

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Facultad de Ciencias y Humanidades

MIGRACIONES ESTACIONALES DEL QUETZAL

(*Pharomacrus mocinno mocinno* de la Llave) EN LA REGION DE

LA SIERRA DE LAS MINAS, GUATEMALA

Y SUS IMPLICACIONES PARA LA CONSERVACION

DE LA ESPECIE

Marie-Claire Paiz

Guatemala

1996

MIGRACIONES ESTACIONALES DEL QUETZAL
(*Pharomacrus mocinno mocinno* de la Llave) EN LA REGION DE
LA SIERRA DE LAS MINAS, GUATEMALA
Y SUS IMPLICACIONES PARA LA CONSERVACION
DE LA ESPECIE

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Facultad de Ciencias y Humanidades

MIGRACIONES ESTACIONALES DEL QUETZAL
(*Pharomacrus mocinno mocinno* de la Llave) EN LA REGION DE
LA SIERRA DE LAS MINAS, GUATEMALA
Y SUS IMPLICACIONES PARA LA CONSERVACION
DE LA ESPECIE

Marie-Claire Paiz

Trabajo de investigación presentado para optar
al grado académico de:
Licenciatura en Biología

Guatemala

1996

Vo. Bo.:

(f) _____
Dra. Margaret A. Dix
Asesora

Tribunal:

(f): _____
Dra. Margaret A. Dix

(f): _____
Ing. M.Sc. Oscar Manuel Núñez Saravia

(f): _____
Dr. Michael W. Dix

Fecha de aprobación:

A mi padre, Constantino Paiz
por ser ejemplo de integridad
y haberme enseñado el camino a seguir.

A los quetzales,
por que su majestuoso y soberano vuelo
pueda seguir surcando los cielos de nuestra patria.

A los habitantes de la Sierra de las Minas,
por que siempre sepan cuidar y valorar
el tesoro inmenso que tienen en sus manos.

RESUMEN

El quetzal (*Pharomacrus mocinno* de la Llave) es un ave frugívora que habita los bosques nubosos de Centro América. Las migraciones estacionales son un aspecto poco conocido de su historia natural, sobretodo en Guatemala. La Sierra de las Minas es actualmente la región de Guatemala que posee la mayor cantidad de bosque nuboso continuo. La Reserva de la Biósfera Sierra de las Minas protege la mayoría de ese bosque. La Sierra de las Minas se encuentra rodeada de una serie de Sierras conectadas, pero que no reciben protección, excepto por el Biotopo del Quetzal en la Sierra de Chuacús.

Para estudiar las migraciones estacionales en esta región, se utilizó la técnica de radio-telemetría que permite seguir al mismo individuo en todos sus desplazamientos durante el tiempo que dure emitiendo señal el radio-transmisor colocado en él. De esa forma, se marcaron 11 quetzales con radio-transmisores entre 1993 y 1994 en la Reserva de la Biósfera Sierra de las Minas y 4 quetzales en 1994 en el Biotopo del Quetzal. Se logró seguir los movimientos de esos quetzales entre mayo de 1993 y junio de 1996, y se comprobó que los quetzales de esa región realizan migraciones estacionales.

Esos quetzales fueron localizados en sus sitios de migración. En este documento se describe las temporadas de migración y el bosque y alimento utilizado por los quetzales en esos sitios. También se hace un análisis comparativo de las características de distancia, dirección, altitud y zona de vida de esos sitios. Finalmente, se describe la ubicación de esos sitios dentro de las dos áreas protegidas de la región y se analiza el estado de conservación.

No se logró detectar un patrón migratorio temporal-espacial anual marcado que permita predecir las migraciones de los quetzales. No obstante, se explica el efecto que pueden tener algunos factores en determinar la temporalidad y el destino de las migraciones. Por último, se indican algunos sitios o regiones importantes durante las migraciones de los quetzales y que es necesario proteger adecuadamente.

CONTENIDO

	Páginas
RESUMEN	ix
I. INTRODUCCION	1
A. Antecedentes	1
1. El Quetzal	1
a. Distribución y hábitat	1
b. Migraciones estacionales: un aspecto de la historia natural de la especie	4
2. Migraciones intratropicales: estacionales y altitudinales	6
a. Relación de las migraciones con la frugivoría	7
b. Implicaciones de las migraciones intratropicales para la conservación de especies	8
3. La Sierra de las Minas y su región	8
a. Riqueza biológica de la Sierra de las Minas	8
b. Reserva de la Biósfera Sierra de las Minas: una forma de proteger esa riqueza	10
c. Alrededores de la Sierra de las Minas	12
d. Importancia de la región para la protección del Quetzal	12
B. Justificación	14
C. Objetivos	15
1. Objetivo general	15
2. Objetivos específicos	15
II. METODOLOGIA	16
A. Método: La radio-telemetría	16
1. Características de la metodología	16
2. Equipo requerido	16
a. Radio-transmisores para quetzales	16
3. Captura de quetzales y colocación de radios	19
a. Captura en nido	20
b. Captura en comedero	22
c. Colocación del radio-transmisores y liberación	22
4. Ubicación de los quetzales: monitoreos y rastreos de la señal	23
a. Monitoreos	23

