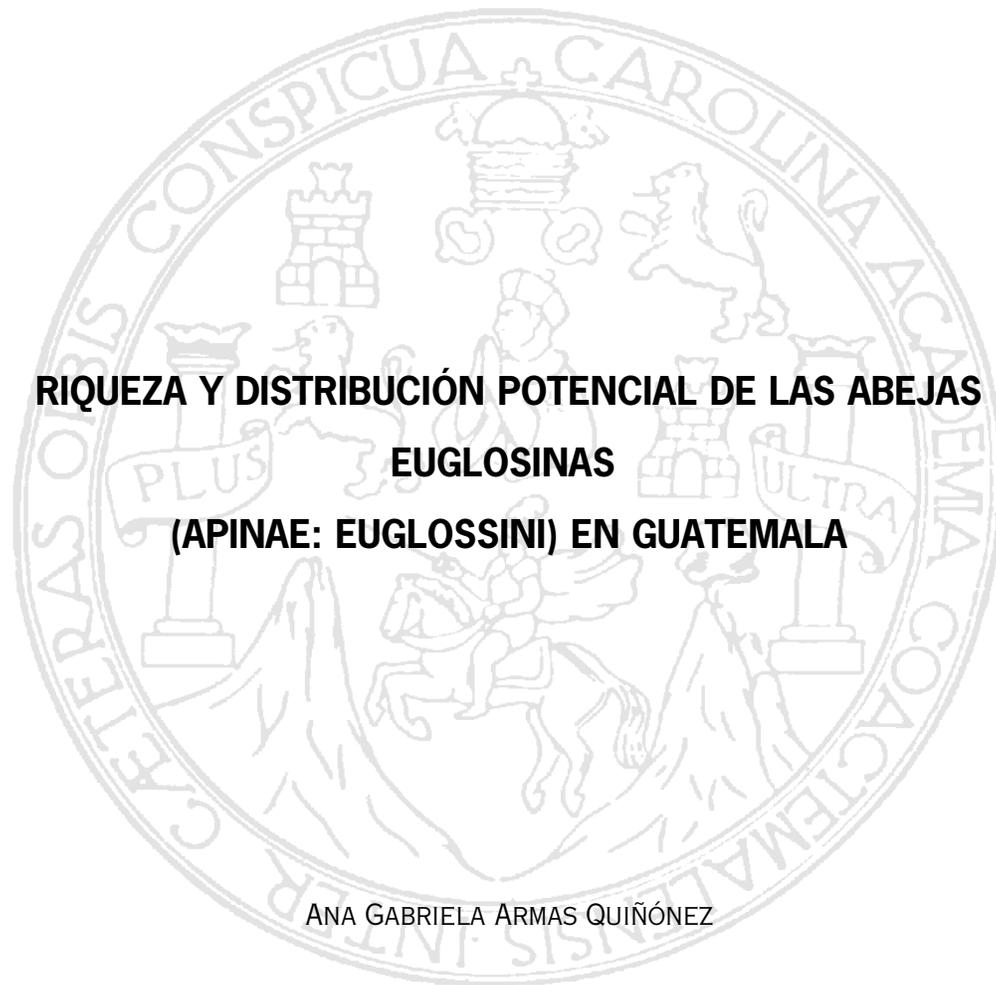


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y FARMACIA



**RIQUEZA Y DISTRIBUCIÓN POTENCIAL DE LAS ABEJAS
EUGLOSINAS
(APINAE: EUGLOSSINI) EN GUATEMALA**

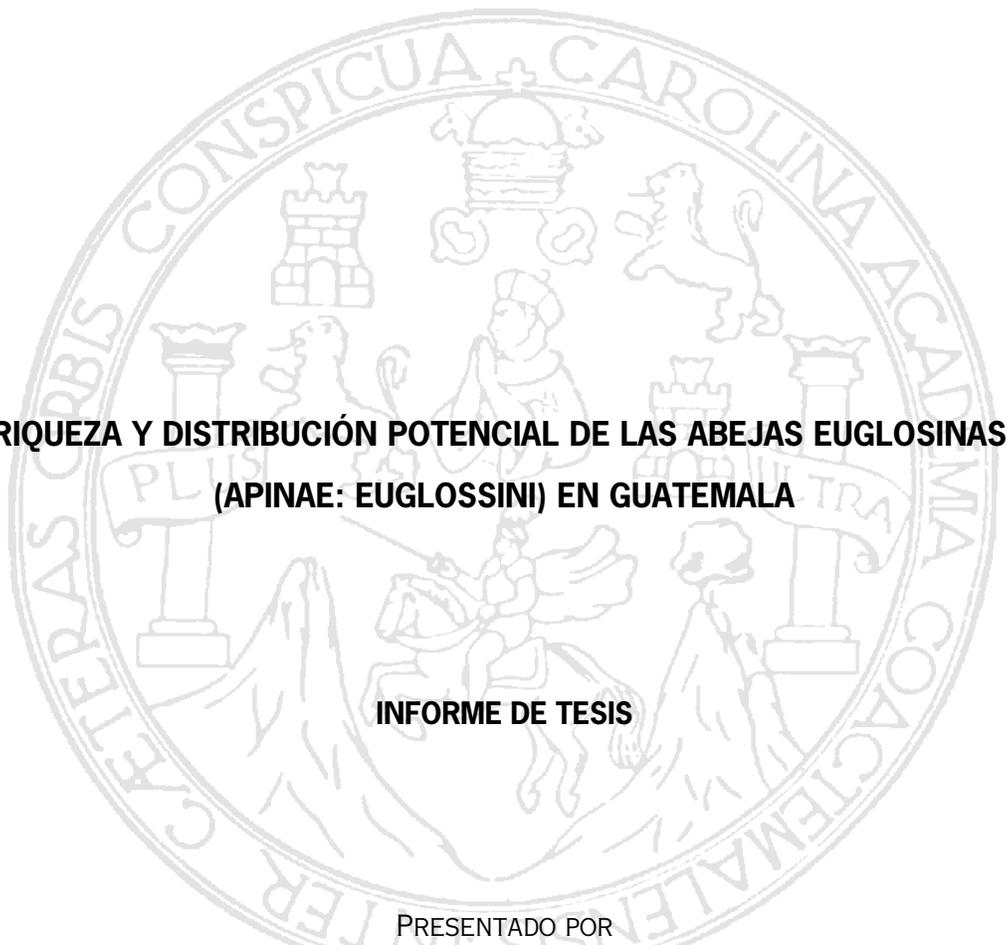
ANA GABRIELA ARMAS QUIÑÓNEZ

BIÓLOGA

GUATEMALA, ABRIL DE 2009

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y FARMACIA

The seal of the University of San Carlos of Guatemala is a circular emblem. It features a central figure of a king on horseback, holding a staff and a shield. Above the king is a crown. The seal is surrounded by Latin text: "UNIVERSITAS CAROLINA ACADÉMIA COACTEMALENSIS INTER CAETERAS ORBIS CONSPICUA".

**RIQUEZA Y DISTRIBUCIÓN POTENCIAL DE LAS ABEJAS EUGLOSINAS
(APINAE: EUGLOSSINI) EN GUATEMALA**

INFORME DE TESIS

PRESENTADO POR
ANA GABRIELA ARMAS QUIÑÓNEZ

PARA OPTAR AL TÍTULO DE
BIÓLOGA

GUATEMALA, ABRIL DE 2009

JUNTA DIRECTIVA

OSCAR CÓBAR PINTO, PH.D.

DECANO

LIC. PABLO ERNESTO OLIVA SOTO
SECRETARIO

LICDA. LILLIAN RAQUEL IRVING ANTILLÓN, M.A.

VOCAL I

LICDA. LILIANA VIDES DE URÍZAR

VOCAL II

LICDA. LUIS ANTONIO GÁLVEZ SANCHINELLI

VOCAL III

BR. ANDREA ALEJANDRA ALVARADO ÁLVAREZ

VOCAL IV

BR. ANÍBAL RODRIGO SEVILLANOS CAMBRONERO

VOCAL V

ACTO QUE DEDICO

A DIOS	POR SER MI GUÍA ESPIRITUAL.
A LA VIRGEN MARÍA	POR SER MI EJEMPLO DE VIDA Y POR PROTEGERME SIEMPRE Y EN TODO LUGAR.
A MIS PADRES	POR TODO SU APOYO Y POR INCULCARMEL ESPÍRITU DE RESPONSABILIDAD, HONRADEZ, JUSTICIA Y AMOR.
A MIS HERMANOS	POR SER SIEMPRE MI COMPAÑÍA Y CONSUELO EN LAS BUENAS Y EN LAS MALAS.
A MIS ABUELOS	POR SUS CONSEJOS, POR CONSENTIRME TANTO Y POR ENSEÑARME EL VERDADERO VALOR DE LAS COSAS EN LA VIDA.

AGRADECIMIENTOS

A LAS TODAS LAS PERSONAS QUE COLABORARON EN LA REALIZACIÓN DE ESTE TRABAJO:

A FUNDAECO EN ESPECIAL AL PERSONAL DE CERRO SAN GIL: OSWALDO, ELÍAS Y SU FAMILIA, MAQUI, LUCKY, PACHA, KAREN, FLOR Y SUSY.

AL ING. JAVIER ARMAS, LIC. CHRISTIAN ESTRADA, LIC. JOSÉ MOREIRA, LICDA. GABRIELA RODRÍGUEZ Y MSC. CARMEN LUCÍA YURRITA, FIELES COLABORADORES DE CAMPO.

A LA MSC. CARMEN LUCÍA YURRITA, ING. VICTOR HUGO RAMOS DE WCS Y LICDA. RAQUEL LEONARDO POR COMPARTIR SUS CONOCIMIENTOS DEL PROGRAMA MAXENT.

A ROBERTO GARNICA Y LIC. PAVEL GARCÍA POR SU AYUDA Y ESPECIALMENTE POR SU PACIENCIA PARA LA UTILIZACIÓN DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA.

A LA LICDA. MARÍA EUNICE ENRÍQUEZ, MSC. CARMEN LUCÍA YURRITA Y PHD. JUAN FERNANDO HERNÁNDEZ POR SU ASESORÍA, REVISIONES Y COMENTARIOS REALIZADOS A ESTA INVESTIGACIÓN.

AGRADEZCO MUY ENCARECIDAMENTE AL PERSONAL DEL LABORATORIO DE ENTOMOLOGÍA APLICADA Y PARASITOLOGÍA DE LA ESCUELA DE BIOLOGÍA POR SU CONSTANTE Y FIEL APOYO EN EL DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN EN CAMPOS DESCONOCIDOS PARA LA CIENCIA EN EL PAÍS.

ÍNDICE

1. RESUMEN.....	1
2. INTRODUCCIÓN.....	2
3. ANTECEDENTES	
3.1. LA IMPORTANCIA ECOLÓGICA DE LAS ABEJAS SILVESTRES.....	3
3.2. LAS ABEJAS EUGLOSINAS	
3.2.1. TAXONOMÍA Y DIVERSIDAD.....	4
3.2.2. BIOLOGÍA.....	6
3.2.3. ASOCIACIÓN CON LAS ORQUÍDEAS.....	6
3.2.4. LAS ABEJAS EUGLOSINAS COMO INDICADORAS.....	8
3.3. BIOGEOGRAFÍA EN GUATEMALA.....	9
3.3.1. BIOGEOGRAFÍA DE EUGLOSSINI.....	9
3.4. MODELOS PREDICTIVOS PARA LA DISTRIBUCIÓN.....	10
4. JUSTIFICACIÓN.....	12
5. OBJETIVOS.....	13
6. HIPÓTESIS.....	14
7. MATERIALES Y MÉTODOS	
7.1. UNIVERSO.....	15
7.2. MUESTRA.....	15
7.3. RECURSOS Y MATERIALES.....	15
7.4. MÉTODOS	
7.4.1. SELECCIÓN DE ESPECÍMENES.....	16
7.4.2. DETERMINACIÓN TAXONÓMICA.....	17
7.4.3. BASE DE DATOS.....	17
7.4.4. ELABORACIÓN DE MAPAS DE DISTRIBUCIÓN DE EUGLOSINAS EN GUATEMALA	18
8. RESULTADOS	
8.1 DETERMINACIÓN TAXONÓMICA.....	20
8.2 ANÁLISIS DE DATOS DE COLECTA DE EUGLOSINAS.....	20
8.3 DISTRIBUCIÓN POTENCIAL DE EUGLOSINAS EN GUATEMALA.....	27
8.4 IDENTIFICACIÓN DE PATRONES DE DISTRIBUCIÓN.....	49

9. DISCUSIÓN	
9.1. REVISIÓN DE COLECCIONES Y DETERMINACIÓN TAXONÓMICA.....	54
9.2. ANÁLISIS DE LOS DATOS DE COLECTA DE LAS EUGLOSINAS.....	55
9.3. PATRONES DE DISTRIBUCIÓN Y DISTRIBUCIÓN POTENCIAL DE LAS EUGLOSINAS EN GUATEMALA.....	56
9.4. PROVINCIAS BIÓTICAS	
10. CONCLUSIONES.....	61
11. RECOMENDACIONES.....	62
12. REFERENCIAS.....	63
13. ANEXOS.....	68
ANEXO 1: PATAS MEDIAS Y POSTERIORES DE EUGLOSSINI.....	68
ANEXO 2: DIFERENTES POSICIONES DE LAS POLÍNEAS SEGÚN EL GÉNERO DE ORQUÍDEA....	68
ANEXO 3: PROVINCIAS BIÓTICAS DE GUATEMALA.....	69
ANEXO 4: VARIABLES BIOCLIMÁTICAS UTILIZADAS PARA LOS MODELOS PREDICTIVOS DE EUGLOSINAS	71
ANEXO 5: RESUMEN DE RESULTADOS DE LA PRUEBA ROC A LOS MODELOS OBTENIDOS.....	72
ANEXO 6: RESUMEN DE RESULTADOS DE VARIABLES VR. ESPECIES DE EUGLOSINAS.....	73

1. RESUMEN

LAS ABEJAS EUGLOSINAS PERTENECEN A LA FAMILIA APINAE JUNTO A LOS ABEJORROS, LAS ABEJAS EXTRANJERAS Y LAS ABEJAS SIN AGUIJÓN. SON POLINIZADORAS MUY IMPORTANTES EN LOS BOSQUES Y ECOSISTEMAS VECINOS A ELLOS. ADEMÁS SE CONSIDERAN ESENCIALES PARA LA POLINIZACIÓN DE ALGUNAS ESPECIES DE ORQUÍDEAS DE LOS BOSQUES TROPICALES (RAMÍREZ 2002). RECIENTEMENTE SE HAN UTILIZADO COMO INDICADORAS DE PERTURBACIÓN EN EL BOSQUE, CONSIDERANDO ALGUNAS ESPECIES COMO ALTAMENTE SENSIBLES Y OTRAS COMO TOLERANTES A LA PERTURBACIÓN (BRITO Y RÊGO 2001, SILVA Y REBÊLO 2002, TONHASCA *et al.* 2000).

EL OBJETIVO PRINCIPAL DE ESTE TRABAJO FUE ESTIMAR LA RIQUEZA Y MODELAR LA DISTRIBUCIÓN POTENCIAL DE LAS ABEJAS EUGLOSINAS (APINAE: EUGLOSSINI) PARA EL TERRITORIO DE GUATEMALA. PARA ELLO SE REVISARON LOS ESPECÍMENES PRESENTES EN TRES COLECCIONES ENTOMOLÓGICAS DEL PAÍS (LENAP, MUSHNAT Y UVG), SE DETERMINARON TAXONÓMICAMENTE Y SE INGRESARON A UNA BASE DE DATOS. PARA EL MODELAJE SE UTILIZÓ EL PROGRAMA DE MÁXIMA ENTROPÍA, MAXENT CON LAS VARIABLES AMBIENTALES DE WORLDCLIM. SE ANALIZARON LOS DATOS PRODUCIÉNDOSE MAPAS DE DISTRIBUCIÓN POTENCIAL PARA CADA ESPECIE, PARA CADA GÉNERO Y PARA TODO EL GRUPO, ESTOS DOS ÚLTIMOS SE REALIZARON PARA IDENTIFICAR POSIBLES PATRONES DE DISTRIBUCIÓN.

SE REPORTAN 26 ESPECIES DE EUGLOSINAS PARA GUATEMALA: 6 DEL GÉNERO *Eufriesea*, 16 *Euglossa*, 3 *Eulaema* Y 2 *Exaerete*. DE ESTAS ESPECIES, 7 SE CONSIDERAN NUEVOS REPORTES PARA EL PAÍS.

SEGÚN LOS RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS PARA EL GRUPO DE EUGLOSINAS, LA ALTITUD Y LOS RANGOS DE VARIACIÓN DE TEMPERATURA Y PRECIPITACIÓN, JUEGAN UN PAPEL PRIMORDIAL PARA PREDECIR LA PRESENCIA O AUSENCIA DE LAS EUGLOSINAS.

POR LO TANTO, SEGÚN LOS MAPAS DE DISTRIBUCIÓN OBTENIDOS, LOS SITIOS CON MAYOR PROBABILIDAD DE ENCONTRAR ABEJAS EUGLOSINAS SON LAS TIERRAS BAJAS DE IZABAL Y ALTA VERAPAZ (REGIÓN PETENERA), ASÍ COMO ALGUNOS SITIOS DE LA BOCA COSTA DEL

PACÍFICO COMO SANTA ROSA, ESCUINTLA Y MAZATENANGO (REGIÓN ESCUINTECA). SIN EMBARGO, LA ZONA HÚMEDA DEL NORTE COMPRENDIDA DESDE LAS TIERRAS ALTAS DE ÍZABAL, EL PROGRESO Y ALTA VERAPAZ MUESTRAN LA MAYOR RIQUEZA DE ESPECIES RARAS PARA EL PAÍS.

2. INTRODUCCIÓN

LAS ABEJAS SILVESTRES (HYMENOPTERA: APOIDEA) SON UNO DE LOS PRINCIPALES GRUPOS DE INSECTOS POLINIZADORES QUE CONTRIBUYEN SIGNIFICATIVAMENTE A LA CONSERVACIÓN DE LAS COMUNIDADES VEGETALES. LAS ABEJAS AL UTILIZAR EL POLEN Y NÉCTAR DE LAS FLORES PARA ALIMENTARSE, FACILITAN LA AUTOPOLINIZACIÓN Y LA POLINIZACIÓN CRUZADA (DRESSLER 1982, MICHENER 2000).

LAS ABEJAS EUGLOSINAS (APIDAE: EUGLOSSINI), SON ABEJAS DE COLORES METÁLICOS DE TAMAÑO MEDIANO A GRANDE Y REGULARMENTE TIENEN LA GLOSSA MUY LARGA, DE ALLÍ SU NOMBRE DE EUGLOSINAS. ESTAS ABEJAS POLINIZAN MÁS DE 30 FAMILIAS DE PLANTAS TROPICALES (POWELL Y POWELL 1987). A ESTE GRUPO DE ABEJAS TAMBIÉN SE LES LLAMA ABEJAS DE LAS ORQUÍDEAS DEBIDO A QUE LOS MACHOS LAS VISITAN PARA COLECTAR LAS FRAGANCIAS QUE ÉSTAS PRODUCEN, FUNCIONANDO DE ESTA MANERA COMO POLINIZADORAS EXCLUSIVAS EN ALGUNAS ESPECIES DE ORQUÍDEAS. ALGUNAS ORQUÍDEAS COMO *Coryanthes* y *Stanophea* HAN DESARROLLADO ESTRUCTURAS ESPECIALIZADAS PARA LA PRODUCCIÓN DE FRAGANCIAS Y PARA LA RECEPCIÓN DE LAS ABEJAS EUGLOSINAS (RAMÍREZ 2002). LAS ABEJAS DE LAS ORQUÍDEAS SON EXCLUSIVAMENTE NEOTROPICALES Y LA ESTIMACIÓN DE LA DIVERSIDAD DE ESPECIES DE EUGLOSINAS PARA CENTROAMÉRICA PROVIENE DE ESTUDIOS REALIZADOS EN MÉXICO, COSTA RICA Y PANAMÁ. LAS EUGLOSINAS ENCUENTRAN SU MAYOR DIVERSIDAD EN AMÉRICA DEL SUR, Y EN ESTOS PAÍSES SE HAN REALIZADO LA MAYOR PARTE DE LOS ESTUDIOS DEL GRUPO. EN ALGUNOS TRABAJOS HAN SIDO SUGERIDAS COMO INDICADORAS DE ESTADO DE CONSERVACIÓN, DEBIDO A SU RESPUESTA ANTE LOS CAMBIOS EN SU ENTORNO (BRITO Y RÊGO 2001, SILVA Y REBÊLO 2002, TONHASCA *et al.* 2000).

EN GUATEMALA ACTUALMENTE SE ESTÁN REALIZANDO ESFUERZOS DE COLECTA PARA DETERMINAR LA DIVERSIDAD DE ABEJAS SILVESTRES DEL PAÍS (ENRÍQUEZ *et al.* 2003, ENRÍQUEZ *et al.* 2004, ENRÍQUEZ *et al.* 2008, RODRÍGUEZ 2008, YURRITA *et al.* 2004). SIN EMBARGO AÚN FALTAN MUCHOS SITIOS POR COLECTAR. LOS MODELOS DE DISTRIBUCIÓN POTENCIAL DE EUGLOSINAS AYUDARÁN A ESTABLECER SITIOS DE ALTA DIVERSIDAD DE EUGLOSINAS QUE AÚN NO ESTÁN BIEN EXPLORADOS Y PARA ENFOCAR LOS ESFUERZOS DE COLECTA EN ESAS ÁREAS. ADEMÁS ESTE TRABAJO CONTRIBUIRÁ A TENER UNA APROXIMACIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN DE LAS EUGLOSINAS, Y AL MISMO TIEMPO UNA APROXIMACIÓN DE LA CONSERVACIÓN EN EL PAÍS, YA QUE SON CONSIDERADAS INDICADORAS DE ESTADO DE CONSERVACIÓN.

EL OBJETIVO PRINCIPAL DE ESTE TRABAJO FUE CONOCER LA RIQUEZA Y LA DISTRIBUCIÓN POTENCIAL DE LAS ABEJAS EUGLOSINAS. PARA ELLO, SE DETERMINÓ TAXONÓMICAMENTE LAS ABEJAS EUGLOSINAS DEPOSITADAS EN TRES COLECCIONES DE REFERENCIA DEL PAÍS. LA DISTRIBUCIÓN POTENCIAL SE MODELÓ CON EL PROGRAMA MAXENT.

3. ANTECEDENTES

3.1. LA IMPORTANCIA ECOLÓGICA DE LAS ABEJAS SILVESTRES

LAS ABEJAS SILVESTRES SON INSECTOS PERTENECIENTES A LA SUPERFAMILIA APOIDEA (HYMENOPTERA). SE CONOCEN ALREDEDOR DE 20,000 ESPECIES DISTRIBUIDAS EN TODO EL MUNDO, AGRUPADAS EN 7 FAMILIAS TAXONÓMICAS (MICHENER 2000), PRESENTÁNDOSE EN GUATEMALA ÚNICAMENTE CINCO DE ELLAS: APIDAE, HALICTIDAE, MEGACHILIDAE, ANDRENIDAE, Y COLLETIDAE (*Com. Per.* AYALA 2005). DENTRO DE ESTAS FAMILIAS, SE PRESENTAN ABEJAS CON UNA GRAN DIVERSIDAD DE ORGANIZACIÓN SOCIAL, DESDE SOLITARIAS HASTA VERDADERAMENTE SOCIALES (EUSOCIALES). LA FAMILIA APIDAE ES LA MÁS NUMEROSA Y ESTUDIADA YA QUE ABARCA A TODAS LAS ABEJAS DE COMPORTAMIENTO SOCIAL ENTRE OTRAS (ROUBIK 1992).

LA IMPORTANCIA DE LAS ABEJAS SILVESTRES COMO POLINIZADORES EN LOS ECOSISTEMAS ES MUY AMPLIA SIENDO ELLAS RESPONSABLES DEL 80% DE LA POLINIZACIÓN (POWELL Y POWELL 1987). LOS POLINIZADORES PROVEEN DE UN SERVICIO ESENCIAL A LOS ECOSISTEMAS QUE DA COMO RESULTADO LA REPRODUCCIÓN SEXUAL DE MUCHAS PLANTAS. ADEMÁS BENEFICIAN INDIRECTAMENTE A LA SOCIEDAD INCREMENTANDO LA SEGURIDAD ALIMENTARIA POR MEDIO DEL PAPEL QUE JUEGAN EN LA CONSERVACIÓN DE LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA EN ECOSISTEMAS NATURALES Y AGRÍCOLAS. LA CAUSA MAYORITARIA DE LA DEGRADACIÓN DE CAMPOS AGRÍCOLAS Y LA PRESENCIA DE FRUTOS DEFORMES ES LA INSUFICIENCIA DE POLINIZADORES, AÚN POR ENCIMA DE LOS AGROQUÍMICOS. EN ECOSISTEMAS NATURALES, LAS SEÑALES DE LA DEFICIENCIA DE POLINIZADORES SON MÁS SUTILES QUE EN LA AGRICULTURA, PERO LAS CONSECUENCIAS PUEDEN LLEGAR A SER SEVERAS COMO LA EXTINCIÓN LOCAL DE ESPECIES VEGETALES, UNA NOTABLE DECLINACIÓN EN PRODUCCIÓN DE FRUTOS Y ANIMALES FRUGÍVOROS, LA PÉRDIDA DE LA COBERTURA BOSCOA Y FINALMENTE LA DEGRADACIÓN Y MUERTE DE ECOSISTEMAS SALUDABLES JUNTO A TODOS SUS SERVICIOS (EARDLEY *et al.* 2006).

LOS ECOSISTEMAS NATURALES BRINDAN MATERIALES COMO MADERA SECA O PODRIDA, BARRO O ARCILLA, RESINA, ARENA, PLANTAS HOSPEDERAS Y CUEVAS, QUE PROPORCIONAN UN

AMBIENTE DIVERSO CAPAZ DE HOSPEDAR LA GRAN DIVERSIDAD DE POLINIZADORES. HAY MILES DE ABEJAS POLINIZADORAS EN EL MUNDO ASÍ COMO TAMBIÉN NUMEROSOS INSECTOS Y VERTEBRADOS POLINIZADORES. LOS POLINIZADORES SE DIFERENCIAN DE MUCHOS OTROS PROVEEDORES DE SERVICIOS ESENCIALES A LOS ECOSISTEMAS PORQUE ELLOS USUALMENTE FORMAN PARTE DE RELACIONES ALTAMENTE ESPECÍFICAS POLINIZADOR-PLANTA. EN ECOSISTEMAS DONDE HAY REQUERIMIENTOS MUY ESPECÍFICOS DE NICHOS PARA LAS PLANTAS Y SUS POLINIZADORES, LA PÉRDIDA DE POLINIZADORES PUEDE TENER EFECTOS BASTANTE SEVEROS (EARDLEY *et al.* 2006).

3.2. LAS ABEJAS EUGLOSINAS

3.2.1. *Taxonomía y Diversidad*

LAS ABEJAS EUGLOSINAS PERTENECEN A LA TRIBU EUGLOSSINI (APIDAE: EUGLOSSINAE) (MICHENER 2000), EL NÚMERO DE ESPECIES REPORTADAS PARA LA TRIBU SE ENCUENTRA EN CONSTANTE MOVIMIENTO, SIN EMBARGO EL ÚLTIMO DATO NO PUBLICADO QUE SE CONOCE ES DE 202 ESPECIES, INCLUYENDO NOMBRES NO VÁLIDOS (RAMÍREZ 2002). LOS ESTUDIOS DE TAXONOMÍA SE INICIARON EN 1899 CON FRIESE, Y FUE HASTA 1967 QUE MOURE PUBLICÓ EL PRIMER LISTADO DE ESPECIES QUE INCLUÍA HASTA ESE MOMENTO 144 NOMBRES VÁLIDOS. POSTERIORMENTE KIMSEY Y DRESSLER (1986) REALIZARON LA PRIMERA REVISIÓN Y REUNIERON 166 ESPECIES VÁLIDAS. FINALMENTE EL ÚLTIMO TRABAJO EXTENSIVO QUE FUE PUBLICADO SE REALIZÓ POR KIMSEY EN 1987 REPORTANDO 173 ESPECIES (RAMÍREZ 2002).

LAS ABEJAS EUGLOSINAS SE CARACTERIZAN POR CIERTOS CARACTERES MORFOLÓGICOS COMO: 1) LOS PENACHOS EN LAS TIBIAS MEDIAS, QUE SUELEN VARIAR DE FORMA, NÚMERO Y TAMAÑO; 2) LA COLORACIÓN DE LA ABEJA, QUE PUEDE VARIAR DE DORADA A AZUL O VERDE EN TODAS SUS TONALIDADES CON IRIDISCENCIA METÁLICA Y NO METÁLICA; 3) EL LARGO DE LA GLOSA O LENGUA, POR LO REGULAR SE TOMA LA MEDIDA A PARTIR DE LA LENGUA RETRAÍDA, Y; 4) EL NÚMERO DE DIENTES EN LAS MANDÍBULAS, QUE ES UN CARÁCTER MUY UTILIZADO A PESAR DE QUE PUEDEN VARIAR POR EL DESGASTE DEL USO QUE LE DE LA ABEJA (Com. Per. AYALA 2005, ROUBIK 2004).

PARA LA DETERMINACIÓN TAXONÓMICA DE ESTE GRUPO ES IMPORTANTE QUE LUEGO DE LA COLECTA LOS ESPECÍMENES PERMANEZCAN CON LA GLOSA RETRAÍDA, LAS MANDÍBULAS ABIERTAS (PARA OBSERVAR LOS DIENTES) Y QUE LAS PATAS NO SE ENCUENTREN RETRAÍDAS -PRINCIPALMENTE LAS PATAS MEDIAS Y POSTERIORES- (ROUBIK 2004). LAS CLAVES TAXONÓMICAS QUE EXISTEN PARA ESTE GRUPO SON APLICABLES ÚNICAMENTE PARA MACHOS DE LA REGIÓN SURAMERICANA, YA QUE EL MÉTODO DE COLECTA MÁS UTILIZADO -POR MEDIO DE ATRAYENTES- SOLAMENTE ATRAE MACHOS. ESTE HECHO DIFICULTA EN GRAN MEDIDA LA DETERMINACIÓN DE HEMBRAS, QUE USUALMENTE SON DETERMINADAS POR COMPARACIÓN CON LOS MACHOS.

ESTE GRUPO DE ABEJAS ESTÁ CONFORMADO POR LOS GÉNEROS *Eulaema*, *Exaerete*, *Euglossa*, *Eufriesea* Y *Aglae*. LOS CUATRO PRIMEROS GÉNEROS ESTÁN DISTRIBUIDOS EN LOS TRÓPICOS AMERICANOS, ENCONTRÁNDOSE NATURALMENTE DEL SUR DE MÉXICO HASTA EL CENTRO DE ARGENTINA. EL GÉNERO *Aglae* QUE SE ENCUENTRA RESTRINGIDO EN UNA PEQUEÑA ÁREA DEL AMAZONAS EN BRASIL (ROUBIK 2004).

EL GÉNERO *Eulaema* (*Eu.*) ESTÁ REPRESENTADO POR TRECE ESPECIES, EN MÉXICO ESTÁN REPORTADAS OCHO DE ÉSTAS (ROUBIK 2004). EN ÉSTE GÉNERO SE ENCUENTRAN LAS ABEJAS MÁS GRANDES DEL GRUPO Y SIN IRIDISCENCIA. ESTE GÉNERO PRESENTA EL MAYOR RANGO ALTITUDINAL, ESTÁ PRESENTE DESDE LOS 0 HASTA LOS 2700MSNM (RAMÍREZ 2002, ROUBIK 2004).

