

**DISTRIBUCIÓN Y ABUNDANCIA DE LA REINITA DE BOSQUE ENANO
(*Dendroica angelae*) EN EL BOSQUE DE MARICAO Y EN ÁREAS ADYACENTES**

POR

GUSTAVO MIGUEL GONZÁLEZ

TESIS SOMETIDA EN CUMPLIMIENTO FINAL
DE LOS REQUISITOS PARA EL GRADO DE

MAESTRO EN CIENCIAS
EN
BIOLOGÍA

UNIVERSIDAD DE PUERTO RICO
RECINTO UNIVERSITARIO DE MAYAGÜEZ
2008

APROBADO POR:

JAIME ACOSTA, PHD
MIEMBRO, COMITÉ GRADUADO

FECHA

ALLEN LEWIS, PHD
MIEMBRO, COMITÉ GRADUADO

FECHA

CARLOS DELANNOY, PHD
PRESIDENTE, COMITÉ GRADUADO

FECHA

ADRIANNE TOSSAS, PHD
REPRESENTANTE DE ESCUELA GRADUADA

FECHA

LUCY WILLIAMS, PHD
DIRECTORA DE DEPARTAMENTO

FECHA

ABSTRACT

The Elfin-woods Warbler (*Dendroica angelae*) (EWWA hereafter) is a threatened endemic species of Puerto Rico with a current limited distribution to the Caribbean National Forest, and Maricao Forest. The objectives of this study were to determine the distribution and the spatial pattern of the EWWA in Maricao Forest and adjacent areas, determine if there were any seasonal changes in its distribution, identify the habitats used by this bird, and determine the abundance of the EWWA in habitats of Maricao Forest and adjacent areas. Sampling units selected were point-count stations (361 points) spaced 200 m apart along habitats within the Maricao Forests and adjacent areas. I used a playback of EWWA song at all stations during five minutes in order to determine species presence and abundance. Surveys and counts were conducted monthly from January 2005 through December 2006. The distribution of the EWWA's population in western PR is restricted to the Maricao Forest and habitats close to its perimeter. EWWA was not recorded in Susúa Forest. The aggregated pattern was the dominant spatial pattern in the distribution. There were no seasonal changes in the EWWA distribution. EWWA was not recorded in the Un-shaded Coffee Plantations. EWWA abundance was highest in *Podocarpus* Forest (1.41 individuals per point-count station) and lowest in Dry Adjacent Forest (0.01). The adjacent habitats (human modified) could be suboptimal or marginal for the species because they cannot sustain populations abundantly. In addition, EWWA abundance decreased with distance away from the center of the Maricao Forest and at lower elevations. These two variables and habitat have a close relationship because as we move away from the center of the forest, the elevation decreases and the habitat changes, influencing negatively the abundance and distribution of this species.

This raises questions about the adequacy of these habitats at lower elevations and further away from Maricao Forest as effective corridors for EWWA dispersal. EWWA's preferred habitat must be protected from further modification and destruction. Conservation agreements and partnerships with landowners adjacent to the Maricao Forest should be established. The implementation of these conservation measures can improve and safeguard the continuing survival of the species.

RESUMEN

La Reinita de Bosque Enano (*Dendroica angelae*) (RBE) es una especie endémica para Puerto Rico con una distribución actual limitada al Bosque Nacional del Caribe, y al Bosque de Maricao. Los objetivos de este estudio fueron determinar la distribución y el patrón espacial de la RBE en el Bosque de Maricao y áreas adyacentes (incluyendo al Bosque de Susúa), determinar si existen cambios estacionales en esa distribución, identificar los hábitats usados por el ave, y determinar la abundancia de la RBE en hábitats del Bosque de Maricao y áreas adyacentes. Las unidades de muestreo fueron las estaciones de conteo (361 puntos), separados cada 200 m a través de los hábitats dentro del Bosque de Maricao y áreas adyacentes. Utilicé una grabadora con la vocalización de la RBE, en todas las estaciones por cinco minutos, para determinar presencia y abundancia de la especie. Los censos se condujeron mensualmente desde enero del 2005 hasta diciembre del 2006. La RBE está restringida al Bosque de Maricao y a los hábitats cerca de su perímetro. No hay RBE en el Bosque de Susúa. El patrón agregado fue el patrón espacial dominante en la distribución. No hubo cambios estacionales en la distribución de la especie. El único hábitat muestreado sin registros positivos fueron las Fincas de Café al Raso. La abundancia de la RBE fue mayor en Bosque de *Podocarpus* (1.41 individuos por punto de conteo) mientras que la menor abundancia fue en Bosque Seco Adyacente (0.01). Las áreas adyacentes (hábitats modificados por personas) pudieran ser subóptimos o marginales ya que no pueden mantener poblaciones de RBE abundantemente. Asimismo, la abundancia de la RBE disminuyó con la distancia del centro del bosque y a bajas elevaciones. Estas dos variables y junto al hábitat tienen una estrecha relación ya que a medida que nos alejamos del centro del bosque, la

elevación disminuye y el hábitat cambia, influyendo negativamente en la abundancia y distribución de la especie. Esto levanta interrogantes sobre la idoneidad de los hábitats a bajas elevaciones y distantes del Bosque de Maricao como corredores para la dispersión de la RBE. Por consiguiente, el hábitat preferido de la RBE debe ser protegido ante cualquier modificación o destrucción. Se deben establecer acuerdos de conservación con los dueños de las áreas adyacentes al Bosque de Maricao. La implementación de estas medidas de conservación puede mejorar y salvaguardar la supervivencia de la especie.

AGRADECIMIENTOS

Al Departamento de Biología de la UPR-Mayagüez por darme la oportunidad de realizar mis estudios de Maestría en Ciencias y a Carlos Delannoy, PhD por aceptarme como su estudiante graduado trabajando con las aves de Puerto Rico.

A los miembros del comité Allen Lewis, PhD y Jaime Acosta, PhD por aceptar formar parte del mismo. Al presidente Carlos Delannoy, PhD por su apoyo, paciencia y consejería tanto en el edificio de Biología como en el campo; en fin por su ayuda incondicional en todas las fases de lo que este documento es el resultado.

A la Representante de Escuela Graduada, Adrienne Tossas, PhD, por sus importantes y necesarios comentarios sobre el manuscrito y por aceptar formar parte de la culminación de esta meta.

Al Departamento de Pesca y Vida Silvestre de los Estados Unidos por proveer los fondos de este proyecto (No. 401814G078) y a los muchos estudiantes subgraduados de la UPR-Mayagüez que asistieron con el trabajo de campo. Estoy muy agradecido a todos los estudiantes y a ambas instituciones por su gran ayuda.

TABLA DE CONTENIDO

ABSTRACT	II
RESUMEN	IV
AGRADECIMIENTOS	VI
LISTA DE TABLAS.....	VIII
LISTA DE FIGURAS.....	X
LISTA DE APÉNDICES	XII
1 INTRODUCCIÓN	1
2 ÁREA DE ESTUDIO.....	5
3 MÉTODOS.....	8
4 RESULTADOS	14
5 DISCUSIÓN	19
6 RECOMENDACIONES.....	29
7 LITERATURA CITADA	31
8 TABLAS	34
9 FIGURAS	57
10 APÉNDICES	78

LISTA DE TABLAS

Tablas	Página
Tabla 1. Por ciento de estaciones donde se observó a la RBE por localización dentro o fuera del Bosque de Maricao.....	34
Tabla 2. Patrón de distribución de la RBE por repetición y la prueba de bondad de ajuste para Chi-cuadrado.....	35
Tabla 3. Patrón de distribución de la RBE en Bosque de <i>Podocarpus</i> y la prueba de bondad de ajuste para Chi-cuadrado.....	37
Tabla 4. Patrón de distribución de la RBE en Plantaciones y la prueba de bondad de ajuste para Chi-cuadrado.....	39
Tabla 5. Patrón de distribución de la RBE en Arboleda Expuesta y la prueba de bondad de ajuste para Chi-cuadrado.....	41
Tabla 6. Patrón de distribución de la RBE en Bosque Seco y la prueba de bondad de ajuste para Chi-cuadrado.....	43
Tabla 7. Patrón de distribución de la RBE en Bosque Secundario Maduro y la prueba de bondad de ajuste para Chi-cuadrado.....	45
Tabla 8. Patrón de distribución de la RBE en Bosque Secundario Joven y la prueba de bondad de ajuste para Chi-cuadrado.....	46
Tabla 9. Patrón de distribución de la RBE en Fincas de Café a la Sombra y la prueba de bondad de ajuste para Chi-cuadrado.....	47
Tabla 10. Patrón de distribución de la RBE en Residencial Rural y la prueba de bondad de ajuste para Chi-cuadrado.....	48
Tabla 11. Patrón de distribución de la RBE en Bosque de Galería y la prueba de bondad de ajuste para Chi-cuadrado.....	49
Tabla 12. Patrón de distribución de la RBE en Bosque Seco Adyacente y la prueba de bondad de ajuste para Chi-cuadrado.....	50
Tabla 13. Patrón de distribución de la RBE en Pastizal y la prueba de bondad de ajuste para Chi-cuadrado.....	51

Tabla 14. Por ciento de estaciones con mayor frecuencia de ocupación de RBE en diferentes hábitats del Bosque de Maricao y áreas adyacentes.	52
Tabla 15. Por ciento de estaciones con mayor frecuencia de ocupación de RBE por categorías de elevación en el Bosque de Maricao y áreas adyacentes.	53
Tabla 16. Por ciento de estaciones con mayor frecuencia de ocupación de RBE por distancias del centro del Bosque de Maricao.	54
Tabla 17. Estimado poblacional de la RBE en los hábitats muestreados dentro del Bosque de Maricao.	55
Tabla 18. Estimado poblacional de la RBE en los hábitats muestreados en las áreas adyacentes.	56

LISTA DE FIGURAS

Figuras	Página
Figura 1. Ubicación de las 361 estaciones de conteo (puntos rojos) en el oeste de Puerto Rico. El Bosque de Maricao en el centro y el Bosque de Susúa al extremo inferior derecho.	57
Figura 2. Puntos de conteo con registros positivos (en rojo) de la RBE en el área de estudio. Cabe destacar la ausencia de la RBE en el Bosque de Susúa.	58
Figura 3. Hábitats de alta calidad representados por las estaciones con mayor frecuencia de ocupación de RBE (puntos rojos) ubicados en su mayoría dentro del Bosque de Maricao.	59
Figura 4. Cambios estacionales en distribución de la RBE. El mapa A es de febrero a julio de 2004 y el mapa B es de agosto 2004 a enero de 2005.	60
Figura 5. Cambios estacionales en distribución. El mapa A es de febrero a julio de 2005 y el mapa B es de agosto 2005 a enero de 2006.	61
Figura 6. Cambios estacionales en distribución. El mapa A es de febrero a julio de 2006 y el mapa B es de agosto a diciembre de 2006.	62
Figura 7. Bosque de <i>Podocarpus</i> en el Bosque de Maricao. Puntos rojos en el mapa representan la localización de las estaciones de conteo en el Bosque de <i>Podocarpus</i>	63
Figura 8. Arboleda Expuesta en el Bosque de Maricao. Puntos rojos en el mapa representan la localización de las estaciones de conteo en Arboleda Expuesta.	64
Figura 9. Plantaciones en el Bosque de Maricao. Puntos rojos en el mapa representan la localización de las estaciones de conteo en Plantaciones.	65
Figura 10. Bosque Seco en el Bosque de Maricao. Puntos rojos en el mapa representan la localización de las estaciones de conteo en el Bosque Seco.	66
Figura 11. Bosque Secundario Maduro en el Barrio Montoso de Maricao, al oeste del Bosque de Maricao. Puntos rojos en el mapa representan la localización de las estaciones de conteo en el Bosque Secundario Maduro.	67
Figura 12. Bosque Secundario Joven en el Poblado Rosario de San Germán, al oeste del Bosque de Maricao. Puntos rojos en el mapa representan la localización de las estaciones de conteo en el Bosque Secundario Joven.	68

Figura 13. Fincas de Café a la Sombra en Las Marías, al noroeste del Bosque de Maricao. Puntos rojos en el mapa representan la localización de las estaciones de conteo en las Fincas de Café a la Sombra.....	69
Figura 14. Pastizal en el Barrio Guamá de San Germán, al sur del Bosque de Maricao. Puntos rojos en el mapa representan la localización de las estaciones de conteo en Pastizal. ...	70
Figura 15. Residencial Rural en el Barrio Montoso de Maricao, al oeste del Bosque de Maricao. Puntos rojos en el mapa representan la localización de las estaciones de conteo en Residencial Rural.	71
Figura 16. Bosque de Galería en el Río Lajas, cerca del Salto Curet en Maricao, al norte del Bosque de Maricao. También encontramos este tipo de bosque cerca del Río Loco en el Bosque de Susúa. Puntos rojos en el mapa representan la localización de las estaciones de conteo en el Bosque de Galería.....	72
Figura 17. Bosque Seco Adyacente en el Bosque de Susúa. Puntos rojos en el mapa representan la localización de las estaciones de conteo en el Bosque Seco Adyacente. 73	
Figura 18. Fincas de Café al Raso en el Barrio Bucarabones de Maricao, al noreste del Bosque de Maricao. Puntos rojos en el mapa representan la localización de las estaciones de conteo en las Fincas de Café al Raso.....	74
Figura 19. Abundancia de la RBE por hábitats dentro del Bosque de Maricao y áreas adyacentes. Las barras sobre las barras de color representan error estándar.	75
Figura 20. Abundancia de la RBE de acuerdo a la categoría de elevación. Las barras sobre las barras de color rojo representan error estándar.....	76
Figura 21. Abundancia de la RBE de acuerdo a la distancia del centro del bosque. Las barras sobre las barras de color representan error estándar.	77

LISTA DE APÉNDICES

Apéndices	Página
Apéndice 1. Prueba de Kruskal Wallis para los hábitats.	78
Apéndice 2. Prueba de Kruskal Wallis para las categorías de elevación.....	79
Apéndice 3. Prueba de Kruskal Wallis para la distancia del centro del bosque.	80
Apéndice 4. Cálculos para el estimado de densidad poblacional de la RBE.....	81

1 INTRODUCCIÓN

En 1971, Cameron y Ángela Kepler descubrieron la Reinita de Bosque Enano (RBE) (*Dendroica angelae*), mientras estudiaban la Cotorra Puertorriqueña (*Amazona vittata*) y el San Pedrito de Puerto Rico (*Todus mexicanus*) en la Sierra de Luquillo. Individuos de la especie fueron vistos desde 640 a 1030 m de elevación, en donde la vegetación está compuesta mayormente de bosque enano (sobre 850 m) (Kepler y Parkes 1972). Inicialmente se pensaba que la especie estaba limitada a estas elevaciones, pero desde entonces se ha visto a elevaciones desde 370 a 600 m en zonas de Palo Colorado (*Cyrilla racemiflora*) y Tabonuco (*Dacryodes excelsa*) (Cruz y Delannoy 1984a). En adición, Wiley y Bauer (1985) reportaron que uno de los hábitats preferidos de la RBE, es el Bosque de Palma de Sierra (*Prestoea montana*), en conjunto con el Bosque Enano y Palo Colorado.

Luego, Robert B. Waide (1995) realizó un estudio observacional entre el 2004 y el 2005 a través de caminos y veredas por el mismo bosque y encontró que en áreas donde concurre mucha gente (caminos hacia áreas recreacionales), hubo poco o ningún avistamiento de la RBE. Por otra parte, observó que la especie ocurría desde 710 a 954 m de elevación, mientras que Kepler y Parkes (1972) la vieron desde 640 a 1030 m sugiriendo así un cambio en elevación en distribución. Este cambio pudo ser ocasionado por la extensa destrucción de hábitat ocurrida en la Sierra de Luquillo por la construcción de torres de comunicación y facilidades recreacionales, o desastres naturales como tormentas y huracanes (Waide 1995). Por estas razones, Waide pensó que el estimado poblacional de 300 parejas de Kepler y Parkes era muy alto por lo que ofreció un estimado más conservador de 138 parejas en áreas

de Bosque Enano; aunque dijo que hay que ser cautelosos con este estimado considerando la distribución agregada de la RBE, el efecto de huracanes y los individuos encontrados fuera del bosque enano.

Una segunda población de la RBE fue descubierta dos años después en el Bosque Estatal de Maricao en donde individuos de la especie viajaban en una bandada mixta compuesta por la Llorosa de Puerto Rico (*Nesospingus speculiferus*), un adulto de la migratoria Reinita Azul (*Dendroica caerulescens*) y algunos Bien-te-veos (*Vireo latimeri*) (Willis 1973). En este bosque se observaron de 750 a 800 m de elevación. Sin embargo, aunque a 850 m hay una vegetación que se asemeja al Bosque Enano de Luquillo, censos por esas áreas no revelaron actividad alguna de la especie (Gochfeld et. al. 1973).

Las primeras observaciones sobre la biología reproductiva de la especie fueron hechas en Maricao por Bryan Arroyo-Vázquez (1992). A pesar de que los primeros nidos fueron encontrados por Wiley entre 1977 y 1985 en la Sierra de Luquillo, ningún dato sobre éstos fue colectado (Arroyo-Vázquez op. cit.). Arroyo-Vázquez encontró dos nidos entre marzo y abril a 1.3 y 7.6 m de altura, en forma de copa y hechos en hojarasca seca aérea de árbol de Yagrumo (*Cecropia peltata*). La época de anidaje aparentemente es entre abril y mayo ya que los cinco nidos encontrados en la Sierra de Luquillo tenían huevos en abril (Wiley en Arroyo-Vázquez op. cit.), además de que Kepler y Parkes (1972) observaron juveniles de mayo a julio.

A diferencia de estos nidos hechos en la hojarasca seca, Rodríguez-Mojica (2004) encontró un nido dentro de una cavidad natural de *C. racemiflora* en la antigua área de acampar en Maricao. Según Rodríguez-Mojica, este lugar de anidaje tan diferente a los demás puede considerarse como una estrategia para reducir la depredación, o como consecuencia de la competencia intraespecífica por lugares de anidaje.

Adicional a las dos poblaciones anteriores, se reportó la presencia de la especie en dos lugares de la cordillera central: una en el Bosque de Guavate (Carite) por Pérez-Rivera y Maldonado (1977) y otra en el Bosque de Toro Negro (Villalba) por Woodbury en 1976 (Pérez-Rivera 1979), pero no se conoce nada sobre la distribución, la densidad poblacional o la preferencia de hábitat en estos bosques. Sin embargo, Anadón-Irizarry (2006) determinó que aparentemente la especie ya no se encuentra en esos dos lugares, sino que la distribución actual de la RBE está limitada al Bosque Nacional del Caribe y al Bosque de Maricao, dos poblaciones a 150 km de distancia.

Esta ave es una especie globalmente amenazada, candidata a la lista de especies en peligro por el Servicio Federal de Pesca y Vida Silvestre (US FWS 2005) y vulnerable por el Departamento de Recursos Naturales y Ambientales (DRNA PR), debido a su limitada distribución y a su número estimado de 300 parejas (BirdLife International 2004). Por otra parte, evaluaciones recientes colocan a la especie en la categoría en peligro, ya que su extensión estimada de presencia es menor de 5,000 km² y su área estimada de ocupación es menor de 500 km² (Anadón-Irizarry 2006). Entre las amenazas hacia la especie se encuentran la destrucción de hábitat debido a la expansión de facilidades públicas, las fincas de café al

raso, la tala de árboles para madera, la interrupción del periodo reproductivo, los posibles depredadores y los desastres naturales (US FWS 2005). Aunque hay suficiente información para reclasificarla, las agencias de gobierno antes mencionadas se abstienen debido a que estas amenazas hacia la especie no son inminentes, pues la mayoría de su área de ocupación se encuentra en lugares protegidos (US FWS 2005). No obstante, la RBE fue vista fuera de los límites del Bosque de Maricao (Delannoy com. pers.) en donde no recibe protección alguna.