	b. Rastreos terrestres	23
	c. Rastreos aéreos	24
B.	Recolección, procesamiento y análisis de la información	24
	1. Información sobre monitoreos y rastreos	24
	a. Información obtenida en monitoreos	24
	b. Información obtenida en rastreos	24
	c. Información sobre sitios de migración	26
	2. Sistema de Información Geográfico	27
	3. Información sobre recurso alimenticio	27
C.	Poblaciones estudiadas	30
	1. Sitios de captura	30
	2. Tamaño de muestra	30
	a. Duración de estudio de cada quetzal	33
III.	RESULTADOS	36
A.	Reproducción: épocas, bosques y alimento utilizados	36
	1. Época reproductiva	36
	2. Bosque y alimento de la población de la Sierra de las Minas	36
	a. Descripción del bosque	36
	b. Alimento utilizado	37
	c. Variabilidad de la disponibilidad de alimento	37
	3. Bosque y alimento de la población de la Sierra de Chuacús	40
	a. Descripción del bosque	40
	b. Alimento utilizado	41
B.	Migraciones: descripción de los bosques utilizados y de los movimientos realizados	41
	1. Población que migra	42
	2. Épocas de migración	45
	3. Características de los sitios de migración	47
	a. Descripción del bosque	47
	b. Distancias	55
	c. Direcciones o ubicación sobre las vertientes de la montaña	58
	d. Altitudes	63
	e. Zonas de vida	66
C.	Estado de protección de los quetzales durante las migraciones	70
	1. Cobertura boscosa de los sitios de migración: calidad del	71

	bosque y distancia a la orilla	
	2. Uso de áreas protegidas	74
IV.	DISCUSION	77
A.	Características de las migraciones: épocas y sitios	77
	1. Tipos de migración	77
	2. Población que migra	78
	3. Epocas de migración	79
	4. Sitios de migración	81
B.	Relación de las migraciones con las áreas protegidas de la región	85
C.	Sitios y regiones importantes a proteger en las migraciones de los quetzales	87
	1. Sitios o regiones de uso recurrentes	87
	2. Sitios asociados al área de anidación	87
	3. Corredores de galería	89
	4. Corredores entre sierras adyacentes y áreas protegidas	90
V.	CONCLUSION	92
	LITERATURA CITADA	94
	AGRADECIMIENTOS	98
	APENDICE	102
A.	Abreviaturas utilizadas	102
B.	Glosario de las especies vegetales mencionadas	103
C.	Formatos utilizados en el campo	106
	1. Formato de rastreos	106
	2. Formato de monitoreos	106
	3. Formato de fenología	107
D.	Muestra de la base de datos de los árboles de alimentación	108

LISTA DE FIGURAS

Nombre de la figura	Página
1.1 Rango de distribución de las dos subespecies del quetzal <i>Pharomacrus mocinno</i> en Centro América.	2
1.2 Areas cubiertas por bosque nuboso en Guatemala en 1990.	3
1.3 Ubicación de la Reserva de la Biósfera Sierra de las Minas y del Biotopo del Quetzal en Guatemala.	9
1.4 Zonas de manejo de la Reserva de la Biósfera Sierra de las Minas.	11
2.1 Técnica de radio-telemetría: detección de la señal del radio-transmisor	18
2.2 Colocación del radio-transmisor en un quetzal.	18
2.3 Técnicas de captura de quetzales: captura en un nido y captura en comedero	21
2.4 Ubicación de los sitios de captura de las poblaciones de quetzales estudiados.	25
3.1 Cantidad relativa de frutos para diferentes árboles en los meses de julio 1993, julio 1994 y julio 1995.	38
3.2 Cantidad de frutos producidos por un mismo árbol (árbol 5, <i>Ocotea eucuneata</i>) en el mes de julio de tres años diferentes, 1993, 1994, 1995.	39
3.3 Ubicación de los sitios de migración de los quetzales de la población de la Sierra de las Minas.	44
3.4 Ubicación de los sitios de migración de los quetzales de la población de la Sierra de Chuacús.	44
3.5 Topografía con curvas a nivel cada 500m de la región de la Sierra de las Minas.	59
3.6 Topografía con curvas a nivel cada 500m de la sección oeste de la Sierra de las Minas con las Sierras de Chuacús, Xucaneb y Yalijúx.	60
3.7 Distribución altitudinal de los sitios de migración de la población de la Sierra de las Minas.	64
3.8 Distribución altitudinal de los sitios de migración por sección de la montaña (cresta y vertientes) de la población de la Sierra de las Minas.	65
3.9 Ubicación de los sitios de migración en función de las zonas de	68

	vida de la región.	
3.10	Ampliación de la sección oeste de la Sierra de las Minas mostrando la cobertura boscosa reportada para 1964.	75
3.11	Número de sitios en cada zona de manejo de la Reserva de la Biósfera Sierra de las Minas y fuera de áreas protegidas.	76