AL GÉNERO *Exaerete* (*Ex.*) PERTENECEN LAS ABEJAS DE COLORES METÁLICOS SIN UN PATRÓN DE DISTRIBUCIÓN CARACTERÍSTICO. ESTÁ COMPUESTO DE SEIS ESPECIES DE LAS CUALES CINCO SE REPORTAN PARA MÉXICO Y CENTROAMÉRICA. SU PRINCIPAL CARACTERÍSTICA ES EL CLEPTOPARASITISMO HACIA LOS GÉNEROS *Eufriesea* Y *Eulaema*. SON ABEJAS DE TIERRAS BAJAS Y ALGUNAS ESPECIES SE ENCUENTRAN HASTA LOS 2600MSNM (RAMÍREZ 2002, ROUBIK 2004).

EL GÉNERO *Euglossa* (*Eug.*) ES EL MAYOR GRUPO EN LA TRIBU, CON MÁS DE 100 REPRESENTANTES. LO CONFORMAN ABEJAS METÁLICAS, 43 DE LAS CUALES ESTÁN REPORTADAS PARA MÉXICO Y CENTROAMÉRICA. ESTE GÉNERO ES RAZÓN DE MUCHA

CONTROVERSIA TAXONÓMICA YA QUE SUS CARACTERES SON SUTILMENTE VARIABLES. SE CUENTA CON SEIS SUBGÉNEROS DIFÍCILES DE IDENTIFICAR. LA MAYORÍA DE ESPECIES SON DE TIERRAS BAJAS, 800MSNM, POCAS LLEGAN A LOS 1500MSNM (RAMÍREZ 2002, ROUBIK 2004).

EL GÉNERO *Eufriesea* (*Euf.*) CUENTA CON EL MAYOR NÚMERO DE ESPECIES LUEGO DE *Euglossa*, CON MÁS DE 60 REPRESENTANTES DE LAS CUALES 20 SE REPORTAN PARA MÉXICO Y CENTROAMÉRICA. SON ABEJAS POCO COMUNES EN LAS COLECCIONES POR SU ALTA ESTACIONALIDAD. SON ABEJAS GRANDES Y POR LO REGULAR TIENEN EL MESOSOMA OSCURO. SON ABEJAS DE TIERRAS BAJAS QUE RARA VEZ (POCAS ESPECIES) SOBREPASAN LOS 1000MSNM. (ROUBIK 2004).

EN GENERAL, LA MAYOR DIVERSIDAD DE EUGLOSINAS SE ENCUENTRA A 800MSNM (ROUBIK 2004), PRESENTANDO UNA ALTA AFINIDAD A LOS TRÓPICOS HÚMEDOS EN DONDE GENERALMENTE CONFORMAN LA CUARTA PARTE DE LA DIVERSIDAD DE LAS ABEJAS QUE LOS HABITAN. (RAMÍREZ 2002, ROUBIK 2004).

3.2.2. *Biología*

LAS EUGLOSINAS SON ABEJAS PARASOCIALES, NIDIFICAN EN CAVIDADES EN LOS ÁRBOLES, EN EL SUELO O EN EL ENVÉS DE LAS HOJAS. LAS HEMBRAS FORMAN SU NIDO CON RESINAS Y LODO. PRIMERO CONSTRUYEN LA CELDA, LA APROVISIONAN CON POLEN, OVIPOSITAN UN HUEVO POR CELDA Y LA CIERRAN INMEDIATAMENTE PARA CONTINUAR CON LA PRÓXIMA CELDA. REGULARMENTE LA ENTRADA AL NIDO ES UN LABERINTO QUE LLEVA A DIFERENTES NIDOS QUE RESULTAN SER NIDOS QUE PERTENECEN A ALGUNAS DE LAS HIJAS QUE NO PARTIERON DEL NIDO DE LA MADRE. SIN EMBARGO CUANDO LAS HIJAS OVIPOSITAN, LA MADRE DOMINANTE SE ALIMENTA DE LOS HUEVOS PARA OVIPOSITAR LOS PROPIOS. LOS MACHOS ABANDONAN EL NIDO INMEDIATAMENTE AL NACER AL IGUAL QUE LA MAYORÍA DE LAS HEMBRAS. EN ESTAS ABEJAS SE PRESENTA CIERTO NIVEL DE TRASLAPE DE GENERACIONES, PERO AUN NO EXISTE NINGÚN TIPO DE COOPERACIÓN ENTRE ELLAS (CAMERON Y RAMÍREZ 2001, CAMERON 2004, ROUBIK 1992).

LAS ABEJAS DE LAS ORQUÍDEAS SE CARACTERIZAN POR TENER UN VUELO BASTANTE RÁPIDO, SE CONOCE QUE ALGUNOS MACHOS PUEDEN LLEGAR A VOLAR HASTA 23KM EN UN SOLO VUELO PARA CONSEGUIR ALIMENTO (JANZEN 1981). ESTA CARACTERÍSTICA ESTÁ SIENDO MUY ESTUDIADA, Y DEMOSTRARÍA QUE ESTAS ABEJAS PUEDEN AYUDAR AL INTERCAMBIO DE POLEN EN PAISAJES FRAGMENTADOS (BRITO 2001, SILVA 2002, TONHASCA *et al.* 2000).

3.2.3. Asociación con las Orquídeas

LAS EUGLOSINAS SON RESPONSABLES DE LA POLINIZACIÓN DE UN GRAN NÚMERO DE PLANTAS NEOTROPICALES. EN UN ESTUDIO REALIZADO EN CHIAPAS, MÉXICO POR ARRIAGA Y HERNÁNDEZ (1998) SE ENCONTRÓ QUE LAS HEMBRAS DE UNA SOLA ESPECIE VISITABAN 74 ESPECIES DE 42 FAMILIAS DIFERENTES DE PLANTAS.

DE LOS MACHOS EUGLOSINOS SE CONOCE QUE VISITAN ESPECIES SIMILARES A LAS HEMBRAS (RAMÍREZ 2002), SIN EMBARGO ELLOS SELECCIONAN LAS ESPECIES CON POLEN Y NÉCTAR DE “MEJOR CALIDAD”, Y DE ESTA MANERA SE CREE QUE ELLOS DISMINUYEN EL TIEMPO Y LA ENERGÍA EMPLEADA EN LA BÚSQUEDA DE ALIMENTO PARA DEDICARSE MAYORMENTE A LA COLECTA DE FRAGANCIAS (ROUBIK 1992). EN GENERAL, SE HAN REALIZADO POCOS TRABAJOS PARA DETERMINAR LAS ESPECIES DE PLANTAS QUE VISITAN LAS EUGLOSINAS PARA COLECTAR NÉCTAR Y POLEN PARA APROVISIONAR A SUS CRÍAS (RAMÍREZ 2002).

LAS ABEJAS EUGLOSINAS, PRINCIPALMENTE LOS MACHOS FRECUENTAN LAS FLORES DE LA FAMILIA ORCHIDACEAE POR LA PRESENCIA DE NÉCTAR ALTAMENTE AROMÁTICO (ROUBIK 2004). LOS MACHOS POSEEN ADAPTACIONES ÚNICAS EN LAS ABEJAS PARA LA COLECTA DE ESTAS FRAGANCIAS, POSEEN PENACHOS EN LAS TIBIAS MEDIAS Y LOS TARSOS POSTERIORES SON NOTABLEMENTE AGRANDADOS (ELTZ 1999). (ANEXO 1). AL MOMENTO DE LA COLECTA DE FRAGANCIAS, LOS MACHOS RASPAN LA SUSTANCIA CON SUS TARSOS ANTERIORES PASÁNDOLA A LOS TARSOS MEDIOS Y TRASLADÁNDOLA A LOS TARSOS POSTERIORES AGRANDADOS, DONDE ES DEPOSITADA EN UNA HENDIDURA ALARGADA QUE CONDUCE A UN ÓRGANO DE ALMACENAJE (BAMBÉ 2004, ELTZ 1999, ROUBIK 2004). NO SE CONOCE DE DONDE EVOLUCIONÓ EL COMPORTAMIENTO DE LA COLECTA DE FRAGANCIAS, AUNQUE ALGUNOS AUTORES (BAMBÉ 2004, ELTZ 1999, ROUBIK 2004) AFIRMAN QUE PODRÍA ESTAR ASOCIADA AL CORTEJO.

EXISTEN ALGUNAS HIPÓTESIS QUE ESTABLECEN QUE EVOLUTIVAMENTE LA COLECTA INICIÓ A PARTIR DE PATRONES DE COMPORTAMIENTO PREEXISTENTES QUE ATRÁÍAN A MACHOS Y HEMBRAS POR IGUAL, Y QUE DE ALLÍ EMPEZÓ LA COMPETENCIA (LUNAU 1992). OTRA HIPÓTESIS ESTABLECE QUE ALGUNAS FLORES CON FRAGANCIA MIMETIZABAN SITIOS DE NIDACIÓN Y POR ELLO ERAN ATRAÍDAS A LAS FLORES (LUNAU 1992). Y FINALMENTE OTROS AUTORES MANIFIESTAN QUE PUDO HABER EVOLUCIONADO TAMBIÉN DE LA COLECTA DE FRAGANCIAS EN HONGOS PODRIDOS, YA QUE AISLARON SUSTANCIAS AROMÁTICAS A PARTIR DE ELLOS Y RESULTARON MÁS EFICIENTES ATRAYENTES A EUGLOSINAS QUE LOS ENCONTRADOS EN LAS FLORES (WHITTEN *et al.* 1993). SIN EMBARGO SE CONOCE QUE LAS ABEJAS EUGLOSINAS NO DEPENDEN EXCLUSIVAMENTE DE LAS ORQUÍDEAS PARA LA COLECTA DE FRAGANCIAS (ROUBIK 2004). ES POR ESTA CARACTERÍSTICA, PRINCIPALMENTE DE LOS MACHOS, QUE LA TÉCNICA DE COLECTA DE EUGLOSINAS IMPLICA LA UTILIZACIÓN DE ESENCIAS AROMÁTICAS ARTIFICIALES, QUE SON COLOCADAS EN LOS TRONCOS DE LOS ÁRBOLES PARA ATRAERLAS Y DE ESTE MODO SER CAPTURADAS MÁS FÁCILMENTE. GENERALMENTE SE UTILIZA UNA GRAN VARIEDAD DE ESENCIAS AROMÁTICAS, SIN EMBARGO LA PREFERENCIA DE LAS ESPECIES HACIA UNA U OTRA PARECE SER SIMILAR EN TODOS LOS SITIOS DONDE SE HA COLECTADO (ROUBIK 2004). SIN EMBARGO LA PREFERENCIA A LAS SUSTANCIAS AROMÁTICAS MUESTRA VARIACIÓN INTERESPECÍFICA E INTRAESPECÍFICA EN LAS ESPECIES, ESTA ÚLTIMA ESTÁ REGIDA POR CARACTERÍSTICAS COMO LA EDAD DE LA ABEJA –CAPACIDAD SENSORIAL-, EL CLIMA DE LA ESTACIÓN EN LA CUAL SE COLECTA Y LAS CARACTERÍSTICAS GEOGRÁFICAS DE LOS SITIOS (ACKERMAN 1989). LA PREFERENCIA DE LAS ESPECIES DE EUGLOSINAS A LAS ESENCIAS ES IMPORTANTE PARA CONOCER LA BIOLOGÍA DE LAS ESPECIES EN LOS SITIOS DE COLECTA, PRINCIPALMENTE PARA TENER UNA APROXIMACIÓN DE LAS POSIBLES FUENTES DE FRAGANCIAS NATURALES QUE SUELEN VISITAR (BEMBE 2004, DRESSLER 1982, ELTZ 1999, JANZEN 1982, LUNAU 1992).

A PESAR DE QUE LAS ABEJAS EUGLOSINAS NO DEPENDEN TOTALMENTE DE LAS FRAGANCIAS DE LAS ORQUÍDEAS, ALGUNAS ORQUÍDEAS SÍ DEPENDEN TOTALMENTE DE LAS EUGLOSINAS PARA SU POLINIZACIÓN. LAS SUBTRIBUS CATASETINAE, DICHAEINAE, STANHOPEINAE, ZYGOPETALINAE Y ALGUNOS GÉNEROS DENTRO DE ONCIDIINEAE Y CYRTOPODIINAE ESTÁN DIRECTAMENTE RELACIONADOS CON EUGLOSINAS (WILLIAMS 1982) Y SE ESTIMA QUE 650 ESPECIES DE ORQUÍDEAS DEPENDEN TOTALMENTE DE LA POLINIZACIÓN

POR EUGLOSINAS (RAMÍREZ 2002). EJEMPLOS CLÁSICOS DE ESTE MUTUALISMO SON LOS GÉNEROS *Stanophea spp* Y *Coryanthes spp* QUE POR MEDIO DE UNA ESTRUCTURA LLAMADA GLÁNDULA DE FOSET, PRODUCEN UNA SUSTANCIA MUY AZUCARADA QUE ES COLECTADA POR MUCHAS ESPECIES DE EUGLOSINAS QUE AL INGRESAR A LA FLOR CAEN ATURDIDAS EN EL LUGAR DONDE SE ENCUENTRA EL ESTIGMA Y DONDE LAS POLINIAS SE ADHIERAN SOBRE ELLAS O PUEDAN DEJAR LAS QUE YA LLEVABAN CONSIGO. ESTAS DOS ESPECIES DE ORQUÍDEAS TIENEN LA FORMA Y EL TAMAÑO EXACTO PARA SER POLINIZADAS EXCLUSIVAMENTE POR *Euglossa spp*. LAS POLINIAS DE LAS ORQUÍDEAS SE ADHIEREN A DIFERENTES ESTRUCTURAS CORPORALES DE LAS EUGLOSINAS (ANEXO 2).

ALGUNOS EXPERTOS EN LA BOTÁNICA DE ORCHIDACEAE (DRESSLER 1982, *Com. Per. DIX 2006*) SOSTIENEN QUE ES POSIBLE DETERMINAR TAXONÓMICAMENTE EL GÉNERO DE LA ORQUÍDEA A PARTIR DE LA POSICIÓN Y LA FORMA DE LA POLINIA COLECTADA EN UN ESPÉCIMEN DE EUGLOSINA. ESTO PUEDE SER UNA HERRAMIENTA MUY ÚTIL PARA DETERMINAR EXACTAMENTE LA ORQUÍDEA QUE ESTÁ SIENDO VISITADA POR CADA ESPECIE DE EUGLOSINA, Y POR CONSIGUIENTE CONOCER LAS ORQUÍDEAS QUE SE ENCUENTRAN EN FLORACIÓN. SIN EMBARGO NO ES MUY FRECUENTE COLECTAR ESPÉCIMENES CON POLINIAS.

3.2.4. Las abejas euglosinas como indicadoras

LA UTILIZACIÓN DE LOS INSECTOS COMO AGENTES INDICADORES DE PERTURBACIÓN ESTÁ EN CONSTANTE AUMENTO, DEBIDO A LA FACILIDAD DE COLECTA Y LA PRESERVACIÓN. POR EJEMPLO, EN GUATEMALA, LOS ESCARABAJOS PASÁLIDOS, SALAMANDRAS PLETODÓNTIDAS Y MARIPOSAS DIURNAS, POR SER INDIVIDUOS SENSIBLES A LOS CAMBIOS EN EL AMBIENTE SON FRECUENTEMENTE UTILIZADOS COMO TALE (SCHUSTER 2000 Y 2006, MÉNDEZ EN CONAP 2008).

ACTUALMENTE SE HA UTILIZADO A LAS ABEJAS EUGLOSINAS PARA CONOCER EL ESTADO DE FRAGMENTOS O ZONAS ALEDAÑAS A SITIOS CON CIERTO GRADO DE CONSERVACIÓN. EN ALGUNOS ESTUDIOS SE HA EVALUADO EL EFECTO DE BORDE SOBRE POBLACIONES DE EUGLOSINAS Y SE HA ENCONTRADO QUE ALGUNAS ESPECIES PREFIEREN LOS BORDES MIENTRAS OTRAS LAS ZONAS CENTRALES DE LOS FRAGMENTOS (NEMÉSIO Y SILVEIRA 2006). TAMBIÉN SE

HAN REALIZADO ESTUDIOS QUE EVALÚAN LA DIVERSIDAD DE LOS SITIOS PARA ESTABLECER EL GRADO DE CONSERVACIÓN DE LOS MISMOS, DONDE SE SUGIERE QUE LAS EUGLOSSINAS PUEDEN SER UTILIZADAS COMO ESPECIES INDICADORAS (TONHANSA 2000).

3.3. BIOGEOGRAFÍA EN GUATEMALA

LA DISTRIBUCIÓN DE LAS ESPECIES, EN GENERAL, ESTÁ DETERMINADA POR DIVERSOS FACTORES FÍSICOS COMO EL CLIMA, LA VEGETACIÓN, LA COMPOSICIÓN Y TIPO DE SUELO, ASÍ COMO POR FACTORES ECOLÓGICOS COMO LA COMPETENCIA Y LA DISPONIBILIDAD DE ALIMENTO (ZUNINO Y ZULINO 2003).

SEGÚN STUART (1942) GUATEMALA SE DIVIDE EN NUEVE REGIONES O PROVINCIAS BIÓTICAS BASADAS EN LA DISTRIBUCIÓN DE SALAMANDRAS. POSTERIORMENTE SE MODIFICARON ESTAS REGIONES UTILIZANDO ESPECIES DE ANFIBIOS Y REPTILES (CAMPBELL AND VANNINI, 1989). SIN EMBARGO LA DIVISIÓN DE STUART (1942) HA SIDO ACEPTADA Y CORROBORADA POR ESTUDIOS BIOGEOGRÁFICOS CON SCARABAEOIDEA (SCHUSTER Y CANO 2005, SCHUSTER *et al.* 2000).

GUATEMALA POSEE POCOS TRABAJOS BIOGEOGRÁFICOS, SIN EMBARGO SE HAN REALIZADO ALGUNOS QUE HAN RESULTADO ÚTILES. A LO LARGO DEL TIEMPO SE HAN HECHO ESTUDIOS QUE ÚNICAMENTE TRATAN DE CORROBORAR LOS DATOS PUBLICADOS POR STUART (1942), Y HA RESULTADO SER LA DIVISIÓN REGIONAL PARA GUATEMALA QUE MÁS SE APLICA EN TEMAS BIOGEOGRÁFICOS.

LAS NUEVE PROVINCIAS BIÓTICAS EN GUATEMALA SEGÚN STUART (1942) FUERON DESCRITAS COMO ESCUINTECA, PETENERA, VOLCÁNICA, CHIMALTECA, CUCHUMATÁN, MERENDÓN, ZACAPANECA, QUECCHIANA Y DE LA SIERRA (ANEXO 3).

3.3.1. *Biogeografía de Euglossini*

LAS ABEJAS DEPENDEN PRINCIPALMENTE DEL CLIMA PERO TAMBIÉN DE SITIOS APROPIADOS PARA LA ANIDACIÓN, FUENTES DE RESINA, POLEN Y NÉCTAR; Y LAS ESPECIES CLEPTOPARÁSITAS DEPENDEN TAMBIÉN DE SUS HOSPEDEROS (ROUBIK 2004).

LA BIOGEOGRAFÍA DE LAS EUGLOSINAS SE DISCUTE POR MICHENER (2000), KIMSEY (1992), CAMARGO (1996) Y CAMARGO Y PEDRO (2003). SIN EMBARGO SE TIENEN ALGUNOS TRABAJOS CONCRETOS COMO KIMSEY (1982) DONDE AGRUPA LAS ESPECIES DE *Eufriesea* EN SEIS ZONAS BIOGEOGRÁFICAS: LAS TIERRAS BAJAS DE CENTROAMÉRICA, LA ZONA ENDÉMICA DE PANAMÁ, EL CORREDOR DE VENEZUELA, LA CUENCA DEL AMAZONAS, LAS TIERRAS ALTAS DE BRASIL Y EL CORREDOR PARAGUAYO. TAMBIÉN DRESSLER (ROUBIK 2004) AGRUPÓ LAS ESPECIES DE *Euglossa* EN CINCO REGIONES: DE MÉXICO A NICARAGUA, PANAMÁ Y COSTA RICA, EL NOROESTE DE SURAMÉRICA, EL AMAZONAS Y LAS GUYANAS Y LA COSTA SURESTE DE BRASIL.

3.4. MODELOS PREDICTIVOS PARA LA DISTRIBUCIÓN

EL ESTUDIO DE LA DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA DEL TOTAL DE ESPECIES DE UN TAXÓN HA SIDO UNA TAREA CASI IMPOSIBLE INCLUSO PARA LOS PAÍSES CON GRANDES COLECCIONES DE REFERENCIA (ZUNINO Y ZULLINI 2003, LOBO 2000). LOS BIOGEOGRAFOS HAN DESARROLLADO ALTERNATIVAS RAZONABLES PARA OBTENER PREDICCIONES CONFIABLES PARA ESTIMAR LA DISTRIBUCIÓN DE LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA EN AUSENCIA DE DATOS EXHAUSTIVOS APLICANDO HERRAMIENTAS ESTADÍSTICAS, INFORMÁTICAS Y GEOGRÁFICAS A PARTIR DE LA INFORMACIÓN BIOLÓGICA DISPONIBLE (GUISAN Y ZIMMERMANN 2000, NICHOLLS 1989). LOS MODELOS PREDICTIVOS PUEDEN ELABORARSE ASOCIANDO INFORMACIÓN DE PRESENCIA Y AUSENCIA DE LA O LAS ESPECIES EN ESTUDIO E INFORMACIÓN AMBIENTAL COMO ALTITUD, CLIMA, GEOLOGÍA, ETC. TODAS ESTAS HERRAMIENTAS RESULTAN MUY ÚTILES, SIN EMBARGO EXISTEN ALGUNOS INCONVENIENTES: LA RIQUEZA O CUALQUIER OTRO ATRIBUTO DE LA BIODIVERSIDAD (RAREZA, DIVERSIDAD FILOGENÉTICA, COMPLEMENTARIEDAD, ETC.) PUEDE ESTAR CONDICIONADO POR FACTORES ÚNICOS IRREPETIBLES, DE MODO QUE UNA ESPECIE PUEDE NO ESTAR PRESENTE EN UN ÁREA QUE ALBERGUE LAS CONDICIONES AMBIENTALES

ADECUADAS. SIN EMBARGO LA IDEA DE INCLUIR ESA INFORMACIÓN EN MODELOS PREDICTIVOS AÚN ES MUY VAGA (LOBO Y HORTAL 2003).

CON EL USO DE ESTAS HERRAMIENTAS SE PRETENDE COMPLEMENTAR E INCLUIR EN LAS COLECCIONES BIOLÓGICAS BASES DE DATOS COMPLETAS Y ESTANDARIZADAS PARA QUE PUEDAN UTILIZARSE EN LA PREDICCIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN DE LOS ORGANISMOS. DE ESTA FORMA SE PODRÁ EVALUAR LA CAPACIDAD DE LOS ESPACIOS NATURALES PARA CONSERVAR LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA (LOBO Y HORTAL 2003).

LA DISTRIBUCIÓN POTENCIAL SE OBTIENE A PARTIR DE LA UTILIZACIÓN DE TÉCNICAS DE MODELAJE, QUE PRETENDEN ESTIMAR CON BASE A VARIACIONES AMBIENTALES DEL PAISAJE LA DIVERSIDAD DE ESPECIES EN DETERMINADO ESPACIO. LAS TÉCNICAS DE MODELAJE SE HAN UTILIZADO EN MUCHOS TAXONES, Y RESULTA MUY ÚTIL EN INSECTOS; UNO DE LOS GRUPOS MÁS GRANDES Y MENOS CONOCIDO DENTRO DE LOS ORGANISMOS (LOBO 2000). AL INICIO DEL ANÁLISIS SE ESCOGE LA FUNCIÓN PREDICTIVA A UTILIZAR. REGULARMENTE SE UTILIZAN TRES, LA PRIMERA ES LA RELACIÓN ENTRE EL NÚMERO DE TAXONES DE ALTO RANGO Y EL NÚMERO DE ESPECIES, OTRA ES LA BÚSQUEDA DE ESPECIES INDICADORAS Y POR ÚLTIMO LA UTILIZACIÓN DE TODA LA VARIEDAD DE INFORMACIÓN AMBIENTAL DISPONIBLE. PARA ESCOGER ENTRE ESTAS TRES SE DEBE DISPONER DE: A) UNIDADES ESPACIALES CON INVENTARIO FAUNÍSTICO FIABLE Y BIEN ESTABLECIDO, B) DATOS AMBIENTALES VERACES PARA CADA UNA DE ESAS UNIDADES, Y C) UNA METODOLOGÍA CAPAZ DE GENERAR UNA ECUACIÓN CON LAS VARIABLES EXPLICATIVAS QUE PERMITA PREDECIR LA VARIABLE INDEPENDIENTE. AL SELECCIONAR LOS PARÁMETROS QUE ORIENTARÁN LA PREDICCIÓN SE UTILIZA LA AYUDA DE HERRAMIENTAS ESTADÍSTICAS, INFORMÁTICAS Y GEOGRÁFICAS PARA LOGRAR OBTENER UN MODELO PREDICTIVO QUE EXPLIQUE EL COMPORTAMIENTO DE LAS VARIABLES EN ESTUDIO (LOBO 2000, LOBO 2003).

FINALMENTE, PARA PODER PROPONER ESTRATEGIAS DE CONSERVACIÓN VIABLES PARA LOS ORGANISMOS BIOLÓGICOS, ES MUY IMPORTANTE CONOCER SU RIQUEZA Y SU DISTRIBUCIÓN O SU DISTRIBUCIÓN POTENCIAL EN SU DEFECTO (LOBO 2002). DE IGUAL MANERA, PARA LA CONSERVACIÓN DE LOS ORGANISMOS INTEGRANTES DE LOS MUTUALISMOS EN LA POLINIZACIÓN DE ECOSISTEMAS NATURALES Y AGRÍCOLAS, COMO LO SON LAS EUGLOSINAS, ES NECESARIO

INICIAR ESTUDIÁNDOLAS DESDE SU RIQUEZA Y SU DISTRIBUCIÓN (EARDLEY *et al* 2006, KEARNS *et al* 2002 Y POWELL Y POWELL 1987).

4. JUSTIFICACIÓN

LAS EUGLOSINAS SE DISTRIBUYEN ÚNICAMENTE EN EL NEOTRÓPICO, MOSTRANDO PATRONES DE DISTRIBUCIÓN BIEN DEFINIDOS EN LOS PAÍSES SURAMERICANOS DONDE SE HAN ESTUDIADO EXTENSAMENTE (ROUBIK 2004). SIN EMBARGO LA DIVERSIDAD DE LOS PAÍSES CENTROAMERICANOS SE ASOCIA CON LA DE MÉXICO, ESTIMÁNDOSE PARA CENTROAMÉRICA Y MÉXICO LA PRESENCIA DEL 41% DE LAS ESPECIES DE EUGLOSINAS (ROUBIK 2004). EN ESTUDIOS REALIZADOS EN BRASIL SE HA DETERMINADO QUE LA DISTRIBUCIÓN DE LAS EUGLOSINAS SIGUE LOS INCREMENTOS TANTO DE HUMEDAD COMO DE TEMPERATURA (BRITO Y RÊGO 2001, NEMÉSIO Y SILVEIRA 2004).

LAS ABEJAS DE LAS ORQUÍDEAS O EUGLOSINAS CUMPLEN UN PAPEL MUY IMPORTANTE EN LA CONSERVACIÓN DE LOS BOSQUES COMO POLINIZADORES DE UNA GRAN VARIEDAD DE PLANTAS. ADEMÁS, SON UTILIZADAS COMO BIOINDICADORAS POR SU RESPUESTA ANTE LOS CAMBIOS EN SU ENTORNO (SILVA Y REBÊLO 2002, BRITO Y RÊGO 2001, NEMÉSIO Y SILVEIRA 2004, TOHNANSA 2000).

EN GUATEMALA LA DIVERSIDAD DE MUCHOS TAXA, ENTRE ELLOS LAS ABEJAS, ES DESCONOCIDA Y MÁS AÚN SU DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA. SE HAN REALIZADO DOS TRABAJOS BIOGEOGRÁFICOS FAUNÍSTICOS EN EL PAÍS BASADOS EN DISTRIBUCIONES REALES, UNO REALIZADO POR STUART (1949) SEGUIDO POR CAMPBELL Y VANINI (1989) Y OTRO POR SCHUSTER (2000 Y 2006). EN LOS PRIMEROS DOS SE PROPONEN REGIONES BIOGEOGRÁFICAS PARA EL PAÍS BASÁNDOSE EN LA PRESENCIA DE SALAMANDRAS Y EL SEGUNDO TOMA COMO BASE EL PRIMERO, Y UTILIZA ESCARABAJOS PARA ESTABLECER Y COMPARAR LAS REGIONES. CONOCER LA DISTRIBUCIÓN REAL DE ORGANISMOS COMO LAS ABEJAS, SERÁ DE GRAN AYUDA PARA CORROBORAR Y VALIDAR LAS REGIONES BIOGEOGRÁFICAS YA PROPUESTAS. Y LA DISTRIBUCIÓN POTENCIAL DE LOS ORGANISMOS ES UNA ALTERNATIVA VIABLE Y ANTECEDENTE PRIMORDIAL PARA CONOCER LA DISTRIBUCIÓN REAL DE LOS ORGANISMOS EN ESTOS PAÍSES EN VÍAS DE DESARROLLO.

EN EL PAÍS SE HAN REALIZADO ESTUDIOS FAUNÍSTICOS PARA CONOCER LA DIVERSIDAD DE LAS ABEJAS DE GUATEMALA, SE TIENEN DATOS EXHAUSTIVOS DE ALGUNAS REGIONES COMO CHIQUIMULA, EL PROGRESO Y ALTA VERAPAZ (RODRÍGUEZ 2008, ENRÍQUEZ *et al.* 2008), ADEMÁS SE CUENTA CON REGISTROS DE COLECTAS ESPORÁDICAS. ESTOS ESTUDIOS HAN CONTRIBUIDO SIGNIFICATIVAMENTE AL CONOCIMIENTO DE LA RIQUEZA DE LAS EUGLOSINAS EN EL PAÍS. SIN EMBARGO NO SE HAN REALIZADO ESTUDIOS SOBRE LA DISTRIBUCIÓN DE LAS ESPECIES DE

EUGLOSSINI. LOS MODELOS PREDICTIVOS DE DISTRIBUCIÓN GENERADOS EN ESTE TRABAJO AYUDARÁN A ORIENTAR LOS ESFUERZOS DE COLECTA HACIA LOS SITIOS MENOS EXPLORADOS Y ASÍ POSTERIORMENTE CONOCER LAS ESPECIES QUE HABITAN EN GUATEMALA. MÁS ADELANTE, AL VALIDAR LA DISTRIBUCIÓN POTENCIAL PROPUESTA EN ESTE TRABAJO SE PODRÁN DETERMINAR SITIOS DE ALTA DIVERSIDAD, PARA QUE EN UN FUTURO SE PUEDAN PROPONER ESTRATEGIAS DE CONSERVACIÓN BASADAS EN CRITERIOS CIENTÍFICOS (LOBO 2003).

5. OBJETIVOS

5.1 GENERAL

- 5.1.1. DETERMINAR LA RIQUEZA DE EUGLOSINAS Y SU DISTRIBUCIÓN POTENCIAL EN EL TERRITORIO GUATEMALTECO.

5.2 ESPECÍFICOS

- 5.2.1. CONOCER LA RIQUEZA DE EUGLOSINAS QUE SE ENCUENTRAN REPRESENTADAS EN LAS COLECCIONES DE REFERENCIA DE GUATEMALA.
- 5.2.2. ANALIZAR LA INFORMACIÓN DE COLECTA DE LAS EUGLOSINAS PRESENTES EN LAS COLECCIONES ENTOMOLÓGICAS DEL PAÍS CONSULTADAS.
- 5.2.4. DETERMINAR LA DISTRIBUCIÓN POTENCIAL DE LAS ABEJAS EUGLOSINAS EN EL TERRITORIO GUATEMALTECO CON BASE EN LOS DATOS ALMACENADOS EN LAS COLECCIONES ENTOMOLÓGICAS DEL PAÍS CONSULTADAS.
- 5.2.5. DETERMINAR, EN BASE A LOS PATRONES DE DISTRIBUCIÓN DE LAS EUGLOSINAS, POSIBLES SITIOS DE ALTA DIVERSIDAD Y ENDEMISMO EN GUATEMALA.