Esta especie no es fácil de estudiar, porque es pequeña, se mantiene en continuo movimiento y habita zonas con vegetación densa. De hecho, Cameron y Angela Kepler (1972) atribuyen el tardío descubrimiento de la RBE a los factores antes mencionados y a su semejanza con la migratoria Reinita Trepadora (*Mniotilta varia*), la cual tiene el mismo patrón de colores blanco y negro. Incluso su vocalización puede confundirse fácilmente con la de otras especies si no se tiene el oído bien adiestrado. Por las razones antes mencionadas, estudios poblacionales sobre esta especie son necesarios. Este estudio pretende determinar la distribución actual de la RBE en el oeste de Puerto Rico. Es la primera vez que se busca la RBE en el Bosque de Susúa, además de en terrenos agrícolas y otras áreas adyacentes al Bosque de Maricao. Asimismo, se intenta verificar si el patrón agregado en la distribución de la especie persiste a través del tiempo, al igual que confirmar la preferencia por el Bosque de *Podocarpus*. Este estudio es importante porque además proveerá un estimado del tamaño poblacional y contribuirá con sugerencias para la conservación de esta ave.

2 **ÁREA DE ESTUDIO**

BOSQUE DE MARICAO

El Bosque de Maricao se encuentra al final de la Cordillera Central en el oeste de Puerto Rico. La elevación varía desde 150 a 900 m, con una temperatura anual promedio de 21.8 °C y una precipitación de 2346 mm al año (Cruz y Delannoy 1984a). Tres de las seis zonas bioclimáticas de vida se encuentran en Maricao: Bosque Húmedo Subtropical el cual cubre el 33 % del área del bosque, Bosque Muy Húmedo Subtropical (65 %) y Bosque Muy Húmedo Montano Bajo (2 %) (Department of Natural Resources 1976). Un total de 127 estaciones de conteo fueron establecidas dentro del bosque, en los siguientes hábitats: **BOSQUE DE *PODOCARPUS*** (32 estaciones) - Este bosque se encuentra en las pendientes y cimas más altas de Maricao, dominado por árboles de *Podocarpus coriacea*, con dosel cerrado de 20 m de altura y sotobosque desarrollado compuesto de helechos arbóreos (*Cyathea*), palmas de sierra (*Prestoea montana*) y enredaderas. Este tipo de bosque ocupa solamente el 1.9 % (80 ha) del área del bosque. **ARBOLEDA EXPUESTA** (34 estaciones) – Bosque que se desarrolla en valles y laderas, de suelos poco profundos y con dosel más o menos continuo de 20 m de alto. **PLANTACIONES** (35 estaciones) – Este hábitat está compuesto de árboles de María (*Calophyllum calaba*), Eucalipto (*Eucalyptus robusta*) y Pino Hondureño (*Pinus caribaea*), sembrados en terrenos del bosque que estaban completamente deforestados. **BOSQUE SECO** (26 estaciones) - Este bosque se encuentra en pendientes y cimas, con vegetación esclerófila, suelos pocos profundos, árboles delgados y dosel abierto de 10 – 12 m de altura. Este tipo de bosque es más común en las laderas sur y sureste del Bosque de Maricao.

BOSQUE DE SUSÚA

El Bosque de Susúa se encuentra al sureste del Bosque de Maricao. La elevación varía desde 80 hasta 473 m, con una temperatura anual promedio de 23.9 °C y una precipitación de 133 cm al año (Silander et. al. 1986). Se establecieron 48 estaciones de conteo dentro de este bosque, en los siguientes hábitats: BOSQUE SECO ADYACENTE (37 estaciones) el cual comprende el 92.8 % del área del bosque, y BOSQUE DE GALERÍA (11 estaciones) el cual crece a lo largo del Río Loco y comprende el restante 7.2 % del área.

HÁBITATS ADYACENTES

BOSQUE SECO ADYACENTE – Este tipo de bosque se encuentra en pendientes y cimas, con vegetación esclerófila, suelos pocos profundos, árboles delgados y dosel abierto de 10 – 12 m de altura. Se establecieron 19 estaciones en la periferia del Bosque de Maricao y 37 estaciones dentro del Bosque de Susúa. BOSQUE SECUNDARIO MADURO – Estos son bosques secundarios de 25 años o más, con dosel cerrado y alto (20 – 30 m). Estos tienen sotobosque desarrollado. Muchos de ellos estuvieron sembrados con café a la sombra. Un total de 84 estaciones se establecieron en este tipo de hábitat. BOSQUE SECUNDARIO JOVEN – Estos son bosques secundarios menores de 25 años, con dosel abierto de 12 – 15 m de alto. Los árboles tienen poca estatura pues muchos de ellos han sido cortados repetidas veces para la agricultura. El sotobosque es muy desarrollado, dominado por malezas y enredaderas. En este hábitat se establecieron 20 estaciones de conteo. FINCAS DE CAFÉ A LA SOMBRA – Estas fincas fueron plantaciones de café sembradas bajo la sombra producida por el dosel de los árboles como, Guaraguao (*Guarea guidonia*) y Guabá (*Inga vera*), usualmente entre 15 – 20

m de alto. El sotobosque es desarrollado pero sin maleza. Se establecieron 22 estaciones de conteo en este hábitat. FINCAS DE CAFÉ AL RASO – Estas fincas son plantaciones de café sembradas al sol, sin árboles alrededor. Algunas de estas fincas también tenían plantaciones de china (*Citrus sinensis*) y guineo (*Musa paradisiaca*). En este hábitat un total de 12 estaciones fueron establecidas. PASTIZALES – Los pastizales fueron terrenos con yerba y/o maleza ubicados en laderas, sujetos a fuegos recurrentes. Algunos de ellos estaban mezclados con parchos de árboles de *Acacia*. Diez estaciones fueron establecidas en este hábitat. RESIDENCIAL RURAL – Estos hábitats son parchos de vegetación que muchas veces fueron modificados con fines agrícolas en áreas residenciales rurales. Estos parchos tienen árboles jóvenes de 12 – 15 m de altura con dosel abierto, y muchas casas alrededor. Se establecieron en este hábitat 16 estaciones de conteo. BOSQUE DE GALERÍA – Este tipo de bosque crece a los márgenes de ríos, tienen árboles con alturas entre 12 – 20 m, tallos gruesos y dosel cerrado. Un total de 14 estaciones fueron establecidas en este tipo de hábitat donde 11 están localizadas a lo largo del Río Loco dentro del Bosque de Susúa.

3 MÉTODOS

DISTRIBUCIÓN Y PATRÓN ESPACIAL DE LA RBE.

Se establecieron 361 puntos de conteo en el suroeste de Puerto Rico, ubicados en el Bosque de Maricao y en sus áreas adyacentes incluyendo al Bosque de Susúa (Figura 1). Un total de 127 puntos de conteo fueron localizados dentro del límite del bosque mientras que 234 fueron localizados en áreas adyacentes. El borde en el centro del mapa delimita al Bosque de Maricao, mientras que el Bosque de Susúa está delimitado por el borde localizado en la parte inferior derecha del mapa. Los círculos concéntricos muestran a qué distancia del centro del bosque (torre de piedra representada por una equis (X)), se encuentran las estaciones de conteo. Los puntos rojos representan estas estaciones en donde se muestreó una vez al mes. Estos puntos no se escogieron al azar porque los accesos dentro y fuera del bosque son limitados y muchas veces imposible de acceder. Por lo tanto se ubicaron sistemáticamente a lo largo de caminos de tierra, veredas, y caminos pavimentados separados cada 200 m lineales. Esta separación tuvo el propósito de reducir la posibilidad de contar dos veces el mismo individuo. Los puntos de conteo se enumeraron con chapas de aluminio y se marcaron con cinta reflectiva de diferentes colores. Además, tomé la elevación y la ubicación del punto de conteo con un receptor de GPS en el sistema de referencia UTM, y se creó un banco de datos usando el programa Microsoft Excel 2003.

Los conteos se condujeron mensualmente entre el 2005 y el 2006 (datos del 2003 y 2004 fueron tomados de Anadón-Irizarry 2006) comenzando una hora después del amanecer y terminando aproximadamente a las 11:00. En invierno se comenzó como a las 07:00 y en el

verano como a las 06:00. Dado que es imposible visitar los 361 puntos de conteo el mismo día, varios días al mes fueron requeridos para cumplir con el objetivo de visitar todos los puntos una vez al mes. No hubo indicios de habituación en la especie durante el muestreo. Al ubicarse en un punto de conteo se anotó en una hoja de datos: la hora de comienzo, el número asignado al punto de conteo, el número de RBE observadas, el comportamiento de las RBE (cantando, alimentándose, cortejándose, construyendo nido), la composición (adultos, juveniles, adultos y juveniles, juntos en bandada mixta). El conteo se inició apoyado con la grabación de vocalizaciones de la RBE por un periodo de cinco minutos. Pruebas de conteos sin grabación y con grabación han rendido resultados significativamente diferentes, los conteos sin grabación han rendido resultados entre 14 y 40 % por debajo de los obtenidos de conteos con grabación (Delannoy 2007). La RBE respondió a la grabación hasta una distancia promedio de 72 m. El área por punto de conteo fue de 1.6 ha (Apéndice 4). El cálculo de densidad poblacional se obtuvo de la siguiente manera: para cada punto de conteo individualmente se sumó el total de RBE, y ese total se dividió entre el área del punto de conteo multiplicado por el número de repeticiones. Además, se sumó todas las cifras de las operaciones antes mencionadas y se obtuvo un promedio de densidad para las áreas muestreadas, tanto para las áreas dentro como adyacentes al Bosque de Maricao.

Distribución - Se prepararon dos mapas de distribución de la RBE. Un primer mapa que contiene las estaciones de conteo positivas para presencia de RBE. El mapa se preparó identificando las estaciones de conteo positivas para presencia de RBE. La ubicación de estas estaciones se trasladó al programa ArcMap 9.0 y se colocaron sobre los mapas topográficos del Bosque de Maricao y áreas adyacentes demarcando así su distribución. Las estaciones de

conteo se identificaron en los mapas con puntos rojos. Un segundo mapa se preparó usando las estaciones con mayor frecuencia de ocupación de RBE. Estaciones con mayor frecuencia de ocupación de RBE fueron aquellas en donde la frecuencia de ocupación fue 50% o más. Los modelos de selección de hábitat indican que los hábitats de calidad superior deben ser ocupados por más tiempo durante una temporada o consistentemente a través de los años (Kristan III et. al. 2007). Por lo tanto, se usaron estas estaciones con mayor frecuencia de ocupación de RBE para representar hábitats de alta calidad (Kristan III et. al. 2007).

Patrón espacial - El patrón espacial en distribución lo obtuve según Krebs (1999). Determiné el índice de dispersión espacial dividiendo la varianza entre el promedio de cada repetición. Este valor lo multipliqué por el resultado del número de estaciones muestreadas en esa repetición menos uno ($n-1$) y así conseguí el chi-cuadrado. Luego determiné el patrón espacial según Krebs (1999). Obtuve patrones al azar, agregados y uniformes. Sin embargo, dado que los puntos de conteo y las veredas no son independientes, el supuesto de independencia de esta prueba no se cumple por lo que los patrones de distribución se usaron solamente de forma descriptiva.

VARIACIÓN ESTACIONAL EN DISTRIBUCIÓN DE LA RBE EN EL BOSQUE DE MARICAO Y HÁBITATS ADYACENTES.

Para determinar si hubo variación estacional en la distribución de la RBE, hice dos mapas separando los doce meses de un mismo año, la temporada reproductiva de febrero a julio en uno y la temporada no reproductiva de agosto a enero en el otro. Los mapas se prepararon

identificando las estaciones de conteo positivas para presencia de RBE. La ubicación de estas estaciones se trasladó al programa ArcMap 9.0 y se colocaron sobre los mapas topográficos del Bosque de Maricao y áreas adyacentes demarcando así su distribución. Las estaciones de conteo se identificaron en los mapas con puntos rojos. Al comparar estos mapas pude observar si la distribución cambió en función de época del año o si se mantuvo constante todo el tiempo.

HÁBITATS EN EL BOSQUE DE MARICAO Y ÁREAS ADYACENTES EN DONDE SE ENCUENTRA LA RBE.

Para identificar los hábitats donde estuvo presente la RBE en el Bosque de Maricao se usaron las descripciones de tipos de hábitat encontradas en los siguientes tratados sobre la ecología de dicho bosque (Department of Natural Resources 1976, Silander et. al. 1986 y Lugo 2005). El Bosque de Susúa es una de las áreas adyacentes que se incluyó en la búsqueda de la RBE, de manera que las referencias arriba mencionadas también se usaron para la identificación de sus hábitats.

Los hábitats en las áreas adyacentes fueron clasificados como Bosque Seco Adyacente, Bosque Secundario Maduro (mayor de 25 años), Bosque Secundario Joven (menor de 25 años), Fincas de Café a la Sombra, Fincas de Café al Raso, Pastizales, Residencial Rural (áreas residenciales rurales con parcelas en producción agrícola y/o bosque) y Bosque de Galería (bosques a los márgenes de ríos).

ABUNDANCIA DE LA RBE EN HÁBITATS DEL BOSQUE DE MARICAO Y ÁREAS ADYACENTES.

Para determinar la abundancia de la RBE en el Bosque de Maricao y en áreas adyacentes estandarizaron los datos dividiendo el total de RBE entre el total de veces que se muestreó una estación. Luego se sumaron todos los promedios de RBE de un hábitat y se dividieron entre el total de estaciones de ese hábitat. Se prepararon gráficas de barras representando el número promedio de RBE por hábitat en el Bosque de Maricao y áreas adyacentes.

Se evaluó el cambio en abundancia de la RBE en función de la distancia del centro del Bosque de Maricao. Esto se hizo tomando la torre de piedra como punto de origen y se dibujaron círculos concéntricos con un radio de 2.5, 5.0, 7.5 y 10.0 km de distancia. Luego se sumaron todos los promedios de RBE de una distancia y se dividieron entre el total de estaciones de esa distancia, y se preparó una gráfica mostrando el promedio de RBE por distancia del centro del bosque. El número de estaciones por distancia fue 70, 114, 65 y 112 respectivamente. Por otra parte, se evaluó también el cambio en abundancia de la RBE en función de la elevación. Para esto se crearon las siguientes categorías de elevación: baja (0 – 300 m), mediana (301 – 600 m), y alta (601 – 900 m). Entonces se sumaron todos los promedios de RBE de una categoría y se dividieron entre el total de estaciones dentro de esa categoría, y se preparó una gráfica mostrando el promedio de RBE por categoría de elevación. El número de estaciones por categoría fue 85, 203 y 73 respectivamente.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se analizaron los datos usando el programa estadístico InfoStat versión 2.0. Se transformaron los datos de abundancia usando raíz cuadrada y logaritmo natural para cumplir con el supuesto de normalidad. Debido a la falta de normalidad exigida, usé pruebas no-paramétricas como Kruskal-Wallis. Para determinar diferencias entre grupos usé Comparaciones de A pares de Kruskal-Wallis. Analicé el patrón espacial en distribución de la RBE usando el índice de dispersión y determiné si hubo diferencias significativas con la prueba de bondad de ajuste de chi-cuadrado (chi-square goodness of fit).

4 RESULTADOS

DISTRIBUCIÓN Y PATRÓN ESPACIAL DE LA RBE.

El mapa de distribución muestra la localización de la RBE dentro del Bosque de Maricao y en las áreas adyacentes (Figura 2). Encontré RBE en 108 de los 127 (85.0 %) puntos de conteo (Tabla 1). Los registros en terrenos adyacentes al bosque fueron escasos y esporádicos, todos agrupados cerca del perímetro del bosque. De los 234 puntos de conteo en áreas adyacentes sólo 62 tuvieron registros positivos (26.5 %) (Tabla 1). No hubo registros de la RBE en el Bosque de Susúa. Disminuyó el número de puntos de conteo con registros positivos según nos alejamos del perímetro del Bosque de Maricao. Las estaciones de conteo con mayor frecuencia de ocupación de RBE estuvieron, en su mayoría, ubicadas dentro del Bosque de Maricao (Figura 3). De los 127 puntos de conteo dentro del Bosque de Maricao, 57 fueron estaciones con mayor frecuencia de ocupación de RBE (44.9 %), mientras que de los 234 puntos de conteo en terrenos adyacentes al bosque sólo 25 fueron estaciones con mayor frecuencia de ocupación de RBE (10.7 %) (Tabla 1).

El índice de dispersión resultó ser mayor que uno, pues las varianzas en cada repetición fueron mayores que el promedio. Sin embargo, a pesar de que el índice de dispersión sugiere un patrón agregado, cuando apliqué la prueba de bondad de ajuste de chi-cuadrado, sólo 28 de las 41 repeticiones (68.3 %) fueron significativas (Tabla 2). Asimismo, evalué el patrón en distribución de acuerdo al hábitat y encontré que la mayoría de los índices de dispersión son mayores que uno sugiriendo un patrón agregado. No obstante al aplicarles la prueba de bondad de ajuste, las repeticiones fueron significativas de la siguiente manera; 2.4 % en

Bosque de *Podocarpus* (Tabla 3), 12.2 % en Plantaciones (Tabla 4), 34.4 % en Arboleda Expuesta (Tabla 5), 22.0 % en Bosque Seco (Tabla 6), 44.4 % en Bosque Secundario Maduro (Tabla 7), 22.2 % en Bosque Secundario Joven (Tabla 8), 16.7 % en Fincas de Café a la Sombra (Tabla 9), 5.6 % en Residencial Rural (Tabla 10), 10 % en Bosque de Galería (Tabla 11), 0 % en Bosque Seco Adyacente (Tabla 12) y 0 % en Pastizal (Tabla 13). En Fincas de Café al Raso no hubo detección de RBE en ninguna repetición. Por otro lado, cabe destacar que de todos los hábitats, sólo el Bosque de *Podocarpus* mostró patrones uniformes (29.3 %) en su distribución (Tabla 3).

VARIACIÓN ESTACIONAL EN DISTRIBUCIÓN DE LA RBE EN EL BOSQUE DE MARICAO Y HÁBITATS ADYACENTES.

No hubo variación en la distribución de la RBE ya que en todos los mapas los puntos de conteo están ocupados durante todo el año (Figura 4, 5 y 6). No hay prueba de abandono de territorios, sino una tendencia a ocupar las mismas estaciones todo el tiempo.

HÁBITATS EN EL BOSQUE DE MARICAO Y ÁREAS ADYACENTES EN DONDE SE ENCUENTRA LA RBE.

Encontré que los individuos de la RBE dentro del Bosque de Maricao ocupan los siguientes hábitats: Bosque de *Podocarpus* (Figura 7), Arboleda Expuesta (Figura 8), Plantaciones (Figura 9) y Bosque Seco (Figura 10). Por otra parte, en las áreas adyacentes la misma se encuentra en Bosque Secundario Maduro (Figura 11), Bosque Secundario Joven (Figura 12), Fincas de Café a la Sombra (Figura 13), Pastizal (Figura 14), Residencial Rural (Figura 15),

Bosque de Galería (Figura 16) y Bosque Seco Adyacente (Figura 17). No hubo registro de RBE en las áreas muestreadas de Fincas de Café al Raso (Figura 18).

ABUNDANCIA DE LA RBE EN HÁBITATS DEL BOSQUE DE MARICAO Y ÁREAS ADYACENTES.