LISTA DE CUADROS

Nombre del cuadro	Página
2.1 Características generales de los quetzales estudiados de la población de la Sierra de las Minas.	31
2.2 Características generales de los quetzales estudiados de la población de la Sierra de Chuacús.	32
2.3 Número de quetzales bajo estudio por grupos de meses en los tres años de estudio.	35
3.1 Crónograma de las migraciones	43
3.2 Cantidad de quetzales presetes en los sitios de anidación y en los dos tipos de sitios de migración por grupos de meses.	45
3.3 Características de los sitios de migración utilizados por quetzales de la población de la Sierra de las Minas.	48
3.4 Características de los sitios de migración utilizados por quetzales de la población de la Sierra de las Minas.	49
3.5 Distribución de los sitios de migración al sitio de anidación por categorías de distancia.	56
3.6 Número de sitios de migración por categorías de distancia y temporadas de migración registradas en los dos primeros años de estudio para la población de la Sierra de las Minas.	57
3.7 Número de sitios de migración de la población de la Sierra de las Minas en cada vertiente de la montaña.	61
3.8 Número de sitios de migración por sección de la montaña (cresta y las dos vertientes) y por temporada de migración registradas en los dos primeros años del estudio para la población de la Sierra de las Minas.	61
3.9 Número de sitios de migración por sección de la montaña (cresta y las dos vertientes) y por categoría de distancia en los dos primeros años del estudio para la población de la Sierra de las Minas.	62
3.10 Número de sitios de migración en cada zona de vida.	69
3.11 Número de sitios de migración por zonas de vida y por temporada de migración para la población de la Sierra de las Minas en los dos primeros años del estudio.	70
3.12 Calidad del bosque, distancia a la orilla y ubicación en área protegida de todos los sitios de migración registrados durante el estudio para las dos poblaciones.	72

I. INTRODUCCION

A. Antecedentes

1. El Quetzal

a. Distribución y hábitat

El quetzal, *Pharomacrus mocinno* de la Llave (Trogonidae), es un ave que habita los bosques nubosos de Centro América, desde el sur de Chiapas en México hasta el oeste de Panamá (Stiles et al., 1989; Howell y Webb, 1995). Existen dos sub-especies separadas por la planicie de Nicaragua: la sub-especie norteña, *P. m. mocinno* y la sub-especie del sur, *P. m. costaricensis* (figura 1.1).

En 1990, un grupo de 10 alemanes realizó un estudio sobre la distribución del bosque nuboso en Guatemala utilizando imágenes de satélite y verificación de campo. De esa forma, obtuvieron el mapa que se reproduce en la figura 1.2 y calcularon la extensión de bosque nuboso en 1900 km². También realizaron estimaciones de la extensión original del bosque de neblina, asumiendo que este se desarrolla en zonas montañosas entre 1500 y 3000 msnm que reciben más de 2000 mm de precipitación anual. De esa forma, llegaron a una extensión original de bosque nuboso de 5200 km² para Guatemala. Para 1990 se estima entonces que solamente quedaba el 36% de la cobertura original (Landesbund für Vogelschutz (LBV), 1990).

Existen diferentes reportes sobre la distribución altitudinal de la especie. Skutch (1944) reporta que los quetzales se encuentran en Costa Rica entre 1500 y 2750 msnm, ocasionalmente hasta 1200 y que probablemente se puedan encontrar hasta 3000 msnm; en cambio para Guatemala, asegura no tener conocimiento de quetzales arriba de 2100 msnm y lo atribuye al clima más templado. En 1969, LaBastille-Bowes y Allen

estudiaron dos poblaciones de quetzales en Guatemala, una sobre las faldas del Volcán Atitlán, entre 1500 y 1800 msnm, y otra población en la Sierra de los Cuchumatanes, entre 3000 y 3200 msnm, confirmando la presencia de quetzales a mayor altitud de lo reportado por Skutch (1944). Stiles et al. (1989) reportan el rango de distribución altitudinal entre 1200 y 3000 msnm para Costa Rica y Panamá y Howell y Webb (1995) lo reportan entre 1400 y 3000 msnm para México y el norte de Centro América. Recientemente, se han reportado quetzales a altitudes más bajas: 1060 msnm en el Parque Nacional Braulio Carrillo, Costa Rica (Loiselle et al., 1989), 1090 msnm en la Reserva de la Biósfera El Triunfo en Chiapas, México (Avila Hernández et al., 1992), 1000 msnm sobre la vertiente Pacífica y hasta 550 msnm sobre la vertiente Atlántica, ambas en la Cordillera de Tilarán, Costa Rica (Powell y Bjork, 1994, 1995). En algunos casos, esos rangos se refieren a altitudes específicas de anidación de la especie (Bowes y Allen, 1969), pero en otros corresponden a altitudes utilizadas en época no-reproductiva (Loiselle et al., 1989; Powell y Bjork, 1994, 1995; Avila Hernández et al., 1992; Avila Hernández, 1993).

b. Migraciones estacionales: un aspecto de la historia natural de la especie

Desde 1944 se han venido publicando esporádicamente artículos o monografías sobre el quetzal que describen observaciones e investigaciones realizadas a lo largo del rango de distribución de la especie. La mayoría se ha centrado en observaciones sobre su reproducción - cortejo, selección y preparación del nido, puesta de huevos, incubación y cuidado de los pichones, plumaje y vuelo de los pichones - (Skutch, 1944; Bowes y Allen, 1969; LaBastille et al., 1972; Wheelwright, 1983; Avila Hernández y Hernández Obregón, 1990; Landesbund für Vogelschutz, 1990) y más recientemente, sobre sus hábitos alimenticios - dieta, comportamiento de alimentación - (Wheelwright, 1983, 1985; Wheelwright et al., 1984; Santana y Milligan, 1984; Avila Hernández y Hernández Obregón, 1990; Avila Hernández, 1993).