5.2.6. DETERMINAR SI LA DISTRIBUCIÓN POTENCIAL DE EUGLOSINAS SIGUE LOS PATRONES PROPUESTOS POR STUART (1949) PARA SALAMANDRAS.

6. HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN

DEBIDO AL ORIGEN TROPICAL Y A LA RELACIÓN A LAS VARIABLES DE HUMEDAD, PRECIPITACIÓN Y TEMPERATURA, LA MAYOR DIVERSIDAD DE EUGLOSINAS SE ENCUENTRA POTENCIALMENTE AGRUPADA EN LAS TIERRAS BAJAS DEL PETÉN (PROVINCIA PETENERA) Y LAS TIERRAS COSTERAS DEL PACÍFICO (PROVINCIA ESCUINTLECA).

7. MATERIALES Y MÉTODOS

7.1. Universo

LAS ABEJAS EUGLOSINAS DE GUATEMALA.

7.2. Muestra

LAS ABEJAS EUGLOSINAS DE LAS COLECCIONES DE REFERENCIA DE GUATEMALA: COLECCIÓN DE ARTRÓPODOS DE LA UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA, COLECCIÓN ENTOMOLÓGICA DEL MUSEO DE HISTORIA NATURAL, ESCUELA DE BIOLOGÍA, USAC, Y COLECCIÓN DE ABEJAS SILVESTRES DE LA ESCUELA DE BIOLOGÍA, USAC.

Variable independiente: HUMEDAD, PRECIPITACIÓN, TEMPERATURA Y ALTITUD.

Variable dependiente: PRESENCIA O AUSENCIA DE LAS ESPECIES DE EUGLOSINAS.

7.3. Recursos y Materiales

RECURSOS HUMANOS

INVESTIGADOR PRINCIPAL: ANA GABRIELA ARMAS QUIÑÓNEZ.

PERSONAL DEL EQUIPO DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (SIG) DE LA ESCUELA DE BIOLOGÍA: ROBERTO GARNICA Y LIC. PAVEL GARCÍA.

REVISOR DE TAXONOMÍA: PHD. RICARDO AYALA BARAJAS.

ASESORAS DE INVESTIGACIÓN: LICDA. MARÍA EUNICE ENRÍQUEZ, MSC. CARMEN LUCÍA YURRITA.

REVISOR DE INVESTIGACIÓN: PHD. JUAN FERNANDO HERNÁNDEZ.

RECURSOS INSTITUCIONALES

INSTALACIONES Y COLECCIÓN DE ABEJAS NATIVAS DEL LABORATORIO DE ENTOMOLOGÍA APLICADA Y PARASITOLOGÍA -LENAP-

COLECCIÓN DE REFERENCIA DE LA UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA -UVG-

COLECCIÓN DE REFERENCIA DEL MUSEO DE HISTORIA NATURAL -MUSHNAT-.

MATERIALES Y EQUIPO

CÁMARA FOTOGRÁFICA DIGITAL SONY® CYBERSHOT 5.1MP, DSC-W5.

LIBRETA DE CAMPO RITE IN THE RAIN®.

BATERÍAS RECARGABLES AA

RAPIDÓGRAFOS PUNTO FINO 0.001

ÚTILES DE OFICINA

COMPUTADORA PERSONAL HP® PAVILION DV4, PROCESADOR INTEL CORE 2DUO 2GHZ, 4GB RAM, 260GB MEMORIA INTERNA, WINDOWS VISTA HOME PREMIUM, MICROSOFT OFFICE 2007.

PROGRAMAS: ARCGIS®, MAXENT, MICROSOFT WORD, MICROSOFT EXCEL, JMP 7.0.

ESTEREOSCOPIO LEICA® MZ6

PINZAS RUBIC® 4A

ALFILERES ENTOMOLÓGICOS MONARCA® STAINLESS STEEL #2

CÁMARA HÚMEDA PARA ABEJAS

CAJAS ENTOMOLÓGICAS

ARMARIOS ENTOMOLÓGICOS

PARADICLOROBENCENO

ETANOL ABSOLUTO 95%

TRANSPORTE

VEHÍCULO TOYOTA LAND CRUISER MODELO 95 4x4

COMBUSTIBLE DIESEL PARA EL VEHÍCULO

7.4. MÉTODOS

7.4.1. SELECCIÓN DE ESPECÍMENES

PARA LA REALIZACIÓN DE ESTE TRABAJO SE UTILIZARON ESPECÍMENES DE COLECCIÓN DE LAS TRES COLECCIONES DE REFERENCIA MÁS GRANDES Y REPRESENTATIVAS DEL PAÍS. SE TRABAJÓ CON ESPECÍMENES DE LA COLECCIÓN DE ABEJAS NATIVAS DEL LABORATORIO DE

ENTOMOLOGÍA APLICADA Y PARASITOLOGÍA -LENAP-, DE LA ESCUELA DE BIOLOGÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA; LA COLECCIÓN ENTOMOLÓGICA DEL MUSEO DE HISTORIA NATURAL -MUSHNAT-, TAMBIÉN DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA; Y LA COLECCIÓN ENTOMOLÓGICA DE LA UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA -UVG-.

SE SELECCIONARON ÚNICAMENTE LOS ESPECÍMENES CON LAS SIGUIENTES CARACTERÍSTICAS:

- ESPECÍMENES CON COORDENADAS GEOGRÁFICAS O LOCALIDADES DE COLECTA BIEN DESCRITAS.
- ESPECÍMENES EN BUEN ESTADO PARA SU CORRECTA DETERMINACIÓN.

7.4.2. DETERMINACIÓN TAXONÓMICA

SE REALIZÓ LA IDENTIFICACIÓN TAXONÓMICA DE LOS ESPECÍMENES SELECCIONADOS EN LAS TRES COLECCIONES. LA IDENTIFICACIÓN SE REALIZÓ CON LA AYUDA DE UN ESTEREOSCOPIO DE ALTA CAPACIDAD MARCA LEICA MZ6 Y PARA FACILITAR LA MANIPULACIÓN DE ALGUNOS ESPECÍMENES SE UTILIZARON CÁMARAS HÚMEDAS PARA HIDRATARLOS Y PODERLOS MANIPULAR SIN DAÑAR EL ESPÉCIMEN. PARA LA IDENTIFICACIÓN FUE NECESARIO ABRIR LAS MANDÍBULAS DE LAS ABEJAS QUE LAS TUVIERAN CONTRAÍDAS CON LA AYUDA DE ALFILERES Y PINZAS FINAS.

SE UTILIZARON LAS CLAVES TAXONÓMICAS DE ROBERT DRESSLER PUBLICADAS POR ROUBIK (2004), ASÍ COMO LAS CLAVES NO PUBLICADAS DE ROBERT DRESSLER (SIN AÑO) PARA ABEJAS EUGLOSINAS DE SURAMÉRICA.

LUEGO DE DETERMINADOS LOS ESPECÍMENES FUERON SOMETIDOS A REVISIÓN TAXONÓMICA POR RICARDO AYALA (PHD. EN TAXONOMÍA DE APOIDEOS DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE MÉXICO), QUIEN CORROBORÓ LA IDENTIFICACIÓN DE LAS ESPECIES.

7.4.3. BASE DE DATOS

LOS DATOS GENERADOS POR LA REVISIÓN Y DETERMINACIÓN TAXONÓMICA SE INGRESARON A UNA BASE DE DATOS EN EXCEL® DONDE SE RECOPILO TODA LA INFORMACIÓN DE COLECTA DE LOS ESPECÍMENES. ADEMÁS CADA ESPÉCIMEN SE IDENTIFICÓ CON UNA ETIQUETA CON EL NÚMERO CORRESPONDIENTE A LA BASE DE DATOS GENERADA.

PARA LOS DATOS DE CAMPO QUE CARECÍAN DE COORDENADAS GEOGRÁFICAS, SE LOCALIZARON SEGÚN LA DESCRIPCIÓN DE LA LOCALIDAD POR MEDIO DE LA LIBRERÍA DIGITAL DE ALEJANDRÍA (ALEXANDRIA DIGITAL LIBRARY -ONLINE GAZETTEER-[HTTP://MIDDLEWARE.ALEXANDRIA.UCSB.EDU/CLIENT/GAZ/ADL/INDEX.JSP](http://middleware.alexandria.ucsb.edu/client/gaz/adl/index.jsp)).

7.4.4. ELABORACIÓN DE MAPAS DE DISTRIBUCIÓN DE EUGLOSINAS EN GUATEMALA

SE REALIZÓ UNA HOMOGENIZACIÓN DE LOS DATOS OBTENIDOS, TRANSFORMÁNDOSE TODAS LAS COORDENADAS A COORDENADAS GEOGRÁFICAS UTM NAD 27.

POR MEDIO DEL PROGRAMA ARC GIS 8.2 Y ARC VIEW 3.0 SE REALIZÓ UNA REVISIÓN DE LAS LOCALIDADES PARA ELIMINAR LOCALIDADES ERRÓNEAS.

PARA LA PRODUCCIÓN DE LOS MAPAS DE DISTRIBUCIÓN POTENCIAL SE UTILIZÓ EL PROGRAMA MAXENT ([HTTP://WWW.CS.PRINCETON.EDU/~SCHAPIRE/MAXENT](http://www.cs.princeton.edu/~schapipe/maxent)). PARA DESARROLLAR LOS MODELOS PREDICTIVOS SE UTILIZARON 20 VARIABLES CONTINUAS: UNA TOPOGRÁFICA (ALTITUD) Y 19 BIOCLIMÁTICAS DERIVADAS DE TEMPERATURA Y PRECIPITACIÓN (ANEXO 4) DISPONIBLES EN WORLDCLIM® ([HTTP://WWW.WORLDCLIM.COM/](http://www.worldclim.com/)). LAS CAPAS AMBIENTALES SE USARON EN FORMATO ESRI RASTER A RESOLUCIÓN DE 30ARC-SEGUNDOS (~1KM).

DEBIDO A QUE LOS DATOS COLECTADOS EN LAS COLECCIONES SON ESCASOS Y SON ÚNICAMENTE DATOS DE PRESENCIA, SE ANALIZÓ LA PROBABILIDAD DE OCURRENCIA DE LAS ESPECIES DE EUGLOSINAS CON EL PROGRAMA MAXENT® (PHILLIPS 2008, BROTONS 2004). MAXENT® CALCULA ESTA PROBABILIDAD POR MEDIO DEL CÁLCULO DE UNA GANANCIA (GAIN) QUE SE ENCUENTRA RELACIONADA CON EL COEFICIENTE DE VARIACIÓN PARA CADA ESPECIE. DURANTE EL CÁLCULO DE LA GANANCIA, MAXENT GENERA UNA DISTRIBUCIÓN DE PROBABILIDAD DE LOS PÍXELES EN LA CUADRÍCULA DE LOS MAPAS. LA GANANCIA ES DEFINIDA COMO LA

PROBABILIDAD LOGARÍTMICA PROMEDIO DE LAS MUESTRAS DE PRESENCIA, MENOS UNA CONSTANTE QUE HACE QUE LA DISTRIBUCIÓN UNIFORME (O INICIAL) TENGA CERO GANANCIA. POR LO TANTO LA GANANCIA INDICA QUÉ TAN CONCENTRADO ESTÁ EL MODELO ALREDEDOR DE LAS MUESTRAS DE PRESENCIA. (APEZTEGUIA 2006, PHILLIPS 2004, PHILLIPS 2008).

SE REALIZÓ UN ANÁLISIS ROC (POR SUS SIGLAS EN INGLÉS -RECEIVER OPERATING CHARACTERISTIC-) QUE SE BASA EN LA OBTENCIÓN DE UN VALOR AUC (POR SUS SIGLAS EN INGLÉS -ÁREA BAJO LA CURVA-), EL CUAL INDICA QUE TAN CERTERA ES LA PREDICCIÓN REALIZADA PARA CADA ESPECIE, GÉNERO Y GRUPO ANALIZADO. UN AUC DE 0.5 A 0.7 ES UN MODELO DE BAJA PRECISIÓN Y UN AUC DE 0.7 A 0.9 ES UN MODELO DE ALTA PRECISIÓN (SWETS 1988).

MAXENT FUE CONFIGURADO CON UN NÚMERO MÁXIMO DE INTERACCIONES DE 1000, QUE SON LOS VALORES RECOMENDADOS PARA EL LÍMITE DE CONVERGENCIA. LA SELECCIÓN DE VARIABLES FUE AUTOMÁTICA. LAS SALIDAS FUERON LOGARÍTMICAS, SELECCIONÁNDOSE CURVAS DE RESPUESTA, MAPAS DE PREDICCIÓN Y LA PRUEBA DE JACKKNIFE. ADEMÁS SE REMOVIERON LOS RECORDS DUPLICADOS Y EL MULTIPLICADOR REGULARIZADOR SE DEJÓ EN 1 COMO LO RECOMIENDA EL PROGRAMA (APEZTEGUIA 2006, PHILLIPS 2004, PHILLIPS 2008).

PARA CADA ESPECIE SE GENERÓ UN MODELO PREDICTIVO DE LA DISTRIBUCIÓN POTENCIAL. SE GENERARON MAPAS PREDICTIVOS PARA TODAS LAS ESPECIES DE EUGLOSINAS QUE CONTARAN CON MÁS DE DOS COLECTAS EN EL PAÍS. ADEMÁS SE GENERARON MAPAS PREDICTIVOS POR GÉNERO, AGRUPANDO A LAS ESPECIES POR GÉNERO Y UN MAPA PREDICTIVO TOMANDO A TODAS LAS ESPECIES COMO UN MISMO GRUPO. ESTOS MAPAS AGRUPADOS SE GENERARON CON EL FIN DE IDENTIFICAR POSIBLES PATRONES DE DISTRIBUCIÓN EN LAS EUGLOSINAS.

8. RESULTADOS

8.1. DETERMINACIÓN TAXONÓMICA

SE IDENTIFICARON 27 ESPECIES DE ABEJAS EUGLOSINAS DE LOS CUATRO GÉNEROS REPORTADOS PARA GUATEMALA POR ROUBIK (2004). SE REPORTAN 2 ESPECIES DEL GÉNERO *Exaerete*, 6 DE *Eufriesea*, 3 DE *Eulaema*, 14 DE *Euglossa* Y 2 ESPECIES DE *Euglossa* QUE NO PUDIERON SER COLOCADAS DENTRO DE NINGUNA ESPECIE (TABLA 1).

TABLA 1

ABEJAS EUGLOSINAS PRESENTES EN 3 COLECCIONES DE GUATEMALA

ESPECIE	# REGISTROS
<i>Eufriesea concava</i> FRIESE, 1899	1
<i>Eufriesea macroglossa</i> MOURE, 1965	2
<i>Eufriesea ornata</i> MOCSÁRY, 1896	1
<i>Eufriesea rugosa</i> FRIESE, 1899	2
<i>Eufriesea surinamensis</i> LINNAEUS, 1758	1
<i>Eufriesea venusa</i> MOURE, 1965	1
<i>Euglossa atrovanta</i> DRESSLER, 1978	2
<i>Euglossa bursigera</i> MOURE, 1970	7
<i>Euglossa crininota</i> DRESSLER, 1978	96
<i>Euglossa cybelia</i> MOURE, 1968	8
<i>Euglossa dressleri</i> MOURE, 1968	1
<i>Euglossa hansonii</i> MOURE, 1965	6
<i>Euglossa ignita</i> SMITH, 1874	19
<i>Euglossa imperialis</i> COCKERELL, 1922	168
<i>Euglossa mixta</i> FRIESE, 1899	52
<i>Euglossa obtusa</i> DRESSLER, 1978	57
<i>Euglossa townsendi</i> COCKERELL, 1904	48
<i>Euglossa variabilis</i> FRIESE, 1899	22
<i>Euglossa villosa</i> MOURE, 1968	2
<i>Euglossa viridissima</i> FRIESE, 1899	138
<i>Euglossa</i> Sp.2	1
<i>Euglossa</i> Sp.3	1
<i>Euglossa cingulata</i> FABRICIUS, 1804	48
<i>Euglossa polycroma</i> MOCSÁRY, 1899	42
<i>Euglossa meriana</i> OLIVIER, 1789	19
<i>Euglossa frontalis</i> GUÉRIN-MÉNEVILLE, 1845	8
<i>Euglossa smaragdina</i> GUÉRIN-MÉNEVILLE, 1845	36

FUENTE: REVISIÓN DE EUGLOSINAS DE LAS COLECCIONES DE REFERENCIA ESTUDIADAS.

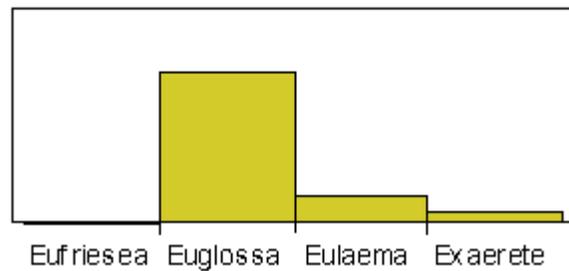
DURANTE LA DETERMINACIÓN TAXONÓMICA SE ENCONTRARON 7 ESPECIES DE EUGLOSINAS NO REPORTADAS PARA EL PAÍS (RAMÍREZ 2002, ROUBIK 2004). ADEMÁS SE PRESENTARON ALGUNOS PROBLEMAS EN LA IDENTIFICACIÓN DE ESPECIES DEBIDO A QUE NO SE CUENTA CON UNA CLAVE DE EUGLOSINAS PARA GUATEMALA. ADEMÁS ALGUNOS ESPECÍMENES SE ENCONTRABAN EN MAL ESTADO DIFICULTANDO SU IDENTIFICACIÓN TAXONÓMICA.

8.2 ANÁLISIS DE DATOS DE COLECTA DE EUGLOSINAS

CON BASE EN LA DETERMINACIÓN TAXONÓMICA DE LOS ESPECÍMENES DE LAS TRES COLECCIONES DE REFERENCIA VISITADAS, SE GENERÓ UNA BASE DE DATOS DE 809 REGISTROS. ESTO DEBIDO A QUE LOS REGISTROS DE LOCALIDADES Y COORDENADAS GEOGRÁFICAS DE ALGUNOS ESPECÍMENES NO COINCIDÍAN, POR LO QUE FUERON EXCLUIDOS DEL ANÁLISIS.

GRÁFICA 1

REGISTROS POR GÉNEROS DE EUGLOSINAS PRESENTES EN LAS COLECCIONES REVISADAS



FUENTE: COLECCIONES DE REFERENCIA CONSULTADAS

SE ENCONTRARON REGISTROS DE EUGLOSINAS EN 19 DEPARTAMENTOS. DE LOS CUALES IZABAL, ALTA VERAPAZ, ZACAPA Y CHIQUIMULA FUERON LOS CUATRO DEPARTAMENTOS CON MÁS REGISTROS EN LAS COLECCIONES. NO HUBO REGISTROS DE JALAPA, SAN MARCOS Y TOTONICAPÁN (TABLA 2 Y GRÁFICA 2).

TABLA 2

REPORTES DE EUGLOSINAS POR REGIÓN BIOGEOGRÁFICA Y DEPARTAMENTO

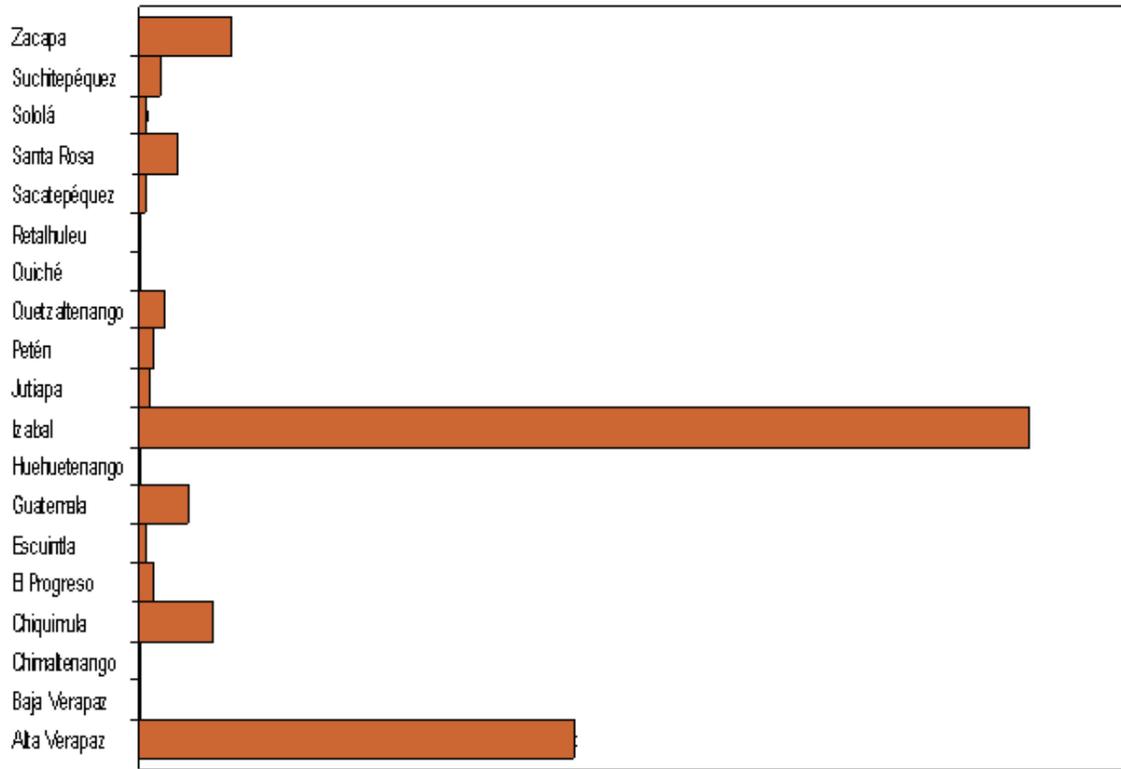
REGIÓN BIOGEOGRÁFICA	DEPARTAMENTO	REGISTROS
PETENERA Y SIERRA	Alta Verapaz	202 25.6%

PETENERA Y SIERRA PETENERA	Izabal PETÉN	414 7	52.4% 0.9%
ZACAPANECA Y MERENDÓN ZACAPANECA ZACAPANECA	Zacapa EL PROGRESO QUICHÉ	43 7 1	5.4% 0.9% 0.1%
ESCUINTLECA ESCUINTLECA ESCUINTLECA ESCUINTLECA ESCUINTLECA	JUTIAPA RETALHULEU ESCUINTLA SANTA ROSA SUCHITEPÉQUEZ	5 1 3 18 10	0.6% 0.1% 0.4% 2.3% 1.3%
MERENDON MERENDÓN	Chiquimula JALAPA	35 0	4.4% 0.0%
CHIMALTECA CHIMALTECA CHIMALTECA	CHIMALTENANGO GUATEMALA SACATEPÉQUEZ	1 23 3	0.1% 2.9% 0.4%
VOLCÁNICA VOLCÁNICA VOLCÁNICA	SOLOLÁ SAN MARCOS QUETZALTENANGO	3 0 12	0.4% 0% 1.5%
CUCHUMATÁN CUCHUMATÁN	TOTONICAPÁN HUEHUETENANGO	0 1	0% 0.1%
QUECCHIANA	BAJA VERAPAZ	1	0.1%

FUENTE: DATOS DE COLECTA DE LAS EUGLOSINAS DE LAS COLECCIONES DE REFERENCIA CONSULTADAS.

GRÁFICA 2

REGISTROS DE ABEJAS EUGLOSINAS POR DEPARTAMENTO

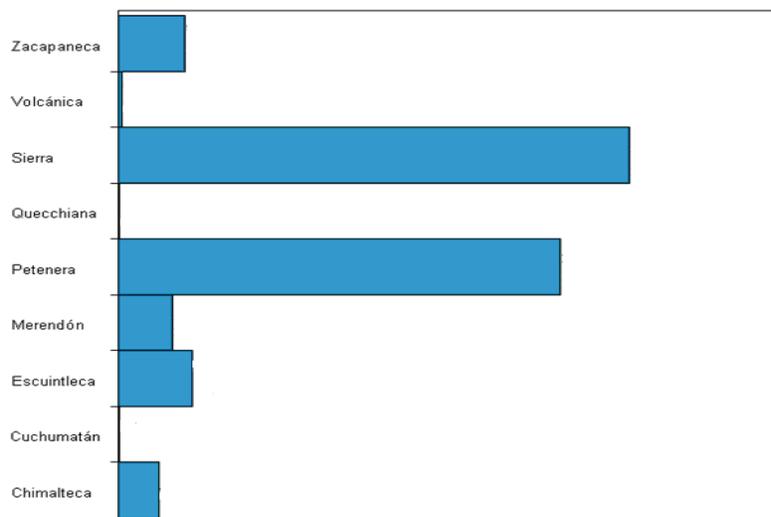


FUENTE: DATOS DE COLECTA DE EUGLOSINAS EN LAS COLECCIONES DE REFERENCIA CONSULTADAS.

SE CLASIFICARON LAS LOCALIDADES DE COLECTA DE CADA DEPARTAMENTO SEGÚN LAS REGIONES BIOGEOGRÁFICAS DE STUART (1949) (TABLA 2). DE ALLÍ SE OBTUVO UN PORCENTAJE DE COLECTAS PARA CADA REGIÓN. COMO SE PUEDE VER EN LA GRÁFICA 3, LAS REGIONES CON MÁS COLECTAS FUERON LA PETENERA Y LA DE LA SIERRA Y LAS REGIONES CON MENOS COLECTAS FUERON LA VOLCÁNICA, LA QUECCHIANA Y LA CUCHUMATÁN.

GRÁFICA 3

REGISTROS DE COLECTAS DE EUGLOSINAS POR REGIÓN BIOGEOGRÁFICA

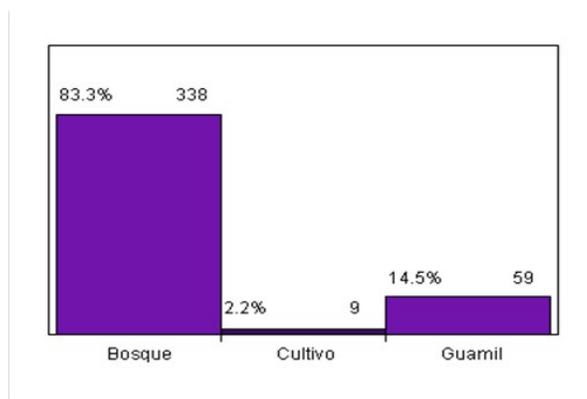


FUENTE: DATOS DE COLECTA DE EULGOSINAS EN LAS COLECCIONES DE REFERENCIA CONSULTADAS

EN LA INFORMACIÓN DE COLECTA DE LOS ESPECÍMENES REVISADOS SE OBSERVÓ UNA TENDENCIA HACIA LAS COLECTAS EN BOSQUE EN DIFERENTES ESTADOS (BOSQUE PRIMARIO, BOSQUE SECUNDARIO, BOSQUE ENGUAMILADO, BOSQUE CON CARDAMOMO) (83.3%), SEGUIDO POR COLECTAS EN GUAMIL Y POR ÚLTIMO EN CULTIVOS (GRÁFICA 4).

GRÁFICA 4

PORCENTAJE DE REGISTROS DE EUGLOSINAS POR TIPO DE HÁBITAT CON BASE EN INFORMACIÓN DE LAS COLECCIONES VISITADAS



FUENTE: DATOS DE COLECTA DE EULGOSINAS EN LAS COLECCIONES DE REFERENCIA CONSULTADAS

TABLA 3

PORCENTAJE DE ESENCIAS POR ESPECIE REPORTADAS EN LOS DATOS DE COLECTA

DE EUGLOSINAS EN LAS COLECCIONES

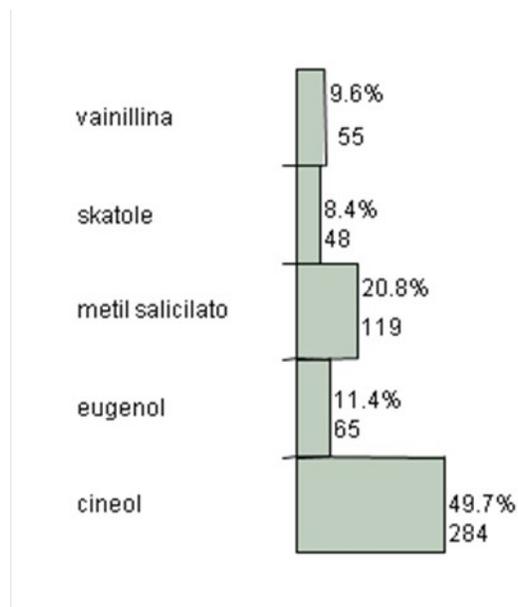
ESPECIE	CINEOL	EUGENO L	METIL SALICILAT O	VAINILL A	SKATOL E
<i>Euglossa atrovanta</i>	-	100%	-	-	-
<i>Euglossa bursigera</i>	28.6%	-	-	71.4%	-
<i>Euglossa crinota</i>	64.8%	11%	3.3%	18.7%	2.2%
<i>Euglossa cybelia</i>	50%	-	25%	25%	-
<i>Euglossa dressleri</i>	-	-	-	100%	-
<i>Euglossa hansonii</i>	-	-	-	-	100%
<i>Euglossa ignita</i>	66.7%	22.2%	-	-	11.1%
<i>Euglossa imperialis</i>	66%	1.3%	26.8%	-	-
<i>Euglossa mixta</i>	4.1%	-	87.8%	4.1%	4.1%
<i>Euglossa obtusa</i>	28.1%	12.3%	1.8%	19.3%	38.6%
<i>Euglossa townsendi</i>	61.7%	17%	8.5%	12.8%	-
<i>Euglossa variabilis</i>	61.9%	28.6%	4.8%	4.8%	-
<i>Euglossa viridissima</i>	44.6%	26.8%	17.9%	3.6%	7.1%
<i>Euglossa sp. 2</i>	-	-	100%	-	-
<i>Eulaema cingulata</i>	12.5%	41.7%	8.3%	25%	12.5%
<i>Eulaema meriana</i>	12.5%	-	75%	12.5%	-
<i>Exaerete frontalis</i>	71.4%	-	14.3%	-	14.3%
<i>Exaerete smaragdina</i>	63.6%	9.1%	22.7%	4.5%	-

FUENTE: DATOS DE COLECTA DE LAS EUGLOSINAS DE LAS COLECCIONES DE REFERENCIA CONSULTADAS.

LA ESENCIA MÁS ATRACTIVA SEGÚN LOS DATOS DE COLECTA DE LOS ESPECÍMENES FUE CINEOL CON 49.7%, SEGUIDO POR (GRÁFICA 5). SIN EMBARGO, ALGUNAS ESPECIES PREFIEREN MAYORITARIAMENTE UN TIPO DE ESENCIA COMO EN *Eug. atrovanta*, *Eug. hansonii*, *Eug. dressleri*, *Eug. bursigera*, *Eug. mixta*, *Eug. sp2*, *Eul. meriana* y *Ex. frontalis* (TABLA 3). SE OBTUVO INFORMACIÓN DEL TIPO DE ESENCIA ÚNICAMENTE DE 571 REGISTROS DE ABEJAS.

GRÁFICA 5

ESENCIAS MÁS FRECUENTES EN LOS REGISTROS DE EUGLOSINAS REVISADAS



FUENTE: DATOS DE COLECTA DE LAS EUGLOSINAS DE LAS COLECCIONES DE REFERENCIA CONSULTADAS.