Determiné la abundancia de la RBE en los hábitats muestreados dentro del Bosque de Maricao y en las áreas adyacentes (Figura 19). Encontré diferencias significativas entre hábitats, en donde el Bosque *Podocarpus* (1.41) obtuvo el mayor registro de abundancia mientras que las Fincas de Café al Raso hubo cero registros de la especie (Apéndice 1). Los valores de abundancia en el Bosque de *Podocarpus* fueron más altos (1.41 individuos por punto de conteo, Kruskal-Wallis, $p < 0.05$, Apéndice 1) y significativamente mayores en relación a los demás hábitats excepto Arboleda Expuesta, con el cual formó un grupo homogéneo. Le siguió, en orden descendente de abundancia, Arboleda Expuesta (0.85, Kruskal-Wallis, $p < 0.05$, Apéndice 1), que fue significativamente mayor a valores de abundancia de los demás hábitats excepto a Plantaciones, con el cual formó un grupo homogéneo. La abundancia en Plantaciones de 0.61 (Kruskal-Wallis, $p < 0.05$, Apéndice 1), fue significativamente mayor a los demás hábitats excepto a Bosque de *Podocarpus* y Arboleda Expuesta. La abundancia en Fincas de Café a la Sombra (Kruskal-Wallis, 0.38, $p < 0.05$, Apéndice 1) fue significativamente mayor que en Pastizales, Residencial Rural, Bosque de Galería, Bosque Seco Adyacente y Fincas de Café al Raso. La abundancia en Bosque Secundario Maduro (0.30, Apéndice 1) y Bosque Secundario Joven (0.29, Apéndice 1) formaron un grupo homogéneo entre sí y con Bosque Seco (0.10, Apéndice 1), Pastizales (0.06, Apéndice 1), Residencial Rural (0.05, Apéndice 1) y Bosque de Galería (0.08,

Apéndice 1), y fueron significativamente mayores únicamente a Bosque Seco Adyacente (0.01, Kruskal-Wallis, $p < 0.05$, Apéndice 1) y Fincas de Café al Raso (0.00, Kruskal-Wallis, $p < 0.05$, Apéndice 1). Finalmente, la abundancia en Bosque Seco (0.10, Apéndice 1) fue homogénea respecto a Pastizales, Residencial Rural, Bosque de Galería, Bosque Seco Adyacente y Fincas de Café al Raso.

El por ciento de estaciones con mayor frecuencia de ocupación de RBE fue mayor en hábitats dentro, que fuera del Bosque de Maricao (Tabla 14). Dentro del Bosque de Maricao, el Bosque de *Podocarpus* tuvo un 87.5 % del total de puntos conteo con mayor frecuencia de ocupación, en Plantaciones fue 55.9 %, se redujo a 25.7 % en Arboleda Expuesta y a 3.8 % en Bosque Seco. Las estaciones con mayor frecuencia de ocupación de RBE en Bosque Secundario Joven y Fincas de Café a la Sombra estuvo en 25.0 y 22.7 % respectivamente, bajó a 16.7 % en Bosque Secundario Maduro y a 7.1 % en Bosque de Galería.

Por otra parte, hubo una reducción en los valores de abundancia de la RBE según disminuye la elevación (Figura 20). Se encontraron diferencias significativas entre las abundancias de acuerdo a la categoría de elevación formando tres grupos homogéneos: alta (0.84), baja (0.11) y mediana (0.34) (Kruskal-Wallis, $p < 0.05$, Apéndice 2). También podemos observar que a medida que la elevación disminuye, el por ciento de estaciones con mayor frecuencia de ocupación de RBE también disminuye (Tabla 15). Hay diferencias en el por ciento de estaciones con mayor frecuencia de ocupación de RBE entre la categoría alta (45.2 %) y mediana (21.7 %), una reducción de poco más del doble; y entre la mediana (21.7 %) y la baja (5.9 %), una reducción de cerca de cuatro veces más. De igual forma, a medida que nos

alejamos del centro del bosque la abundancia de la RBE disminuye (Figura 21). La reducción en el por ciento de estaciones con mayor frecuencia de ocupación de RBE entre 2.5 (51.4 %) y 5.0 km (28.9 %) del centro del Bosque de Maricao es de aproximadamente el doble, entre 5.0 y 7.5 km (13.8 %) poco más del doble y entre 7.5 y 10.0 km (3.6 %) cerca de cuatro veces más (Tabla 16). Además, hubo diferencias significativas entre las abundancias de la RBE de acuerdo a la distancia del centro del bosque formando tres grupos homogéneos: 2.5 (0.84), 5 (0.52) y 7.5 (0.21) y 10.0 km (0.07) (Kruskal-Wallis, $p < 0.05$, Apéndice 3)

ESTIMADO DE DENSIDAD POBLACIONAL DE LA RBE

El estimado de densidad de la RBE es representativo sólo de las áreas muestreadas. La densidad estimada de la RBE dentro del Bosque de Maricao fue de 97.67 RBE en un área muestreada de 203.2 ha/punto de conteo, 0.48 RBE/ha/punto de conteo (Tabla 17). La densidad estimada fue mayor en el Bosque de *Podocarpus*, moderada en Arboleda Expuesta y Plantaciones y menor en Bosque Seco (Tabla 17). En las áreas adyacente al Bosque de Maricao la densidad estimada de RBE fue de 43.02 RBE en un área muestreada de 374.4 ha/punto de conteo, 0.11 RBE/ha/punto de conteo (Tabla 18). La densidad fue moderada en Fincas de Café a la Sombra, Bosque Secundario Maduro y Bosque Secundario Joven y baja en Pastizales, Residencial Rural, Bosque de Galería, Bosque Seco Adyacente y Fincas de Café al Raso (Tabla 18).

5 DISCUSIÓN

DISTRIBUCIÓN Y PATRÓN ESPACIAL DE LA RBE

El patrón de distribución de la RBE que surge en el oeste de Puerto Rico es el de una especie limitada al Bosque de Maricao y algunos hábitats a corta distancia de su perímetro. La mayoría de los registros positivos de RBE se encuentran dentro del Bosque de Maricao. Estos registros fueron numerosos y abarcadores mientras que en las áreas adyacentes los registros fueron escasos y esporádicos (Tabla 1). Este hecho levanta interrogantes acerca de lo adecuado de los hábitats en terrenos adyacentes al Bosque de Maricao para mantener a la RBE y servir de corredores ecológicos para su dispersión.

No hay RBE en el Bosque de Susúa. No se las razones por las cuales no hay RBE en Susúa pero podría deberse o a que el bosque no tiene los requisitos de hábitat necesarios para albergar adecuadamente una población, o a que simplemente la especie no puede llegar al mismo. Se establecieron 48 puntos de conteo a través de todo el Bosque de Susúa pasando por hábitats como Bosque Seco Adyacente y Bosque de Galería. En ninguna de las repeticiones encontré RBE pero sí su congénérica Reinita Mariposera (*D. adelaidae*) la cual se observa también en áreas secas del sur del Bosque de Maricao. Esta reinita prefiere lugares secos con pequeños arbustos mientras que la RBE prefiere bosques densos y altos (Cruz y Delannoy 1984a). El Bosque de Maricao es el único lugar en Puerto Rico en donde se ha reportado la coexistencia de ambas especies (Cruz y Delannoy op. cit.).

La vegetación en la ladera sur del Bosque de Maricao, en donde la Reinita Mariposera es más abundante (obs. pers.), es similar a la del Bosque de Susúa. En este hábitat compuesto mayormente por Bosque Seco (Figura 10 y 17) la abundancia de la RBE decae considerablemente (Figura 19). Anadón-Irizarry (2006) y Cruz y Delannoy (1984a), obtuvieron valores de abundancia más bajos en este tipo de bosque, lo cual es consistente con este estudio. Esto podría sugerir un gradiente de distribución diferente para las dos especies, pero se recomienda realizar otros estudios para confirmar estos hallazgos.

Existe una probabilidad más alta de encontrar RBE en algunos puntos de conteo que en otros. Aproximadamente 45 % de los 127 puntos de conteo dentro del Bosque de Maricao y 11 % de los 234 puntos de conteo en terrenos adyacentes fueron estaciones con mayor frecuencia de ocupación de RBE (Tabla 1). Este hecho destaca la naturaleza agregada en su patrón de distribución espacial.

Al analizar el patrón espacial en distribución de la RBE encontré que predomina el patrón agregado (Tabla 2). Esto puede deberse a que la RBE ocupa los mejores hábitats en cuanto a lo que ofrecen para subsistir. Por ejemplo, mayor abundancia y/o disponibilidad de artrópodos arbóreos, éxito reproductivo superior, o mejor protección contra depredadores. Cruz y Delannoy (1984a) encontraron que el hábitat comúnmente ocupado por la RBE se caracteriza por la alta diversidad de especies de árboles y con gran DAP (diámetro a la altura del pecho), lo cual tiene el efecto de incrementar el área total de forrajeo. Waide (1995) también informó un patrón agregado en la distribución de la RBE en El Yunque, y mencionó que puede estar influenciado por la vegetación, la elevación o ambos.

Cruz y Delannoy (1984a) encontraron que la RBE dentro del Bosque de Maricao es más abundante en Bosque de *Podocarpus*. Al analizar el patrón espacial en el hábitat de *Podocarpus*, encontré que la mayoría de los patrones de distribución fueron uniformes (Tabla 3). El patrón uniforme en este hábitat pudiera deberse al rechazo mutuo de parejas territoriales sugiriendo que el hábitat está lleno, a la naturaleza uniforme de su alimento (artrópodos arbóreos), o a la escasa diferencia en la estructura de la vegetación.

Por otra parte, hábitats aparentemente óptimos como Arboleda Expuesta (Tabla 5) y Bosque Secundario Maduro (Tabla 7) obtuvieron una gran cantidad de patrones agregados por repetición (34.4 % y 44.4% respectivamente), lo que sugiere que la especie no ocupa todo el hábitat disponible en Maricao. La selección de parchos dentro de estos hábitats, resultando en un patrón agregado, pudiera ser en respuesta a la naturaleza agregada de sus recursos alimentarios y/o lugares adecuados para anidamiento. En lugares en donde no se obtuvieron patrones agregados, como en Bosque Seco Adyacente (0.0 %, Tabla 12) y en Pastizal (0.0 %, Tabla 13), se recomienda realizar otros estudios para confirmar nuestros hallazgos.

VARIACIÓN ESTACIONAL DISTRIBUCIÓN DE LA RBE EN EL BOSQUE DE MARICAO Y HÁBITATS ADYACENTES.

Para determinar si hay variación estacional en la distribución de la especie se crearon una serie de mapas divididos por temporada reproductiva y no reproductiva. La mayoría de estas estaciones estuvieron ocupadas durante todo el año. Por consiguiente, no hay evidencia de abandono de territorios, sino una tendencia de la especie a ocupar las mismas estaciones todo

el tiempo. La falta de abandono de territorios puede estar reforzada por filopatría (tendencia consistente de un organismo de retornar a un lugar de nacimiento o reproducción después de una ausencia grande). Esto concuerda con Anadón-Irizarry (2006) en que algunas estaciones de conteo en el Bosque de Maricao tuvieron consistentemente detecciones positivas de RBE mientras que otras no. La falta de cambio estacional en la distribución de la especie sugiere territorialidad, puesto que se encuentra presente en los mismos hábitats durante todo el año.

ABUNDANCIA DE LA RBE EN EL BOSQUE DE MARICAO Y ÁREAS ADYACENTES.

De los hábitats muestreados dentro del bosque de Maricao, el Bosque de *Podocarpus* tuvo el mayor registro de abundancia de RBE (Figura 19), confirmado estadísticamente (Kruskal-Wallis, $p < 0.05$, Apéndice 1), además del mayor por ciento estaciones con mayor frecuencia de ocupación de RBE (Tabla 14). Anadón-Irizarry (2006) y Cruz y Delannoy (1984a), obtuvieron valores de abundancia más altos en este tipo de bosque, lo cual es consistente con este estudio. La preferencia de la RBE por el Bosque de *Podocarpus*, es un resultado muy importante en la toma de decisiones sobre la conservación futura del hábitat. Además, este hábitat sólo cubre un 1.9 % del área total del Bosque de Maricao. Desde 1980, ha habido un aumento en la construcción de antenas de comunicación en áreas del Bosque, y algunas de estas antenas han sido construidas sobre Bosque de *Podocarpus* (Delannoy 2007). Inclusive, las antiguas áreas de acampar han sido expandidas recientemente hacia el hábitat de la RBE dentro del Bosque de *Podocarpus* (Delannoy 2007). Por esta razón, la mayor amenaza para la especie es la destrucción del hábitat, por lo que los esfuerzos deben ir dirigidos a desarrollar planes para la conservación y protección de los mismos. Los factores que influyen en la selección y preferencia de la RBE por el Bosque de *Podocarpus* son igualmente importantes conocerlos para su protección y conservación. Esta información es particularmente importante en el manejo y restauración de hábitat de la RBE. Estudios futuros de la RBE deben enfocarse en determinar las causales de la preferencia de hábitat.

Aun cuando la RBE tiene una distribución que abarca todos los hábitats dentro del Bosque de Maricao, existen diferencias considerables y significativas en abundancia entre estos tipos de

bosques. ¿Qué exactamente de éstos hábitats produce éstas diferencias en abundancia? ¿Podrán estas diferencias estar ligadas a características estructurales de la vegetación, diferencias en la tasa de depredación que afectan el éxito reproductivo de la RBE, diferencias espaciales y temporales en la abundancia de artrópodos arbóreos? La contestación a éstas interrogantes es imprescindible para poder entender que define un hábitat de alta calidad para la RBE.

Entre los hábitats adyacentes al Bosque de Maricao con mayor abundancia se destacan el Bosque Secundario Maduro (0.30), Bosque Secundario Joven (0.29) y las Fincas de Café a la Sombra (0.38) (Kruskal-Wallis, $p < 0.05$, Apéndice 1). Estos hábitats modificados por personas son, aparentemente de mejor calidad para sustentar adecuadamente la RBE, e importantes para la protección y conservación de esta especie. Otros hábitats igualmente modificados, como por ejemplo, Pastizales (0.06), Fincas de Café al Raso (0.00) y Residencial Rural (0.05) resultaron, aparentemente inadecuados para sustentar abundantemente a la RBE (Kruskal-Wallis, $p < 0.05$, Apéndice 1).

De todos los hábitats muestreados dentro y fuera del Bosque de Maricao, las Fincas de Café al Raso fueron el único hábitat donde no hubo registros positivos de RBE. Esto pudo deberse a la falta de árboles en esta área, puesto que el 80 % de su método de forrajeo es el revolotear sobre las hojas de las ramas en busca de artrópodos arbóreos (gleaning) (Cruz y Delannoy 1984b). Además, el 96 % de su alimento los consiguen en las ramas de los árboles (Cruz y Delannoy 1984b), por lo que un hábitat sin árboles puede no proveer el alimento necesario para la especie. Esto es importante conocerlo pero no fue parte de este estudio. Otro factor

podría ser el uso excesivo de insecticidas lo cual disminuiría de forma considerable la cantidad de artrópodos arbóreos disponible para alimento en estas áreas agrícolas (Jaime Acosta PhD, com. pers.).

La abundancia de la RBE (Figura 20), al igual que el número de estaciones con mayor frecuencia de ocupación de RBE (Tabla 15), se redujo a medida que disminuyó la elevación, confirmado estadísticamente (Kruskal-Wallis, $p < 0.05$, Apéndice 2). Anadón-Irizarry (2006) encontró esta tendencia, y mencionó que puede estar relacionada al cambio en la estructura del hábitat, lo cual influye directamente en la abundancia. Conuerdo con Anadón-Irizarry (op. cit.) en que este cambio en abundancia debido a la diferencia en la elevación puede estar relacionado a la protección contra los depredadores, a los lugares de anidaje o a la abundancia de artrópodos arbóreos que vienen con cambios en la estructura del hábitat. Anadón-Irizarry (2006) y Cruz y Delannoy (1984a) encontraron a la RBE mayormente entre 600-800 m de elevación, y Tossas y Delannoy (2001) entre 700-900 m, ambos en la categoría de elevación alta. De modo que el registro de elevación histórico se repite y es consistente con este estudio. Asimismo ocurre con el Arrow-headed Warbler (*Dendroica pharetra*), en donde encontramos un registro similar de elevación, prefiere elevaciones altas (Curson et. al. 1994). Las razones exactas se desconocen pero podría estar ligado al uso histórico de terrenos y restricción a altas elevaciones (Delannoy com. pers.).

Sorprendentemente, en este estudio encontré individuos de la especie a elevaciones tan bajas como desde 170 m. Esto constituye un récord de elevación para la RBE. De hecho, en la categoría de elevación baja encontré cinco estaciones con mayor frecuencia de ocupación de

RBE (Tabla 15) localizadas entre Bosque Secundario Maduro, Bosque Secundario Joven y Bosque de Galería. Esto confirma que dentro de éstos hábitats a elevaciones bajas existen bolsillos que pueden sustentar adecuadamente a la RBE. Sin embargo, a elevaciones bajas esto no es la norma sino la excepción.

La fidelidad de la RBE en ocupar los tipos de bosque, particularmente Bosque de *Podocarpus*, en las partes altas del Bosque de Maricao es muy fuerte. El huracán Georges alteró drásticamente la estructura de éstos bosques derribando árboles, produciendo defoliación severa y quebrando ramas y tallos (Tossas 2006). La abundancia relativa de la RBE se redujo considerable y significativamente luego del huracán, sin embargo dos años después (2000) la abundancia había retornado a niveles pre-huracán. Es posible que los recursos de los que se alimenta la especie o el sustrato de forrajeo se recuperan rápidamente (Tossas 2006). Sin embargo, la abundancia relativa de ninguna otra especie de ave retornó a niveles pre-huracán al finalizar el estudio. Este hecho apunta hacia una fuerte fidelidad por los tipos de bosque en la parte alta del Bosque de Maricao, además de mostrar una gran resistencia o plasticidad de la especie.

La abundancia de la RBE (Figura 21), al igual que el número de estaciones con mayor frecuencia de ocupación de RBE disminuyó a medida que nos alejamos del centro del bosque (Tabla 16). En los terrenos forestales del centro del Bosque de Maricao hasta 2.5 km de distancia se obtuvo la mayor abundancia de RBE, significativamente diferente a la abundancia de las demás distancias (Kruskal-Wallis, $p < 0.05$, Apéndice 3). Debido a que el hábitat a esta distancia está compuesto por Bosque de *Podocarpus*, la relación entre

abundancia y distancia puede estar estrechamente ligada al hábitat, al igual que con la elevación, ya que a medida que nos alejamos del centro del bosque, la elevación disminuye y el hábitat cambia, influenciando negativamente en la abundancia y distribución de la especie. Esto revela que los hábitats a bajas elevaciones y distantes del Bosque de Maricao, además de no albergar poblaciones abundantes de RBE, tampoco aparentan ser adecuados como corredores ecológicos para su dispersión. Por esto, se debe proteger el Bosque de *Podocarpus* contra cualquier intento de deforestación para asegurar la supervivencia de la especie.

ESTIMADO DE DENSIDAD POBLACIONAL DE LA RBE

El estimado de densidad poblacional de la RBE en las áreas muestreadas del Bosque de Maricao y áreas adyacentes no fue extrapolado debido al patrón agregado en su distribución espacial. Conuerdo con Anadón-Irizarry (2006) en que la distribución agregada de la RBE complica el estimado total de su tamaño poblacional.

La mayor densidad de RBE se obtuvo en áreas de Bosque de *Podocarpus* (0.88 RBE/ha/punto). Hubo densidad moderada en Arboleda Expuesta (0.53) y Plantaciones (0.38) y baja en Bosque Seco (0.06). Estos hallazgos confirman los estimados obtenidos por Anadón- Irizarry (2006) en su trabajo de tesis. Asimismo, Cruz y Delannoy (1984a) reportaron mayor densidad de RBE en veredas mayormente compuesta por Bosque de *Podocarpus*. Esto sugiere una fuerte fidelidad de la especie por este tipo de hábitat. ¿Qué le ofrece este hábitat a la RBE que los demás no parecen ofrecer? ¿Podría ser la cantidad de

artrópodos arbóreos o mejores lugares para protección contra los depredadores? Esto es importante conocerlo pero no fue parte de este estudio. Este hallazgo es una aportación importante para el manejo y conservación de la RBE, pues es evidente su preferencia por el hábitat de *Podocarpus* sin importar lo limitado (80ha) de su distribución dentro del bosque de Maricao de manera que se convierte en hábitat crítico para la supervivencia de la especie.