Uno de los aspectos interesantes dentro de la biología de esta especie es la ocurrencia de migraciones estacionales o migraciones altitudinales. En las primeras observaciones realizadas sobre el quetzal por Skutch entre 1937 y 1938, este notó la ausencia de quetzales entre agosto y febrero del sitio en donde anidaron en Vara Blanca, Costa Rica (Skutch, 1944). Sin embargo, no sabía si atribuirlo a una real ausencia de las aves o si se debía únicamente a una menor actividad y sobretodo menor vocalización de estas, lo que las hacía menos conspicuas. En 1983, Wheelwright confirmó que los quetzales migran altitudinalmente entre octubre y diciembre en Monteverde, Costa Rica, y lo atribuyó directamente a una ausencia del alimento principal que son los frutos de al menos 17 especies de lauráceas. El reporte de Loiselle et al. (1989) de quetzales a 1060 msnm a inicios de enero en Braulio Carrillo también confirmó la ocurrencia de movimientos altitudinales estacionales, pues un mes y medio más tarde los quetzales ya no se vieron a esa altitud, pero sí a 1500 msnm en ese mismo parque - a inicios de enero no se habían visto quetzales a esa altitud.

En 1989, Powell y Bjork iniciaron el primer estudio sistemático para conocer más acerca de las migraciones estacionales de esta especie en Costa Rica. Por tres años consecutivos utilizaron la técnica de radio-telemetría para estudiar todos los movimientos de algunos individuos. En base a eso, descubrieron que el quetzal migra a diferentes regiones alrededor de la Reserva Biológica de Monteverde en donde anidan. Entre junio o julio y octubre o noviembre, los quetzales bajan del área de anidación a 1800 msnm hasta altitudes entre 1000 y 1400 msnm sobre la vertiente Pacífica. Luego regresan al área de reproducción y siguen hasta la vertiente Atlántica entre 550 y 1200 msnm de octubre a mediados de enero. A finales de enero regresan nuevamente al área reproductiva para anidar (Powell y Bjork, 1994, 1995). Ese patrón general tuvo algunas modificaciones en los tres años: las fechas variaron un poco de año a año - los autores lo atribuyen a cambios climáticos - y en el tercer año, varios quetzales omitieron la primera fase de migración hacia la vertiente Pacífica.

En 1991 se inició un estudio similar en la Reserva de la Biósfera El Triunfo, Chiapas, México. Aquí los quetzales no siguieron un patrón tan definido como en Costa Rica. Los quetzales, que anidan entre 1830 y 1870 msnm, migraron entre finales de mayo o inicios de junio hasta octubre o mediados de noviembre. Las migraciones fueron en diferentes direcciones y a altitudes entre 1090 y 1790 msnm (Avila Hernández et al., 1992; Avila Hernández, 1993).

2. Migraciones intratropicales: estacionales y altitudinales

Las migraciones intratropicales, a diferencia de las migraciones hacia regiones templadas, se caracteriza por movimientos de menor distancia total, en la que las especies - principalmente aves - se desplazan temporalmente entre dos sitios que quedan dentro de la región tropical. Las migraciones altitudinales se dan principalmente como movimientos entre las partes altas y las partes bajas de las montañas por diferentes períodos de tiempo. En cambio, las migraciones estacionales pueden ser definidas como el movimiento temporal fuera del ámbito de hogar utilizado en reproducción, con cambio de hábitat, aunque no exista cambio en elevación.

Ornelas y Arizmendi (en imprenta) aseguran que las migraciones de aves frugívoras y nectarívoras no son obligatoriamente altitudinales sino que también ocurren entre diferentes hábitats como encinales, bosque nuboso, vegetación secundaria y rodales de distintas edades entre otros.

Las migraciones altitudinales y estacionales han sido estudiadas en varios grupos de animales: mamíferos, principalmente murciélagos (López Gutiérrez, 1992), mariposas (G.Barrantes, com.pers.) y sobretodo en dos gremios de aves: las frugívoras y las nectarívoras (Ornelas y Arizmendi, en imprenta). Estas se atribuyen a diferentes causas, principalmente a condiciones climáticas (Ornelas y Arizmendi, en imprenta; Ramos, 1983 citado en Loiselle y Blake, 1991 y Ornelas y Arizmendi, en imprenta) y a fluctuaciones en la disponibilidad de alimento (Levey, 1988; Rosselli, 1989; Loiselle y Blake, 1991).

a. Relación de las migraciones con la frugivoría

Las fluctuaciones en la disponibilidad de alimento determinan grandemente los ciclos de vida de las especies que dependen de este. Esa dependencia a la fenología del alimento es muy marcada en especies frugívoras. Poulin et al. (1992) demostraron que la fenología de alimento, aunado con características climáticas como la precipitación, afectan varios aspectos de la fenología de aves, principalmente la muda y la anidación.