8.3. DISTRIBUCIÓN POTENCIAL DE EUGLOSINAS EN GUATEMALA

DE LOS 809 REGISTROS REVISADOS ÚNICAMENTE 790 (97.6%) FUERON TOMADOS EN CUENTA PARA LOS ANÁLISIS PREDICTIVOS DE DISTRIBUCIÓN. DE LAS 27 ESPECIES DE EUGLOSINAS, ÚNICAMENTE SE OBTUVIERON MAPAS PREDICTIVOS PARA 21 ESPECIES. LAS 6 ESPECIES CON LAS QUE NO SE PUDO OBTENER UN MAPA PREDICTIVO FUERON *Euf. concava*, *Euf. ornata*, *Euf. surinamensis*, *Eug. dressleri*, *Eug. sp.2* y *Eug. sp. 3*. ESTO SE DEBIÓ A QUE SE ENCONTRÓ ÚNICAMENTE UN SOLO REGISTRO PARA CADA ESPECIE EN LAS COLECCIONES.

LOS MODELOS PREDICTIVOS PARA LAS 21 ESPECIES QUE SE MODELARON OBTUVIERON UN AUC CATALOGADO COMO MODELO BUENO (ANEXO 5). EN LAS FIGURAS GENERADAS DE LOS MODELOS RESULTANTES SE MUESTRAN CON UNA COLORACIÓN MÁS OSCURA UNA MAYOR PROBABILIDAD DE OCURRENCIA Y CON COLORES MÁS SUAVES UNA MENOR PROBABILIDAD DE OCURRENCIA.

Eufriesea macroglossa

SE OBTUVO UN MODELO PREDICTIVO CON UN AUC DE 0.998. LAS VARIABLES MÁS INFORMATIVAS PARA EL MODELO FUERON: PRECIPITACIÓN DEL MES MÁS SECO (57.8%), ISOTERMA (13.3%), PRECIPITACIÓN ANUAL (13.1%), SIENDO PRECIPITACIÓN DEL MES MÁS SECO LA VARIABLE MÁS INFORMATIVA AL ANALIZARSE SOLA.

LAS VARIABLES EVALUADAS MUESTRAN UNA PREDICCIÓN DE LA ESPECIE HACIA LAS ÁREAS CÁLIDAS CON ALTA PRECIPITACIÓN INCLUSO PARA LOS MESES MÁS SECOS. EL MODELO (FIGURA 1) PREDICE LA PRESENCIA EN LAS TIERRAS BAJAS DE QUICHÉ Y ALTA VERAPAZ.

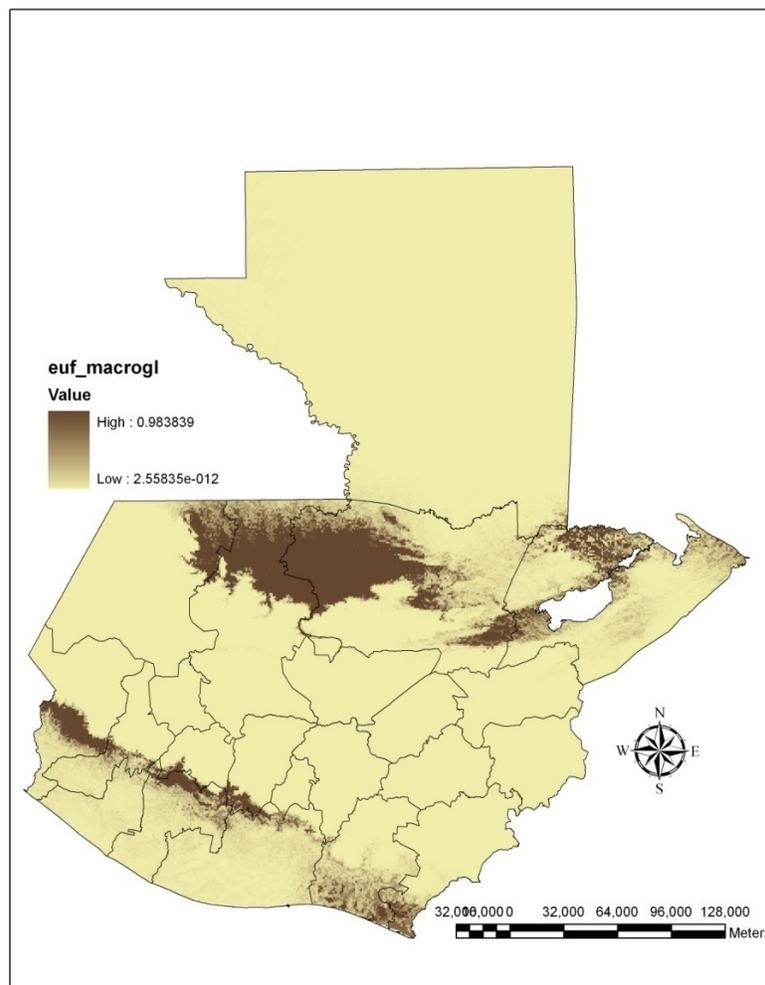


FIGURA 1. MODELO PREDICTIVO DE LA DISTRIBUCIÓN DE LA ESPECIE *Eufriesea macroglossa*.

Eufriesea rugosa

SE OBTUVO UN MODELO PREDICTIVO CON UN AUC DE 0.986. LAS VARIABLES MÁS INFORMATIVAS PARA EL MODELO FUERON: PRECIPITACIÓN EN LA ÉPOCA MÁS CALIENTE (53.2%), RANGO DE VARIACIÓN EN LA TEMPERATURA ANUAL (19%), VARIACIÓN DE LA PRECIPITACIÓN ESTACIONAL (14.2%) Y PRECIPITACIÓN DEL MES MÁS SECO (13.6%), SIENDO PRECIPITACIÓN EN LA ÉPOCA MÁS CALIENTE LA VARIABLE MÁS INFORMATIVA AL ANALIZARSE SOLA.

LAS VARIABLES EVALUADAS MUESTRAN UNA PREDICCIÓN DE LA ESPECIE HACIA LAS ÁREAS CÁLIDAS CON PRECIPITACIÓN MODERADA PERO CON ALTAS VARIACIONES ESTACIONALES DE TEMPERATURA Y PRECIPITACIÓN. EL MODELO (FIGURA 2) PREDICE LA PRESENCIA DE ESTA ESPECIE EN LAS ZONAS ÁRIDAS Y CALIENTES DEL BOSQUE SECO DE EL PROGRESO, ZACAPA Y CHIQUIMULA.

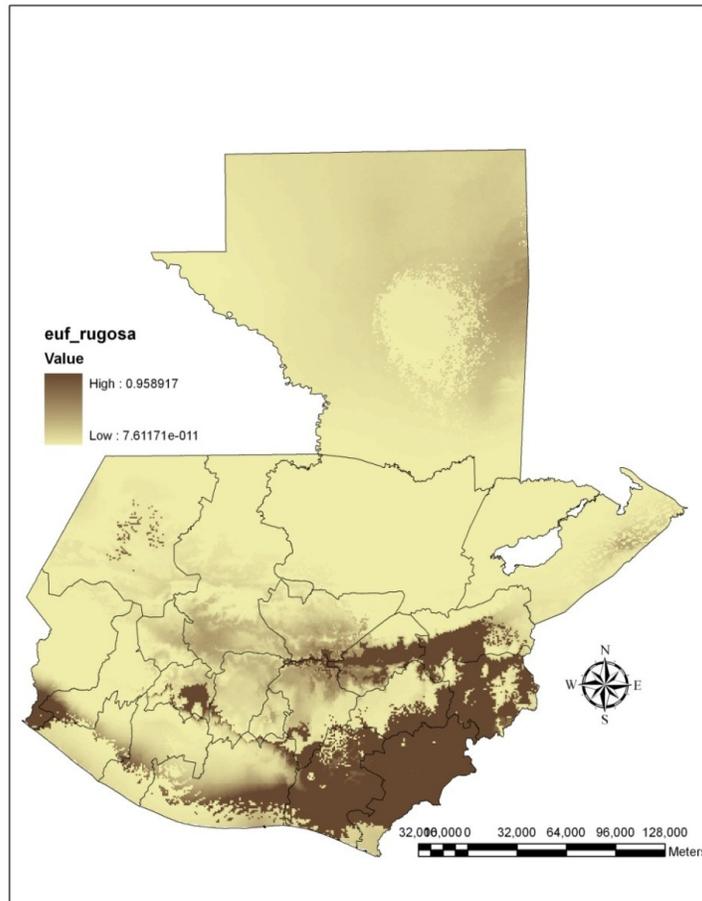


FIGURA 2. MODELO PREDICTIVO DE LA DISTRIBUCIÓN DE LA ESPECIE *Eufriesea rugosa*.

Eufriesea venusa

SE OBTUVO UN MODELO PREDICTIVO CON UN AUC DE 0.993. LA ÚNICA VARIABLE INFORMATIVA PARA EL MODELO FUE PRECIPITACIÓN DEL MES MÁS SECO (100%), SIENDO ÉSTA MISMA LA VARIABLE MÁS INFORMATIVA AL ANALIZARSE SOLA.

LAS VARIABLES EVALUADAS MUESTRAN UNA PREDICCIÓN DIFUSA DE LA ESPECIE HACIA LAS ÁREAS HÚMEDAS CON ALTA PRECIPITACIÓN. EL MODELO (FIGURA 3) PREDICE LA PRESENCIA DE ESTA ESPECIE EN LAS ZONAS HÚMEDAS DE ALTA VERAPAZ.

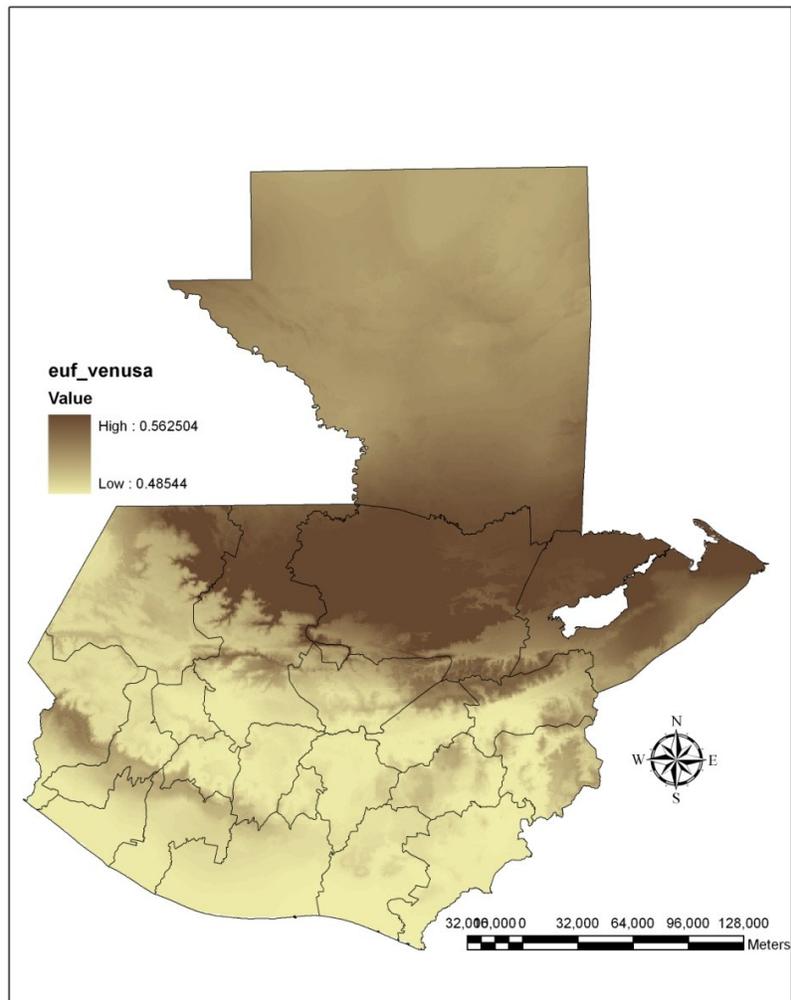


FIGURA 3. MODELO PREDICTIVO DE LA DISTRIBUCIÓN DE LA ESPECIE *Eufriesea venusa*.

Euglossa atroventa

SE OBTUVO UN MODELO PREDICTIVO CON UN AUC DE 0.992. LAS VARIABLES MÁS INFORMATIVAS PARA EL MODELO FUERON: VARIACIÓN EN LA TEMPERATURA ESTACIONAL (64.3%), RANGO DE VARIACIÓN EN LA TEMPERATURA ANUAL (28.8%), SIENDO RANGO DE VARIACIÓN EN LA TEMPERATURA ANUAL LA VARIABLE MÁS INFORMATIVA AL ANALIZARSE SOLA.

LAS VARIABLES EVALUADAS MUESTRAN UNA PREDICCIÓN DE LA ESPECIE HACIA LAS ÁREAS CÁLIDAS Y HÚMEDAS. EL MODELO (FIGURA 4) PREDICE LA PRESENCIA DE ESTA ESPECIE EN LAS TIERRAS DE BOCA COSTA DE SANTA ROSA Y ALGUNAS ÁREAS DE ESCUINTLA.

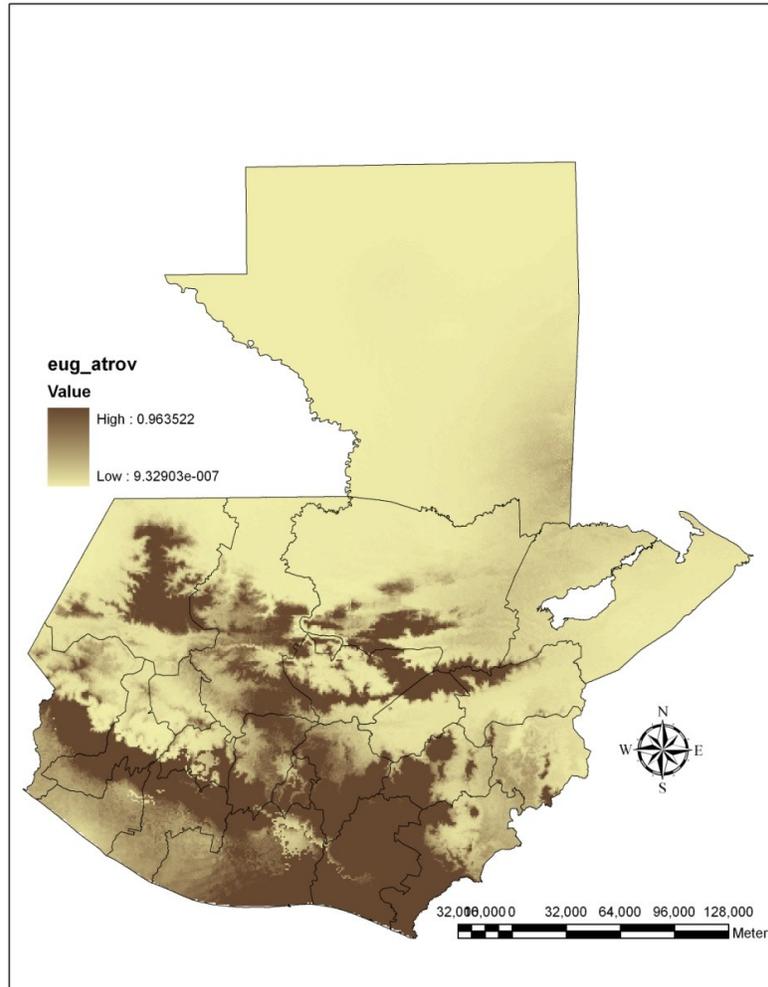


FIGURA 4. MODELO PREDICTIVO DE LA DISTRIBUCIÓN DE LA ESPECIE *Euglossa atrov*.

Euglossa bursigera

SE OBTUVO UN MODELO PREDICTIVO CON UN AUC DE 0.989. LAS VARIABLES MÁS INFORMATIVAS PARA EL MODELO FUERON: RANGO DE VARIACIÓN EN LA TEMPERATURA ANUAL (50.8%), VARIACIÓN DE LA PRECIPITACIÓN ESTACIONAL (28%), PRECIPITACIÓN EN LA ÉPOCA MÁS SECA (10.8%) Y PRECIPITACIÓN EN LA ÉPOCA MÁS CALIENTE (3.5%), SIENDO

PRECIPITACIÓN EN LA ÉPOCA MÁS CALIENTE LA VARIABLE MÁS INFORMATIVA AL ANALIZARSE SOLA.

LAS VARIABLES EVALUADAS MUESTRAN UNA PREDICCIÓN DE LA ESPECIE HACIA SITIOS CON POCA VARIACIÓN DE TEMPERATURA Y PRECIPITACIÓN A LO LARGO DEL AÑO, CON CLIMAS RELATIVAMENTE HOMOGÉNEOS O NO TAN VARIABLES. EL MODELO (FIGURA 5) PREDICE LA PRESENCIA DE ESTA ESPECIE EN LAS TIERRAS BAJAS Y HÚMEDAS DEL ATLÁNTICO, PUNTA DE MANABIQUE, BAHÍA DE AMATIQUE Y CUENCA DE RÍO DULCE.

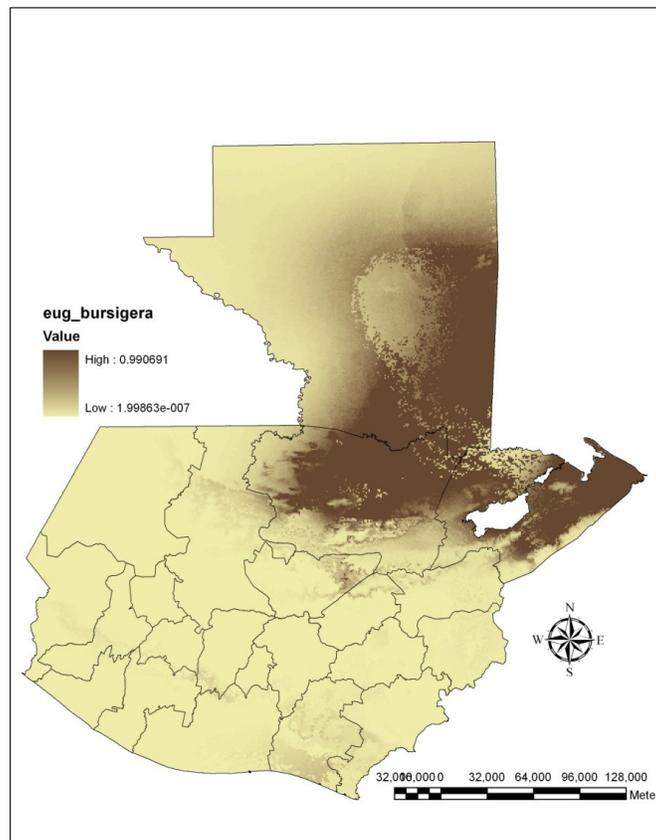


FIGURA 5. MODELO PREDICTIVO DE LA DISTRIBUCIÓN DE LA ESPECIE *Euglossa bursigera*.

Euglossa crininota

SE OBTUVO UN MODELO PREDICTIVO CON UN AUC DE 0.990. LAS VARIABLES MÁS INFORMATIVAS PARA EL MODELO FUERON: PRECIPITACIÓN DEL MES MÁS SECO (49.1%), RANGO

DE VARIACIÓN EN LA TEMPERATURA ANUAL (21.4%), Y ALTITUD (7.4%), SIENDO ESTA ÚLTIMA LA VARIABLE MÁS INFORMATIVA AL ANALIZARSE SOLA.

LAS VARIABLES EVALUADAS MUESTRAN UNA PREDICCIÓN DE LA ESPECIE HACIA SITIOS CON PRECIPITACIÓN MODERADA, ALTITUDES BAJAS Y CON RANGOS PEQUEÑOS DE VARIACIÓN DE TEMPERATURA A LO LARGO DEL AÑO. EL MODELO (FIGURA 6) PREDICE LA PRESENCIA DE ESTA ESPECIE EN LAS TIERRAS BAJAS DE IZABAL Y ALTA VERAPAZ.

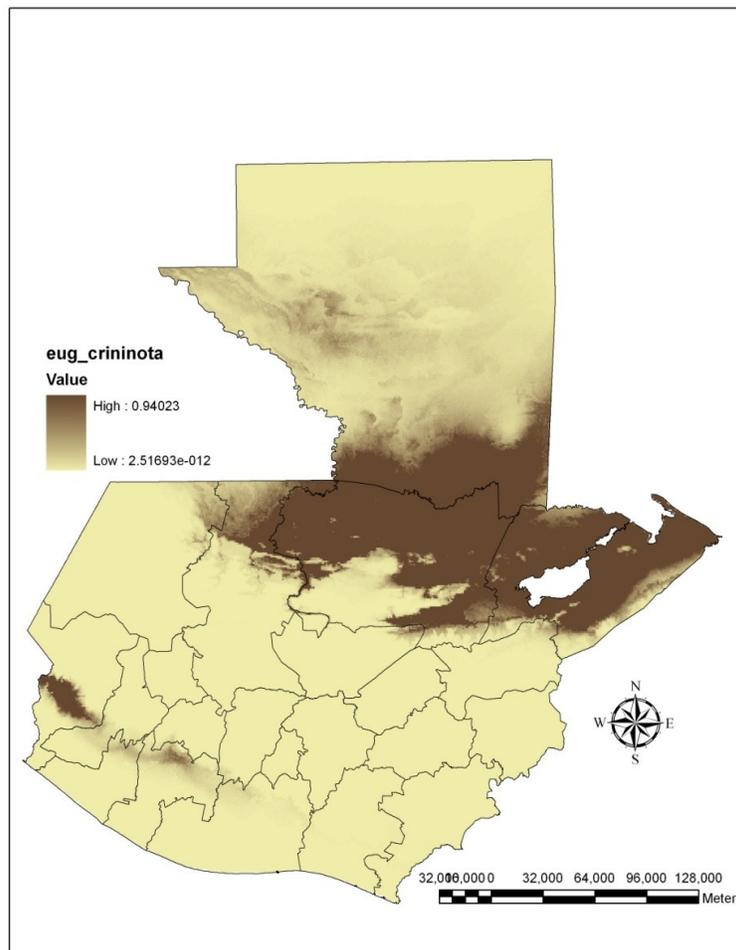


FIGURA 6. MODELO PREDICTIVO DE LA DISTRIBUCIÓN DE LA ESPECIE *Euglossa crinota*.

Euglossa cybelia

SE OBTUVO UN MODELO PREDICTIVO CON UN AUC DE 0.969. LAS VARIABLES MÁS INFORMATIVAS PARA EL MODELO FUERON: RANGO DE TEMPERATURA ANUAL (56.8%), VARIACIÓN DE LA PRECIPITACIÓN ESTACIONAL (21.2%), Y PRECIPITACIÓN DEL MES MÁS SECO (16.2%), SIENDO LA ÚLTIMA LA VARIABLE MÁS INFORMATIVA AL ANALIZARSE SOLA.

LAS VARIABLES EVALUADAS MUESTRAN UNA PREDICCIÓN DE LA ESPECIE HACIA SITIOS CON ALTA PRECIPITACIÓN PERO PRINCIPALMENTE CON POCA VARIACIÓN DE TEMPERATURA Y PRECIPITACIÓN AL LARGO DEL AÑO. EL MODELO (FIGURA 7) PREDICE LA PRESENCIA DE ESTA ESPECIE EN LAS TIERRAS BAJAS DE IZABAL, PUERTO BARRIOS, SANTO TOMÁS DE CASTILLA, PUNTA DE MANABIQUE, BAHÍA DE AMATIQUE Y ALGUNAS REGIONES COSTERAS DE BELIZE.

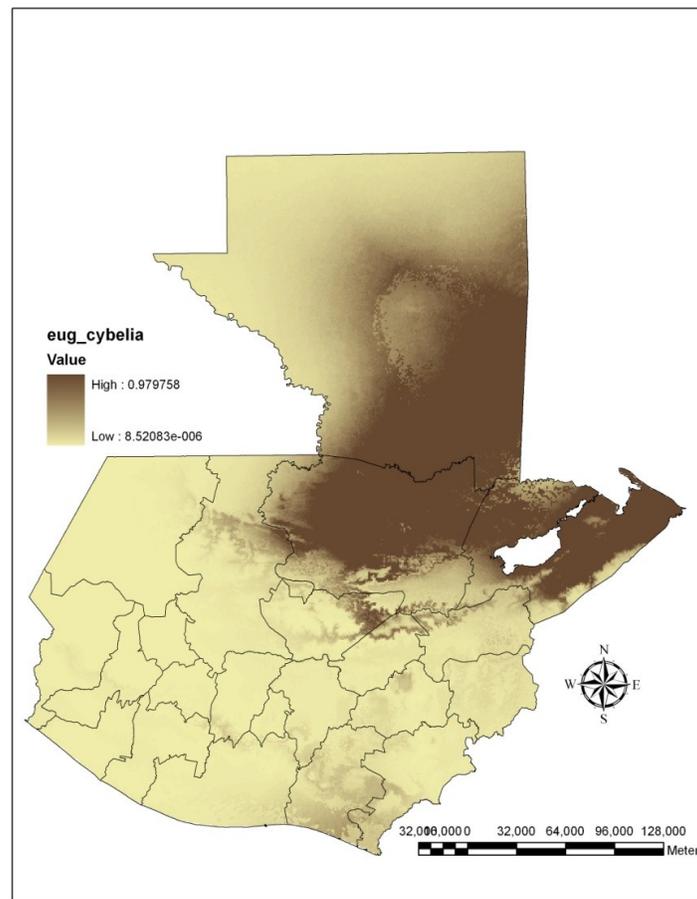


FIGURA 7. MODELO PREDICTIVO DE LA DISTRIBUCIÓN DE LA ESPECIE *Euglossa cybelia*.

Euglossa hansonii

SE OBTUVO UN MODELO PREDICTIVO CON UN AUC DE 0.962. LAS VARIABLES MÁS INFORMATIVAS PARA EL MODELO FUERON: PRECIPITACIÓN DEL MES MÁS SECO (70%), RANGO DE VARIACIÓN EN LA TEMPERATURA ANUAL (17.8%) Y VARIACIÓN DE LA PRECIPITACIÓN ESTACIONAL (11.2%), SIENDO LA ÚLTIMA LA VARIABLE MÁS INFORMATIVA AL ANALIZARSE SOLA.

LAS VARIABLES EVALUADAS MUESTRAN UNA PREDICCIÓN DE LA ESPECIE HACIA SITIOS CON ALTA PRECIPITACIÓN DURANTE TODO EL AÑO Y POCAS VARIACIONES DE TEMPERATURA Y PRECIPITACIÓN. EL MODELO (FIGURA 8) PREDICE LA PRESENCIA DE ESTA ESPECIE EN LAS TIERRAS BAJAS Y HÚMEDAS DEL ATLÁNTICO, EN PUNTA DE MANABIQUE Y LAS TIERRAS BAJAS DE ALTA VERAPAZ, PRINCIPALMENTE LAS CUENCAS DEL RIO CAHABÓN Y RÍO POLOCHIC.

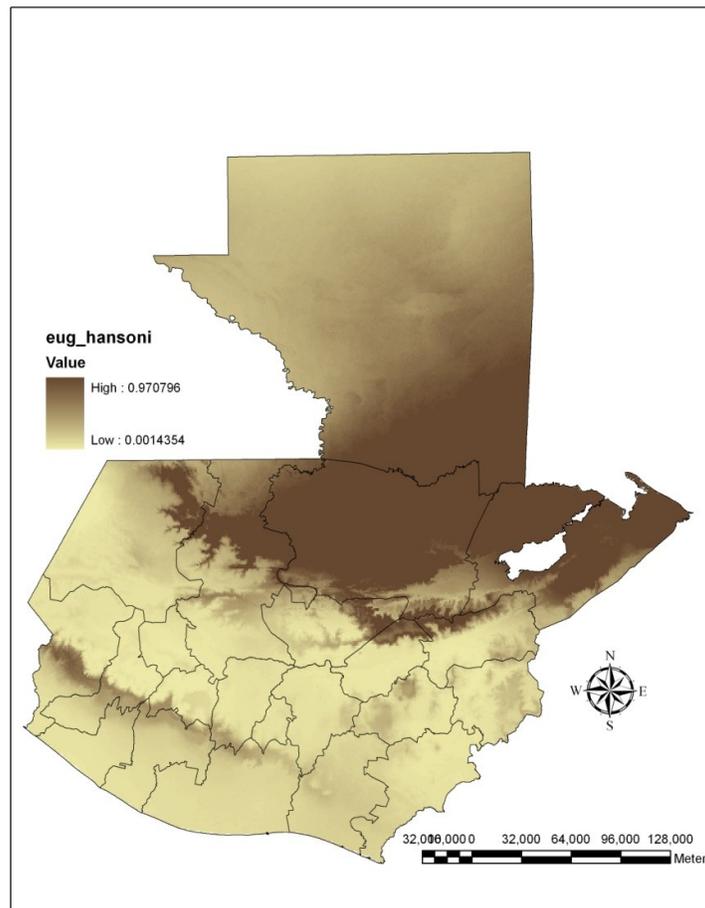


FIGURA 8. MODELO PREDICTIVO DE LA DISTRIBUCIÓN DE LA ESPECIE *Euglossa hansonii*.

Euglossa ignita

SE OBTUVO UN MODELO PREDICTIVO CON UN AUC DE 0.978. LAS VARIABLES MÁS INFORMATIVAS PARA EL MODELO FUERON: PRECIPITACIÓN DEL MES MÁS SECO (58.8%), TEMPERATURA MÍNIMA DEL MES MÁS FRÍO (10.7%) Y PRECIPITACIÓN ANUAL (9.1%), SIENDO PRECIPITACIÓN DEL MES MÁS SECO LA VARIABLE MÁS INFORMATIVA AL ANALIZARSE SOLA.

LAS VARIABLES EVALUADAS MUESTRAN UNA PREDICCIÓN DE LA ESPECIE HACIA SITIOS CON POCA VARIACIÓN DE TEMPERATURA Y PRECIPITACIÓN AL LARGO DEL AÑO, ALTA PRECIPITACIÓN INCLUSO EN LOS MESES MÁS SECOS Y ALTA TEMPERATURA INCLUSO EN LOS MESES MÁS FRÍOS. EL MODELO (FIGURA 9) PREDICE LA PRESENCIA DE ESTA ESPECIE EN LAS TIERRAS BAJAS Y HÚMEDAS DE ALTA VERAPAZ Y QUICHÉ.

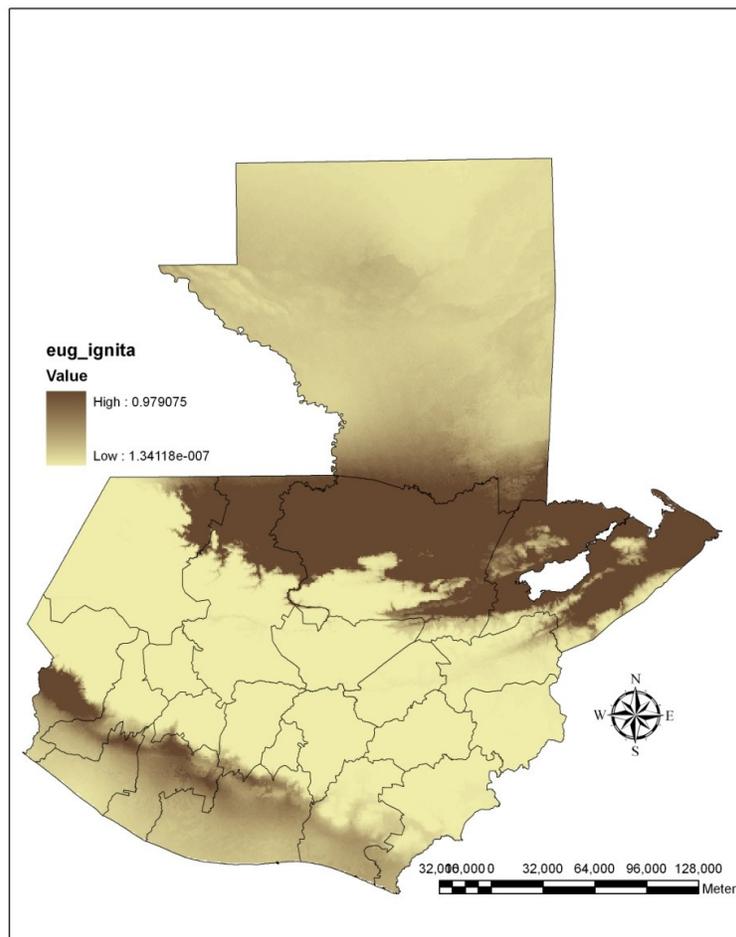


FIGURA 9. MODELO PREDICTIVO DE LA DISTRIBUCIÓN DE LA ESPECIE *Euglossa ignita*.