6 RECOMENDACIONES

A pesar de que la RBE habita en lugares protegidos, la destrucción del hábitat sigue siendo la amenaza más evidente e inmediata hacia la especie. Desde 1980, ha habido un aumento en la construcción de antenas de comunicación en áreas del Bosque de Maricao, y algunas de estas antenas han sido construidas en Bosque de *Podocarpus* (Delannoy 2007). Inclusive, las antiguas áreas de acampar han sido expandidas recientemente hacia el hábitat de la RBE dentro del Bosque de *Podocarpus* (Delannoy 2007). Este hábitat comprende sólo el 1.9 % del Bosque, y es donde tuvo lugar la mayor abundancia de la RBE. Por estas razones se debe proteger este tipo de bosque contra cualquier intento de alteración, modificación o fragmentación pues se cataloga como hábitat crítico para la supervivencia de la especie.

Por otra parte, se debe concienciar a los dueños de los lugares privados adyacentes, en donde ocurre la especie sin protección alguna. Entre los hábitats adyacentes al Bosque de Maricao con mayor abundancia se destacan el Bosque Secundario Maduro, el Bosque Secundario Joven y las Fincas de Café a la Sombra. Estos hábitats modificados por personas son, aparentemente de mejor calidad para sustentar adecuadamente la RBE. Por esto, se deben crear acuerdos con los dueños de estas áreas, que protejan y eviten el desarrollo de los mismos, importantes para la protección y conservación de esta especie, de manera que lleguen a servir de corredores ecológicos para su dispersión.

Este estudio trató de definir algunas interrogantes sobre la RBE pero aún quedan muchas otras por resolver. ¿Cómo y porqué se da el proceso de dispersión y hacia donde se dispersan

los juveniles y hembras? ¿Cuáles son las causales de la preferencia del hábitat? ¿Qué exactamente de éstos hábitats produce éstas diferencias en abundancia? ¿Podrán estas diferencias estar ligadas a características estructurales de la vegetación, diferencias en la tasa de depredación que afectan el éxito reproductivo de la RBE, diferencias espaciales y temporales en la abundancia de artrópodos arbóreos? ¿Cuáles son los factores que hacen a las plantaciones de María un hábitat superior? Las contestaciones a estas interrogantes son imprescindibles para poder entender qué define un hábitat de alta calidad para la RBE, además de la creación de mejores planes de manejo de los mismos.

7 LITERATURA CITADA

- Anadón-Irizarry, V. 2006. Distribution, habitat occupancy and population density of the Elfin-woods Warbler (*Dendroica angelae*) in Puerto Rico. MS Thesis, University of Puerto Rico, Mayagüez Campus. 53 pp.
- Arroyo-Vázquez, B. 1992. Observations of the breeding biology of the Elfin Woods Warbler. Wilson Bull. 104:362-365.
- BirdLife International. 2004. Threatened Birds of the World 2004. CD-ROM. Cambridge, UK
- Cruz, A. y C. A. Delannoy. 1984a. Ecology of the Elfin Woods Warbler (*Dendroica angelae*). I. Distribution, habitat usage, and population densities. Carib. J. Sci. 20: 89-96.
- Cruz, A. y C. A. Delannoy. 1984b. Ecology of the Elfin Woods Warbler (*Dendroica angelae*). II. Feeding ecology of the Elfin Woods Warbler and associated insectivorous birds in Puerto Rico. Carib. J. Sci. 20: 153-162.
- Curson, J., D. Quinn, y D. Beadle. 1994. Warblers of the Americas. Houghton Mifflin Co., New York, New York, 252 pages.
- Delannoy, C. A. 2007. Distribution, abundance and description of habitats of the Elfin WoodsWarbler, *Dendroica angelae*, in southwestern Puerto Rico. Final Report submitted to the U S Fish and Wildlife Service. 77 pages.
- Department of Natural Resources. 1976. The master plan for the commonwealth forests of Puerto Rico. Department of Natural Resources, Division of Forest Planning, San Juan, Puerto Rico. 259 pages.

- Gochfeld, M., D. O. Hill y G. Tudor. 1973. A second population of the recently described Elfin Woods Warbler and other bird records from the West Indies. *Carib. J. Sci.* 13: 231-235.
- Kepler, C. B. y K. C. Parkes. 1972. A new species of warbler (Parulidae) from Puerto Rico. *Auk* 89: 1-18.
- Krebs, C. J. 1999. *Ecological Methodology*. 2nd Edition. Addison-Wesley Educational Publishers, Inc., p.114-139.
- Kristan III, W., M. D. Johnson y J. T. Rotenberry. 2007. Choices and consequences of habitat selection for birds. *The Condor* 109: 485-488.
- Lugo, A. E. 2005. Los bosques, págs. 397-545. En R. L. Joglar (ed.). *Biodiversidad de Puerto Rico. Vertebrados Terrestres y Ecosistemas. Serie de Historia Natural*. Editorial Instituto de Cultura Puertorriqueña. San Juan, Puerto Rico. 564 págs.+láms.
- Pérez-Rivera, R. A. 1979. Lista revisada de los animales vulnerables, amenazados o en peligro de extinción en Puerto Rico. *Cuadernos de Revista Cayey*, Num. 3, Universidad de Puerto Rico, Cayey, Puerto Rico.
- Perez-Rivera, R. y L. A. Maldonado. 1977. Lista de Cotejo de las aves de Cayey y algunos comentarios sobre éstas. *Revista Cayey* X (19): 129-136.
- Rodríguez-Mojica, R. 2004. First report of cavity-nesting in Elfin Woods Warbler *Dendroica angela* at Maricao State Forest, Puerto Rico. *Cotinga* 22: 21-23.
- Silander, S., H. Gil de Rubio, M. Miranda, y M. Vázquez. 1986. Los bosques de Puerto Rico, Volumen X, Tomo II. *Compendio Enciclopédico de los Recursos Naturales de Puerto Rico*. Departamento de Recursos Naturales, Área de Investigaciones Científicas, San Juan, Puerto Rico. 389 páginas.

- Tossas, A. G. 2006. Effects of Hurricane Georges on the Resident Avifauna of Maricao State Forest, Puerto Rico. *Carib. J. Sci.* 42(1): 81-87.
- Tossas, A. G. y C. A. Delannoy. 2001. Status, abundance, and distribution of birds of Maricao State Forest, Puerto Rico. *El Pitirre* 14: 47-53.
- U.S. Fish and Wildlife Service (US FWS) 2005. Federal Register Document that apply to the Elfin-woods Warbler. Candidate to Endanger Species Act.
http://ecos.fws.gov/species_profile/servlet/gov.doi.species_profile.servlets.SpeciesProfile?spcode=B07V#status
- Waide, R. B. 1995. Status and conservation of the Elfin Woods Warbler (*Dendroica angelae*) in the Luquillo Experimental Forest. Final Report submitted to the U.S. Fish and Wildlife Service. 25 pages.
- Wiley, J. W. y G. P. Bauer. 1985. Caribbean National Forest, Puerto Rico. *Amer. Birds* 239: 12-18.
- Willis, E. O. 1973. Local distribution of mixed flocks in Puerto Rico. *Wilson Bull.* 85 (1): 75-77.

8 TABLAS

Tabla 1. Por ciento de estaciones donde se observó a la RBE por localización dentro o fuera del Bosque de Maricao.

Localización	Número de estaciones	Puntos con positivo para RBE	Por ciento (%)	Estaciones con mayor frecuencia de ocupación de RBE	Por ciento (%)
Dentro	127	108	85.0	57	44.9
Fuera	234	62	26.5	25	10.7
Total	361				

Tabla 2. Patrón de distribución de la RBE por repetición y la prueba de bondad de ajuste para Chi-cuadrado.

Repetición	Promedio (\bar{y})	Varianza (S^2)	Índice de dispersión (ID)*	X^2_{**}	Patrón de distribución***
1	0.688	1.075	1.564	98.545	agregado
2	0.750	1.206	1.608	101.329	agregado
3	0.641	0.901	1.406	88.559	agregado
4	0.781	1.031	1.319	83.116	al azar
5	0.797	1.053	1.322	83.267	al azar
6	0.656	0.737	1.123	70.755	al azar
7	0.656	0.769	1.171	73.798	al azar
8	0.766	0.944	1.233	77.698	al azar
9	0.875	1.032	1.179	74.283	al azar
10	0.609	0.845	1.387	87.356	agregado
11	0.375	0.619	1.651	103.994	agregado
12	0.766	1.071	1.399	88.150	agregado
13	0.656	1.023	1.558	98.179	agregado
14	0.595	0.808	1.359	105.963	agregado
15	0.848	1.105	1.303	101.611	al azar
16	0.494	0.689	1.396	108.872	agregado
17	0.734	0.941	1.282	100.004	al azar
18	0.772	1.153	1.493	116.415	agregado
19	0.873	1.112	1.273	99.310	al azar
20	0.899	1.195	1.329	103.693	al azar
21	1.076	1.122	1.043	81.370	al azar
22	0.671	0.839	1.251	97.547	al azar
23	0.633	0.825	1.304	101.689	al azar
24	0.411	0.592	1.440	289.340	agregado

25	0.599	0.749	1.250	251.310	agregado
26	0.604	0.917	1.518	305.158	agregado
27	0.540	0.658	1.219	244.959	agregado
28	0.495	0.739	1.493	299.993	agregado
29	0.569	0.903	1.586	318.846	agregado
30	0.604	0.837	1.386	278.666	agregado
31	0.516	0.842	1.631	402.882	agregado
32	0.579	0.800	1.382	313.669	agregado
33	0.487	0.682	1.401	364.182	agregado
34	0.509	0.709	1.394	316.415	agregado
35	0.400	0.672	1.680	561.053	agregado
36	0.437	0.705	1.614	485.694	agregado
37	0.433	0.767	1.773	592.048	agregado
38	0.467	0.708	1.517	456.557	agregado
39	0.493	0.828	1.680	604.800	agregado
40	0.521	0.806	1.547	556.992	agregado
41	0.509	0.688	1.353	389.693	agregado

* $ID = S^2 / \bar{y}$

** $X^2 = ID (n-1)$

*** El patrón de distribución se determinó usando la figura 4.5 del libro de Krebs (1999).

Tabla 3. Patrón de distribución de la RBE en Bosque de *Podocarpus* y la prueba de bondad de ajuste para Chi-cuadrado.

Repetición	Promedio (\bar{y})	Varianza (S^2)	Índice de dispersión (ID)*	X^{2**}	Patrón de distribución***
1	1.550	1.208	0.779	14.807	al azar
2	1.750	1.250	0.714	13.571	al azar
3	1.450	1.103	0.760	14.448	al azar
4	1.550	1.208	0.779	14.807	al azar
5	1.850	0.661	0.357	6.784	uniforme
6	1.400	0.779	0.556	10.571	al azar
7	1.500	0.474	0.316	6.000	uniforme
8	1.500	0.895	0.596	11.333	al azar
9	1.750	0.513	0.293	5.572	uniforme
10	1.250	0.934	0.747	14.200	al azar
11	1.000	1.263	1.263	24.001	al azar
12	1.600	0.884	0.553	10.500	al azar
13	1.700	0.853	0.502	9.529	al azar
14	1.179	1.041	0.883	23.848	al azar
15	1.929	0.735	0.381	10.295	uniforme
16	1.107	1.062	0.959	25.905	al azar
17	1.429	0.847	0.593	16.000	al azar
18	1.536	1.073	0.699	18.861	al azar
19	1.857	0.794	0.427	11.539	uniforme
20	1.893	0.766	0.405	10.925	uniforme
21	1.964	0.628	0.320	8.636	uniforme
22	1.357	0.609	0.448	12.106	uniforme
23	1.179	0.967	0.820	22.150	al azar
24	0.906	0.862	0.951	29.481	al azar

25	1.469	0.773	0.526	16.319	uniforme
26	1.469	1.289	0.878	27.212	al azar
27	1.250	0.774	0.619	19.200	al azar
28	1.344	1.459	1.086	33.651	al azar
29	1.094	1.636	1.496	46.370	agregado
30	1.500	0.710	0.473	14.667	uniforme
31	1.406	0.894	0.636	19.711	al azar
32	1.188	0.932	0.784	24.317	al azar
33	1.281	1.241	0.968	30.023	al azar
34	1.313	1.125	0.857	26.571	al azar
35	1.313	0.996	0.759	23.525	al azar
36	1.344	1.136	0.845	26.209	al azar
37	1.688	2.093	1.240	38.444	al azar
38	1.344	1.072	0.797	24.721	al azar
39	1.531	1.225	0.800	24.795	al azar
40	1.656	0.749	0.452	14.019	uniforme
41	1.406	0.572	0.406	12.600	uniforme

* $ID = S^2 / \bar{y}$

** $X^2 = ID (n-1)$

*** El patrón de distribución se determinó usando la figura 4.5 del libro de Krebs (1999).

Tabla 4. Patrón de distribución de la RBE en Plantaciones y la prueba de bondad de ajuste para Chi-cuadrado.

Repetición	Promedio (\bar{y})	Varianza (S^2)	Índice de dispersión (ID)*	X^{2**}	Patrón de distribución***
1	0.429	0.879	2.051	26.664	al azar
2	0.500	1.192	2.385	31.000	agregado
3	0.571	0.725	1.269	16.501	al azar
4	0.714	0.835	1.169	15.200	al azar
5	0.214	0.335	1.564	20.334	agregado
6	0.429	0.418	0.974	12.666	al azar
7	0.286	0.528	1.846	24.002	agregado
8	0.500	0.731	1.462	19.001	al azar
9	0.929	1.148	1.237	16.077	al azar
10	0.714	0.989	1.385	17.999	al azar
11	0.071	0.071	1.000	13.000	al azar
12	0.571	0.725	1.269	16.501	al azar
13	0.214	0.335	1.564	20.334	al azar
14	0.643	0.709	1.103	14.333	al azar
15	0.286	0.220	0.769	10.001	al azar
16	0.071	0.071	1.000	13.000	al azar
17	0.500	0.731	1.462	19.001	al azar
18	0.643	1.478	2.299	29.886	agregado
19	0.571	0.725	1.269	16.501	al azar
20	0.786	0.951	1.210	15.727	al azar
21	0.643	0.863	1.342	17.443	al azar
22	0.571	1.187	2.077	27.001	agregado
23	0.571	0.571	1.000	13.000	al azar
24	0.794	1.017	1.281	42.259	al azar

25	0.853	0.735	0.862	28.450	al azar
26	0.912	0.931	1.021	33.709	al azar
27	0.971	0.817	0.842	27.788	al azar
28	0.794	0.775	0.975	32.185	al azar
29	1.029	1.060	1.029	33.971	al azar
30	0.941	1.027	1.091	35.998	al azar
31	1.059	0.966	0.912	30.111	al azar
32	0.794	0.896	1.128	37.222	al azar
33	0.853	0.857	1.004	33.139	al azar
34	0.824	0.635	0.771	25.430	al azar
35	0.941	1.330	1.413	46.625	al azar
36	0.853	1.160	1.359	44.863	al azar
37	0.765	0.852	1.114	36.767	al azar
38	0.647	0.902	1.394	45.999	al azar
39	1.059	0.784	0.741	24.445	al azar
40	1.441	1.466	1.017	33.570	al azar
41	0.971	0.878	0.904	29.848	al azar

* $ID = S^2 / \tilde{y}$

** $X^2 = ID (n-1)$

*** El patrón de distribución se determinó usando la figura 4.5 del libro de Krebs (1999).

Tabla 5. Patrón de distribución de la RBE en Arboleda Expuesta y la prueba de bondad de ajuste para Chi-cuadrado.

Repetición	Promedio (\bar{y})	Varianza (S^2)	Índice de dispersión (ID)*	X^{2***}	Patrón de distribución***
1	0.292	0.476	1.633	37.563	agregado
2	0.250	0.283	1.130	25.999	al azar
3	0.167	0.232	1.391	31.996	al azar
4	0.375	0.505	1.348	30.998	al azar
5	0.458	0.694	1.514	34.819	al azar
6	0.333	0.406	1.218	28.003	al azar
7	0.333	0.493	1.479	34.007	al azar
8	0.500	0.696	1.391	32.002	al azar
9	0.333	0.580	1.739	40.003	agregado
10	0.167	0.319	1.912	43.986	agregado
11	0.125	0.114	0.913	20.994	al azar
12	0.375	0.853	2.275	52.336	agregado
13	0.208	0.520	2.496	57.406	agregado
14	0.208	0.346	1.661	38.205	agregado
15	0.292	0.390	1.335	30.711	al azar
16	0.250	0.283	1.130	25.999	al azar
17	0.333	0.493	1.479	34.007	al azar
18	0.292	0.476	1.633	37.563	agregado
19	0.292	0.390	1.335	30.711	al azar
20	0.292	0.563	1.931	44.423	agregado
21	0.708	0.824	1.164	26.767	al azar
22	0.292	0.476	1.633	37.563	agregado
23	0.292	0.563	1.931	44.423	agregado
24	0.457	0.608	1.331	45.254	al azar

25	0.714	0.857	1.200	40.797	al azar
26	0.657	1.114	1.696	57.657	agregado
27	0.343	0.467	1.362	46.325	al azar
28	0.514	0.728	1.415	48.108	al azar
29	0.514	0.904	1.758	59.776	agregado
30	0.686	1.104	1.610	54.751	agregado
31	0.543	1.020	1.879	63.892	agregado
32	0.857	0.950	1.108	37.669	al azar
33	0.657	0.703	1.069	36.349	al azar
34	0.686	0.751	1.096	37.253	al azar
35	0.686	0.987	1.439	48.920	al azar
36	0.743	0.785	1.057	35.922	al azar
37	0.657	0.703	1.069	36.349	al azar
38	0.829	0.970	1.170	39.790	al azar
39	0.743	1.079	1.452	49.382	al azar
40	0.743	1.020	1.373	46.691	al azar
41	0.457	0.667	1.460	49.628	al azar

* $ID = S^2 / \tilde{y}$

** $X^2 = ID (n-1)$

*** El patrón de distribución se determinó usando la figura 4.5 del libro de Krebs (1999).

Tabla 6. Patrón de distribución de la RBE en Bosque Seco y la prueba de bondad de ajuste para Chi-cuadrado.

Repetición	Promedio (\bar{y})	Varianza (S^2)	Índice de dispersión (ID)*	X^{2**}	Patrón de distribución***
1	0.000	0.000	0.000	0.000	N/A
2	0.000	0.000	0.000	0.000	N/A
3	0.000	0.000	0.000	0.000	N/A
4	0.000	0.000	0.000	0.000	N/A
5	0.000	0.000	0.000	0.000	N/A
6	0.000	0.000	0.000	0.000	N/A
7	0.000	0.000	0.000	0.000	N/A
8	0.000	0.000	0.000	0.000	N/A
9	0.000	0.000	0.000	0.000	N/A
10	0.000	0.000	0.000	0.000	N/A
11	0.000	0.000	0.000	0.000	N/A
12	0.000	0.000	0.000	0.000	N/A
13	0.000	0.000	0.000	0.000	N/A
14	0.000	0.000	0.000	0.000	N/A
15	0.154	0.308	2.001	24.008	agregado
16	0.077	0.077	1.000	12.000	al azar
17	0.231	0.692	3.000	35.995	agregado
18	0.154	0.308	2.001	24.008	agregado
19	0.154	0.308	2.001	24.008	agregado
20	0.000	0.000	0.000	0.000	N/A
21	0.308	0.397	1.292	15.498	al azar
22	0.000	0.000	0.000	0.000	N/A
23	0.154	0.308	2.001	24.008	agregado
24	0.000	0.000	0.000	0.000	N/A

25	0.077	0.074	0.961	24.026	al azar
26	0.038	0.038	1.000	25.000	al azar
27	0.038	0.038	1.000	25.000	al azar
28	0.038	0.038	1.000	25.000	al azar
29	0.000	0.000	0.000	0.000	N/A
30	0.000	0.000	0.000	0.000	N/A
31	0.077	0.154	2.000	50.000	agregado
32	0.346	0.475	1.373	34.321	al azar
33	0.231	0.345	1.494	37.338	al azar
34	0.115	0.186	1.617	40.435	agregado
35	0.077	0.074	0.961	24.026	al azar
36	0.077	0.074	0.961	24.026	al azar
37	0.115	0.186	1.617	40.435	agregado
38	0.154	0.295	1.916	47.890	agregado
39	0.231	0.345	1.494	37.338	al azar
40	0.231	0.345	1.494	37.338	al azar
41	0.154	0.215	1.396	34.903	al azar

* $ID = S^2 / \tilde{y}$

** $X^2 = ID (n-1)$

*** El patrón de distribución se determinó usando la figura 4.5 del libro de Krebs (1999).

N/A = no hubo detección de RBE en esa repetición.