La producción de frutos varía temporalmente y espacialmente en diferentes tipos de hábitats y generalmente, los picos de mayor disponibilidad en tiempo y espacio corresponden a picos en abundancia de aves en esos momentos en los diferentes lugares (Levey, 1988; Rosselli, 1989; Loiselle y Blake, 1991). Loiselle y Blake (1991) realizaron muestreos en tres sitios a lo largo de un gradiente altitudinal (50, 500 y 1000 msnm) por un año completo comparando picos de abundancia de frutos y aves de sotobosque y encontraron que estos correspondían exactamente. De esa manera, se explica la presencia de esas aves en altitudes diferentes a lo largo del año y explica las migraciones altitudinales para esas especies.

Wheelwright (1983) asegura que los movimientos estacionales de los quetzales dependen de la fenología de las lauráceas y atribuye las migraciones a una búsqueda de frutos en otras regiones cuando estos escasean en el bosque en donde se reproducen. Sus observaciones indican que la importancia de las lauráceas en la dieta del quetzal se mide tanto en número de especies de lauráceas sobre el número total de especies utilizadas como en la cantidad total y frecuencia de frutos de lauráceas ingeridos sobre el total de frutos. En Monteverde, el número de especies con frutos maduros se mantiene constante en el año excepto el de las lauráceas y la población de quetzales se mueve siguiendo los frutos maduros conforme cambian las estaciones de fructificación de las diferentes especies de lauráceas. Concluye que los movimientos de los quetzales entre diferentes hábitats corresponde predeciblemente con la fenología de las lauráceas. Finalmente, menciona también que los quetzales son importantes dispersores de semillas grandes y pesadas.

b. Implicaciones de las migraciones intratropicales para la conservación de especies

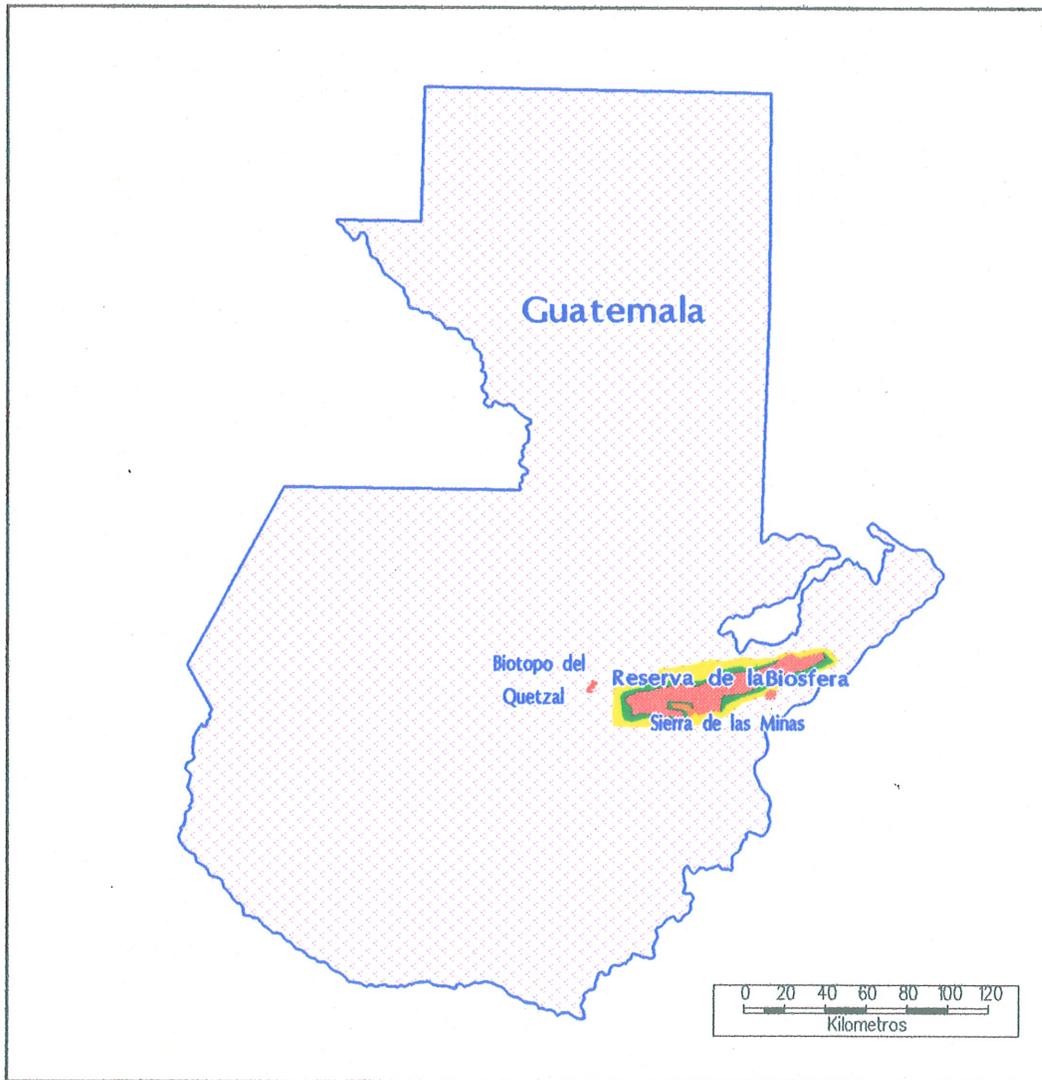
Los movimientos altitudinales y estacionales son importantes a considerar cuando se toman decisiones para la protección y conservación de especies. Una forma ya tradicional de asegurar la protección de los ecosistemas es a través del establecimiento de áreas protegidas. Sin embargo, en el diseño de áreas protegidas es necesario considerar la inclusión de diferentes tipos de hábitats y recursos utilizados por diferentes especies durante todo el año, y no únicamente establecer grandes áreas protegiendo un sólo tipo de bosque (Stiles, 1988; Stiles y Clark, 1989; Powell y Bjork, 1995).