Euglossa imperialis

SE OBTUVO UN MODELO PREDICTIVO CON UN AUC DE 0.981. LAS VARIABLES MÁS INFORMATIVAS PARA EL MODELO FUERON: PRECIPITACIÓN DEL MES MÁS SECO (42.3%), RANGO DE VARIACIÓN EN LA TEMPERATURA ANUAL (30.6%) Y ALTITUD (5.6%), SIENDO ALTITUD LA VARIABLE MÁS INFORMATIVA AL ANALIZARSE SOLA.

LAS VARIABLES EVALUADAS MUESTRAN UNA PREDICCIÓN DE LA ESPECIE HACIA SITIOS CON ALTITUD DE BAJA A MEDIA CON TEMPERATURA Y PRECIPITACIÓN NO TAN VARIABLE A LO LARGO DEL AÑO. EL MODELO (FIGURA 10) PREDICE LA PRESENCIA DE ESTA ESPECIE PRINCIPALMENTE EN LAS TIERRAS ALTAS DE ALTA VERAPAZ, Y LA REGIÓN BAJA Y MEDIA DE LA SIERRA DE LAS MINAS.

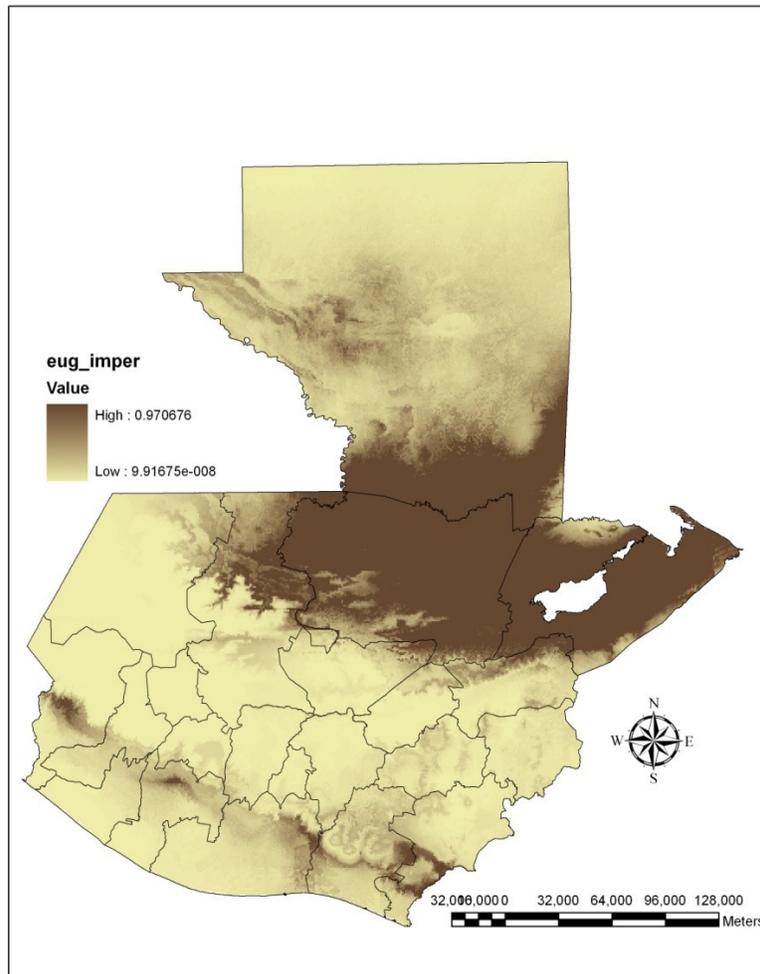


FIGURA 10. MODELO PREDICTIVO DE LA DISTRIBUCIÓN DE LA ESPECIE *Euglossa imperialis*.

Euglossa mixta

SE OBTUVO UN MODELO PREDICTIVO CON UN AUC DE 0.995. LAS VARIABLES MÁS INFORMATIVAS PARA EL MODELO FUERON: PRECIPITACIÓN DEL MES MÁS SECO (65.5%), RANGO DE VARIACIÓN EN LA TEMPERATURA ANUAL (21%) Y ALTITUD (3.3%), SIENDO ALTITUD LA VARIABLE MÁS INFORMATIVA AL ANALIZARSE SOLA.

LAS VARIABLES EVALUADAS MUESTRAN UNA PREDICCIÓN DE LA ESPECIE HACIA SITIOS CON ALTA PRECIPITACIÓN PERO CON DIFERENCIAS MODERADAS DE TEMPERATURA Y PRECIPITACIÓN AL LARGO DEL AÑO. EL MODELO (FIGURA 11) PREDICE LA PRESENCIA DE ESTA

ESPECIE PRINCIPALMENTE EN LAS TIERRAS BAJAS Y MEDIAS DE IZABAL, INCLUYENDO A LAS MONTAÑAS DEL MICO, CERRO SAN GIL, BAHÍA DE AMATIQUE Y PARTE ESTE DE LA SIERRA DE LAS MINAS.

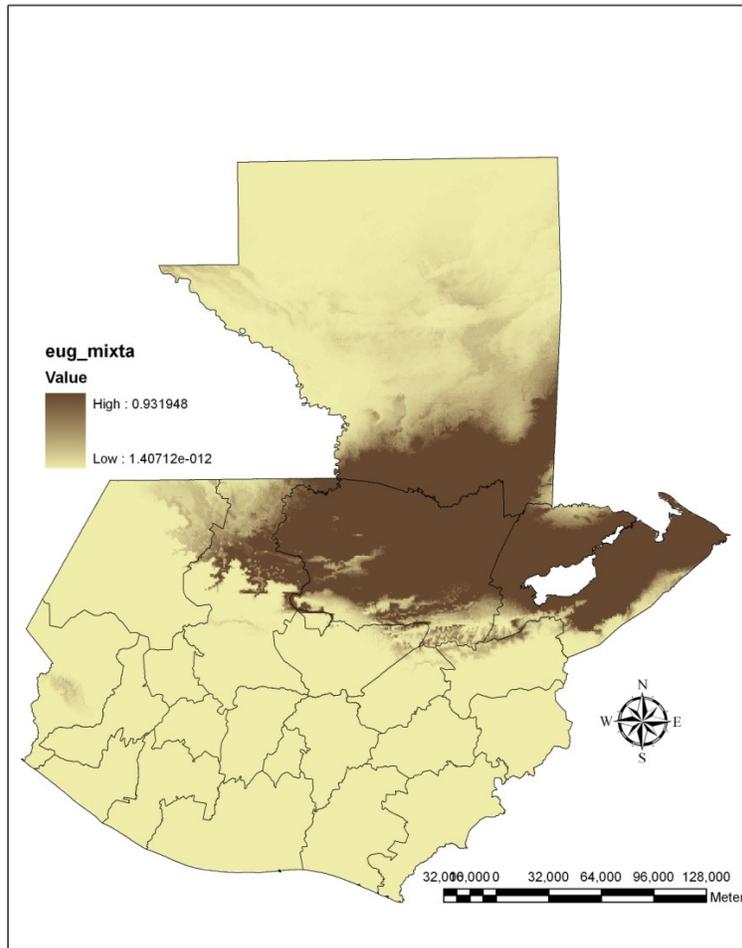


FIGURA 11. MODELO PREDICTIVO DE LA DISTRIBUCIÓN DE LA ESPECIE *Euglossa mixta*.

Euglossa obtusa

SE OBTUVO UN MODELO PREDICTIVO CON UN AUC DE 0.994. LAS VARIABLES MÁS INFORMATIVAS PARA EL MODELO FUERON: PRECIPITACIÓN DEL MES MÁS SECO (49.8%), RANGO DE VARIACIÓN EN LA TEMPERATURA ANUAL (16.2%) Y ALTITUD (13.7%), SIENDO ALTITUD LA VARIABLE MÁS INFORMATIVA AL ANALIZARSE SOLA.

LAS VARIABLES EVALUADAS MUESTRAN UNA PREDICCIÓN DE LA ESPECIE HACIA SITIOS ALTA PRECIPITACIÓN DE BAJA ALTITUD CON POCA VARIACIÓN DE TEMPERATURA Y PRECIPITACIÓN AL LARGO DEL AÑO. EL MODELO (FIGURA 12) PREDICE LA PRESENCIA DE ESTA ESPECIE PRINCIPALMENTE EN LAS TIERRAS BAJAS DE IZABAL DE CERRO SAN GIL Y CUENCA DEL RÍO POLOCHIC.

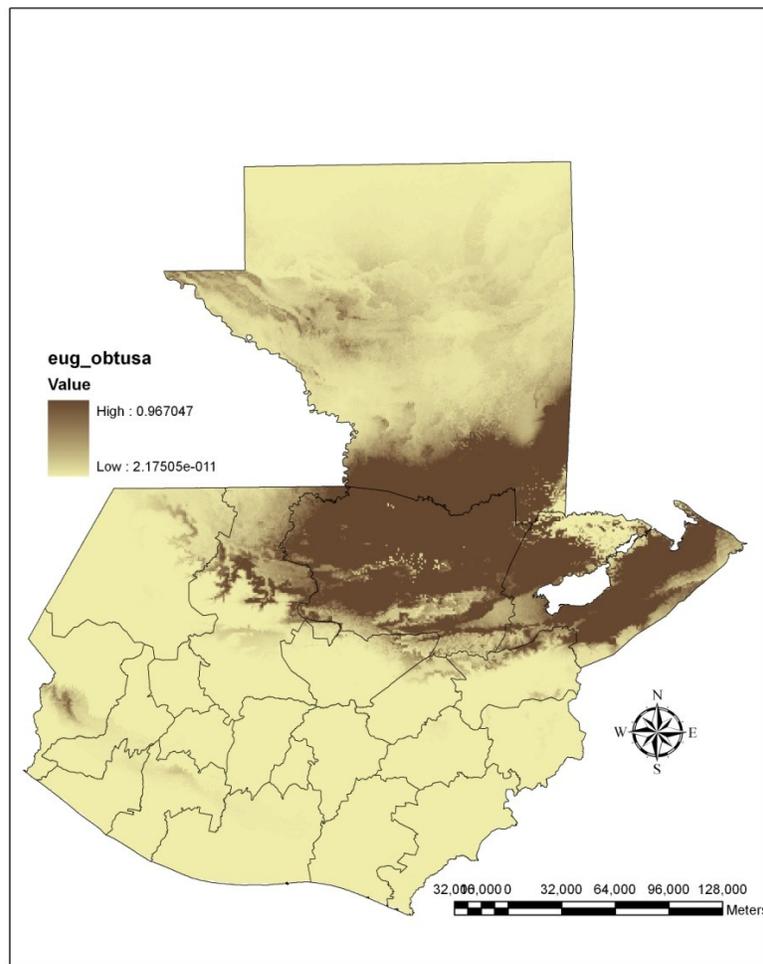


FIGURA 12. MODELO PREDICTIVO DE LA DISTRIBUCIÓN DE LA ESPECIE *Euglossa obtusa*.

Euglossa townsendi

SE OBTUVO UN MODELO PREDICTIVO CON UN AUC DE 0.987. LAS VARIABLES MÁS INFORMATIVAS PARA EL MODELO FUERON: PRECIPITACIÓN DEL MES MÁS SECO (51.2%), RANGO

DE VARIACIÓN EN LA TEMPERATURA ANUAL (16.3%), MÍNIMA TEMPERATURA DEL MES MÁS FRÍO (10.5%) Y ALTITUD (8.3%), SIENDO ALTITUD LA VARIABLE MÁS INFORMATIVA AL ANALIZARSE SOLA.

LAS VARIABLES EVALUADAS MUESTRAN UNA PREDICCIÓN DE LA ESPECIE HACIA TIERRAS BAJAS DE ALTA PRECIPITACIÓN DURANTE TODO EL AÑO Y ALTAS TEMPERATURAS DURANTE LA MAYORÍA DEL AÑO. EL MODELO (FIGURA 13) PREDICE LA PRESENCIA DE ESTA ESPECIE PRINCIPALMENTE EN LAS TIERRAS BAJAS Y HÚMEDAS DE ALTA VERAPAZ, CUENCA DEL RÍO CHIXOY, Y CAHABÓN, ASÍ COMO TAMBIÉN LAS TIERRAS BAJAS DE IZABAL, BAHÍA DE AMATIQUE Y CERRO SAN GIL.

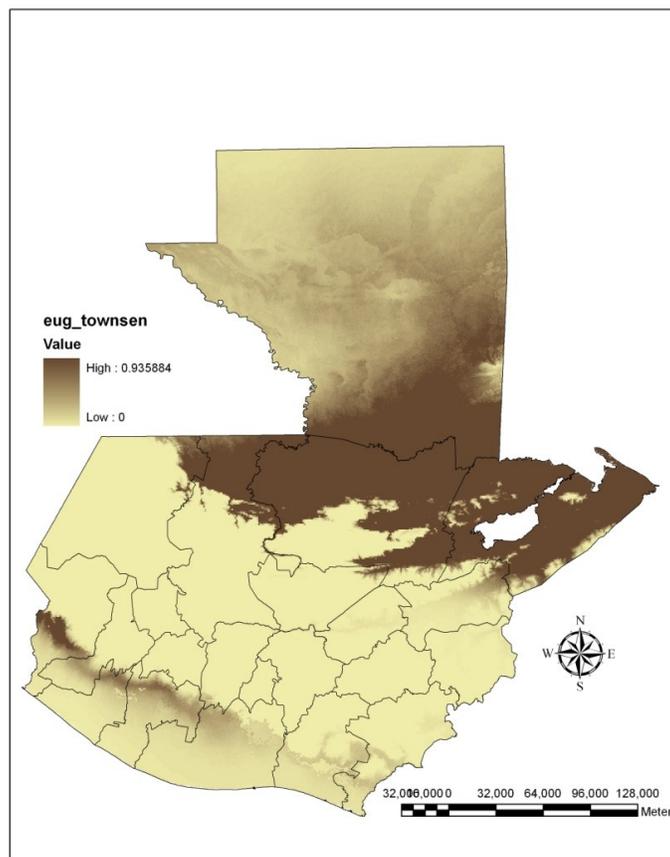


FIG. 13. MODELO PREDICTIVO DE LA DISTRIBUCIÓN DE LA ESPECIE *Euglossa townsendi*.

Euglossa variabilis

SE OBTUVO UN MODELO PREDICTIVO CON UN AUC DE 0.971. LAS VARIABLES MÁS INFORMATIVAS PARA EL MODELO FUERON: RANGO DE VARIACIÓN EN LA TEMPERATURA ANUAL (45.9%), PRECIPITACIÓN DEL MES MÁS SECO (22.1%) Y MÍNIMA TEMPERATURA DEL MES MÁS FRÍO (11%), SIENDO RANGO DE VARIACIÓN EN LA TEMPERATURA ANUAL LA VARIABLE MÁS INFORMATIVA AL ANALIZARSE SOLA.

LAS VARIABLES EVALUADAS MUESTRAN UNA PREDICCIÓN DE LA ESPECIE HACIA SITIOS CON ABUNDANTE PRECIPITACIÓN DURANTE TODO EL AÑO, POCA VARIACIÓN DE TEMPERATURA, TEMPERATURAS CÁLIDAS INCLUSO EN LOS MESES MÁS FRÍOS. EL MODELO (FIGURA 14) PREDICE LA PRESENCIA DE ESTA ESPECIE PRINCIPALMENTE EN LAS TIERRAS BAJAS Y HÚMEDAS DEL ATLÁNTICO, PUNTA DE MANABIQUE, BAHÍA DE AMATIQUE Y CUENCA Y DESEMBOCADURA DE RÍO DULCE.

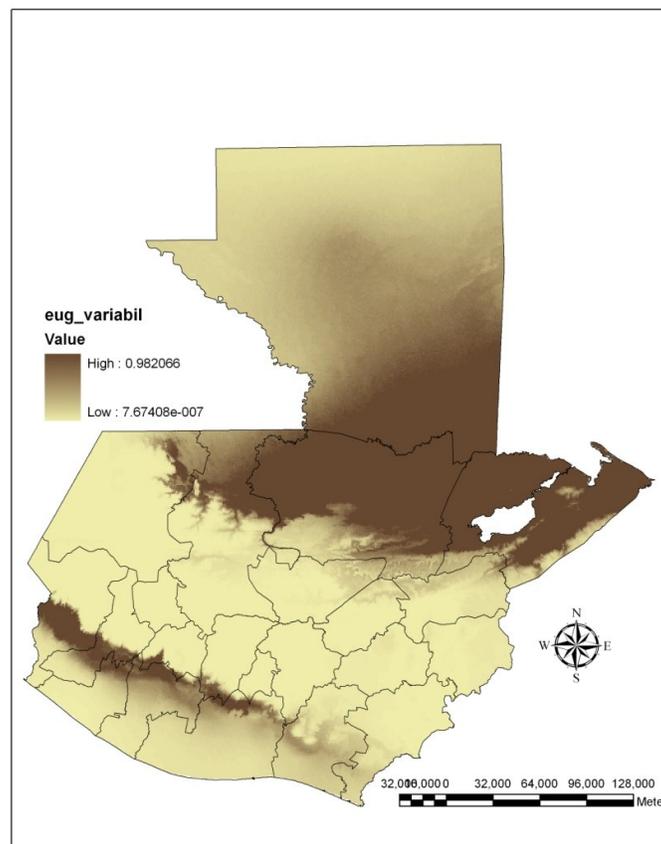


FIGURA 14. MODELO PREDICTIVO DE LA DISTRIBUCIÓN DE LA ESPECIE *Euglossa variabilis*.

Euglossa villosa

SE OBTUVO UN MODELO PREDICTIVO CON UN AUC DE 0.940. LAS VARIABLES MÁS INFORMATIVAS PARA EL MODELO FUERON: RANGO DE VARIACIÓN EN LA TEMPERATURA ANUAL (84.6%) Y PRECIPITACIÓN EN LA ÉPOCA MÁS FRÍA (14.5%), SIENDO RANGO DE VARIACIÓN EN LA TEMPERATURA ANUAL LA VARIABLE MÁS INFORMATIVA AL ANALIZARSE SOLA.

LAS VARIABLES EVALUADAS MUESTRAN UNA PREDICCIÓN DE LA ESPECIE HACIA SITIOS CON ABUNDANTE PRECIPITACIÓN CON POCA VARIACIÓN DE TEMPERATURA Y PRECIPITACIÓN DURANTE TODO EL AÑO. EL MODELO (FIGURA 14) PREDICE LA PRESENCIA DE ESTA ESPECIE EN LAS TIERRAS COSTERAS Y BAJAS DE IZABAL, PERO PRINCIPALMENTE EN LA BOCA COSTA DE ESCUINTLA Y SANTA ROSA.

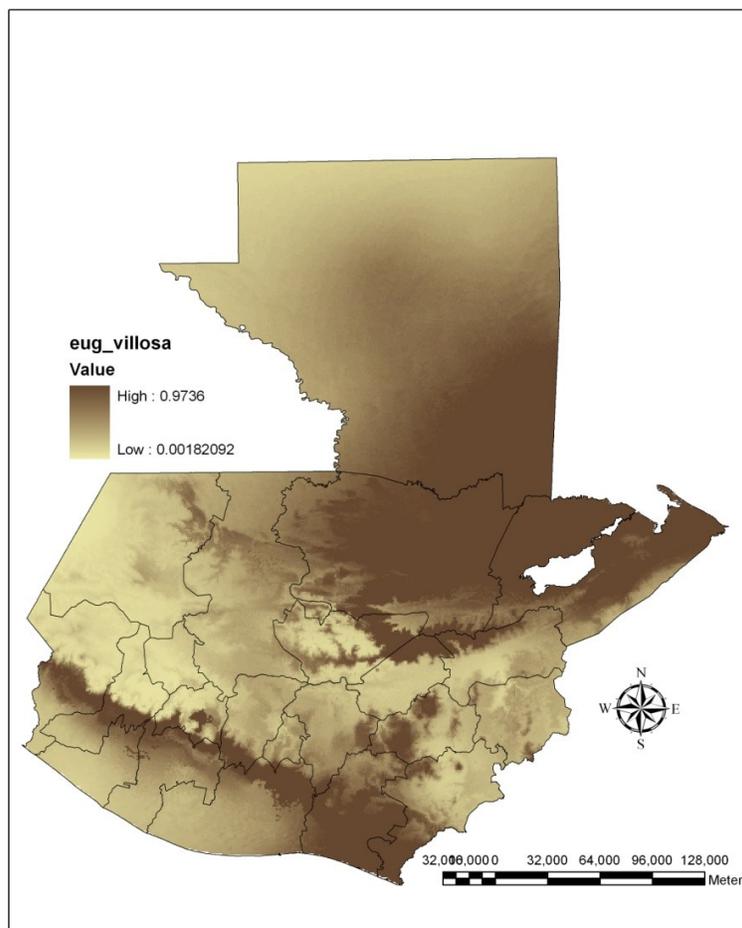


FIGURA 14. MODELO PREDICTIVO DE LA DISTRIBUCIÓN DE LA ESPECIE *Euglossa villosa*.

Euglossa viridisima

SE OBTUVO UN MODELO PREDICTIVO CON UN AUC DE 0.971. LAS VARIABLES MÁS INFORMATIVAS PARA EL MODELO FUERON: RANGO DE VARIACIÓN EN LA TEMPERATURA ANUAL (43.7%), ALTITUD (14.6%) Y PRECIPITACIÓN EN LA ÉPOCA MÁS CALIENTE (10.5%), SIENDO ALTITUD LA VARIABLE MÁS INFORMATIVA AL ANALIZARSE SOLA.

LAS VARIABLES EVALUADAS MUESTRAN UNA PREDICCIÓN DE LA ESPECIE HACIA SITIOS ALTA PRECIPITACIÓN PERO CON MODERADO RANGO DE CAMBIO DE TEMPERATURA DURANTE TODO EL AÑO. EL MODELO (FIGURA 15) PREDICE LA PRESENCIA DE ESTA ESPECIE EN LA CUENCA DEL RÍO POLOCHIC, MOTAGUA Y ALGUNAS REGIONES HÚMEDAS MODERADAMENTE ALTAS DE ZACAPA.

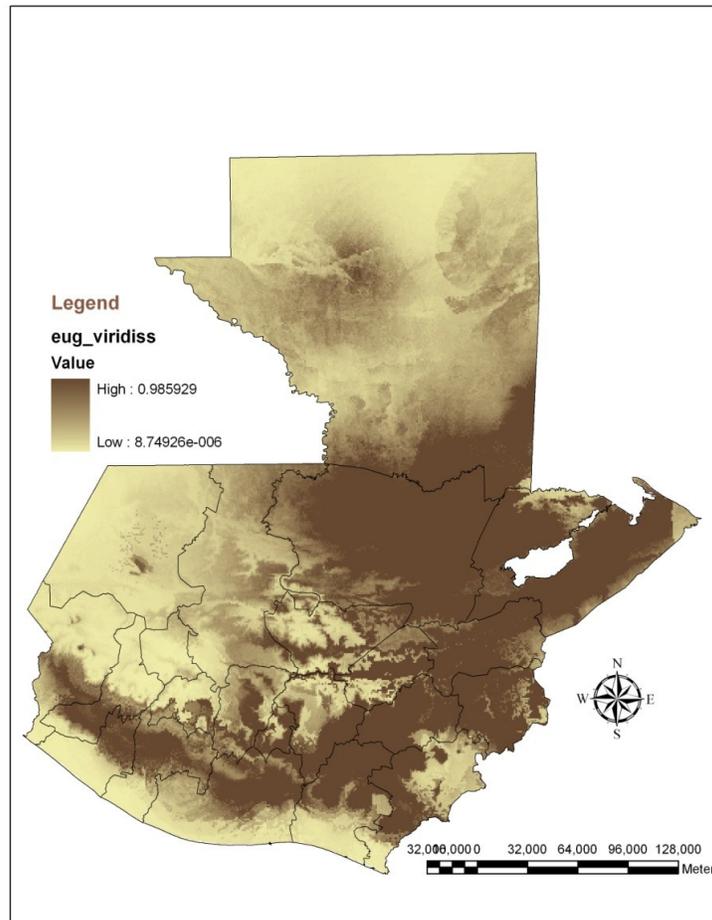


FIGURA 15. MODELO PREDICTIVO DE LA DISTRIBUCIÓN DE LA ESPECIE *Euglossa viridissima*.

Eulaema cingulada

SE OBTUVO UN MODELO PREDICTIVO CON UN AUC DE 0.967. LAS VARIABLES MÁS INFORMATIVAS PARA EL MODELO FUERON: RANGO DE VARIACIÓN EN LA TEMPERATURA ANUAL (41.9%), PRECIPITACIÓN EN LA ÉPOCA MÁS FRÍA (17.8%) Y ALTITUD (7%), SIENDO RANGO DE VARIACIÓN EN LA TEMPERATURA ANUAL LA VARIABLE MÁS INFORMATIVA AL ANALIZARSE SOLA.

LAS VARIABLES EVALUADAS MUESTRAN UNA PREDICCIÓN DE LA ESPECIE HACIA SITIOS CON ALTA PRECIPITACIÓN Y CLIMAS CÁLIDOS CON POCA VARIACIÓN DE TEMPERATURA Y PRECIPITACIÓN DURANTE TODO EL AÑO. EL MODELO (FIGURA 16) PREDICE LA PRESENCIA DE

ESTA ESPECIE PRINCIPALMENTE EN LAS TIERRAS BAJAS Y HÚMEDAS DE ALTA VERAPAZ, EN LA CUENCA DEL RÍO CAHABÓN Y DEL RÍO POLOCHIC.

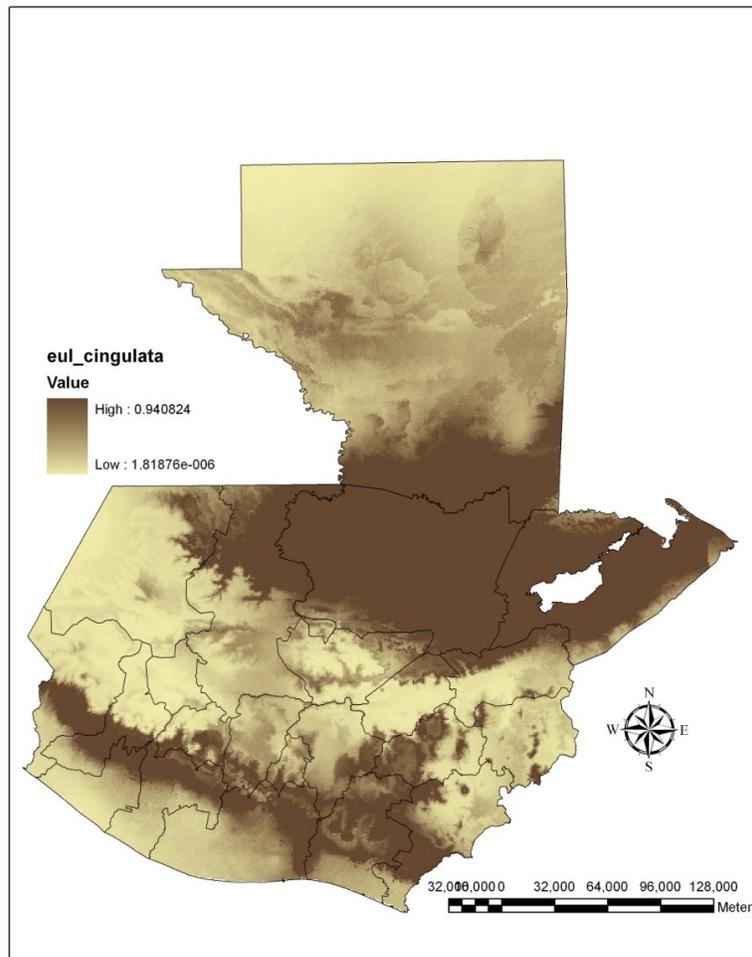


FIGURA 16. MODELO PREDICTIVO DE LA DISTRIBUCIÓN DE LA ESPECIE *Eulaema cingulata*.

Eulaema polycroma

SE OBTUVO UN MODELO PREDICTIVO CON UN AUC DE 0.954. LAS VARIABLES MÁS INFORMATIVAS PARA EL MODELO FUERON: RANGO DE VARIACIÓN EN LA TEMPERATURA ANUAL (35.2%), VARIACIÓN EN LA TEMPERATURA ESTACIONAL (21.7%), PRECIPITACIÓN DEL MES MÁS SECO (14.7) Y ALTITUD (7.9%), SIENDO ALTITUD LA VARIABLE MÁS INFORMATIVA AL ANALIZARSE SOLA.

LAS VARIABLES EVALUADAS MUESTRAN UNA PREDICCIÓN DE LA ESPECIE HACIA SITIOS CON PRECIPITACIÓN MODERADA DURANTE TODO EL AÑO Y UNA ALTITUD IDEAL DE 1600M. EL MODELO (FIGURA 17) PREDICE LA PRESENCIA DE ESTA ESPECIE PRINCIPALMENTE EN EL ALTIPLANO ESTE DEL PAÍS INCLUYENDO LA PARTE ALTA DE ZAPACA.

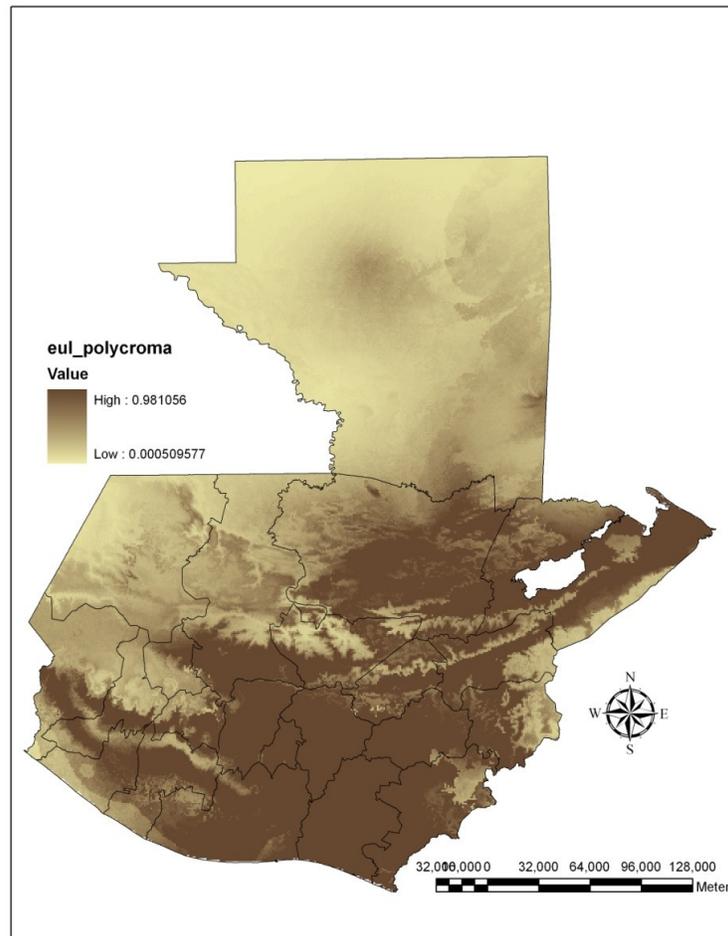


FIGURA 17. MODELO PREDICTIVO DE LA DISTRIBUCIÓN DE LA ESPECIE *Eulaema polycroma*.