Tabla 7. Patrón de distribución de la RBE en Bosque Secundario Maduro y la prueba de bondad de ajuste para Chi-cuadrado.

Repetición	Promedio (\bar{y})	Varianza (S^2)	Índice de dispersión (ID)*	X^{2**}	Patrón de distribución***
1	0.438	0.529	1.210	18.144	al azar
2	0.625	1.050	1.680	25.200	al azar
3	0.563	0.796	1.415	21.221	al azar
4	0.438	0.529	1.210	18.144	al azar
5	0.313	0.363	1.160	17.400	al azar
6	0.938	0.996	1.062	15.933	al azar
7	0.313	0.363	1.160	17.400	al azar
8	0.225	0.384	1.707	66.560	agregado
9	0.375	0.383	1.022	15.332	al azar
10	0.244	0.339	1.390	55.597	al azar
11	0.563	0.796	1.415	21.221	al azar
12	0.167	0.285	1.710	141.951	agregado
13	0.339	0.642	1.893	109.789	agregado
14	0.298	0.525	1.763	146.366	agregado
15	0.424	0.697	1.644	95.371	agregado
16	0.429	1.019	2.377	197.314	agregado
17	0.369	0.525	1.422	118.044	agregado
18	0.517	0.864	1.672	98.668	agregado

* $ID = S^2 / \bar{y}$

** $X^2 = ID (n-1)$

*** El patrón de distribución se determinó usando la figura 4.5 del libro de Krebs (1999).

Tabla 8. Patrón de distribución de la RBE en Bosque Secundario Joven y la prueba de bondad de ajuste para Chi-cuadrado.

Repetición	Promedio (\bar{y})	Varianza (S^2)	Índice de dispersión (ID)*	X^{2**}	Patrón de distribución***
1	0.091	0.091	1.000	10.000	al azar
2	0.000	0.000	0.000	0.000	N/A
3	0.182	0.164	0.900	8.999	al azar
4	0.636	0.855	1.343	13.427	al azar
5	0.182	0.164	0.900	8.999	al azar
6	0.182	0.364	2.000	20.000	al azar
7	0.364	0.655	1.800	18.001	al azar
8	0.455	1.473	3.240	32.403	agregado
9	0.727	1.618	2.225	22.249	agregado
10	0.308	0.397	1.292	15.498	al azar
11	0.182	0.364	2.000	20.000	al azar
12	0.450	0.787	1.748	33.220	al azar
13	0.278	0.565	2.035	34.600	agregado
14	0.400	0.568	1.421	26.999	al azar
15	0.389	0.487	1.252	21.284	al azar
16	0.350	0.450	1.286	24.429	al azar
17	0.350	0.555	1.587	30.145	agregado
18	0.150	0.134	0.895	16.999	al azar

* $ID = S^2 / \bar{y}$

** $X^2 = ID (n-1)$

*** El patrón de distribución se determinó usando la figura 4.5 del libro de Krebs (1999).

N/A = no hubo detección de RBE en esa repetición.

Tabla 9. Patrón de distribución de la RBE en Fincas de Café a la Sombra y la prueba de bondad de ajuste para Chi-cuadrado.

Repetición	Promedio (\bar{y})	Varianza (S^2)	Índice de dispersión (ID)*	X^{2**}	Patrón de distribución***
1	0.133	0.267	2.001	28.011	agregado
2	0.467	0.410	0.877	12.284	al azar
3	0.600	0.829	1.381	19.334	al azar
4	0.533	0.552	1.036	14.501	al azar
5	0.267	0.210	0.786	10.997	al azar
6	0.467	0.552	1.184	16.571	al azar
7	0.600	0.686	1.143	16.000	al azar
8	0.600	1.400	2.333	32.667	agregado
9	0.800	1.171	1.464	20.500	al azar
10	0.591	0.729	1.234	25.922	al azar
11	0.533	0.981	1.839	25.753	agregado
12	0.364	0.623	1.715	36.005	al azar
13	0.467	0.552	1.184	16.571	al azar
14	0.182	0.156	0.857	17.997	al azar
15	0.667	0.667	1.000	14.000	al azar
16	0.591	0.634	1.073	22.539	al azar
17	0.455	0.641	1.410	29.603	al azar
18	0.455	0.546	1.200	25.205	al azar

* $ID = S^2 / \bar{y}$

** $X^2 = ID (n-1)$

*** El patrón de distribución se determinó usando la figura 4.5 del libro de Krebs (1999).

Tabla 10. Patrón de distribución de la RBE en Residencial Rural y la prueba de bondad de ajuste para Chi-cuadrado.

Repetición	Promedio (\bar{y})	Varianza (S^2)	Índice de dispersión (ID)*	X^{2**}	Patrón de distribución***
1	0.000	0.000	0.000	0.000	N/A
2	0.000	0.000	0.000	0.000	N/A
3	0.000	0.000	0.000	0.000	N/A
4	0.000	0.000	0.000	0.000	N/A
5	0.000	0.000	0.000	0.000	N/A
6	0.333	0.267	0.800	4.001	al azar
7	0.000	0.000	0.000	0.000	N/A
8	0.000	0.000	0.000	0.000	N/A
9	0.000	0.000	0.000	0.000	N/A
10	0.000	0.000	0.000	0.000	N/A
11	0.000	0.000	0.000	0.000	N/A
12	0.000	0.000	0.000	0.000	N/A
13	0.000	0.000	0.000	0.000	N/A
14	0.000	0.000	0.000	0.000	N/A
15	0.000	0.000	0.000	0.000	N/A
16	0.188	0.563	3.000	45.000	agregado
17	0.125	0.117	0.934	14.004	al azar
18	0.000	0.000	0.000	0.000	N/A

* $ID = S^2 / \bar{y}$

** $X^2 = ID (n-1)$

*** El patrón de distribución se determinó usando la figura 4.5 del libro de Krebs (1999).

N/A = no hubo detección de RBE en esa repetición.

Tabla 11. Patrón de distribución de la RBE en Bosque de Galería y la prueba de bondad de ajuste para Chi-cuadrado.

Repetición	Promedio (\bar{y})	Varianza (S^2)	Índice de dispersión (ID)*	X^{2**}	Patrón de distribución***
1	0.000	0.000	0.000	0.000	N/A
2	0.000	0.000	0.000	0.000	N/A
3	0.000	0.000	0.000	0.000	N/A
4	0.667	1.333	2.000	4.000	al azar
5	0.000	0.000	0.000	0.000	N/A
6	0.333	0.333	1.000	2.000	al azar
7	0.000	0.000	0.000	0.000	N/A
8	0.000	0.000	0.000	0.000	N/A
9	0.143	0.286	1.999	25.991	agregado
10	0.667	1.333	2.000	4.000	al azar

* $ID = S^2 / \bar{y}$

** $X^2 = ID (n-1)$

*** El patrón de distribución se determinó usando la figura 4.5 del libro de Krebs (1999).

N/A = no hubo detección de RBE en esa repetición.

Tabla 12. Patrón de distribución de la RBE en Bosque Seco Adyacente y la prueba de bondad de ajuste para Chi-cuadrado.

Repetición	Promedio (\bar{y})	Varianza (S^2)	Índice de dispersión (ID)*	X^{2**}	Patrón de distribución***
1	0.053	0.053	1.000	18.000	al azar
2	0.053	0.053	1.000	18.000	al azar
3	0.000	0.000	0.000	0.000	N/A
4	0.053	0.053	1.000	18.000	al azar
5	0.000	0.000	0.000	0.000	N/A
6	0.000	0.000	0.000	0.000	N/A
7	0.000	0.000	0.000	0.000	N/A
8	0.024	0.024	1.000	40.000	al azar
9	0.000	0.000	0.000	0.000	N/A
10	0.024	0.024	1.000	40.000	al azar
11	0.000	0.000	0.000	0.000	N/A
12	0.024	0.024	1.000	40.000	al azar
13	0.000	0.000	0.000	0.000	N/A
14	0.024	0.024	1.000	40.000	al azar
15	0.000	0.000	0.000	0.000	N/A
16	0.018	0.018	1.000	55.000	al azar
17	0.018	0.018	1.000	55.000	al azar
18	0.053	0.053	1.000	18.000	al azar

* $ID = S^2 / \bar{y}$

** $X^2 = ID (n-1)$

*** El patrón de distribución se determinó usando la figura 4.5 del libro de Krebs (1999).

N/A = no hubo detección de RBE en esa repetición.

Tabla 13. Patrón de distribución de la RBE en Pastizal y la prueba de bondad de ajuste para Chi-cuadrado.

Repetición	Promedio (\bar{y})	Varianza (S^2)	Índice de dispersión (ID)*	X^{2***}	Patrón de distribución***
1	0.000	0.000	0.000	0.000	N/A
2	0.000	0.000	0.000	0.000	N/A
3	0.000	0.000	0.000	0.000	N/A
4	0.000	0.000	0.000	0.000	N/A
5	0.000	0.000	0.000	0.000	N/A
6	0.143	0.143	1.000	6.000	N/A
7	0.000	0.000	0.000	0.000	N/A
8	0.286	0.571	2.000	12.000	al azar
9	0.286	0.571	2.000	12.000	al azar
10	0.000	0.000	0.000	0.000	N/A
11	0.000	0.000	0.000	0.000	N/A
12	0.000	0.000	0.000	0.000	N/A
13	0.000	0.000	0.000	0.000	N/A
14	0.000	0.000	0.000	0.000	N/A
15	0.111	0.111	1.000	8.000	al azar
16	0.100	0.100	1.000	9.000	al azar
17	0.100	0.100	1.000	9.000	al azar
18	0.200	0.400	2.000	9.000	al azar

* $ID = S^2 / \bar{y}$

** $X^2 = ID (n-1)$

*** El patrón de distribución se determinó usando la figura 4.5 del libro de Krebs (1999).

N/A = no hubo detección de RBE en esa repetición.

Tabla 14. Por ciento de estaciones con mayor frecuencia de ocupación de RBE en diferentes hábitats del Bosque de Maricao y áreas adyacentes.

Hábitat	Número de estaciones	Estaciones con mayor frecuencia de ocupación de RBE	Por ciento (%)
<i>B. Podocarpus</i>	32	28	87.5
Plantaciones	34	19	55.9
Arboleda expuesta	35	9	25.7
B. secundario joven	20	5	25.0
F. café a la sombra	22	5	22.7
B. secundario maduro	84	14	16.7
B. galería	14	1	7.1
B. seco	26	1	3.8

Total de estaciones con mayor frecuencia de ocupación de RBE = 82 estaciones

Tabla 15. Por ciento de estaciones con mayor frecuencia de ocupación de RBE por categorías de elevación en el Bosque de Maricao y áreas adyacentes.

Categorías de elevación (m)	Número de estaciones	Estaciones con mayor frecuencia de ocupación de RBE	Por ciento (%)
Alta	73	33	45.2
Mediana	203	44	21.7
Baja	85	5	5.9

Total de estaciones con mayor frecuencia de ocupación de RBE = 82 estaciones

Tabla 16. Por ciento de estaciones con mayor frecuencia de ocupación de RBE por distancias del centro del Bosque de Maricao.

Distancia del centro del bosque (km)	Número de estaciones	Estaciones con mayor frecuencia de ocupación de RBE	Por ciento (%)
2.5	70	36	51.4
5.0	114	33	28.9
7.5	65	9	13.8
10.0	112	4	3.6

Total de estaciones con mayor frecuencia de ocupación de RBE = 82 estaciones

Tabla 17. Estimado poblacional de la RBE en los hábitats muestreados dentro del Bosque de Maricao.

Tipo de bosque	Número de puntos de conteo (N)	Área muestreada (ha/punto)	Número de RBE	Promedio de RBE en el área muestreada (RBE/ha/punto)
Bosque de <i>Podocarpus</i>	32	51.2	45.06	0.88
Arboleda Expuesta	34	54.4	28.23	0.53
Plantaciones	35	56.0	21.28	0.38
Bosque Seco	26	41.6	2.50	0.06
Total	127	203.2	97.07	0.48

Tabla 18. Estimado poblacional de la RBE en los hábitats muestreados en las áreas adyacentes.

Tipo de bosque	Número de puntos de conteo (N)	Área muestreada (ha/punto)	Número de RBE	Promedio de RBE en el área muestreada (RBE/ha/punto)
Fincas de Café a la Sombra	22	35.2	8.45	0.24
Bosque Secundario Maduro	84	134.4	25.54	0.19
Bosque Secundario Joven	20	32.0	5.76	0.18
Bosque de Galería	14	22.4	1.12	0.05
Pastizales	10	16.0	0.48	0.03
Residencial Rural	16	25.6	0.77	0.03
Bosque Seco Adyacente	56	89.6	0.90	0.01
Fincas de Café al Raso	12	19.2	0.00	0.00
Total	234	374.4	43.02	0.11

9 FIGURAS

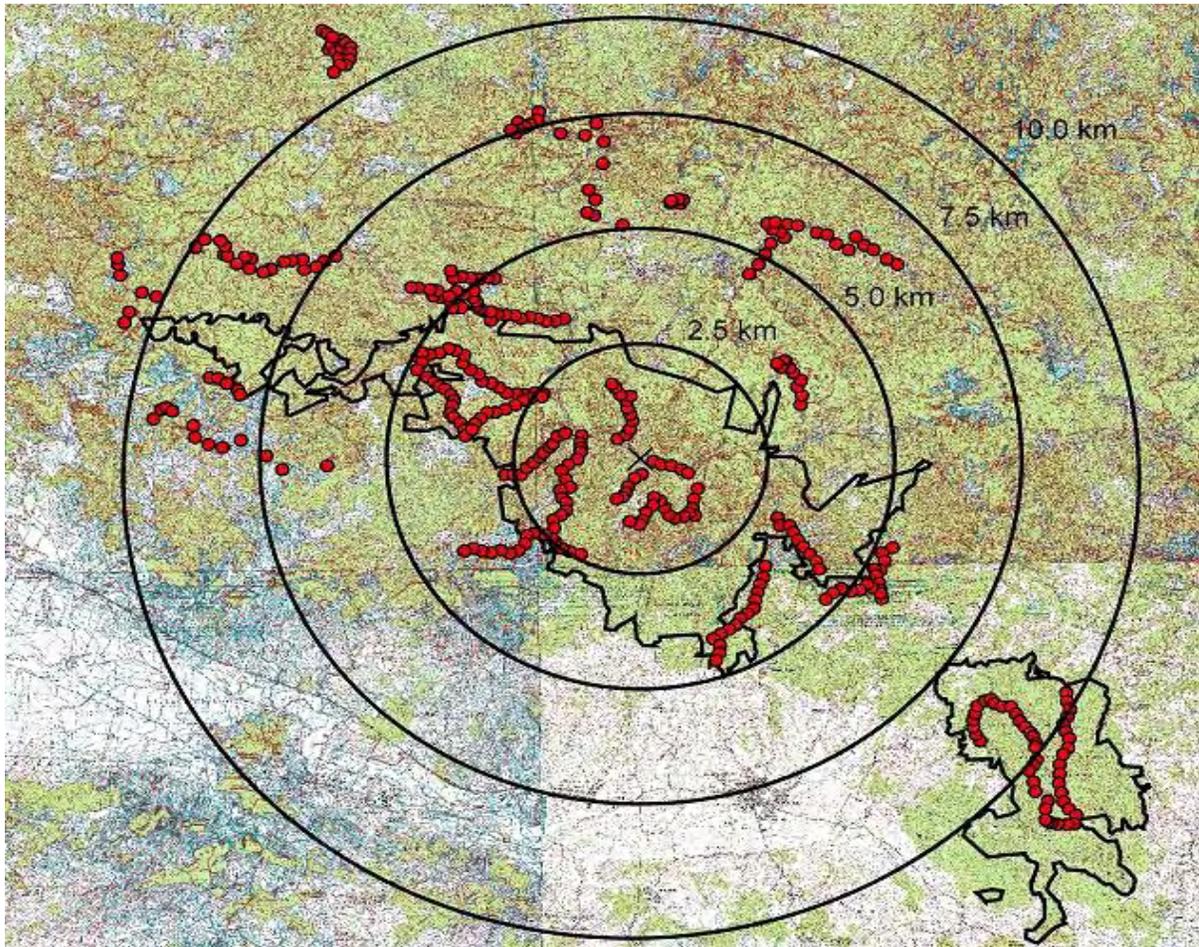


Figura 1. Ubicación de las 361 estaciones de conteo (puntos rojos) en el oeste de Puerto Rico. El Bosque de Maricao en el centro y el Bosque de Susúa al extremo inferior derecho.

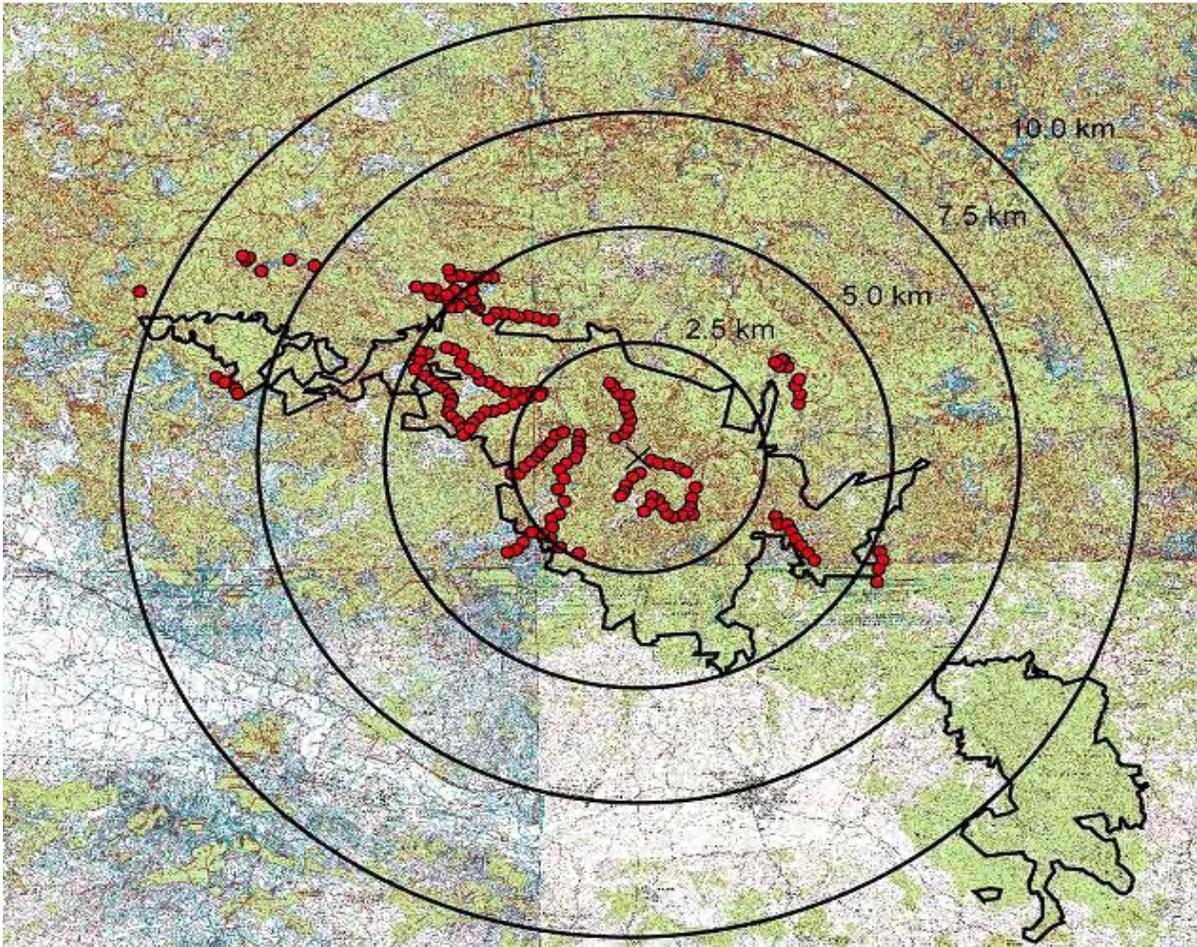


Figura 2. Puntos de conteo con registros positivos (en rojo) de la RBE en el área de estudio. Cabe destacar la ausencia de la RBE en el Bosque de Susúa.