3. La Sierra de las Minas y su región

a. Riqueza biológica de la Sierra de las Minas

La Sierra de las Minas es una cadena montañosa que se extiende sobre cerca de 130 km de oeste a este, en el oriente de Guatemala, sobre los departamentos de Alta y Baja Verapaz, El Progreso, Zacapa e Izabal (14°55' N - 15°25' N y 90°10' W - 89°05' W). Esta bordeada por los valles de los ríos Motagua al sur y Polochic al Norte (figura 1.3). Esta Sierra es la parte más oriental de una serie de Sierras - Cuchumatanes, Chamá, Chuacús y de las Minas - que inicia en la frontera con México y finaliza en el Lago de Izabal (figura 1.2). El punto más alto de la Sierra de las Minas alcanza los 3000 msnm en el Cerro Raxón y a las orillas del Lago de Izabal desciende a 7 msnm. A lo largo del macizo montañoso están representadas seis zonas de vida según el sistema Holdridge (De la Cruz, 1976) que originan diferentes tipos de bosque, desde la vegetación desértica en la parte media del valle del río Motagua hasta los bosques nubosos de las partes más altas de la montaña. La diversidad de altitudes, la ubicación geográfica de la Sierra y su exposición a los vientos alisios entre otros generan una gran variabilidad climática - temperatura y precipitación. En la Sierra se registran temperaturas desde -4°C en las cumbres (datos sin publicar), hasta 40°C en el valle del río Motagua, y precipitaciones de

Figura 1.3.- Ubicación de la Reserva de la Biósfera Sierra de las Minas y del Biotopo del Quetzal en Guatemala.



menos de 500 mm hasta más de 4000 mm (Fundación Defensores de la Naturaleza, 1990; Dix, en imprenta).

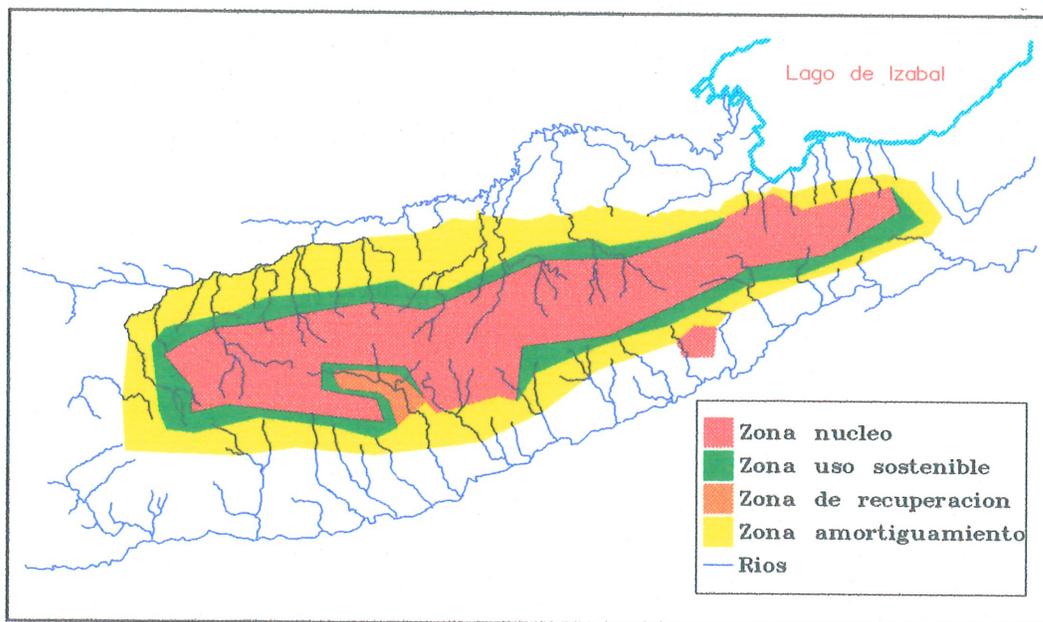
Esta diversidad de ecosistemas conlleva una gran diversidad de especies: especies adaptadas a climas fríos, cálidos, muy húmedos y muy secos. Debido a la historia biogeográfica del área, en la Sierra se encuentran especies de origen neártico, especies de origen neotropical y un alto endemismo (Campbell, 1982; Schuster, 1992; Dix, en imprenta; M.A. y M.W.Dix, J.C.Schuster, C.Castañeda Salguero, com.pers.). Mucha de esa riqueza biológica queda aún por conocer pues se han hecho pocos estudios sistemáticos en el área.

b. Reserva de la Biósfera Sierra de las Minas: una forma de proteger esa riqueza

Debido a su riqueza biológica, en 1990 la Sierra de las Minas fue declarada Reserva de la Biósfera por el Congreso de la República de Guatemala (decreto 49-90). En ese mismo decreto se le otorga la administración del área protegida a la Fundación Defensores de la Naturaleza, organización no-gubernamental guatemalteca sin fines de lucro. La misión de la Fundación es la “conservación y protección de la riqueza y diversidad biológica de Guatemala” (Fundación Defensores de la Naturaleza, 1992).