Eulaema meriana

SE OBTUVO UN MODELO PREDICTIVO CON UN AUC DE 0.936. LAS VARIABLES MÁS INFORMATIVAS PARA EL MODELO FUERON: RANGO DE VARIACIÓN EN LA TEMPERATURA ANUAL (77.9%) Y PRECIPITACIÓN ANUAL (22.1%), SIENDO RANGO DE VARIACIÓN EN LA TEMPERATURA ANUAL LA VARIABLE MÁS INFORMATIVA AL ANALIZARSE SOLA.

LAS VARIABLES EVALUADAS MUESTRAN UNA PREDICCIÓN DE LA ESPECIE HACIA TIERRAS BAJAS CON ABUNDANTE PRECIPITACIÓN DURANTE TODO EL AÑO. EL MODELO (FIGURA 18) PREDICE LA PRESENCIA DE ESTA ESPECIE PRINCIPALMENTE EN LAS TIERRAS BAJAS Y HÚMEDAS DEL ATLÁNTICO, TODA LA COSTA DEL GOLFO DE HONDURAS, INCLUYENDO A IZABAL Y BELICE, INCLUYENDO ALGUNAS REGIONES DE BOCA COSTA DE ESCUINTLA.

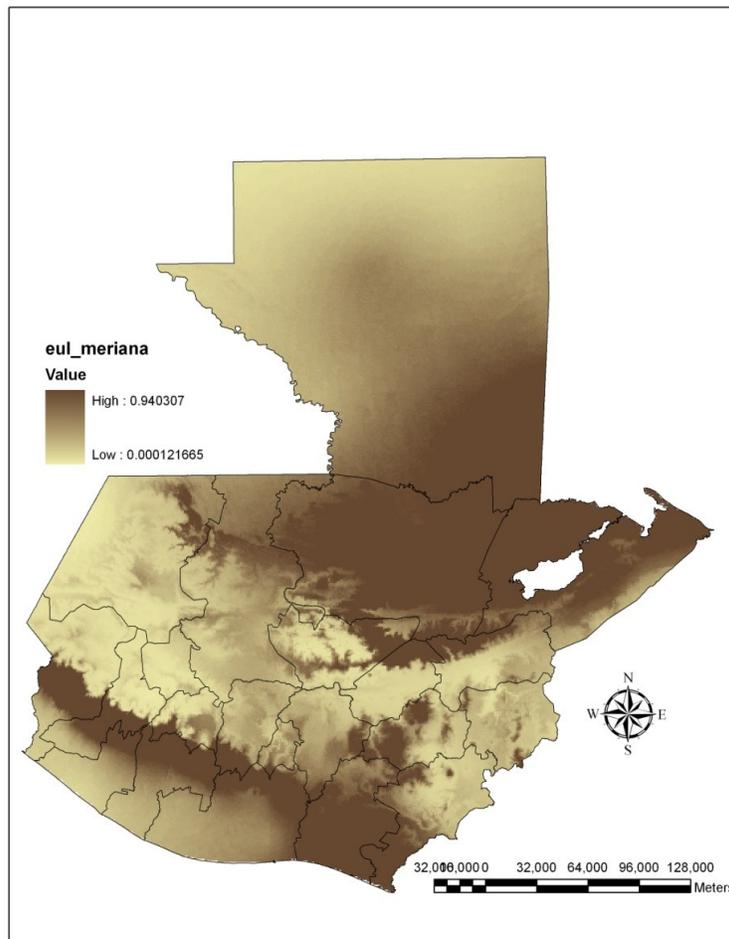


FIGURA 18. MODELO PREDICTIVO DE LA DISTRIBUCIÓN DE LA ESPECIE *Eulaema meriana*.

Exaerete frontalis

SE OBTUVO UN MODELO PREDICTIVO CON UN AUC DE 0.964. LAS VARIABLES MÁS INFORMATIVAS PARA EL MODELO FUERON: PRECIPITACIÓN ANUAL (37.1%), MÍNIMA TEMPERATURA DEL MES MÁS FRÍO (27.3%) Y RANGO DE VARIACIÓN EN LA TEMPERATURA

ANUAL (19.2%), SIENDO PRECIPITACIÓN ANUAL LA VARIABLE MÁS INFORMATIVA AL ANALIZARSE SOLA.

LAS VARIABLES EVALUADAS MUESTRAN UNA PREDICCIÓN DE LA ESPECIE HACIA SITIOS CON ABUNDANTE PRECIPITACIÓN CON POCA DIFERENCIA DE TEMPERATURA ENTRE ESTACIONES DEL AÑO Y GENERALMENTE CÁLIDAS. EL MODELO (FIGURA 19) PREDICE LA PRESENCIA DE ESTA ESPECIE PRINCIPALMENTE EN LAS TIERRAS BAJAS Y HÚMEDAS DEL ATLÁNTICO, LA CUENCA DE RÍO DULCE Y LAGO DE IZABAL, PUNTA DE MANABIQUE, BAHÍA DE AMATIQUE Y BELICE. ADEMÁS SE PREDICE PARA LAS TIERRAS BAJAS DE ALTA VERAPAZ.

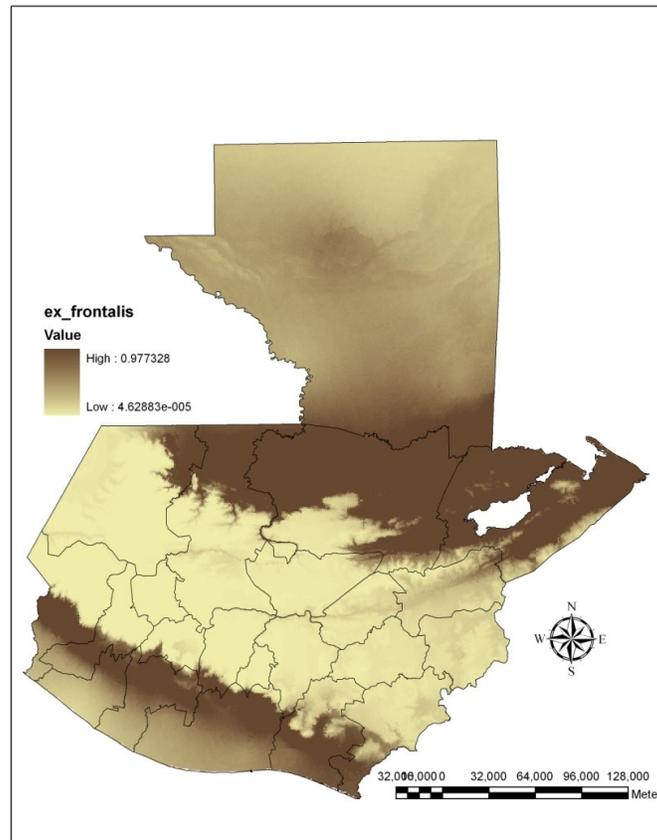


FIGURA 19. MODELO PREDICTIVO DE LA DISTRIBUCIÓN DE LA ESPECIE *Exaerete frontalis*.

Exaerete smaragdina

SE OBTUVO UN MODELO PREDICTIVO CON UN AUC DE 0.968. LAS VARIABLES MÁS INFORMATIVAS PARA EL MODELO FUERON: RANGO DE VARIACIÓN EN LA TEMPERATURA ANUAL (40.9%) Y ALTITUD (29.6%), SIENDO ALTITUD LA VARIABLE MÁS INFORMATIVA AL ANALIZARSE SOLA.

LAS VARIABLES EVALUADAS MUESTRAN UNA PREDICCIÓN DE LA ESPECIE HACIA SITIOS CON POCA VARIACIÓN DE TEMPERATURA, MODERADA PRECIPITACIÓN DURANTE TODO EL AÑO Y BAJAS ALTITUDES (0-500M). EL MODELO (FIGURA 20) PREDICE LA PRESENCIA DE ESTA ESPECIE PRINCIPALMENTE EN LAS TIERRAS BAJAS Y HÚMEDAS, LA CUENCA DEL RÍO POLOCHIC Y TIERRAS BAJAS DEL ALTA VERAPAZ.

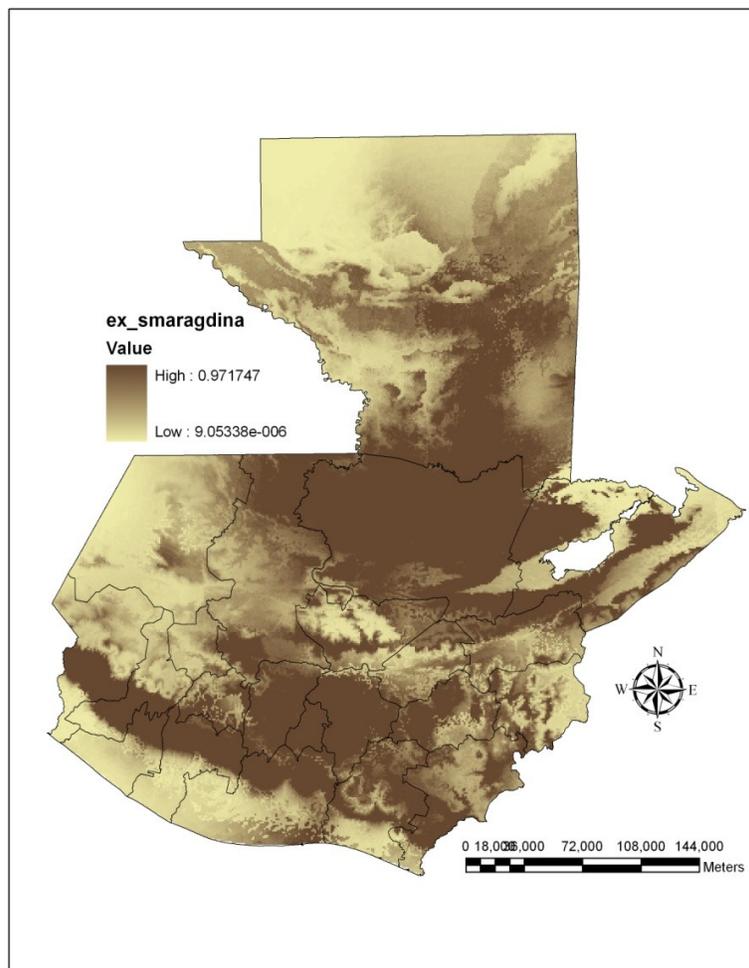


FIGURA 20. MODELO PREDICTIVO DE LA DISTRIBUCIÓN DE LA ESPECIE *Exaerete smaragdina*.

8.4. IDENTIFICACIÓN DE PATRONES DE DISTRIBUCIÓN

EN EL MODELO PREDICTIVO GENERADO PARA TODO EL GRUPO DE ABEJAS EUGLOSINAS SE OBTUVO UN AUC DE 0.979. LAS VARIABLES QUE APORTARON MÁS PARA EL MODELO FUERON: RANGO DE TEMPERATURA ANUAL, VARIACIÓN DE TEMPERATURA ANUAL ESTACIONAL Y ALTITUD CON UN PORCENTAJE DE 34.2%, 19.1% Y 4.9% RESPECTIVAMENTE. FUE LA ALTITUD LA QUE PROPORCIONÓ MAYOR INFORMACIÓN AL ANALIZARSE SOLA.

EN ESTE MODELO (FIGURA 21) SE SUGIERE QUE LAS ABEJAS EUGLOSINAS ESTÁN RESTRINGIDAS A SITIOS CON ALTA PRECIPITACIÓN Y HUMEDAD Y TEMPERATURAS MEDIAS CÁLIDAS. ENTRE ELLOS DESTACAN LAS TIERRAS BAJAS DE ALTA VERAPAZ, CUENCA DE RÍO DULCE IZABAL, CUENCA DEL RÍO MOTAGUA, ALTURAS MEDIAS EN SIERRA DE LAS MINAS, EL TRIFINIO CHIQUIMULA, Y REGIONES DE RETALHULEU, SUCHITEPÉQUEZ, SOLOLÁ, ESCUINTLA Y SANTA ROSA DE LA BOCA COSTA DEL PACÍFICO.

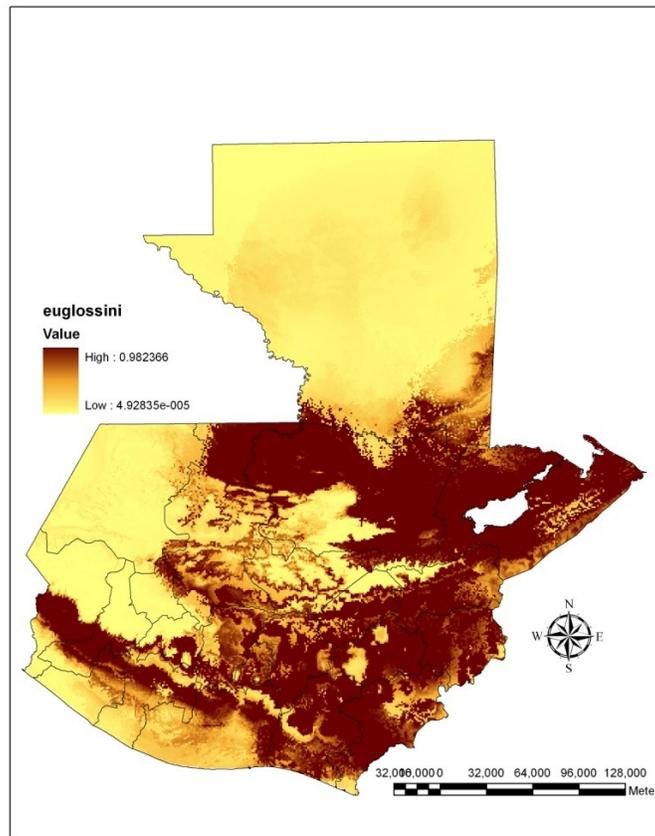


FIGURA 21. MODELO PREDICTIVO DE LA DISTRIBUCIÓN DE LAS ABEJAS EUGLOSINAS

EN LOS MODELOS PREDICTIVOS GENERADOS PARA LOS ANÁLISIS POR GÉNERO SE OBTUVIERON LOS SIGUIENTES RESULTADOS:

Eufriesea

SE OBTUVO UN AUC DE 0.892. LAS VARIABLES QUE PROPORCIONARON MAYOR INFORMACIÓN AL MODELO FUERON VARIACIÓN DE LA TEMPERATURA ESTACIONAL, RANGO DE VARIACIÓN EN LA TEMPERATURA ANUAL, PRECIPITACIÓN DEL MES MÁS HÚMEDO E ISOTERMA CON VALORES DE 41.3%, 36.4%, 11.2% Y 10.8%. LA VARIABLE QUE PROPORCIONO MAYOR INFORMACIÓN AL ANALIZARSE SOLA FUE RANGO DE VARIACIÓN EN LA TEMPERATURA ANUAL.

LAS EUGLOSINAS DEL GÉNERO *Eufriesea* MUESTRAN UNA PREFERENCIA HACIA LOS SITIOS CON POCA VARIACIÓN ESTACIONAL DE TEMPERATURA, CON ALTO PORCENTAJE DE PRECIPITACIÓN ESPECIALMENTE EN LOS MESES MÁS HÚMEDOS. EL MODELO SUGIERE QUE ESTÁN RESTRINGIDAS PRINCIPALMENTE A LA BOCA COSTA DE LA COSTA PACÍFICA DEL PAÍS (FIGURA 22).

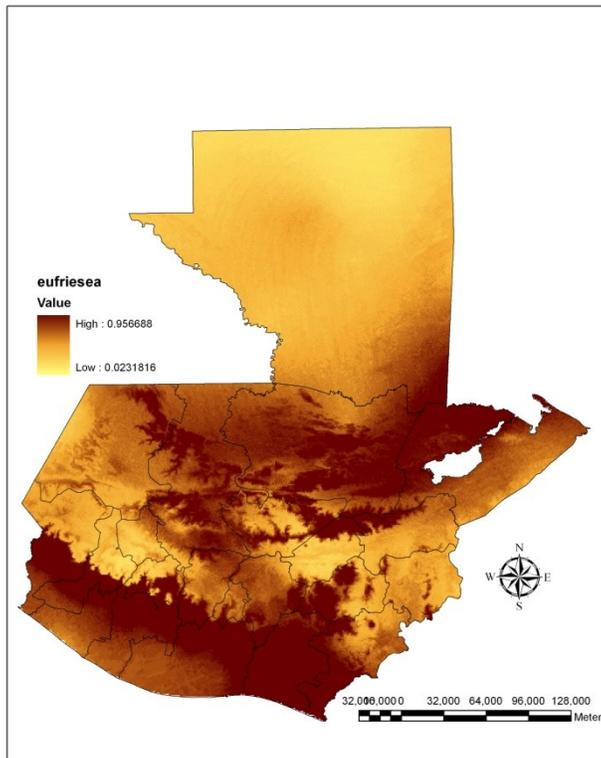


FIGURA 22. MODELO PREDICTIVO DE LA DISTRIBUCIÓN DE LAS ABEJAS DEL GÉNERO *Eufriesea*.

Euglossa

EL MODELO PREDICTIVO MUESTRA UN AUC DE 0.977. LAS VARIABLES QUE MAYOR INFORMACIÓN APORTARON FUERON RANGO DE VARIACIÓN EN LA TEMPERATURA ANUAL, ALTITUD Y PRECIPITACIÓN EN LA ÉPOCA MÁS CALIENTE, CON UN PORCENTAJE DE 43.4%, 10% Y 7.8% RESPECTIVAMENTE. PRECIPITACIÓN EN LA ÉPOCA MÁS CALIENTE FUE LA VARIABLE QUE MAYOR INFORMACIÓN PROPORCIONÓ POR SÍ SOLA AL ELIMINARSE LAS DEMÁS VARIABLES.

LAS EUGLOSINAS DEL GÉNERO *Euglossa*, SEGÚN EL MODELO (FIGURA 23), PARECEN ESTAR PRESENTES EN SITIOS CON ALTITUD MODERADA (0-1000M) PERO CON UN ALTO ÍNDICE DE PRECIPITACIÓN (500-1800CC) Y HUMEDAD. ESTAS CONDICIONES PARECEN PROPICIAS PARA LA PRESENCIA DE EUGLOSINAS. LOS SITIOS SUGERIDOS SON LAS ZONAS DE MEDIA ALTURA EN LA SIERRA DE LAS MINAS, SIERRA SANTA CRUZ Y ALGUNAS ELEVACIONES EN LAS TIERRAS BAJAS DE ALTA VERAPAZ.

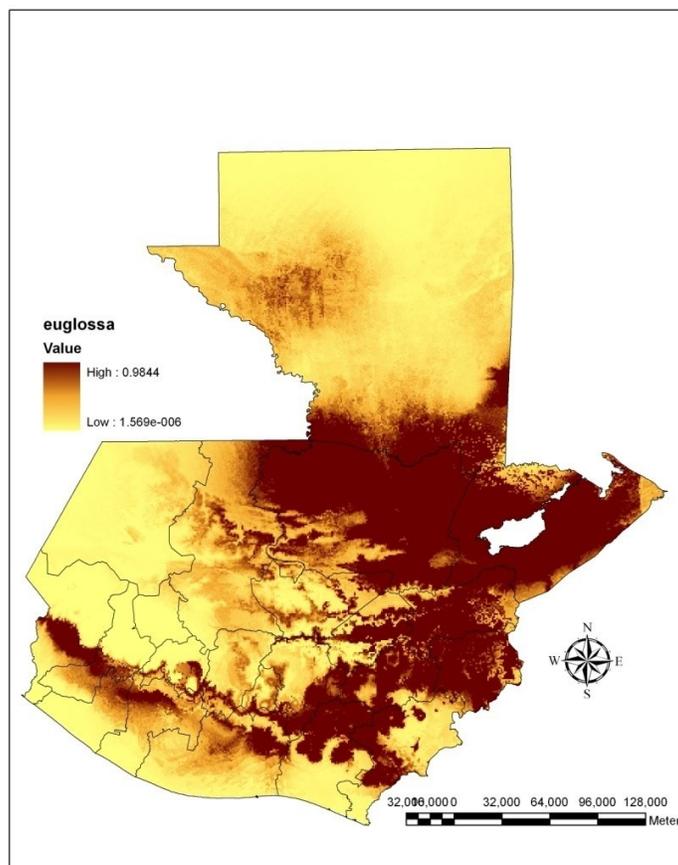


FIGURA 23. MODELO PREDICTIVO DE LA DISTRIBUCIÓN DE LAS ABEJAS DEL GÉNERO *Euglossa*.

Eulaema

SE OBTUVO UN AUC DE 0.961. LAS VARIABLES QUE PROPORCIONARON MAYOR PORCENTAJE DE INFORMACIÓN AL MODELO FUERON RANGO DE VARIACIÓN EN LA TEMPERATURA ANUAL, PRECIPITACIÓN DEL MES MÁS HÚMEDO Y ALTITUD, CON UN PORCENTAJE DE 50.6, 10.3 Y 9.6 RESPECTIVAMENTE. RANGO DE VARIACIÓN EN LA TEMPERATURA ANUAL FUE LA VARIABLE QUE PROPORCIONÓ MAYOR INFORMACIÓN AL ANALIZARSE SOLA.

EL GÉNERO *Eulaema* PARECE PREFERIR ÁREAS HÚMEDAS DEL PAÍS EN UN RANGO MÁS O MENOS AMPLIO DE ALTITUD (0-2000M) CON UNA MARCADA VARIACIÓN DE TEMPERATURA DURANTE EL AÑO. EL MODELO OBTENIDO (FIGURA 24) MUESTRA SU PRESENCIA EN LAS TIERRAS BAJAS Y MEDIAS DE ALTA VERAPAZ, ASÍ COMO EN LAS TIERRAS BAJAS Y MEDIAS DE LA

SIERRA DE LAS MINAS. ASÍ MISMO PARA LAS TIERRAS MEDIAS DE BOCA COSTA DE SUCHITEPÉQUEZ Y SOLOLÁ.

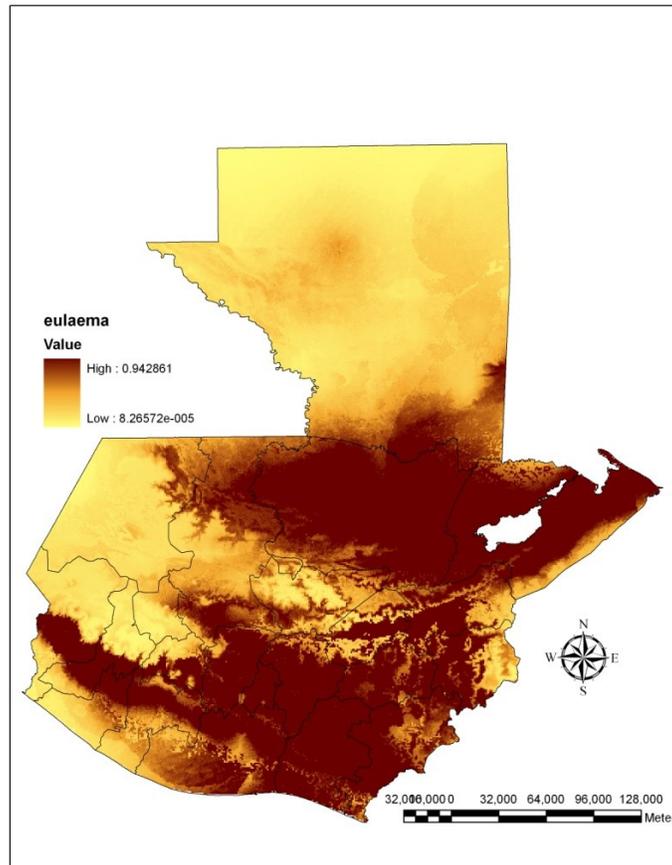


FIGURA 24. MODELO PREDICTIVO DE LA DISTRIBUCIÓN DE LAS ABEJAS DEL GÉNERO *Eulaema*.

Exaerete

SE PREDIJO EL MODELO CON UN AUC DE 0.968. LAS VARIABLES QUE MAYOR INFORMACIÓN PROPORCIONARON FUERON: RANGO DE VARIACIÓN EN LA TEMPERATURA ANUAL Y ALTITUD, CON UN PORCENTAJE DE 37.8% Y 23.3% RESPECTIVAMENTE. FUE LA ALTITUD LA VARIABLE QUE MAYOR INFORMACIÓN PROPORCIONÓ AL ANALIZARSE POR SEPARADO.

LAS ABEJAS DEL GÉNERO *Exaerete* PARECEN PREFERIR TIERRAS BAJAS CÁLIDAS PERO HÚMEDAS. EL MODELO (FIGURA 25) PREDICE SU PRESENCIA EN LAS TIERRAS BAJAS DE ALTA VERAPAZ, IZABAL Y QUICHÉ. ASÍ COMO TAMBIÉN ALGUNAS REGIONES CÁLIDAS Y HÚMEDAS DE ZACAPA Y CHIQUIMULA.

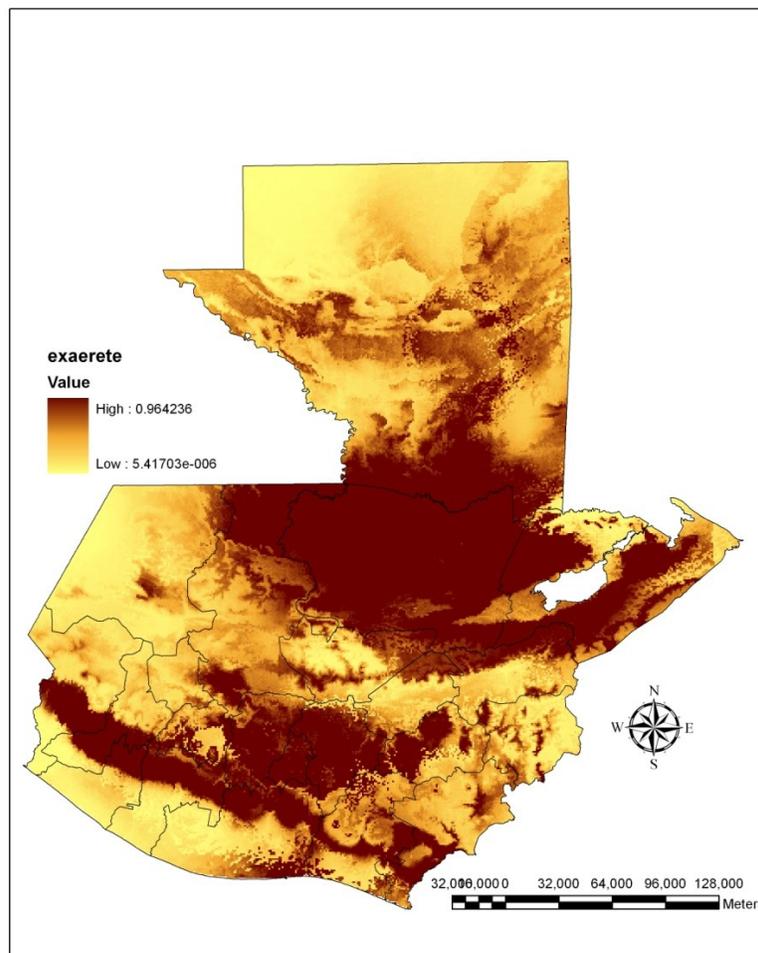


FIGURA 25. MODELO PREDICTIVO DE LA DISTRIBUCIÓN DE LAS ABEJAS DEL GÉNERO *Exaerete*.

9. DISCUSIÓN

9.1. REVISIÓN DE COLECCIONES Y DETERMINACIÓN TAXONÓMICA

SEGÚN LOS DATOS RECOPIADOS, PARA GUATEMALA SE REPORTAN 27 ESPECIES DE EUGLOSINAS; Y SEGÚN ROUBIK (2004) PARA COSTA RICA Y PANAMÁ SE REPORTAN 70 Y PARA MÉXICO Y CENTRO AMÉRICA 76. ESTO SUGIERE QUE AÚN FALTA MUCHO POR COLECTAR, SIN EMBARGO CON LOS MAPAS PREDICTIVOS GENERADOS EN EL PRESENTE TRABAJO SE ORIENTAN LOS ESFUERZOS DE COLECTA DE EUGLOSINAS PARA EL FUTURO.

ROUBIK (2004) REPORTA 5 ESPECIES DE *Exaerete* PARA CENTRO AMÉRICA. PARA GUATEMALA ES POCO PROBABLE QUE SE ENCUENTREN MÁS DE DOS ESPECIES, EN PRIMER LUGAR PORQUE SON ABEJAS GRANDES Y MUY EVIDENTES CUANDO VUELAN EN EL BOSQUE CUANDO SE COLOCAN TRAMPAS OLFATIVAS, Y EN SEGUNDO LUGAR LA MAYORÍA DE LAS LOCALIDADES EN LAS QUE FUE PREDICHA YA SE HAN MUESTREADO (DRESSLER 1982, COM. PER. DIX 2006 Y OBSERVACIÓN PERSONAL). ESTE ACONTECIMIENTO SE REPITE CON LAS ESPECIES DE *Eulaema*, GÉNERO PARA EL QUE SUGIEREN 8 ESPECIES PARA CENTROAMÉRICA (ROUBIK 2004). SIN EMBARGO PARA ESTE GÉNERO ES PROBABLE QUE SE ESTÉN OBVIANDO LAS ESPECIES MIMÉTICAS MUY CARACTERÍSTICAS DEL GÉNERO (DRESSLER 1979 Y 1982). SE CREE QUE AL REVISAR LA DETERMINACIÓN TAXONÓMICA Y MUESTREAR EXHAUSTIVAMENTE SE ENCUENTREN MÁS ESPECIES

ES POSIBLE QUE SE SUBESTIME EL NÚMERO DE ESPECIES DE *Euglossa*, DEBIDO A LA SIMILITUD MORFOLÓGICA ENTRE LAS ESPECIES Y AL ESCASO ESFUERZO DE COLECTA. ASÍ MISMO, SE SUBESTIMA EL NÚMERO DE ESPECIES DEL GÉNERO *Eufriesea*, YA QUE ES DIFÍCIL DE COLECTARLAS (DRESSLER 1982, RAMÍREZ 2002), POR LO QUE ES EL MÁS INCOMPLETO DEL PAÍS. POR LO TANTO SE CREE QUE ESTOS DOS ÚLTIMOS GÉNEROS, PRINCIPALMENTE *Eufriesea*, NECESITAN MAYOR ESFUERZO DE COLECTA Y SER REVISADO POR ESPECIALISTAS, LO QUE INCREMENTARÍA EL NÚMERO DE ESPECIES REPORTADAS PARA GUATEMALA.

DURANTE LA DETERMINACIÓN TAXONÓMICA DE LOS ESPECÍMENES DE LAS COLECCIONES PUDO OBSERVARSE DATOS INTERESANTES. EN EL CASO DEL GÉNERO *Eufriesea* SE REPORTAN COMO NUEVOS REGISTROS PARA EL PAÍS: *Euf. macroglossa* y *Euf. ornata*. LAS CUALES ERAN REPORTADAS PARA AMÉRICA DEL SUR HASTA COSTA RICA (ROUBIK 2004). SIN EMBARGO PARA ESTE GRUPO SE SUGIERE QUE SE REALICE UNA NUEVA REVISIÓN DE LOS ESPECÍMENES PORQUE DURANTE EL PRESENTE TRABAJO NO SE EXAMINÓ LA GENITALIA MASCULINA, QUE ES UN CARÁCTER IMPORTANTE PARA LA DETERMINACIÓN TAXONÓMICA DEL GÉNERO (ROUBIK 2004).