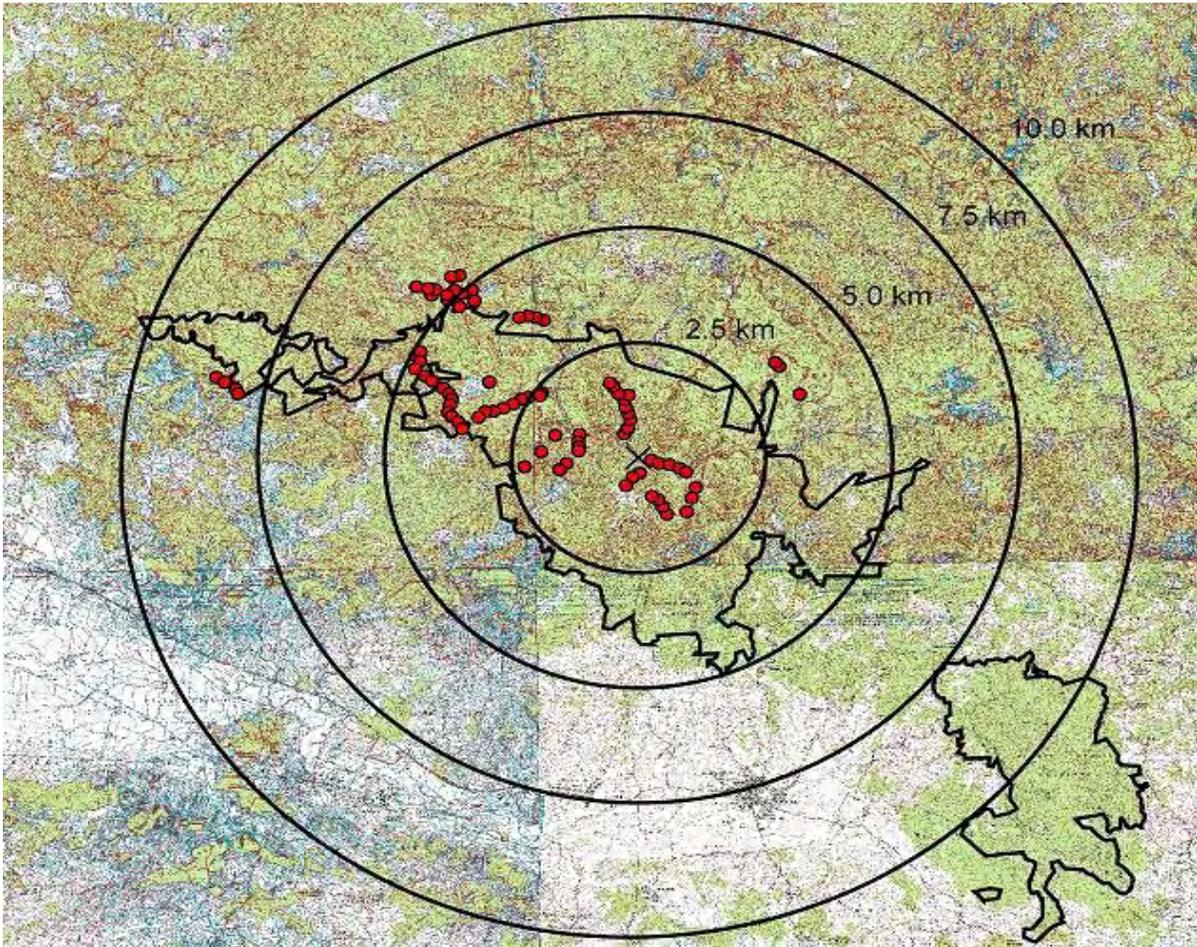


Figura 3. Hábitats de alta calidad representados por las estaciones con mayor frecuencia de ocupación de RBE (puntos rojos) ubicados en su mayoría dentro del Bosque de Maricao.

Figura 4. Cambios estacionales en distribución de la RBE. El mapa A es de febrero a julio de 2004 y el mapa B es de agosto 2004 a enero de 2005.

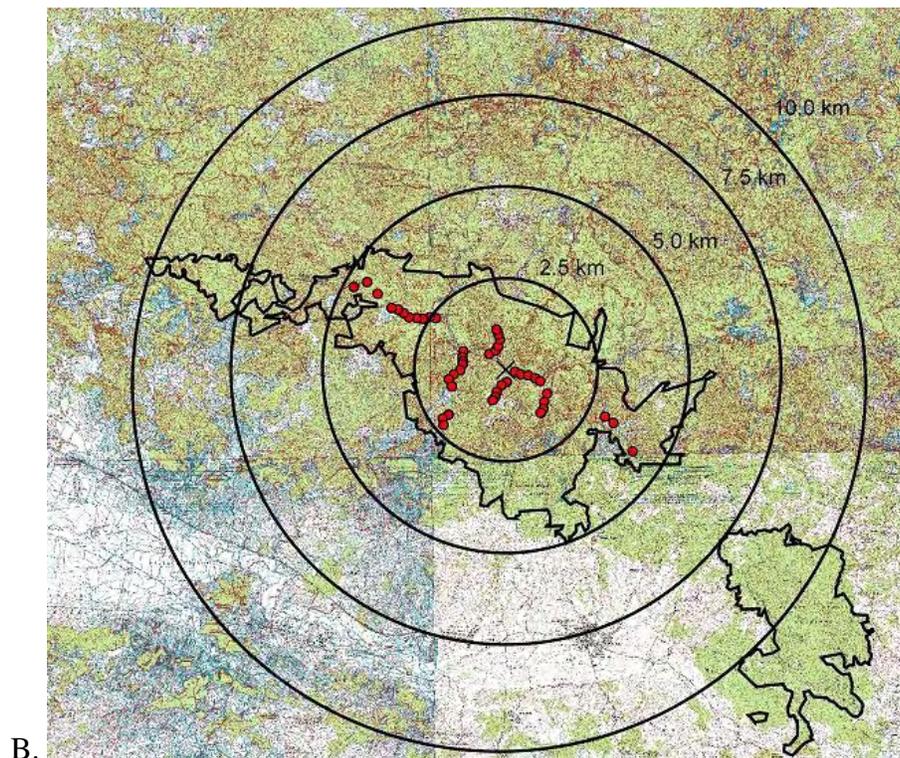
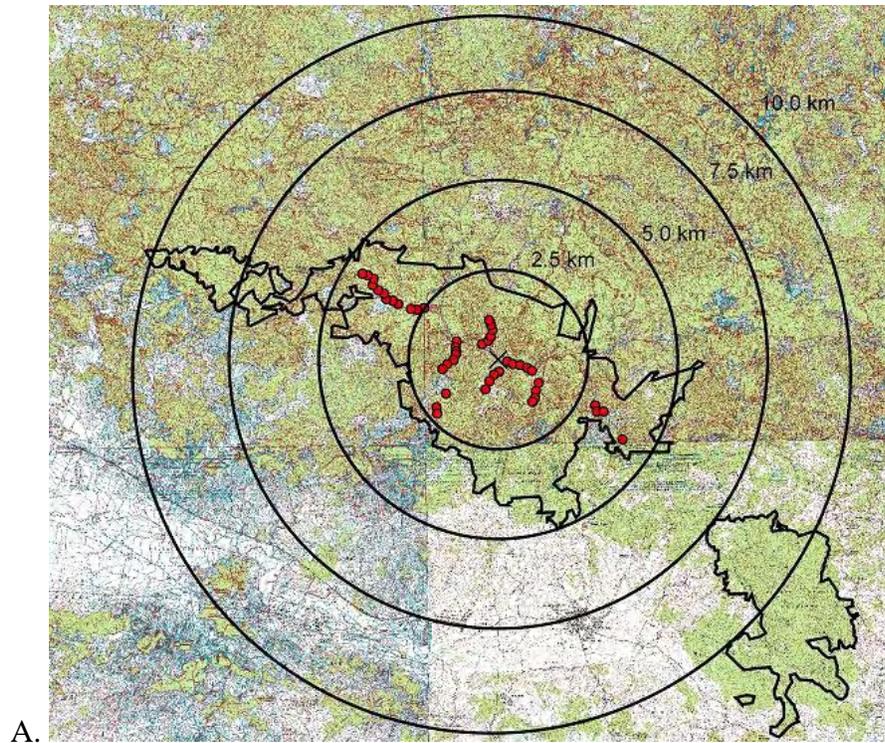


Figura 5. Cambios estacionales en distribución. El mapa A es de febrero a julio de 2005 y el mapa B es de agosto 2005 a enero de 2006.

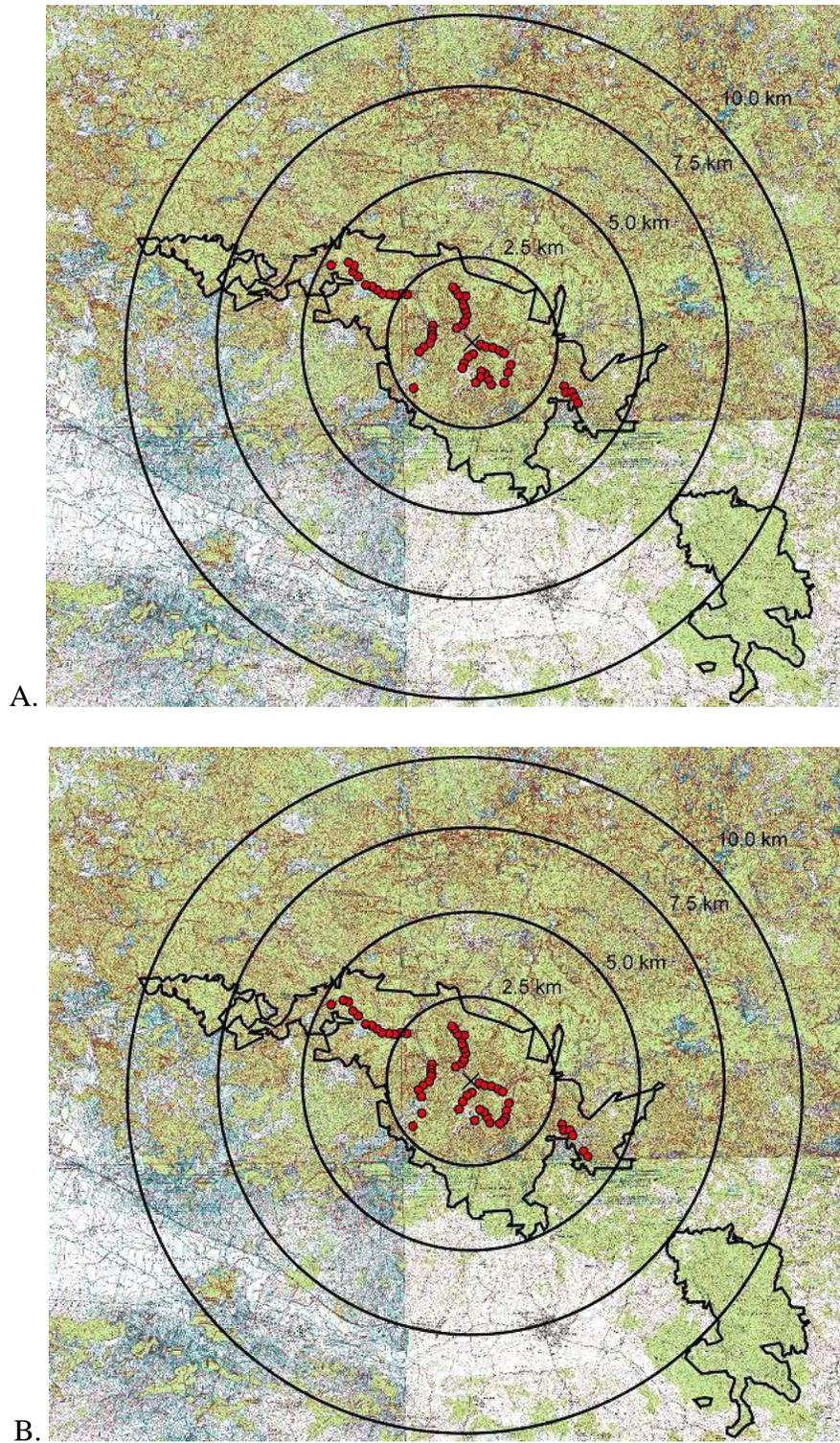


Figura 6. Cambios estacionales en distribución. El mapa A es de febrero a julio de 2006 y el mapa B es de agosto a diciembre de 2006.

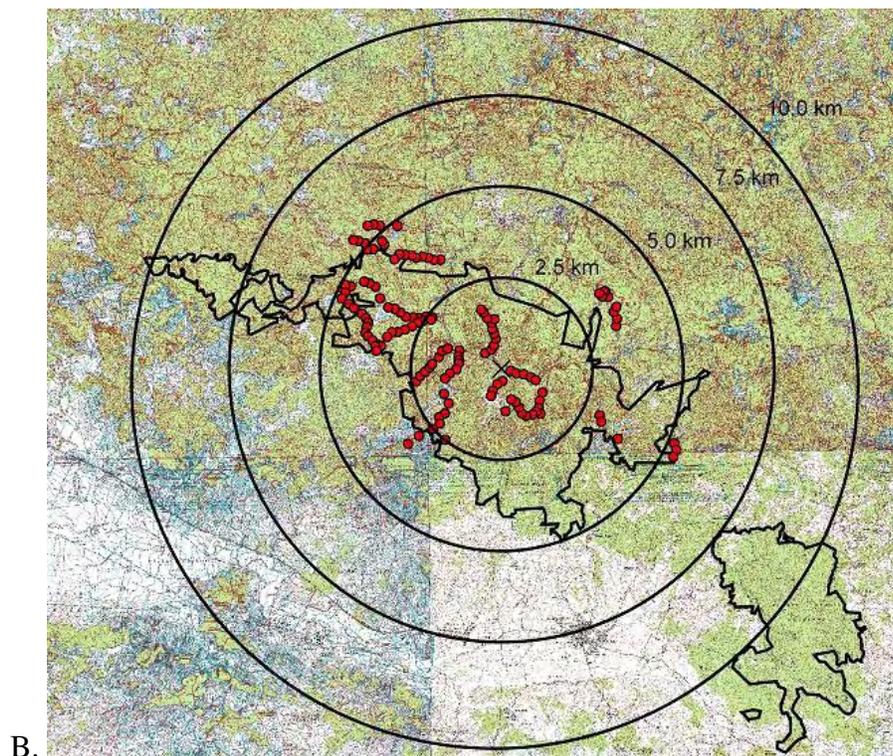
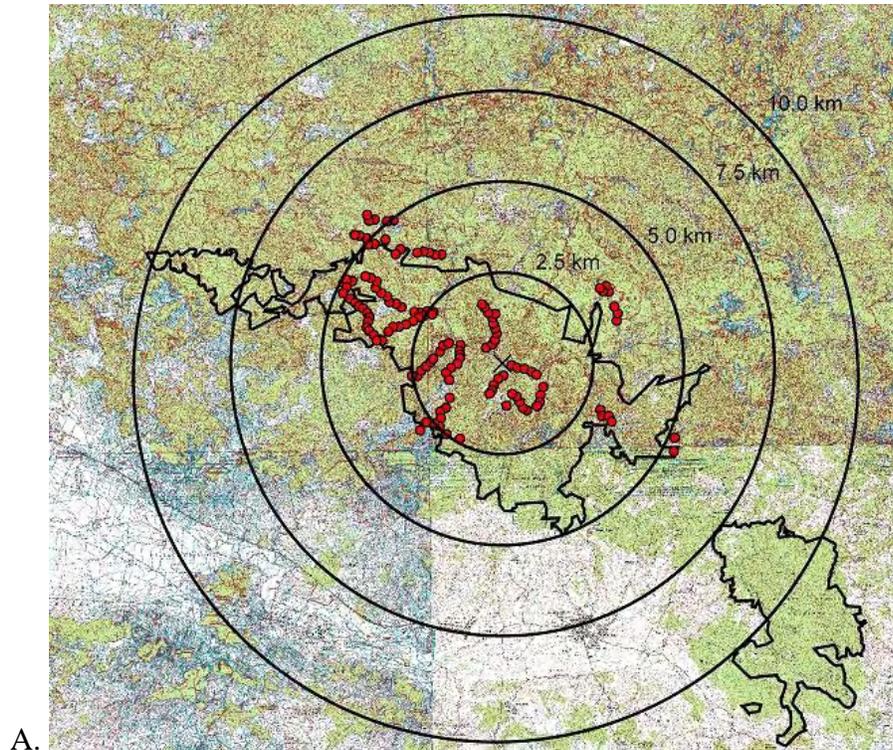


Figura 7. Bosque de *Podocarpus* en el Bosque de Maricao. Puntos rojos en el mapa representan la localización de las estaciones de conteo en el Bosque de *Podocarpus*.

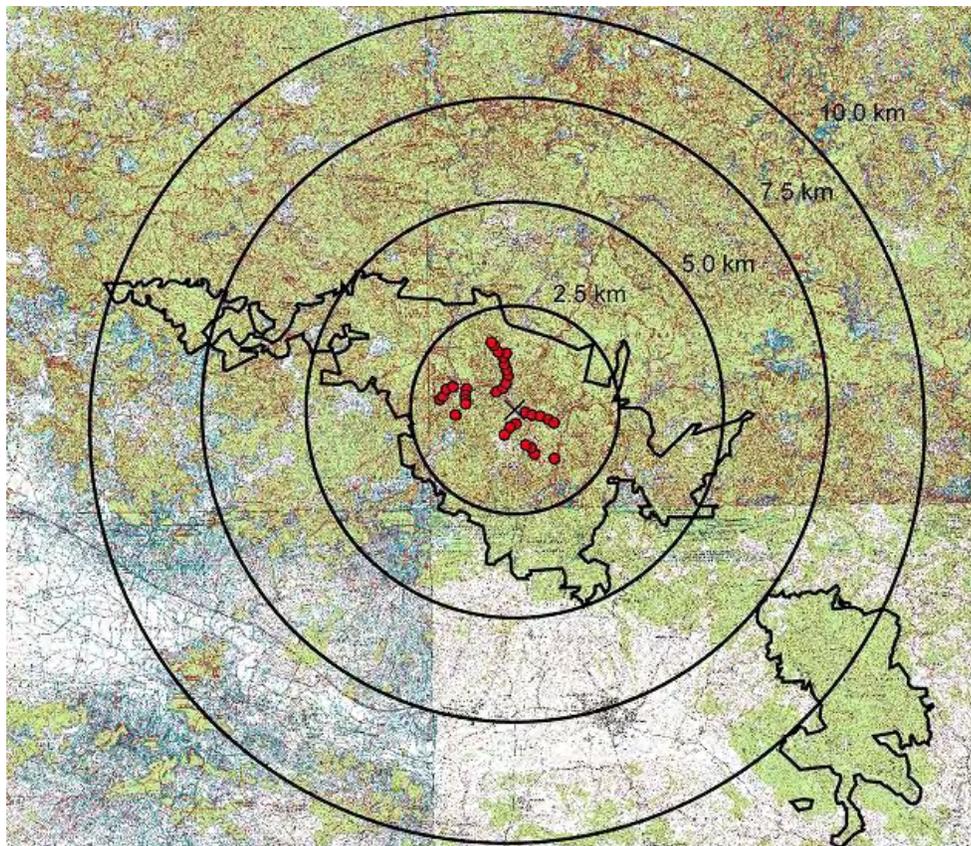


Figura 8. Arboleda Expuesta en el Bosque de Maricao. Puntos rojos en el mapa representan la localización de las estaciones de conteo en Arboleda Expuesta.