La Reserva de la Biósfera Sierra de las Minas (2360 km²) se dividió en cuatro zonas para su manejo: la *zona núcleo*, cuya función es la protección del bosque y conservación de la biodiversidad y las *zonas de uso sostenido, amortiguamiento y recuperación*, cuyas funciones son el amortiguamiento de la zona núcleo, la restauración y el uso sostenible de los recursos naturales, sin afectar negativa y permanentemente sus diversos ecosistemas (Congreso de la República de Guatemala, Decreto 49-90, incluido en Fundación Defensores de la Naturaleza, 1992) (figura 1.4). La zona núcleo (1000 km²) se encuentra en las partes altas de la Sierra, protege la mayoría de bosque nuboso y no se permite realizar ahí ningún tipo actividad económica extractiva. La zona de uso sostenido corresponde en gran parte a áreas con cobertura forestal o a suelos de vocación forestal, en donde el Plan Maestro 1992-1997 permite el manejo bajo los principios de

Figura 1.4.- Zonas de manejo de la Reserva de la Biósfera Sierra de las Minas.



sostenibilidad ecológica y social; en la zona de amortiguamiento, en donde ya no queda mucho bosque se pretende lograr el uso y aprovechamiento sostenible de los recursos para mejorar la calidad de vida de los habitantes (Fundación Defensores de la Naturaleza, 1992).

c. Alrededores de la Sierra de las Minas

La Sierra de las Minas está directamente pegada a la Sierra de Chuacús al oeste, y tiene al norte las Sierras Xucaneb, Yalijúx y Santa Cruz, separadas por el valle del río Polochic. Al sur están la cordillera central y la Sierra del Merendón, separadas por el valle del río Motagua. Al este se extiende hacia las Montañas del Mico y Cerro San Gil. Las Sierras de Chuacús, Xucaneb y Yalijúx tienen bosques similares (nubosos) en las cumbres (figura 1.2).

En la Sierra de Chuacús se estableció un área de conservación específicamente para el quetzal: el Biotopo Universitario para la Conservación del Quetzal. Este fue establecido en 1977 por Mario Dary quien adquirió en usufructo de la Municipalidad de Salamá las 675 Has iniciales de terreno. Desde entonces, la Universidad de San Carlos de Guatemala ha logrado agrandar el área protegida hasta alcanzar 1153 Has (Pivaral Meza, 1991; Villar Anléu, manuscrito sin publicar).

A raíz de los estudios de la LBV en Guatemala, se determinó que la Sierra Yalijúx es el sitio con mayor densidad de quetzales. Es por eso que la asociación guatemalteca Amigos del Bosque inició a trabajar en ese área, aclarando la tenencia de tierras y promoviendo el desarrollo sostenible con las comunidades que viven alrededor y dependen del bosque nuboso. Actualmente, la organización no-gubernamental Bidas, basada en Cobán tiene a cargo ese proyecto de desarrollo sostenible y la situación del bosque es bastante estable (Landesbund für Vogelschutz, 1990; D.Unger, com.pers.).

d. Importancia de la región para la protección del Quetzal

El estudio técnico que se realizó previo a la declaratoria del área protegida menciona la importancia de la Reserva de Biósfera Sierra de las Minas para la

conservación del quetzal: “Sierra de las Minas es en la actualidad el área más grande para la conservación del quetzal y talvez la única con las características necesarias para asegurar su supervivencia” (Fundación Defensores de la Naturaleza, 1990, p.19). Esa información proviene de los estudios de la LBV, en donde se determinó las densidades y estimados poblacionales para las regiones de bosque nuboso de Guatemala (figura.1.2). De esa forma, determinaron que la Sierra de las Minas posee 17,000 quetzales, la población más grande de todo el país (Landesbund für Vogelschutz, 1990).

B. Justificación

La pérdida de hábitat es la amenaza principal para el quetzal ya que los bosques nubosos han ido perdiendo progresivamente en Guatemala, y han ido quedando aislados en las cumbres más inaccesibles de las montañas.

El quetzal es una especie importante ecológicamente pues es un dispersor de semillas, principalmente de lauráceas, que es una familia de plantas importante (dominante) de los bosques nubosos de la región. Su biología es la biología de muchas especies de bosque nuboso, por lo que al conocer lo que pasa con el quetzal, se conoce lo que pasa con varias otras especies de bosque nuboso.

El quetzal también es importante en la sociedad guatemalteca como símbolo de libertad y soberanía; es el símbolo nacional, al cual la mayoría de guatemaltecos se identifica. Se puede convertir en un símbolo ideal de la lucha por la conservación en Guatemala, como ya lo proponía Mario Dary en 1981.

A pesar de esta importancia ecológica y simbólica del quetzal, se han realizado pocos estudios científicos sobre la especie en Guatemala. No se conoce nada acerca de las migraciones estacionales de la población de quetzales de Guatemala, y específicamente en la Sierra de las Minas.