TAMBIÉN SE REPORTAN NUEVOS REGISTROS PARA EL GÉNERO *Euglossa*: *Eug. bursigera*, *Eug. crinitona*, *Eug. cybelia* y *Eug. hansonii*. A PESAR QUE EN LA BIBLIOGRAFÍA LA DISTRIBUCIÓN DE *Eug. dressleri* ESTÁ REPORTADA HASTA COSTA RICA (ROUBIK 2004), SE ENCONTRÓ PRESENTE EN LAS COLECCIONES REVISADAS, POR LO QUE SE AFIRMA SU PRESENCIA PARA EL PAÍS. SIN EMBARGO ESTE DADO DEBE REVISARSE.

DE LAS 12 ESPECIES REPORTADAS POR LA BIBLIOGRAFÍA, CUYA DISTRIBUCIÓN ABARCA DESDE EL SUR DE MÉXICO HASTA EL SURESTE DE BRASIL (RAMÍREZ 2002, ROUBIK 2004), 10 SON REPORTADAS PARA GUATEMALA DEBIDO A QUE SE ENCONTRARON EN LAS COLECCIONES REVISADAS. ESTAS SON: *Euf. concava*, *Euf. surinamensis*, *Eug. imperialis*, *Eug. mixta*, *Eug. townsendi*, *Eug. ignita*, *Eul. cingulata*, *Eu. meriana*, *Ex. frontalis* y *Ex. smaragdina*. DEMOSTRANDO UNA BUENA REPRESENTATIVIDAD DE LAS ESPECIES EN DICHAS COLECCIONES.

9.2. ANÁLISIS DE LOS DATOS DE COLECTA DE LAS EUGLOSINAS

EN LAS COLECCIONES DE REFERENCIA REVISADAS SE ENCONTRARON POCOS REGISTROS Y POCAS ESPECIES (SEIS) DEL GÉNERO *Eufriesea*. EL GÉNERO *Euglossa* FUE EL MÁS REPRESENTADO CON 16 ESPECIES, SIN EMBARGO SE ESPERABAN APROXIMADAMENTE 43 ESPECIES (ROUBIK 2004). DEL GÉNERO *Eulaema* SE ESPERABAN 8 ESPECIES (ROUBIK 2004) DE LAS CUALES FUERON ENCONTRADAS 3. FINALMENTE PARA EL GÉNERO *Exaerete* LAS 2 ESPECIES REPORTADAS PARECEN SER LAS ÚNICAS PARA EL PAÍS.

EN LOS DATOS DE COLECTA DE LAS EUGLOSINAS DE LAS COLECCIONES SE PUDO ANALIZAR LA PREFERENCIA POR LAS FRAGANCIAS EMPLEADAS PARA LAS COLECTAS. EN LA MAYORÍA DE LAS ESPECIES SE OBSERVÓ UNA PREFERENCIA NOTABLE POR EL CINEOL, CONFIRMANDO LOS DATOS DE OTRAS INVESTIGACIONES (ACKERMAN 1989, SILVA Y REBELO 1999 Y 2002). SIN EMBARGO, DE ACUERDO A LO EXPUESTO POR ESTOS AUTORES, ESTO PUEDE DEBERSE A LAS PROPIEDADES DEL CINEOL, PRINCIPALMENTE POR SU VOLATILIDAD, QUE FACILITA SU DISPERSIÓN, EN COMPARACIÓN A LAS OTRAS ESENCIAS EMPLEADAS COMÚNMENTE. ESTE DATO ES MUY IMPORTANTE PARA FUTURAS COLECTAS CON TRAMPAS OLFATIVAS EN EL PAÍS.

ALGUNAS ESPECIES COMO *Eug. atroventa*, *Eug. dressleri*, *Eug. hansonii* y *Eug. sp. 2*. MOSTRARON PATRONES DE PREFERENCIA BIEN ESTABLECIDOS A UN SOLO TIPO DE ESENCIA (TABLA 3). SIN EMBARGO SE OBSERVÓ QUE 5 ESPECIES (E.G. *Eug. crininota*, *Eug. obtusa*, *Eug. imperialis*, *Eug. viridissima* y *Eul. cingulata*) SON ATRAÍDAS A VARIOS TIPOS DE ESENCIAS, CONFIRMANDO ASÍ LO EXPUESTO POR ACKERMAN (1989). ADEMÁS SE OBSERVARON DATOS INTERESANTES, COMO EN *Ex. smaragdina* y *Eug. townsendi*, QUE AL IGUAL QUE MANIFIESTAN EN SILVA Y REBELO (1999) Y JANZEN (1982) SON ATRAÍDAS AL CINEOL PRINCIPALMENTE. PERO EN LOS DATOS DE COLECTA SE OBSERVÓ QUE EN GUATEMALA *Eug. smaragdina* ES ATRAÍDA TAMBIÉN AL METIL SALICILATO.

RESPECTO A LA PREFERENCIA DE HÁBITAT DE LAS EUGLOSINAS, SEGÚN LOS DATOS DE COLECTA, SE OBSERVÓ UNA TENDENCIA A LA PREFERENCIA DE BOSQUE Y GUAMIL, COMO SOSTIENE ROUBIK (2004). PARA ALGUNAS DE LAS COLECTAS REALIZADAS EN CULTIVOS, ÉSTOS SE ENCONTRABAN ALEDAÑOS A PARCHES BOSCOSOS O GUAMIL (EN COLECTAS REALIZADAS PERSONALMENTE). TAMBIÉN SE OBSERVÓ QUE LAS ESPECIES RARAS EN LAS COLECCIONES FUERON COLECTADAS EXCLUSIVAMENTE EN BOSQUES DENTRO DE RESERVAS BIOLÓGICAS O ÁREAS PROTEGIDAS, COMO ES EL CASO DE LA RESERVA DE LA BIOSFERA SIERRA DE LAS MINAS Y LA RESERVA PROTECTORA DE MANANTIALES CERRO SAN GIL. ESTE DATO RESULTA PREOCUPANTE YA QUE POSIBLEMENTE LAS ESPECIES PUEDEN ESTAR AISLADAS Y RESTRINGIDAS A LAS POCAS ÁREAS PROTEGIDAS DEL PAÍS, Y DE ALLÍ SURGE LA IMPORTANCIA DE LA CONSERVACIÓN ADECUADA EN ÉSAS ÁREAS Y SUS ALREDEDORES.

LOS ESPECÍMENES DE LAS COLECCIONES INCLUIDOS EN ESTA INVESTIGACIÓN, PRESENTAN REGISTROS EN CASI TODOS LOS DEPARTAMENTOS DEL PAÍS. SIN EMBARGO, RESPECTO A LAS REGIONES BIOGEOGRÁFICAS DE STUART (1949), LAS COLECTAS MUESTRAN UN VACÍO DE INFORMACIÓN EN LA REGIÓN QUECCHIANA, VOLCÁNICA Y CUCHUMATÁN, REGIONES DONDE SE INCLUYE A LA REGIÓN HÚMEDA DE HUEHUETENANGO Y QUICHÉ, Y TODA LA REGIÓN HÚMEDA DEL CINTURÓN VOLCÁNICO DEL SUR DEL PAÍS. ESTOS SITIOS POSEEN RESERVAS BIOLÓGICAS CON CONDICIONES HÚMEDAS QUE PODRÍAN ALBERGAR EUGLOSINAS DE ESPECIES AÚN NO COLECTADAS O RARAS.

DEBIDO AL MAL ESTADO DE CONSERVACIÓN Y PRESERVACIÓN DE LOS ESPECÍMENES EN LAS COLECCIONES DEL MUSHNAT Y UVG, 20 ESPECÍMENES, INCLUYENDO ESPECÍMENES DE ESPECIES RARAS, FUERON EXCLUIDOS DE LOS ANÁLISIS. ES MUY IMPORTANTE QUE NUEVOS MÉTODOS DE PRESERVACIÓN SE IMPLEMENTEN EN LAS COLECCIONES DE REFERENCIA, YA QUE ALBERGAN UN REGISTRO HISTÓRICO IMPORTANTE, VALIOSO Y MUY NECESARIO PARA LOS ESTUDIOS BIOLÓGICOS EN GUATEMALA.

ADEMÁS ES NECESARIO QUE SE GENEREN CLAVES TAXONÓMICAS PARA LAS EUGLOSINAS DE GUATEMALA, QUE INCLUYAN LAS VARIACIONES MORFOLÓGICAS QUE PRESENTAN LAS ABEJAS LOCALMENTE. DE ESTA MANERA SE PODRÁ DETERMINAR MEJOR LOS ESPECÍMENES DE EUGLOSINAS QUE SE COLECTEN POSTERIORMENTE.

9.3. PATRONES DE DISTRIBUCIÓN Y DISTRIBUCIÓN POTENCIAL DE LAS EUGLOSINAS EN GUATEMALA

SEGÚN SWETS (1988) LOS MODELOS OBTENIDOS SON DE ALTA PRECISIÓN (AUC MAYORES DE 0.7) Y PUEDEN SER UTILIZADOS PARA REALIZAR INFERENCIAS BIOLÓGICAS EN PRO DE LA CONSERVACIÓN EN EL PAÍS.

EN GUATEMALA SE PRESENTA UN CONJUNTO DE CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS, ANTROPOLÓGICAS Y BIOLÓGICAS QUE HACEN DEL PAÍS UN ESPACIO MUY DIVERSO EN CUANTO A SUS CLIMAS. ESTE FACTOR SE HACE MUY EVIDENTE EN LA PREDICCIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN DE LAS EUGLOSINAS EN EL PAÍS. SE EVIDENCIA LA PRESENCIA DE ABEJAS EUGLOSINAS EN CLIMAS

CÁLIDOS Y HÚMEDOS CON INVIERNOS LLUVIOSOS COMO SE PRESENTAN EN LAS ZONAS CLIMÁTICAS DE LAS PLANICIES DEL NORTE Y LA FRANJA TRANSVERSAL DEL NORTE (INSIVUMEH 2008). ADEMÁS LAS CARACTERÍSTICAS HÚMEDAS Y CÁLIDAS CON INVIERNOS SECOS DE LAS TIERRAS DE LAS ZONAS CLIMÁTICAS DE LA BOCACOSTA TAMBIÉN HACEN QUE LAS ABEJAS SEAN PREDICHAS PARA ESTAS ÁREAS. SIN EMBARGO PARA LAS ZONAS CLIMÁTICAS DE LA MESETA Y EL ALTIPLANO DONDE LAS TEMPERATURAS SON PRINCIPALMENTE TEMPLADAS CON INVIERNOS SECOS, LAS ABEJAS EUGLOSINAS NO APARECEN PREDICHAS EN LOS MODELOS.

LOS MODELOS PREDICTIVOS PARA EL GRUPO DE ABEJAS EUGLOSINAS MUESTRAN SENSIBILIDAD HACIA LA TEMPERATURA, PRECIPITACIÓN Y ALTITUD AL IGUAL QUE MANIFIESTAN SILVA Y REBELO (1999). NO SE ENCONTRARON REGISTROS DE ABEJAS A ALTURAS MAYORES DE LOS 2500 METROS. EN LOS MODELOS GENERADOS PARA LOS GÉNEROS SE PUEDE OBSERVAR QUE LOS GÉNEROS *Eulaema* Y *Exaerete* MUESTRAN LOS VALORES DE AUC MÁS GRANDES E INFORMATIVOS PARA LA VARIABLE ALTITUD, AL ANALIZARSE SOLA, COINCIDIENDO CON LAS ABEJAS MÁS GRANDES DEL GRUPO. SUGIRIENDO DE ESTA MANERA QUE A GRANDES ALTITUDES SE ENCUENTRAN LAS ESPECIES GRANDES Y LAS ESPECIES DE TAMAÑO PEQUEÑO SON MENOS FRECUENTES.

EL GÉNERO *Eufriesea* PARECE ESTAR MÁS ESTRECHAMENTE LIGADO A LA ALTA PRECIPITACIÓN Y A LA VARIACIÓN DE ELLA DURANTE EL AÑO, ESTO PODRÍA DEBERSE A LA ALTA ESTACIONALIDAD DE LA QUE SE CARACTERIZA (DRESSLER 1982). ESTE GRUPO SE ENCUENTRA PRESENTE PRINCIPALMENTE EN LUGARES CON ESTACIÓN SECA BIEN MARCADA PUEDE COLECTARSE A FINALES DE LA TEMPORADA SECA E INICIOS DE LA TEMPORADA LLUVIOSA (DRESSLER 1982). ESTE DATO COINCIDE CON LAS LOCALIDADES PREDICHAS YA QUE LAS ZONAS CLIMÁTICAS (INSIVUMEH 2008) ORIENTAL, COSTA-PLANICIE COSTERA DEL PACÍFICO PRESENTAN UN PERÍODO SECO MUY MARCADO, INCLUYENDO EL INVIERNO SECO CARACTERÍSTICO.

A PESAR DE QUE LA INFORMACIÓN DEL GÉNERO *Eufriesea* ES LA MÁS INCOMPLETA PARA GUATEMALA SE PODRÍA DECIR QUE LOS SITIOS DE PRIORIZACIÓN PARA LA COLECTA DEL GRUPO SON LA REGIÓN SECA DE LA CUENCA DEL MOTAGUA, LA COSTA PACÍFICA Y POR ÚLTIMO LA REGIÓN PETENERA (STUART 1942) DEL PAÍS.

POR LO TANTO EL GÉNERO *Eufriesea* EN EL MODELO GENERADO SÍ COINCIDE EN GRAN PARTE CON LA DESCRIPCIÓN DE “TIERRAS BAJAS CENTROAMERICANAS” DE LA CLASIFICACIÓN DE LAS REGIONES BIOGEOGRÁFICAS PROPUESTAS POR KIMSEY (1992) PARA ESTE GRUPO. SIN EMBARGO SE PROPONE QUE PARA GUATEMALA SE DIVIDA EN LAS TIERRAS BAJAS DEL ATLÁNTICO, LAS TIERRAS BAJAS DEL PACÍFICO Y LA REGIÓN SECA DEL MOTAGUA.

ENTRE LAS ESPECIES DEL GÉNERO *Euglossa* PODEMOS ENCONTRAR ESPECIALISTAS Y GENERALISTAS. ENTRE LAS GENERALISTAS PODRÍAMOS COLOCAR A *Eug. viridissima* QUE FUE ENCONTRADA EN LA MAYORÍA DE LAS LOCALIDADES REPRESENTADAS EN LAS COLECCIONES DE EUGLOSSINI. ESTA ESPECIE FUNCIONA EN GUATEMALA COMO INDICADORA DE IMPACTO ANTROPOGÉNICO. POR OTRA PARTE, SKOV (2005) MANIFIESTA QUE *Eug. viridissima* PARECE SER UNA ESPECIE PLÁSTICA, Y ESE FACTOR PODRÍA EXPLICAR EL HECHO QUE ESTA ESPECIE ESTÉ PRESENTE EN LOCALIDADES DE ALTO IMPACTO AGRÍCOLA Y HUMANO Y EN SITIOS MÁS CONSERVADOS COMO EN ZONAS NÚCLEO DE ÁREAS PROTEGIDAS.

ENTRE LAS ESPECIES SENSIBLES A LA PERTURBACIÓN DEL GÉNERO *Euglossa* SE SUGIERE A *Eug. atroventa*, *Eug. bursigera*, *Eug. dressleri*, *Eug. cybelia*, *Eug. hansonii*, *Eug. villosa*, *Eug. sp1* y *Eug. sp2*. AUNQUE NO SE ENCONTRÓ EVIDENCIA EN LA BIBLIOGRAFÍA DE QUE ESTAS ESPECIES FUERAN SENSIBLES, SE ENCONTRARON COLECTADAS ÚNICAMENTE EN RESERVAS BIOLÓGICAS O ÁREAS PROTEGIDAS CON CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS MUY PARTICULARES. COINCIDENTEMENTE ESTAS ESPECIES FUERON COLECTADAS EN RESERVAS CONOCIDAS POR SU ALTO GRADO DE ENDEMISMO EN RELACIÓN A OTROS GRUPOS (SCHUSTER ET AL. 2000), COMO LA RESERVA DE BIÓSFERA SIERRA DE LAS MINAS Y LA RESERVA PROTECTORA DE MANANTIALES CERRO SAN GIL. POR LO TANTO, ESTAS DOS RESERVAS DEBEN SER EXPLORADAS PARA COLECTAR UN NÚMERO MÁS SIGNIFICATIVO DE ESTAS ESPECIES Y PROBABLEMENTE ENCONTRAR OTRAS DIFERENTES.

EN EL CASO DE *Eug. atroventa* Y *Eug. villosa*, LOS MODELOS PREDICEN SU PRESENCIA EN LA REGIÓN MONTAÑOSA DE SANTA ROSA, QUE ES UN ÁREA QUE CARECE DE PROTECCIÓN LEGAL, Y QUE SIN EMBARGO PARECE SER UN SITIO BASTANTE CONSERVADO DEBIDO A LA

PRESENCIA DE FINCAS PRIVADAS DE AGUACATE Y CAFÉ QUE MERECE LA PENA INSPECCIONAR PARA COMPLETAR LAS COLECTAS.

LAS OTRAS ESPECIES DEL GÉNERO *Euglossa*: *Eu. crininota*, *Eu. imperialis*, *Eu. mixta*, *Eu. obtusa*, *Eu. ignita*, *Eu. townsendi* Y *Eu. variabilis*, SON ESPECIES NO RESTRINGIDAS A ÁREAS PROTEGIDAS. ESTAS ESPECIES SE DISTRIBUYEN, SEGÚN LOS MODELOS PREDICTIVOS DEL PRESENTE TRABAJO, A SITIOS DE ALTA PRECIPITACIÓN Y ALTAS TEMPERATURAS. DE LAS REGIONES PREDICHAS PARA ESTE GRUPO DE ABEJAS, LA REGIÓN ESCUINTECA Y VOLCÁNICA SON LAS REGIONES MÁS POBREMENTE REPRESENTADAS EN LAS COLECCIONES Y SEGÚN ESTOS RESULTADOS ES UN ÁREA QUE DEBE CONSIDERARSE PRIORITARIA PARA LA CONSERVACIÓN, YA QUE ALBERGA IMPORTANTE BIODIVERSIDAD A PESAR DE ESTAR OCUPADA POR MONOCULTIVOS EN EL CASO DE LA REGIÓN ESCUINTECA.

EN EL GRUPO DE *Eulaema*, *Eu. cingulata* ES UNA ESPECIE BASTANTE PLÁSTICA, QUE HA SIDO UTILIZADA COMO INDICADORA DE ÁREAS PERTURBADAS, YA QUE PREFIERE SITIOS CERCANOS A LOS BORDES DEL BOSQUE (SILVA Y REBELO 1999). RAZÓN POR LA QUE PROBABLEMENTE EL MODELO PREDICE SU DISTRIBUCIÓN EN ÁREAS PERTURBADAS DE LAS TIERRAS BAJAS DE ALTA VERAPAZ, IZABAL Y ALGUNAS REGIONES DE LA BOCA COSTA DEL PACÍFICO. SIN EMBARGO ESTA ESPECIE HA SIDO COLECTADA INCLUSO EN LAS INMEDIACIONES DE LA CIUDAD DE GUATEMALA (COLECCIÓN DE REFERENCIA DEL LENAP, USAC).

LAS OTRAS DOS ESPECIES DE *Eulaema* PREFIEREN CONDICIONES EN REGIONES ESPECÍFICAS. *Eu. polycroma* ESTA PREDICHA PARA CHIQUIMULA Y SANTA ROSA, REGIONES CON PRECIPITACIÓN MODERADA, Y *Eul. meriana* SE PREDICE PARA IZABAL, REGIÓN MUY PARTICULAR, CON ABUNDANTE PRECIPITACIÓN Y HUMEDAD.

EL GÉNERO *Exaerete* SE ENCUENTRA EN LA REGIÓN NORTE DEL PAÍS, COMPRENDIDA DE IZABAL A HUEHUETENANGO Y LA ZONA DE BOCA COSTA DE JUTIAPA A RETALHULEU. *Exaerete smaragdina* MUESTRA UN PATRÓN UN POCO EXTENDIDO HACIA LAS TIERRAS BAJAS DE ALTA VERAPAZ EN EL NORTE Y AL SUR HACIA LAS TIERRAS BAJAS DE SANTA ROSA.

TAMBIÉN ES IMPORTANTE RECALCAR QUE LOS MAPAS PREDICTIVOS GENERADOS PARA ESTE TRABAJO, ESPECIALMENTE PARA LAS ESPECIES MÁS SENSIBLES A LA PERTURBACIÓN, NECESITAN DE AFINACIÓN, ES DECIR, NECESITAN DE UN RECORTE DE ÁREAS DEGRADADAS Y ZONAS OCUPADAS POR PRÁCTICAS INVASIVAS (COMO MINERÍA O MONOCULTIVOS A GRAN ESCALA) QUE DISMINUYEN LA PROBABILIDAD DE PRESENCIA DE LAS ESPECIES DE EUGLOSINAS, YA QUE DE ESTA MANERA EL ÁREA POTENCIAL DISPONIBLE PARA LAS ESPECIES SE REDUCIRÍA.

9.4. PROVINCIAS BIÓTICAS

FINALMENTE, AL COMPARAR LOS MODELOS PREDICTIVOS OBTENIDOS PARA LAS EUGLOSINAS CON LAS ZONAS BIOGEOGRÁFICAS DE STUART (1942), ES DIFÍCIL TENER UNA APROXIMACIÓN DE LAS PROVINCIAS DE LAS ABEJAS EUGLOSINAS. LAS PROVINCIAS VOLCÁNICA, CHIMALTECA, CUCHUMATÁN, MERENDÓN Y QUECCHIANA, NO SE PUEDEN COMPARAR CON EL TIPO DE ESPECIES QUE PROPONE ENCONTRAR STUART (1942), YA QUE LOS REGISTROS EN ESTAS PROVINCIAS SON ESCASOS (MENOS DEL 5% DE LOS REGISTROS) Y POCO INFORMATIVOS. EN LA PROVINCIA ESCUINTLECA LA MAYORÍA DE LAS ESPECIES DE EUGLOSINAS ESTÁN PRESENTES EN ESA REGIÓN, PROBABLEMENTE DEBIDO A LA ALTA PRECIPITACIÓN DE LA REGIÓN. SIN EMBARGO LA MAYORÍA DE LAS ESPECIES PRESENTES EN ESTA REGIÓN TAMBIÉN ESTÁN PRESENTES EN LAS TIERRAS BAJAS DE LA PROVINCIA PETENERA. LA PROVINCIA ZACAPANECA SI MUESTRA UN ENSAMBLE DE ESPECIES BASTANTE PARTICULAR Y CONSTANTE (*Eug. viridissima*, *Eug. imperialis*, *Eul. cingulata*) QUE PARECEN SER LAS ESPECIES CAPACES DE CONVIVIR CON LAS CARACTERÍSTICAS DE ESTE TIPO DE AMBIENTE. LA PROVINCIA DE LA SIERRA ES LA PROVINCIA CON MAYOR NÚMERO DE ESPECIES RARAS, QUE AUNQUE NO ES DESCRITA COMO ZONA ENDÉMICA POR STUART (1949) SERÍA LA PROVINCIA QUE PODRÍA ALBERGAR EL MAYOR NÚMERO DE ESPECIES ENDÉMICAS DE ABEJAS EUGLOSINAS.

STUART (1949) PROPONE A LAS PROVINCIAS VOLCÁNICA, CHIMALTECA, QUECCHIANA Y MERENDÓN COMO PROVINCIAS DE ALTO ENDEMISMO PARA SALAMANDRAS, COLOCANDO A LA PROVINCIA DE MERENDÓN COMO LA MÁS IMPORTANTE Y COMO NÚCLEO IMPORTANTE DE EVOLUCIÓN. SIN EMBARGO NO ES POSIBLE DETERMINAR LA PRESENCIA O AUSENCIA DE ENDEMISMOS CON LAS EUGLOSINAS, YA QUE ES NECESARIO COLECTAR MÁS ABEJAS EN LOS

SITIOS DONDE AÚN NO SE HA COLECTADO PARA PODER DETERMINARLOS. ÚNICAMENTE SE REITERA QUE ES PROBABLE QUE LA PROVINCIA DE LA SIERRA ALBERGUE EL MAYOR NÚMERO DE ENDEMISMOS EN EUGLOSINAS BASÁNDONOS EN SU GRADO DE CONSERVACIÓN Y LA PRESENCIA DE ESPECIES RARAS.

10. CONCLUSIONES

- 10.1. SE REVISARON Y ANALIZARON 789 ESPECÍMENES DE COLECCIONES ENTOMOLÓGICAS, EN DONDE SE ENCONTRARON 27 ESPECIES DE EUGLOSINAS, 2 *Exaerete*, 3 *Eulaema*, 6 *Eufriesea* Y 16 *Euglossa*, REPORTÁNDOSE POR PRIMERA VEZ PARA GUATEMALA 7 ESPECIES.
- 10.2. EN LOS DATOS DE COLECTA DE LOS ESPECÍMENES REVISADOS DESTACA: LA PREFERENCIA DE ESENCIA DE COLECTA DONDE PREDOMINA EL CINEOL, Y LA PREFERENCIA DE BOSQUE Y GUAMIL EN LOS SITIOS DE COLECTA.
- 10.3. SE OBSERVA UN VACÍO DE INFORMACIÓN EN LAS REGIONES QUECCHIANA, VOLCÁNICA Y CUCHUMATÁN.
- 10.4. LOS MAPAS CON LOS MODELOS PREDICTIVOS DE DISTRIBUCIÓN FUERON EN SU TOTALIDAD CALIFICADOS COMO MODELOS DE ALTA PRECISIÓN, POR LO QUE PUEDEN UTILIZARSE PARA INFERENCIAS ECOLÓGICAS Y CONSERVACIONISTAS CONFIABLES.
- 10.5. LAS EUGLOSINAS PARECEN PREFERIR CLIMAS CÁLIDOS Y HÚMEDOS CON INVIERNOS DE MUY LLUVIOSOS A MODERADAMENTE SECOS.
- 10.6. LAS VARIABLES DE TEMPERATURA, PRECIPITACIÓN Y ALTITUD RESULTAN LAS MÁS INFORMATIVAS PARA LA ELABORACIÓN DE LOS MODELOS PREDICTIVOS DE DISTRIBUCIÓN EN LAS EUGLOSINAS.
- 10.7. *Eufriesea* PARECE SER EL GRUPO QUE MÁS DEPENDE DE LA VARIACIÓN EN LA PRECIPITACIÓN, ES DECIR SE ENCUENTRA PREDICHA PARA LAS ÁREAS CON TEMPORADAS SECAS BIEN MARCADAS.
- 10.8. EL GÉNERO *Euglossa* SE ENCUENTRA DIVIDIDO ENTRE LAS ESPECIES GENERALISTAS DISTRIBUIDAS EN CASI TODO EL PAÍS Y LAS ESPECIES ESPECIALISTAS RESTRINGIDAS EN

ALGUNOS CASOS A ÁREAS PROTEGIDAS O A SITIOS DE MODERADO GRADO DE CONSERVACIÓN.

- 10.9. *Eul. cingulata* ES UNA ESPECIE INDICADORA DE PERTURBACIÓN, *Eul. polycroma* PREFIERE LAS TIERRAS DE CHIQUIMULA Y SANTA ROSA, MIENTRAS QUE *Eul. meriana* PREFIERE LAS TIERRAS CALIENTES Y HÚMEDAS DE IZABAL.
- 10.10. LA DISTRIBUCIÓN DE *Exaerete* ESTÁ PREDICHA PARA LA REGIÓN HÚMEDA DEL NORTE Y EL PACÍFICO DEL PAÍS.
- 10.11. LA DISTRIBUCIÓN DE LAS EUGLOSINAS NO COINCIDEN TOTALMENTE CON LAS ZONAS BIOGEOGRÁFICAS DE GUATEMALA SEGÚN STUART, NI ES POSIBLE DETECTAR LOS SITIOS DE ENDEMISMOS DE EUGLOSINAS DEBIDO A LOS POCOS DATOS ENCONTRADOS EN LAS COLECCIONES.

11. RECOMENDACIONES

- 11.1. REVISAR LA DETERMINACIÓN TAXONÓMICA DE LAS EUGLOSINAS POR UNA PERSONA CON MAYOR EXPERIENCIA EN EL GRUPO.
- 11.2. VALIDAR LOS MAPAS PREDICTIVOS PROPUESTOS POR MEDIO DEL INCREMENTO EN LAS COLECTAS EN LOS SITIOS CON VACÍOS DE INFORMACIÓN COMO EL ÁREA DEL ALTIPLANO DEL PAÍS Y TONONICAPÁN, SAN MARCOS Y JALAPA, ASÍ COMO TAMBIÉN EN LAS REGIONES PROPUESTAS COMO SITIOS DE ALTA DIVERSIDAD DE EUGLOSINAS.
- 11.3. INCREMENTAR LAS COLECTAS EN LOS SITIOS DE ALTO POTENCIAL DE PRESENCIA DE EUGLOSINAS PARA COMPLETAR EL REPORTE DE ESPECIES PARA GUATEMALA.
- 11.4. HACER LLEGAR LOS RESULTADOS DE ESTE TRABAJO HACIA LOS ADMINISTRADORES DE LAS RESERVAS ECOLÓGICAS, PRINCIPALMENTE EN SIERRA DE LAS MINAS Y CERRO SAN

GIL, PARA QUE SEA TOMADA COMO UNA HERRAMIENTA CIENTÍFICA PARA SUSTENTAR LA VALIOSA CONSERVACIÓN EN ESAS ÁREAS.

12. REFERENCIAS

- ACKERMAN JD. 1989. GEOGRAPHIC AND SEASONAL VARIATION IN FRAGRANCE CHOICES AND PREFERENCES OF MALE EUGLOSSINE BEES. BIOTROPICA (US) 21(4): 340-347.
- APEZTEGUIA A. 2006. ELABORACIÓN DE MODELOS DE DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA PARA PRIORIZAR ÁREAS DE INVESTIGACIÓN EN LA AMAZONIA DEL ECUADOR. TESIS DE LICENCIATURA. PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR. ESCUELA DE CIENCIAS BIOLÓGICAS. 188P.
- ARRIAGA ER Y HERNÁNDEZ EM. 1998. RESOURCES FORAGED BY *Euglossa atrovirens* (APIDAE: EUGLOSSINI) AT UNIÓN JUÁREZ, CHIAPAS, MEXICO. A PALYNOLOGICAL STUDY OF LARVAL FEEDING. MÉXICO. *Apidologie* 29: 347-359.
- BEMBÉ B. 2004. FUNCTIONAL MORPHOLOGY IN MALE EUGLOSSINE BEES AND THEIR ABILITY TO SPRAY FRAGRANCES (HYMENOPTERA, APIDAE, EUGLOSSINI). ALEMANIA. APIDOLOGIE VOL.35: 283-291.
- BRITO CM Y RÊGO MMC. 2001. COMMUNITY OF MALE EUGLOSSINI BEES (HYMENOPTERA: APIDAE) IN A SECONDARY FOREST, ALCÂNTARA, MA, BRAZIL. BRASIL. BRAZ. J. BIOL., VOL.61(4): 631-638.
- CAMARGO JMF. 1996. MELIPONINI NEOTROPICAIS (APINAE, APIDAE, HYMENOPTERA): BIOGEOGRÁFICA HISTÓRICA. EN: GAROFALO CA, ET AL. (EDS.). UNIV. DE SÃO PAULO, RIBEIRÃO PRETO, BRASIL, ANAIS DO II ENCONTRO SOBRE ABELHAS. 107-121.
- CAMARGO JMF Y PEDRO SRM. 2003. MELIPONINI NEOTROPICAIS: O GÊNERO PARTAMONA SCHWARZ, 1939 (HYMENOPTERA, APIDAE). BRAZIL. REVTA. BRAS. ENTOMOL. SUPPL. VOL.47: 1-117.
- CAMERON SA Y RAMÍREZ S. 2001. NEST ARCHITECTURE AND NESTING ECOLOGY OF THE ORCHID BEE *Eulaema meriana* (HYMENOPTERA: APINAE: EUGLOSSINI) USA. J. OF THE KANSAS ENTO. SOCIETY VOL.74(3): 142-165.
- CAMERON S. 2004. PHYLOGENY AND BIOLOGY OF NEOTROPICAL ORCHID BEES (EUGLOSSINI). USA. ANN. REV. OF ENTOMOLOGY VOL.49: 377-404.
- CAMPBELL JA Y VANNINI JP. 1989. DISTRIBUTION OF AMPHIBIANS AND REPTILES OF GUATEMALA AND BELIZE. GUATEMALA. PROC. WESTERN FOUND. VERT. ZOO. 4:1-21.