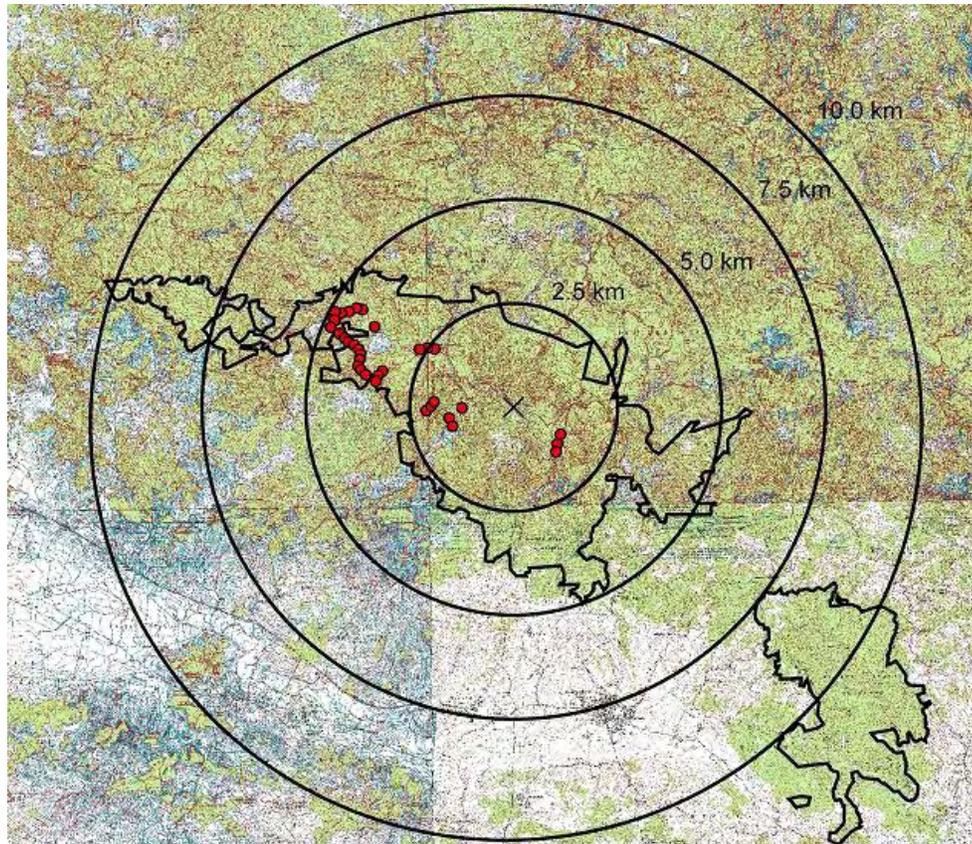


Figura 9. Plantaciones en el Bosque de Maricao. Puntos rojos en el mapa representan la localización de las estaciones de conteo en Plantaciones.

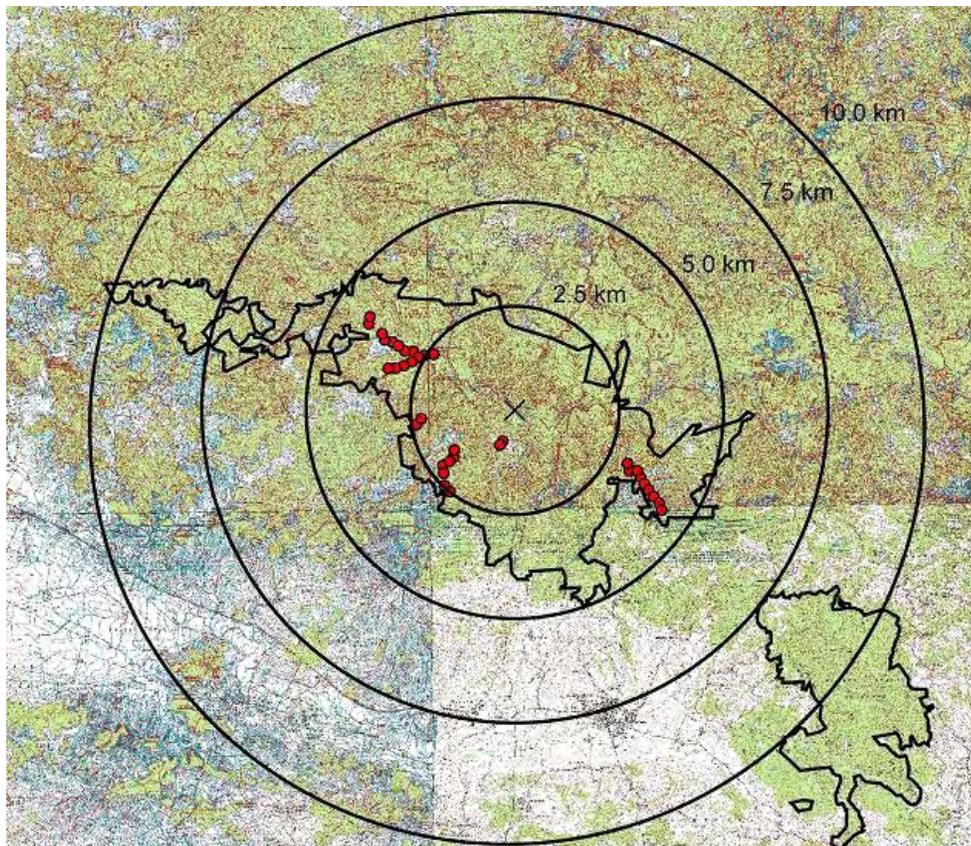


Figura 10. Bosque Seco en el Bosque de Maricao. Puntos rojos en el mapa representan la localización de las estaciones de conteo en el Bosque Seco.

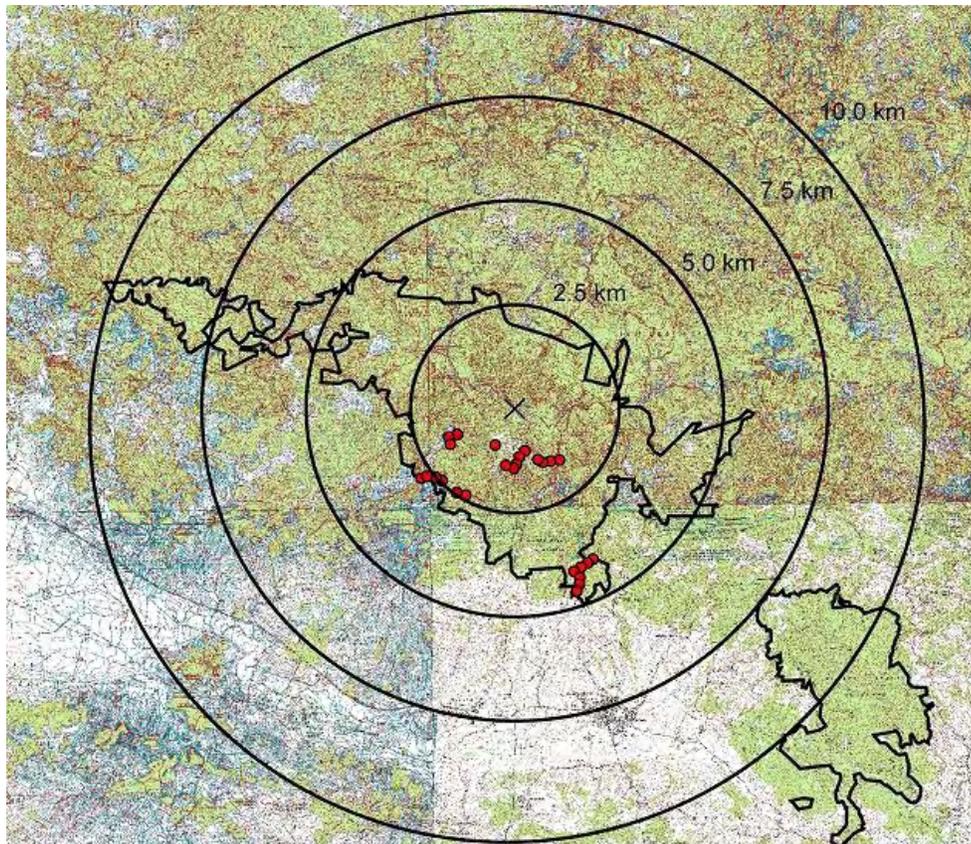


Figura 11. Bosque Secundario Maduro en el Barrio Montoso de Maricao, al oeste del Bosque de Maricao. Puntos rojos en el mapa representan la localización de las estaciones de conteo en el Bosque Secundario Maduro.

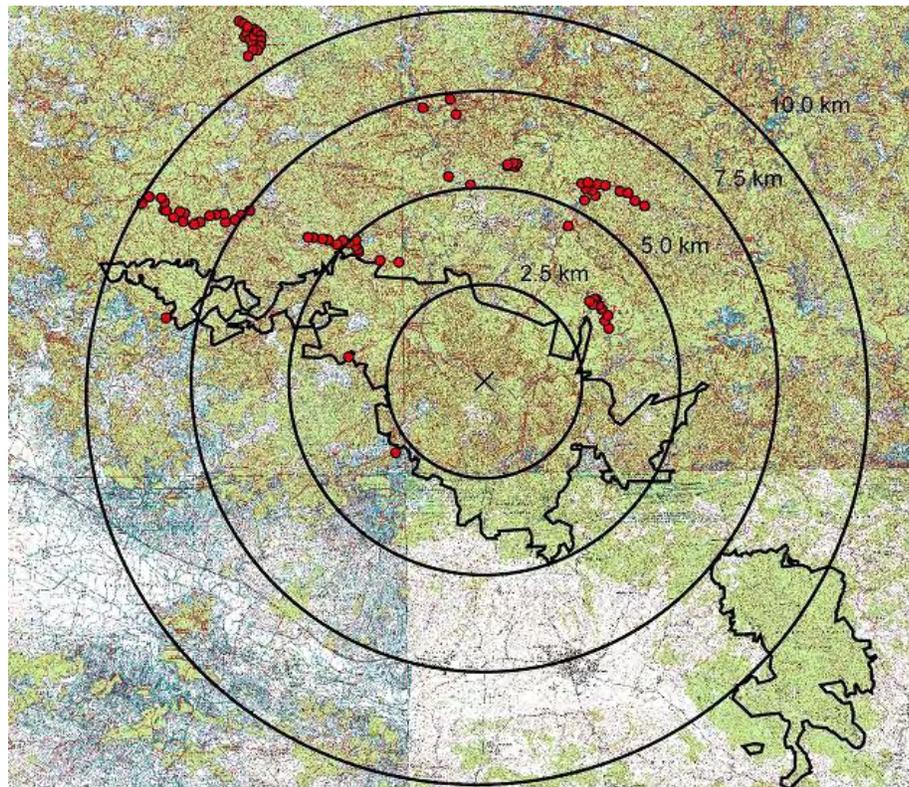


Figura 12. Bosque Secundario Joven en el Poblado Rosario de San Germán, al oeste del Bosque de Maricao. Puntos rojos en el mapa representan la localización de las estaciones de conteo en el Bosque Secundario Joven.

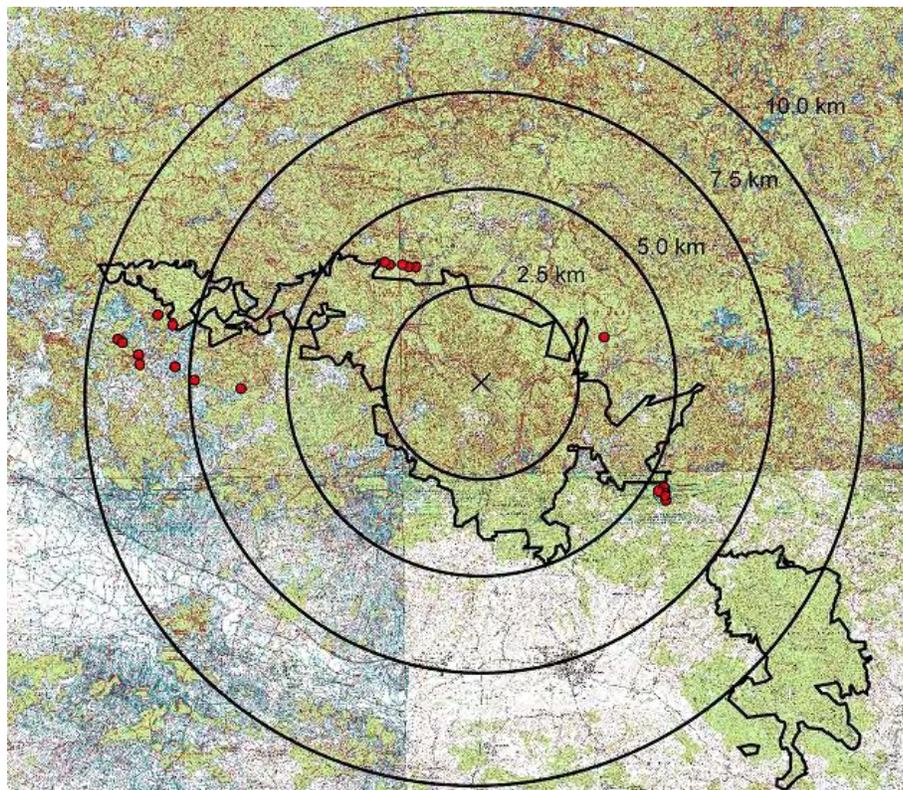


Figura 13. Fincas de Café a la Sombra en Las Marías, al noroeste del Bosque de Maricao. Puntos rojos en el mapa representan la localización de las estaciones de conteo en las Fincas de Café a la Sombra.

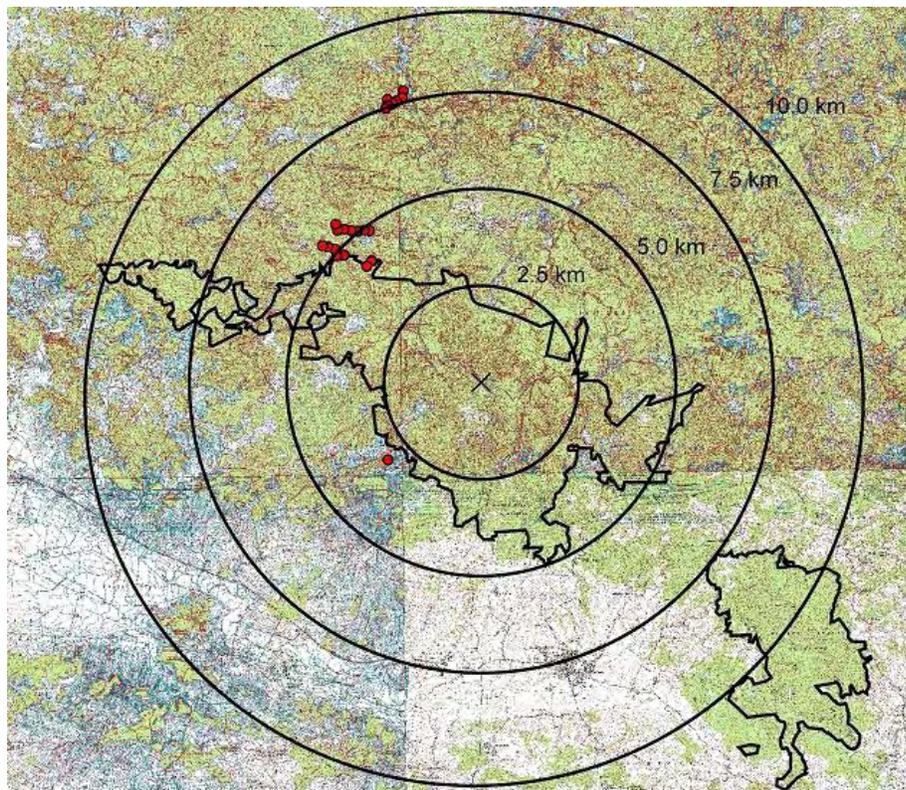


Figura 14. Pastizal en el Barrio Guamá de San Germán, al sur del Bosque de Maricao. Puntos rojos en el mapa representan la localización de las estaciones de conteo en Pastizal.

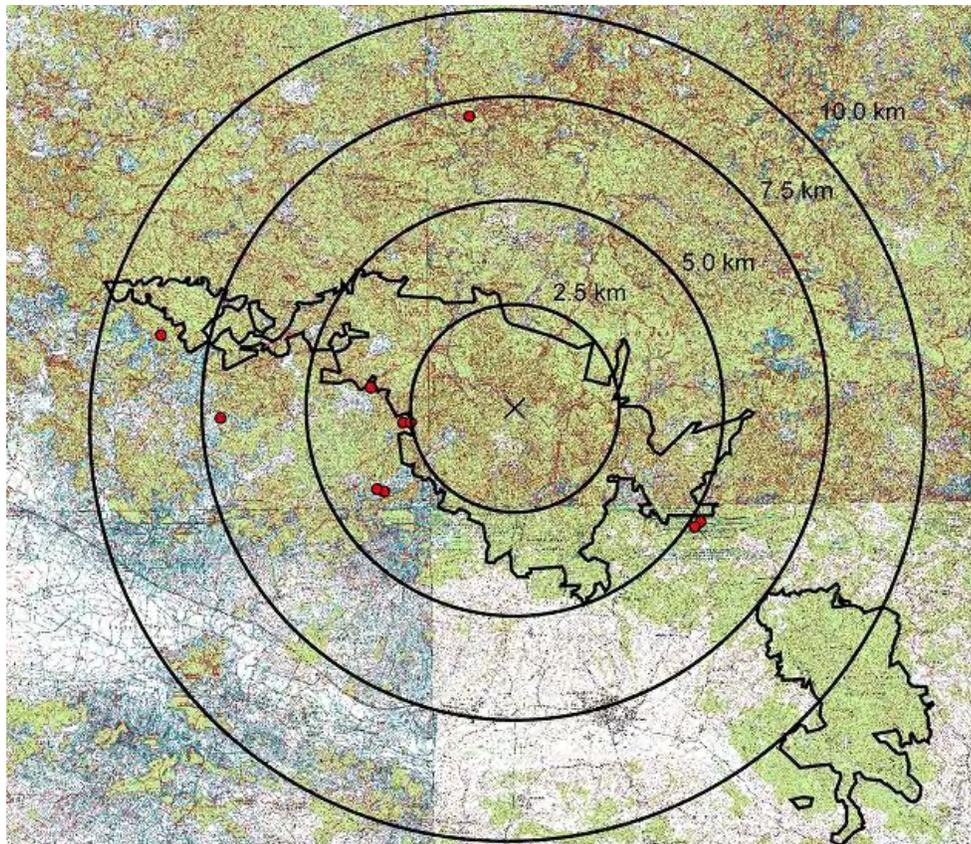


Figura 15. Residencial Rural en el Barrio Montoso de Maricao, al oeste del Bosque de Maricao. Puntos rojos en el mapa representan la localización de las estaciones de conteo en Residencial Rural.

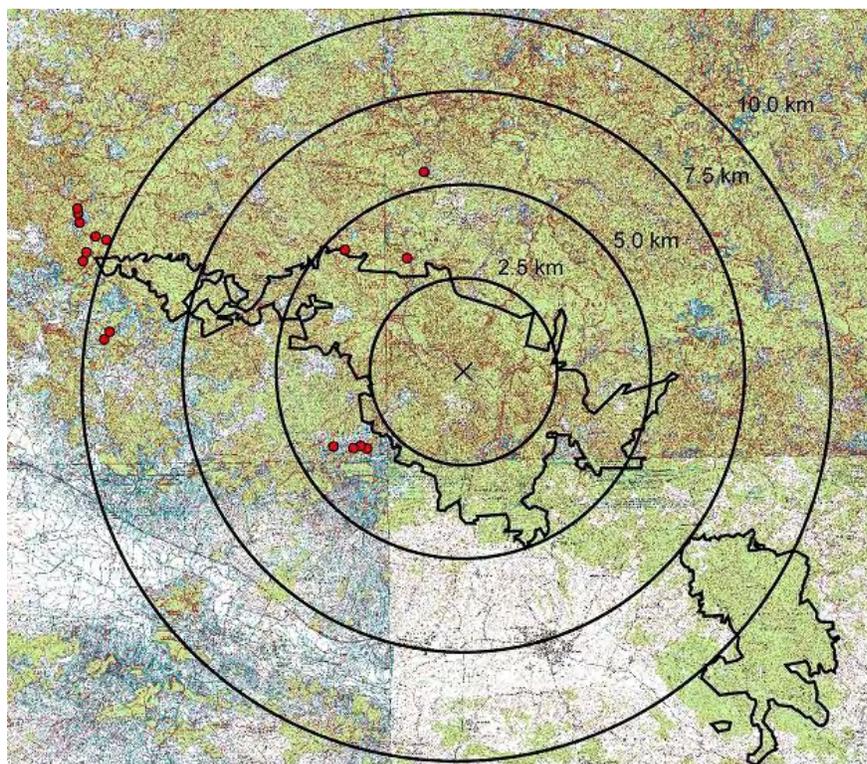


Figura 16. Bosque de Galería en el Río Lajas, cerca del Salto Curet en Maricao, al norte del Bosque de Maricao. También encontramos este tipo de bosque cerca del Río Loco en el Bosque de Susúa. Puntos rojos en el mapa representan la localización de las estaciones de conteo en el Bosque de Galería.

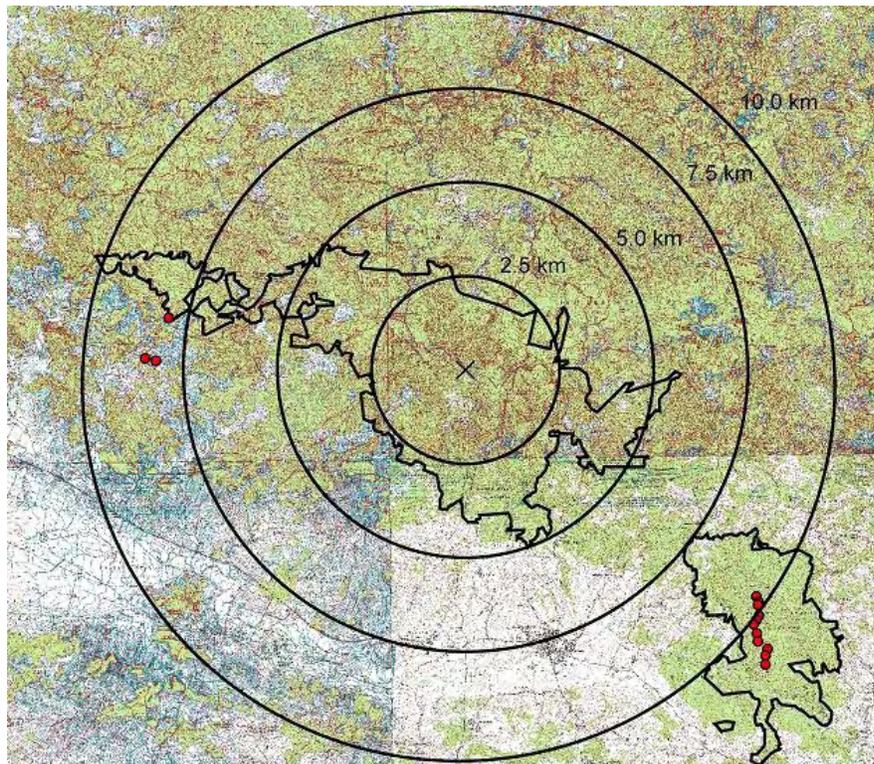


Figura 17. Bosque Seco Adyacente en el Bosque de Susúa. Puntos rojos en el mapa representan la localización de las estaciones de conteo en el Bosque Seco Adyacente.

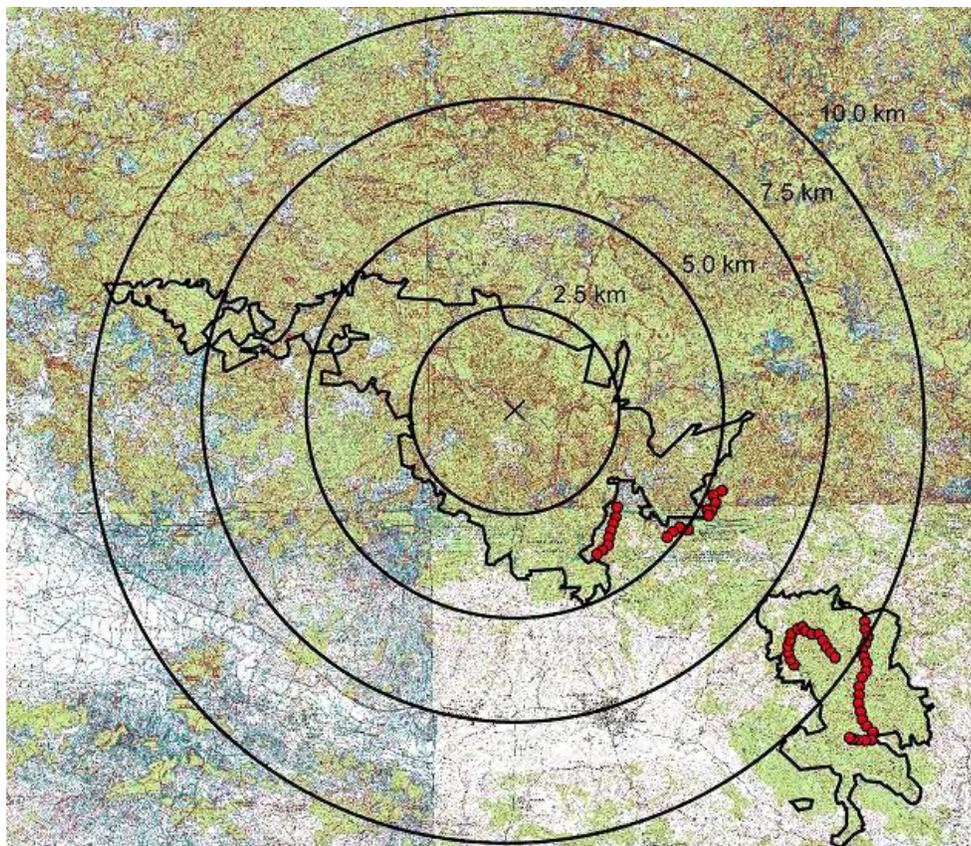
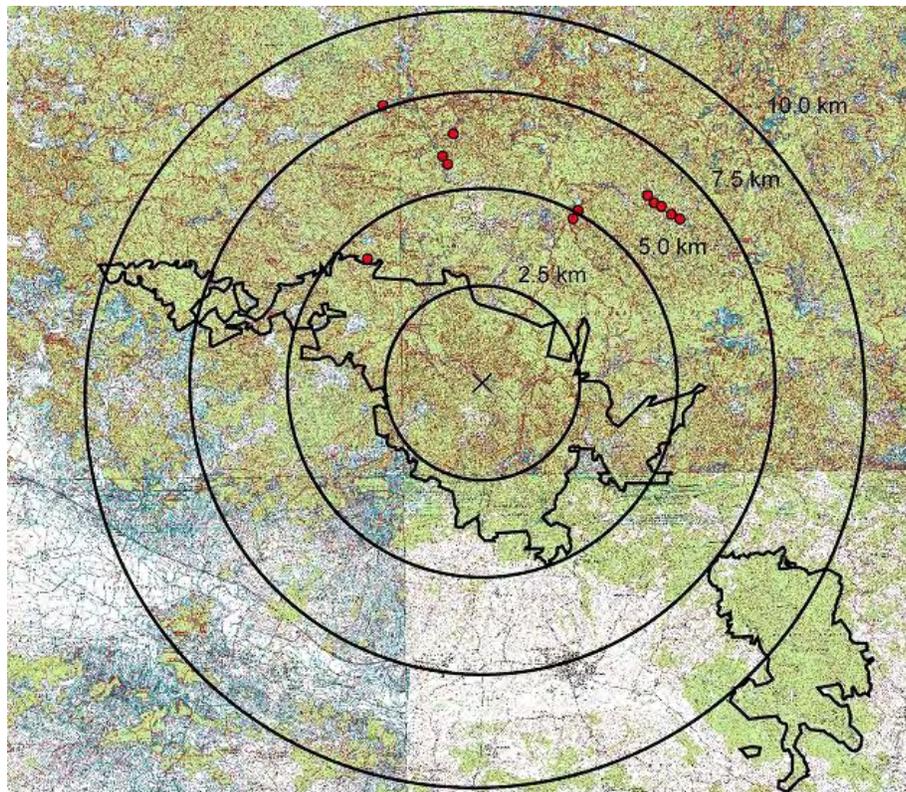


Figura 18. Fincas de Café al Raso en el Barrio Bucarabones de Maricao, al noreste del Bosque de Maricao. Puntos rojos en el mapa representan la localización de las estaciones de conteo en las Fincas de Café al Raso.



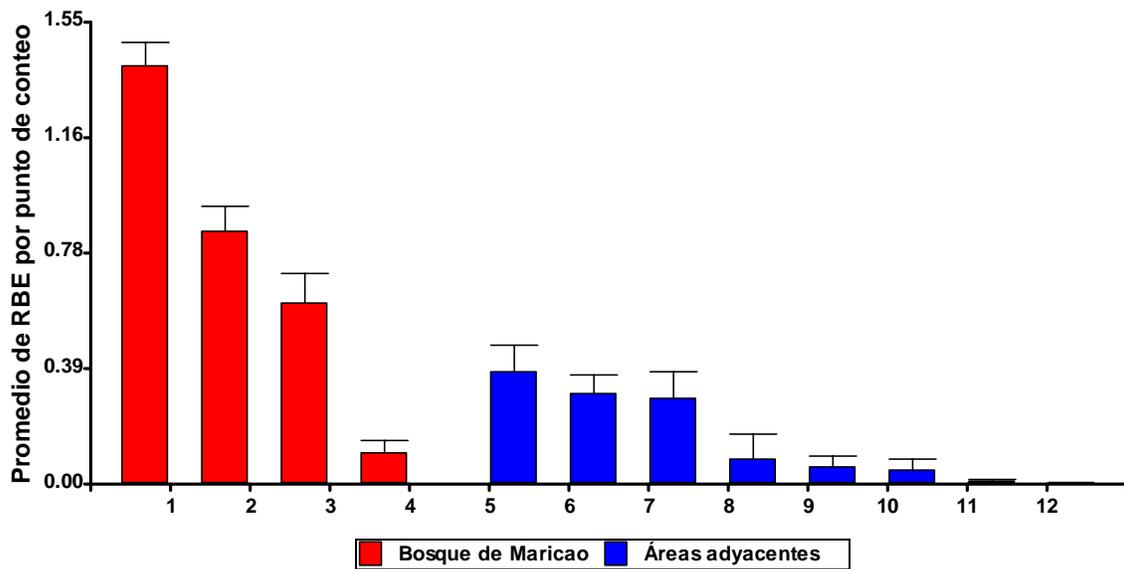


Figura 19. Abundancia de la RBE por hábitats dentro del Bosque de Maricao y áreas adyacentes. Las barras sobre las barras de color representan error estándar.

Leyenda:

- 1-Bosque de *Podocarpus*
- 2-Arboleda Expuesta
- 3-Plantaciones
- 4-Bosque Seco

- 5-Fincas de Café a la Sombra
- 6-Bosque Secundario Maduro
- 7-Bosque Secundario Joven
- 8-Bosque de Galería
- 9-Pastizal
- 10-Residencial Rural
- 11-Bosque Seco Adyacente
- 12-Fincas de Café al Raso

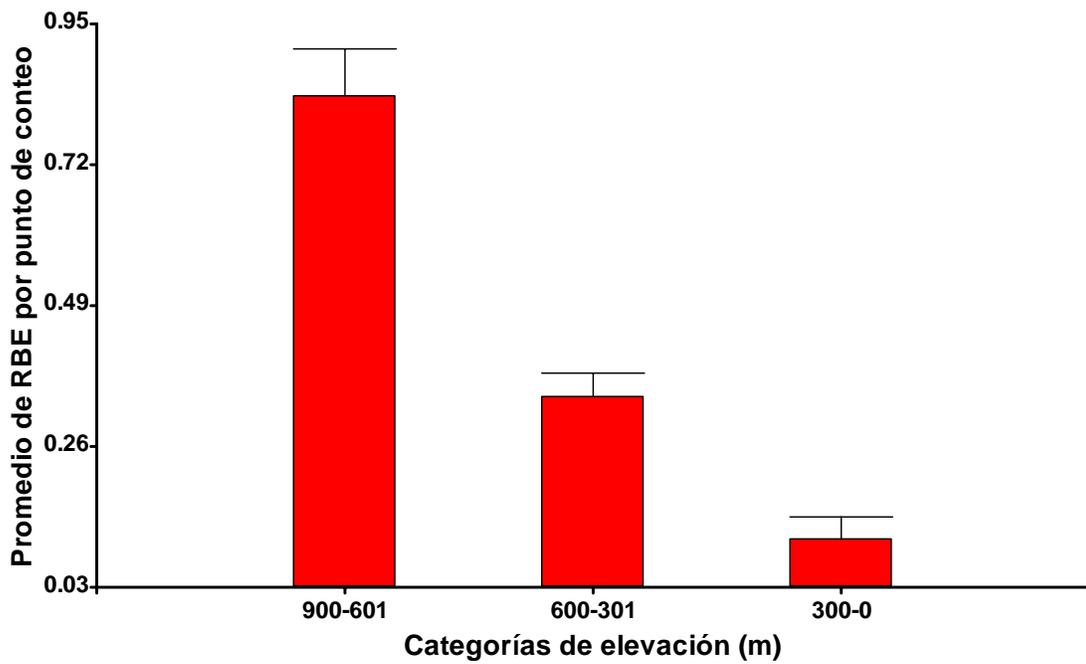


Figura 20. Abundancia de la RBE de acuerdo a la categoría de elevación. Las barras sobre las barras de color rojo representan error estándar.

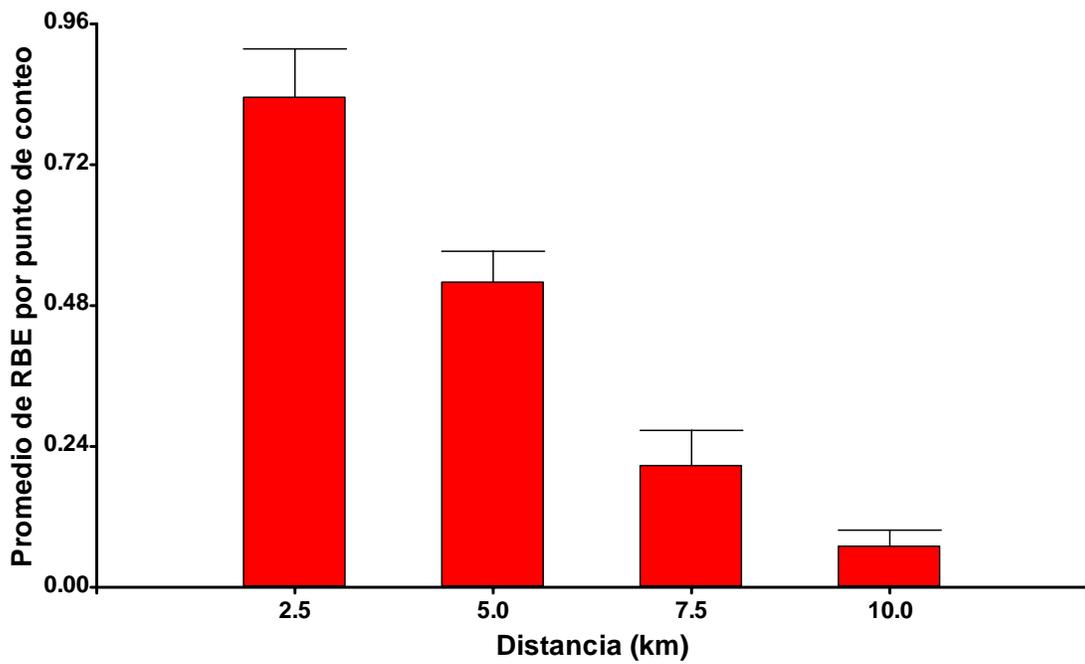


Figura 21. Abundancia de la RBE de acuerdo a la distancia del centro del bosque. Las barras sobre las barras de color representan error estándar.

10 APÉNDICES

Apéndice 1. Prueba de Kruskal Wallis para los hábitats.

Prueba de Kruskal Wallis

Variable	Hábitat	N	Medias	p
Promedio	Finca Café Raso	12	0.00	<0.0001
Promedio	Finca Café Sombra	22	0.38	
Promedio	B. Seco adyacente	56	0.01	
Promedio	B. Seco	26	0.10	
Promedio	Arboleda Expuesta	34	0.85	
Promedio	B. Galería	14	0.08	
Promedio	Pastizal	10	0.06	
Promedio	Plantaciones	35	0.61	
Promedio	B. <i>Podocarpus</i>	32	1.41	
Promedio	Residencial Rural	16	0.05	
Promedio	B. Secundario Joven	20	0.29	
Promedio	B. Secundario Maduro	84	0.30	

Tratamiento	Ranks						
Finca Café Raso	96.00	A					
B. Seco adyacente	102.54	A					
B. Galería	111.43	A	B				
Residencial Rural	119.53	A	B				
Pastizal	123.70	A	B				
B. Seco	148.75	A	B	C			
B. Secundario Maduro	159.41		B	C			
B. Secundario Joven	171.48		B	C			
Finca Café Sombra	204.84			C	D		
Plantaciones	248.77				D	E	
Arboleda Expuesta	278.32					E	F
B. <i>Podocarpus</i>	324.17						F

Letras distintas indican diferencias significativas ($p < 0.05$)

Apéndice 2. Prueba de Kruskal Wallis para las categorías de elevación.

Prueba de Kruskal Wallis

Variable	Categorías-Elevación	N	Medias	p
Promedio	Alta	73	0.84	<0.0001
Promedio	Baja	85	0.11	
Promedio	Mediana	203	0.34	

Trat.	Ranks	
Baja	124.88	A
Mediana	173.18	B
Alta	268.10	C

Letras distintas indican diferencias significativas ($p < 0.05$)

Apéndice 3. Prueba de Kruskal Wallis para la distancia del centro del bosque.

Prueba de Kruskal Wallis

Variable	Distancia	N	Medias	p
Promedio	5.0	114	0.52	<0.0001
Promedio	10.0	112	0.07	
Promedio	2.5	70	0.84	
Promedio	7.5	65	0.21	

Tratamiento	Ranks	
10.0	113.43	A
7.5	142.10	A
5.0	219.50	B
2.5	262.53	C

Letras distintas indican diferencias significativas ($p < 0.05$)

Apéndice 4. Cálculos para el estimado de densidad poblacional de la RBE.

Distancia de respuesta de RBE = 72 m

$$A = \pi r^2$$
$$A = 3.14 (72 \text{ m})^2$$
$$A = 16277.76 \text{ m}^2$$

$$A_{\text{por punto de conteo}} = 16277.76 \text{ m}^2 / 1 \text{ ha} / 10,000 \text{ m}^2$$

$$A_{\text{por punto de conteo}} = 1.6 \text{ ha}$$

El estimado de densidad se calculó dividiendo el número de RBE entre el área del punto de conteo por el número total de puntos de conteo.

$$D = \text{No. RBE} / A_{\text{por punto de conteo}} (\text{No. puntos de conteo})$$