- CONAP. 2008. GUATEMALA Y SU BIODIVERSIDAD: UN ENFOQUE HISTÓRICO, CULTURAL, BIOLÓGICO Y ECONÓMICO. CONSEJO NACIONAL DE ÁREAS PROTEGIDAS, OFICINA TÉCNICA DE BIODIVERSIDAD. GUATEMALA. 650P.
- DRESSLER RL 1979. *Eulaema bombiformis*, *E. Meriana* AND MULLERIAN MIMICRY IN RELATED SPECIES (HYMENOPTERA: APIDEA). BIOTROPICA, VOL 11(2): 144-151.
- DRESSLER RL 1982. BIOLOGY OF THE ORCHID BEES (EUGLOSSINI). ANNUAL REVIEW OF ECOLOGY AND SYSTEMATICS. VOL. 13: 373-394.
- EARDLEY C, ET AL. 2006. POLLINATORS AND POLLINATION: A RESOURCE BOOK FOR POLICY AND PRACTICE. AFRICAN POLLINATOR INITIATIVE. PRETONIA, SOUTH AFRICA. 92P.
- ELTZ T. 1999. FRAGRANCE COLLECTION, STORAGE, AND ACCUMULATION BY INDIVIDUAL MALE ORCHID BEES. USA. J. OF CHEM. ECOLOGY 25(1): 157-176.
- ENRÍQUEZ E, YURRITA CL, AYALA R, MONROY C, MARROQUÍN A. 2003. LISTADO PRELIMINAR DE LAS ABEJAS SIN AGUIJÓN DE GUATEMALA. EN: VANDAME R, *et al.* (ED). III SEMINARIO MESOAMERICANO SOBRE ABEJAS SIN AGUIJÓN. TAPACHULA, MÉXICO. P. 142.
- ENRÍQUEZ E, YURRITA CL, ALDANA C, OCHEITA J, JÁUREGUI R, CHAU P. 2004. DESARROLLO DE LA CRIANZA DE ABEJAS SIN AGUIJÓN -MELIPONICULTURA- PARA EL APROVECHAMIENTO Y COMERCIALIZACIÓN DE SUS PRODUCTOS, COMO UNA ALTERNATIVA ECONÓMICA SUSTENTABLE EN EL ÁREA DE EL TRIFINIO, CHIQUIMULA. INFORME TÉCNICO. PROYECTO AGROCYT 037-2002. 178P.
- ENRÍQUEZ E, YURRITA CL, VÁSQUEZ M, DARDÓN MJ, ARMAS G. 2008. DIVERSIDAD DE POTENCIALES POLINIZADORES DEL GRUPO DE LOS INSECTOS EN EL PARQUE NACIONAL LAGUNA LACHÚA Y SU ZONA DE INFLUENCIA A LO LARGO DE UN AÑO. INFORME TÉCNICO, FODECYT.
- ENRÍQUEZ E, YURRITA CL, AYALA R, MARROQUÍN A. 2006. DIVERSIDAD DE ABEJAS SILVESTRES DE GUATEMALA.
- GUISAN A Y ZIMMERMANN NE. 2000. PREDICTIVE HABITAT DISTRIBUTION MODELS IN ECOLOGY. ECOLOGICAL MODELLING 135: 147-186.
- INSIVUMEH. 2009. ZONAS CLIMÁTICAS DE GUATEMALA. PÁGINA WEB: [HTTP://WWW.INSIVUMEH.GOB.GT/METEOROLOGIA/ZONAS%20CLIMATICAS.HTM](http://www.insivumeh.gob.gt/meteorologia/zonas%20climaticas.htm)
- JANZEN DH. 1981. REDUCTION IN EUGLOSSINE BEE SPECIES RICHNESS ON ISLA DEL CAÑO, A COSTA RICAN OFFSHORE ISLAND. COSTA RICA. BIOTROPICA VOL. 13(3): 238-240.

- JANZEN DH, DE VRIES PG, HIGGINS ML, KIMSEY LS. 1982. SEASONAL AND SITE VARIATION IN COSTA RICAN EUGLOSSINE BEES AT CHEMICAL BAITS IN LOWLAND DECIDUOUS AND EVERGREEN FORESTS. *ECOLOGY*, 63: 66-74.
- KEARNS CA, INOUE DW, WASER NM. 1998. ENDANGERED MUTUALISMS: THE CONSERVATION OF PLANT-POLLINATOR INTERACTIONS. *ANNU. REV. ECOL. SYST.* 29: 83-112.
- KIMSEY LS. 1982. THE BEHAVIOUR OF MALE ORCHID BEES (APIDAE, HYMENOPTERA, INSECTA) AND THE QUESTION OF LEKS. *USA. ANIM. BEHAV.* 28: 996-1004.
- KIMSEY LS. 1992. BIOGEOGRAPHY OF THE PANAMANIAN REGION, FROM AN INSECT PERSPECTIVE. EN: QUINTERO D. Y AIELLO A. (EDS.). *INSECTS OF MESOAMERICA AND PANAMA: SELECTED STUDIES*. OXFORD. U.K. OXFORD UNIV. PRESS, SCIENCE PUBLICATIONS P. 14-24.
- LOBO JM. 2000. ¿ES POSIBLE PREDECIR LA DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA DE LAS ESPECIES BASÁNDONOS EN VARIABLES AMBIENTALES? PROYECTO IBEROAMERICANO DE BIOGEOGRAFÍA Y ENTOMOLOGÍA SISTEMÁTICA. INSTITUTO HUMBOLT, COLOMBIA. 14P.
- LOBO JM, LUMARET JP, JAY-ROBERT P. 2002. MODELLING THE SPECIES RICHNESS DISTRIBUTION OF FRENCH DUNG BEETLES (COLEOPTERA, SCARABAEIDAE) AND DELIMITING THE PREDICTIVE CAPACITY OF DIFFERENT GROUPS OF EXPLANATORY VARIABLES. *GLOBAL ECOLOGY & BIOGEOGRAPHY* 11:265-277.
- LOBO JM Y HORTAL J. 2003. MODELOS PREDICTIVOS: UN ATAJO PARA DESCRIBIR LA DISTRIBUCIÓN DE LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA. *Ecosistemas* 2003/1: 8P.
(URL: [HTTP://WWW.AEET.ORG/ECOSISTEMAS/031/INVESTIGACION3.HTM](http://www.aeet.org/ecosistemas/031/INVESTIGACION3.HTM))
- LÓPEZ DE ULLIBARRI GI Y FERNÁNDEZ PS. 1998. CURVAS ROC. CADENA ATENCIÓN PRIMARIA 5(4):229-235.
- LUNAU K. 1992. EVOLUTIONARY ASPECTS OF PERFUME COLLECTION IN MALE EUGLOSSINE BEES (HYMENOPTERA) AND OF NEST DECEPTION IN BEE-POLLINATED FLOWERS. *USA. CHEMOECOLOGY VOL.3*: 65-73.
- MICHENER CD. 2000. THE BEES OF THE WORLD. MARYLAND, USA. JOHNS HOPKINS PRESS, 913P.
- NEMÉSIO A, SILVEIRA F. 2004. NOTAS BIOGEOGRÁFICAS SOBRE ESPÉCIES RARAS DE EUGLOSSINA (HYMENOPTERA: APIDAE: APINI) QUE OCORREM NA MATA ATLÂNTICA BRASILEIRA, BELO HORIZONTE, BRASIL. *NEOTROP. ENTOMOL. VOL.33*(1).

- NEMÉSIO A, SILVEIRA F. 2006. EDGE EFFECTS ON THE ORCHID-BEE FAUNA (HYMENOPTERA: APIDAE) AT A LARGE REMNANT OF ATLANTIC RAIN FOREST IN SOUTHEASTERN BRAZIL. NEOTROPICAL ENTOMOLOGY VOL. 35(3): 313-323P.
- NICHOLLS AO. 1989. HOW TO MAKE BIOLOGICAL SURVEYS GO FURTHER WITH GENERALISED LINEAR MODELS. USA. *Biological Conservation* 50: 51-75.
- POWELL AH, POWELL GVN. 1987. POPULATION DYNAMICS OF MALE EUGLOSSINE BEES IN AMAZONIAN FOREST FRAGMENTS. BIOTROPICA VOL.19:176 –179.
- PHILLIPS SJ, ANDERSON RP, SCHAPIRE RE. 2004. A MAXIMUM ENTROPY APPROACH TO SPECIES DISTRIBUTION MODELING. EN: PROCEEDINGS OF THE TWENTY-FIRST INTERNATIONAL CONFERENCE ON MACHINE LEARNING. ACM PRESS, NEW YORK, 472-486P.
- PHILLIPS SJ, ET AL. 2005. MAXENT SOFTWARE FOR SPECIES DISTRIBUTION MODELING. [HTTP://WWW.CS.PRINCETON.EDU/ SCHAPIRE/MAXENT/](http://www.cs.princeton.edu/~schapire/maxent/).
- PHILLIPS SJ, DUDÍK M. 2008. MODELING OF SPECIES DISTRIBUTIONS WITH MAXENT: NEW EXTENSIONS AND A COMPREHENSIVE EVALUATION. ECOGRAPHY 31: 161-175.
- RAMÍREZ S, DRESSLER RL, OSPINA M. 2002. ABEJAS EUGLOSINAS (HYMENOPTERA: APIDAE) DE LA REGIÓN NEOTROPICAL: LISTADO DE ESPECIES CON NOTAS SOBRE SU BIOLOGÍA. COLOMBIA. BIOTA COLOMBIANA, VOL. 3(1):7–118.
- RODRÍGUEZ G. 2008. PATRONES TEMPORALES DE LA DIVERSIDAD Y ABUNDANCIA DE ABEJAS NATIVAS (HYMENOTERA: APOIDEA) EN LA REGIÓN SEMIÁRIDA DEL VALLE DEL MOTAGUA. USAC. GUATEMALA. TESIS DE BIOLOGÍA. 60P.
- ROUBIK WD. 1992. ECOLOGY AND NATURAL HISTORY OF TROPICAL BEES. CAMBRIDGE TROPICAL BIOLOGY SERIES. UNIDES STATES CAMBRIDGE. UNIVERSITY PRESS. 514P.
- ROUBIK DW, HANSON, PE. 2004. ABEJAS DE ORQUÍDEAS DE LA AMÉRICA TROPICAL: BIOLOGÍA Y GUÍA DE CAMPO. FACIO T, TRAD. SANTO DOMINGO DE HEREDIA, COSTA RICA. INSTITUTO NACIONAL DE BIODIVERSIDAD, INBIO, 370P.
- SCHUSTER JC, CANO EV, CARDONA C. 2000. UN MÉTODO SENCILLO PARA PRIORIZAR LA CONSERVACIÓN DE LOS BOSQUES NUBOSOS DE GUATEMALA, USANDO PASSALIDAE (COLEÓPTERA) COMO ORGANISMOS INDICADORES. ACTA ZOOLOGICA MEXICANA (N.S.) 80: 197-209.

- SCHUSTER JC, CANO, E. 2005. LA DISTRIBUCIÓN MESOAMERICANA DE MONTAÑA: SÍNTESIS DE PASSALIDAE PARA MESOAMÉRICA NUCLEAR. MÉXICO. LAS PRENSAS DE CIENCIAS, FACULTAD DE CIENCIAS, UNAM: 257-268.
- SILVA, FS Y REBELO, JMM. 1999. EUGLOSSINE BEES (HYMENOPTERA, APIDAE) OF BURITICUPU, AMAZONIA OF MARANHÃO, BRAZIL. ACTA AMAZÔNICA, 29(4): 472-486.
- SILVA FS Y REBÊLO JMM. 2002. POPULATION DYNAMICS OF EUGLOSSINAE BEES (HYMENOPTERA, APIDAE) IN AN EARLY SECOND-GROWTH FOREST OF CAJUAL ISLAND, IN THE STATE OF MARANHÃO, BRAZIL. SÃO LUÍS, BRAZIL. BRAZ. J. BIOL VOL.62(1): 15-23.
- SKOV C, WILLEY J. 2005. ESTABLISHMENT OF THE NEOTROPICAL ORCHID BEE (HYMENOPTERA: APIDAE) *Euglossa viridissima* IN FLORIDA. FLORIDA ENTOMOLOGIST 88(2). 225-227.
- STUART LC. 1942. UNA DESCRIPCIÓN PRELIMINAR DE LAS PROVINCIAS BIÓTICAS DE GUATEMALA, FUNDADA SOBRE LA DISTRIBUCIÓN DEL GÉNERO SALAMANDRINO. ANALES DE LA SOCIEDAD DE GEOGRAFÍA E HISTORIA DE GUATEMALA. VOL.18(1): 29-38.
- SWETS JA. 1988. MEASURING THE ACCURACY OF DIAGNOSTIC SYSTEMS. SCIENCE 240 (4857): 1285–1293.
- TONHASCA JR, BLACKMER JL, Y ALBUQUERQUE GS. 2000. EUGLOSSINE BEES AS INDICATORS OF THE CONSERVATION STATUS OF ATLANTIC FOREST FRAGMENTS IN RIO DE JANEIRO STATE, BRAZIL. BRASIL. COSERVATION ECOLOGY COMMENT.
- WHITTEN WM, YOUNG AM Y STERN DL. 1993. NONFLORAL SOURCES OF CHEMICALS THAT ATTRACT MALE EUGLOSSINE BEES (APIDAE: EUGLOSSINI). JOURNAL OF CHEMICAL ECOLOGY. VOL. 19 (12): 3017-3027.
- WILLIAMS NH. 1982. THE BIOLOGY OF ORCHIDS AND EUGLOSSINE BEES. EN ARDITTI J. ORCHID BIOLOGY: REVIEWS AND PERSPECTIVES, II. NY, USA. CORNELL UNIVERSITY PRESS. 119-171P.
- YURRITA CL Y ENRÍQUEZ E. 2004. STINGLESS BEE DIVERSITY IN GUATEMALA. BRAZIL. PROCEEDINGS OF THE IBRA CONFERENCE P. 194. SÃO PAULO, BRASIL.
- YURRITA CL. 2008. O GÊNERO *Melipona* ILLIGER, 1806 EM MINAS GERAIS: IDENTIFICAÇÃO, DISTRIBUIÇÃO E ESTADO ATUAL DE CONSERVAÇÃO. TESIS DE MAESTRÍA. UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS, INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS. BELO HORIZONTE, BRAZIL. 116P.

ZUNINO M, ZULLINI A. 2003. BIOGEOGRAFÍA: LA DIMENSIÓN ESPACIAL DE LA EVOLUCIÓN.
PIMENTEL M. TRAD. MÉXICO. FONDO DE CULTURA ECONÓMICA. 359P.

Comunicaciones Personales

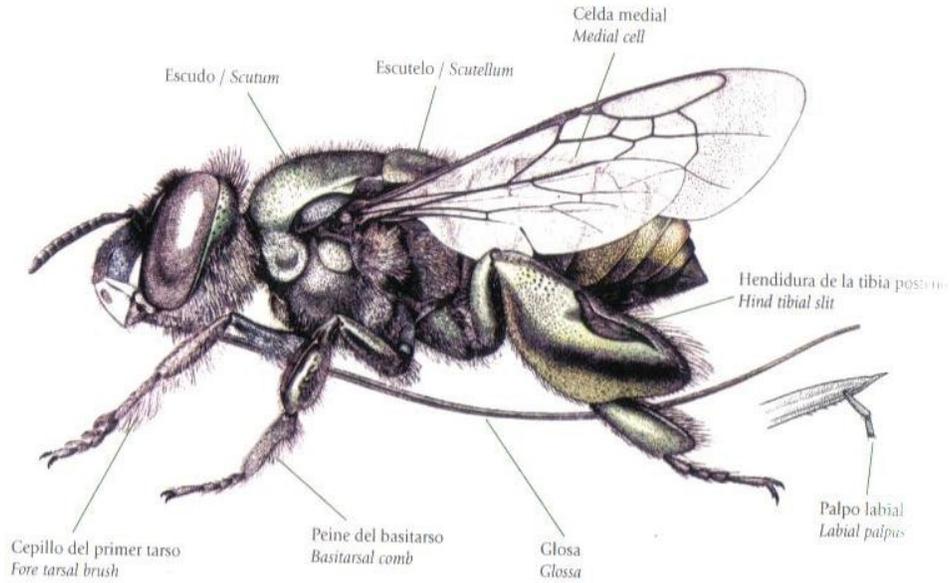
AYALA R. 2005. ESTACIÓN DE BIOLOGÍA CHAMELA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE MÉXICO,
JALISCO, MÉXICO.

DIX M. DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA. UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA. 2006.

13. ANEXOS

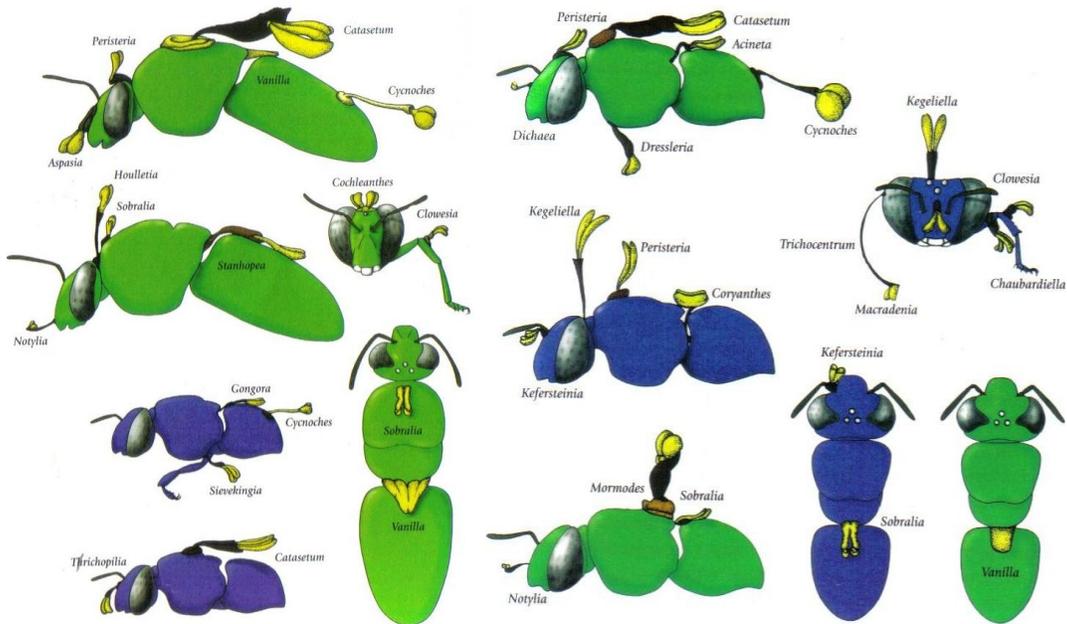
ANEXO 1

PATAS MEDIAS Y POSTERIORES DE EUGLOSSINI (ROUBIK, 2004)



ANEXO 2

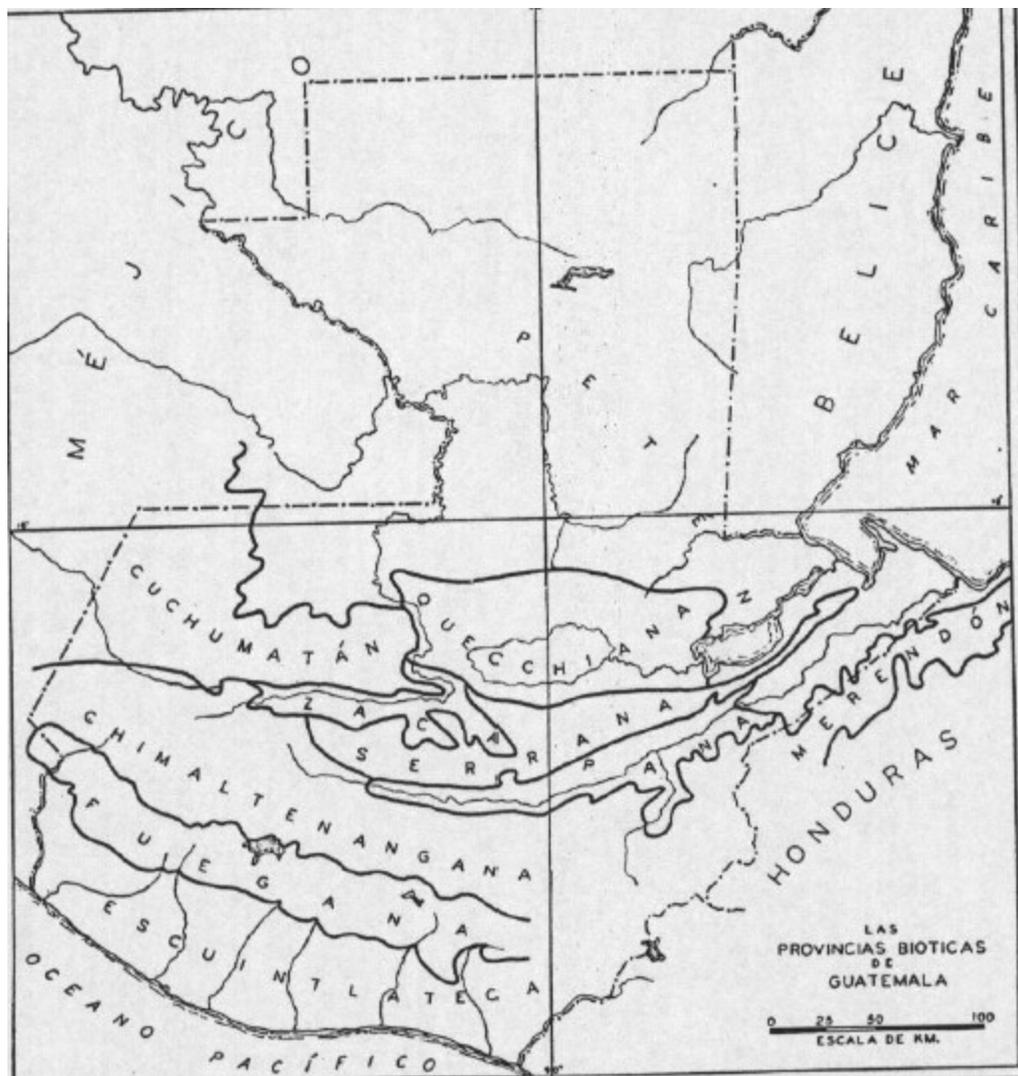
DIFERENTES POSICIONES DE LAS POLÍNEAS SEGÚN EL GÉNERO DE ORQUÍDEA (ROUBIK, 2004).



ANEXO 3

PROVINCIAS BIÓTICAS DE GUATEMALA (STUART 1942)

1. *Provincia Escuintleca (Tierras bajas del Pacífico)*: INCLUYE LA COSTA DEL PACÍFICO, LA BOCACOSTA Y LOS VOLCANES HASTA LOS 600 MSNM.
2. *Provincia Petenera (Tierras bajas del Caribe)*: ESTA PROVINCIA ESTÁ DADA PARA LAS TIERRAS BAJAS DE PETÉN E IZABAL HASTA LOS 600MSNM.
3. *Provincia Volcánica (Volcanes y bocacosta del Pacífico)*: ESTA PROVINCIA DESCIEDE HASTA LA PROVINCIA ESCUINTLECA Y HACIA EL NORTE SON TODAS LAS TIERRAS ALTAS DEL CINTURÓN VOLCÁNICO DEL PAÍS.
4. *Provincia Chimalteca (La Meseta)*: HACIA EL SUR ESTÁ LIMITADA POR LOS VOLCANES Y AL ESTE LOS LÍMITES ESTÁN REGIDOS POR LOS RÍOS DEL CARIBE. SE EXTIENDE DESDE LA PARED MERIDIONAL DE LA SIERRA DE LOS CUCHUMATANES HASTA HONDURAS. ESTA PROVINCIA SE CARACTERIZA POR DEPÓSITOS ÍGNEOS Y CONTENER CORDILLERAS DE ORIGEN NO VOLCÁNICO. ADEMÁS PUEDEN CONTENER ESPECIES ENDÉMICAS.
5. *Provincia Cuchumatán (Sierra de los Cuchumatanes)*: EN EL NORESTE SE UNE A LA PLANICIE DE CHIAPAS Y A LA QUECCHIANA, AL SUR A LA CHIMALTECA.
6. *Provincia de la Sierra (Cordillera de Chuacús-Minas-Mico)*: SE EXTIENDE SOBRE EL NIVEL DEL MAR HASTA LOS 3000MSNM Y ABARCA CLIMAS DIVERSOS, DESDE BOSQUES HÚMEDOS TROPICALES HASTA EL MONTE ESPINOSO. SE ESTIMA QUE EXISTE MUCHA DIVERSIDAD EN ESTA PROVINCIA.
7. *Provincia Merendón (Sierra del Merendón)*: ESTE LUGAR SE DEFINE COMO NÚCLEO IMPORTANTE DE EVOLUCIÓN. ESTÁ COMPRENDIDA LUEGO DE LA CHIMALTECA HASTA HONDURAS BAJO LA PROVINCIA ZACAPANECA.
8. *Provincia Zacapaneca (Tierras secas centrales)*: ESTA PROVINCIA ESTÁ DEFINIDA POR EL “DESIERTO” QUE RODEA AL VALLE DEL MOTAGUA Y LAS CUENCAS INTERIORES DESDE SALAMÁ HASTA SACAPULAS.
9. *Provincia Quecchiana*: ESTA ES UN ÁREA ELEVADA QUE REPRESENTA UNA EXTENSIÓN ORIENTAL DE LA PROVINCIA CUCHUMUTÁN, PERO ESTÁ SEPARADA DE ELLA POR EL CAÑÓN DEL RÍO NEGRO.



ANEXO 4

VARIABLES BIOCLIMÁTICAS UTILIZADAS PARA LOS MODELAJES PREDICTIVOS DE EUGLOSINAS

BIO1 = TEMPERATURA ANUAL

BIO2 = MEDIA DE LA DIFERENCIA DE TEMPERATURA EN RELACIÓN AL DÍA Y LA
NOCHE

(TEMPERATURA MÁXIMA – TEMPERATURA MÍNIMA)

BIO3 = ISOTERMA (P2/P7) (* 100)

BIO4 = TEMPERATURA ESTACIONAL (DESVIACIÓN ESTÁNDAR *100)

BIO5 = TEMPERATURA MÁXIMA DEL MES MÁS CÁLIDO

BIO6 = TEMPERATURA MÍNIMA DEL MES MÁS FRÍO

BIO7 = RANGO DE TEMPERATURA ANUAL (P5-P6)

BIO8 = MEDIA DEL CUARTO DE LOS MESES MÁS HÚMEDOS

BIO9 = MEDIA DE LOS MESES MÁS SECOS

BIO10 = MEDIA DE LOS MESES MÁS CALIENTES

BIO11 = MEDIA DE LOS MESES MÁS FRÍOS

BIO12 = PRECIPITACIÓN ANUAL

BIO13 = PRECIPITACIÓN DEL MES MÁS HÚMEDO

BIO14 = PRECIPITACIÓN DEL MES MÁS SECO

BIO15 = PRECIPITACIÓN ESTACIONAL (COEFICIENTE DE VARIACIÓN)

BIO16 = PRECIPITACIÓN DE LOS MESES MÁS HÚMEDOS

BIO17 = PRECIPITACIÓN DE LOS MESES MÁS SECOS

BIO18 = PRECIPITACIÓN DE LOS MESES MÁS CALIENTES

BIO19 = PRECIPITACIÓN DE LOS MESES MÁS FRÍOS

ANEXO 5

RESUMEN DE RESULTADOS DE LA PRUEBA ROC A LOS MODELOS OBTENIDOS

GÉNERO	ESPECIE	AUC
EUGLOSSINI		0.979
<i>Eufriesea</i>		0.892
	<i>Euf. macroglossa</i>	0.998
	<i>Euf. rugosa</i>	0.986
	<i>Euf. venusa</i>	0.993
<i>Euglossa</i>		0.977
<i>Euglossa</i>	<i>Eug. atrovanta</i>	0.992
	<i>Eug. bursigera</i>	0.989
	<i>Eug. crininota</i>	0.990
	<i>Eug. cybelia</i>	0.969
	<i>Eug. hansonii</i>	0.962
	<i>Eug. ignita</i>	0.978
	<i>Eug. imperialis</i>	0.981
	<i>Eug. mixta</i>	0.995
	<i>Eug. obtusa</i>	0.994
	<i>Eug. townsendi</i>	0.987
	<i>Eug. variabilis</i>	0.971
	<i>Eug. villosa</i>	0.940
	<i>Eug. viridissima</i>	0.971
<i>Eulaema</i>		0.961
	<i>Eul. cingulata</i>	0.967
	<i>Eul. meriana</i>	0.936
	<i>Eul. polycroma</i>	0.954
<i>Exaerete</i>		0.968
	<i>Ex. frontalis</i>	0.964
	<i>Ex. smaragdina</i>	0.968

FUENTE: DATOS EXPERIMENTALES

ANEXO 6
RESUMEN DE RESULTADOS DE VARIABLES VS. ESPECIES DE EUGLOSINAS*

*LAS VARIABLES EXCLUIDAS EN ESTA TABLA NO FUERON REPRESENTATIVAS EN LOS RESULTADOS)

** LA VARIABLE EN NEGRILLA MUESTRA LA VARIABLE MÁS EXPLICATIVA AL ANALIZAR TODAS LAS VARIABLES Y LA VARIABLE EN CURSIVA MUESTRA LA VARIABLE CON MAYOR INFORMACIÓN AL ANALIZARSE SOLA.

ESPECIE	Altitud	BIO 3	BIO 3	BIO 4	BIO 6	BIO 7	BIO1 2	BIO1 3	BIO1 4	BIO1 5	BIO1 7	BIO1 8	BIO1 9
<i>Euf. macroglossa</i>		13.3					13.1		57.8				
<i>Euf. rugosa</i>						19			13.6	14.2		53.2	
<i>Euf. venusa</i>									100				
<i>Eug. atrovента</i>				64.3		28.8							
<i>Eug. bursigera</i>						50.8				28	10.8	3.5	
<i>Eug. crininota</i>	7.4					21.4			49.1				
<i>Eug. cybelia</i>						56.8			16.2	21.2			
<i>Eug. hansonii</i>						17.8			70	11.2			
<i>Eug. ignita</i>					10.7		9.1		58.8				
<i>Eug. imperialis</i>	5.6					30.6			42.3				
<i>Eug. mixta</i>	3.3					21			65.5				
<i>Eug. obtusa</i>	13.7					16.2			49.8				
<i>Eug. townsendi</i>	8.3				10.5	16.3			51.2				
<i>Eug. variabilis</i>					11	45.9			22.1				
<i>Eug. villosa</i>						84.6							14.5
<i>Eug. viridissima</i>	14.6					43.7						10.5	
<i>Eu. cingulata</i>	7					41.9							17.8
<i>Eu. meriana</i>						77.9	22.1						
<i>Eu. polycroma</i>	7.9			21.7		35.2			14.7				
<i>Ex. frontalis</i>					27.3	19.2	37.1						
<i>Ex. smaragdina</i>	29.6					40.9							
GÉNERO													

<i>Euglossa</i>	10					43.4						7.8	
<i>Eufriesea</i>			10.8	41.3		36.4		11.2					
<i>Eulaema</i>	9.6					50.6		10.3					
<i>Exaerete</i>	23.3					37.8							
TRIBU													
<i>Euglossini</i>	4.9			19.1		34.2							

FUENTE: DATOS EXPERIMENTALES