La Sierra de las Minas es el sitio con el mayor potencial para su protección, porque es la extensión más grande de su hábitat actualmente remanente y es un área con designación legal en la que la Fundación Defensores de la Naturaleza está activamente trabajando para su conservación. Sin embargo, Defensores de la Naturaleza quiere basar sus acciones de protección y conservación en información científica veraz y comprobada.

Es importante averiguar si en esta porción de su rango los quetzales también realizan migraciones estacionales, que tan importantes son en términos de distancias y regiones utilizadas en migración, y averiguar si el diseño actual de las áreas protegidas de la región ayuda realmente a proteger todos los hábitats y recursos utilizados por el quetzal.

C. Objetivos

1. Objetivo general

Conocer sobre las migraciones estacionales del quetzal en Guatemala, específicamente en la región de la Sierra de las Minas y analizar las implicaciones para la conservación de la especie a largo plazo.

2. Objetivos específicos

1. Identificar los sitios importantes de migración para la población de quetzales de la Sierra de las Minas.
2. Identificar los recursos críticos del quetzal en sus migraciones estacionales.
3. Evaluar el diseño de las áreas protegidas de la región de la Sierra de las Minas - Reserva de la Biósfera Sierra de las Minas y Biotopo del Quetzal - para asegurar la protección de la especie.

II. METODOLOGIA

A. Método: La radio-telemetría

1. Características de la metodología

Para estudiar las migraciones estacionales de una especie, se pueden monitorear los movimientos de algunos individuos a lo largo de un año completo. La técnica de radio-telemetría es muy útil para eso. En la radio-telemetría, se localiza la señal de un radio-transmisor colocado en un individuo de la especie a estudiar a través de un receptor y una antena unidireccional. Cuando la antena está apuntando en la dirección en la que se encuentra el radio-transmisor, detecta la señal y esta se escucha muy fuerte. Al desplazarse el animal, el radio-transmisor se mueve y la dirección en la que se escucha la señal a mayor volumen cambia (figura 2.1). El radio-transmisor funciona por medio de una batería y se puede reconocer a cada individuo porque cada radio tiene una frecuencia de emisión de señal diferente.

2. Equipo requerido

El equipo utilizado en el presente estudio es el siguiente:

- radio-receptor portátil marca Telonics.
- antena unidireccional manual de tipo H, rango 149-151 MHz.
- radio-transmisores diseñados para quetzales, fabricados por Holohil, Inc.

a. Radio-transmisores para quetzales

Los radio-transmisores son colocados en los animales de diferente manera, dependiendo de los rasgos anatómicos y etológicos de la especie. Debido al tamaño de los quetzales y a su comportamiento de vuelo y forrajeo, los radio-transmisores son colocados en la espalda en forma de mochila (R.Bjork, com.pers.).

Figura 2.1.- Técnica de radio-telemetría: detección de la señal del radio-transmisor.

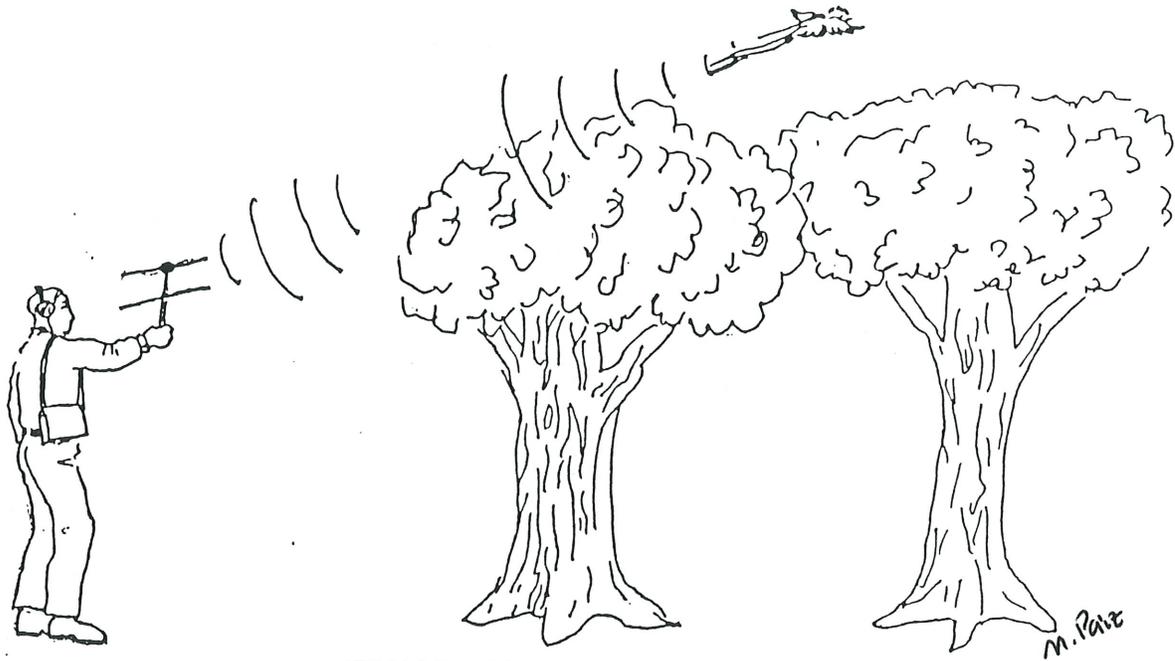
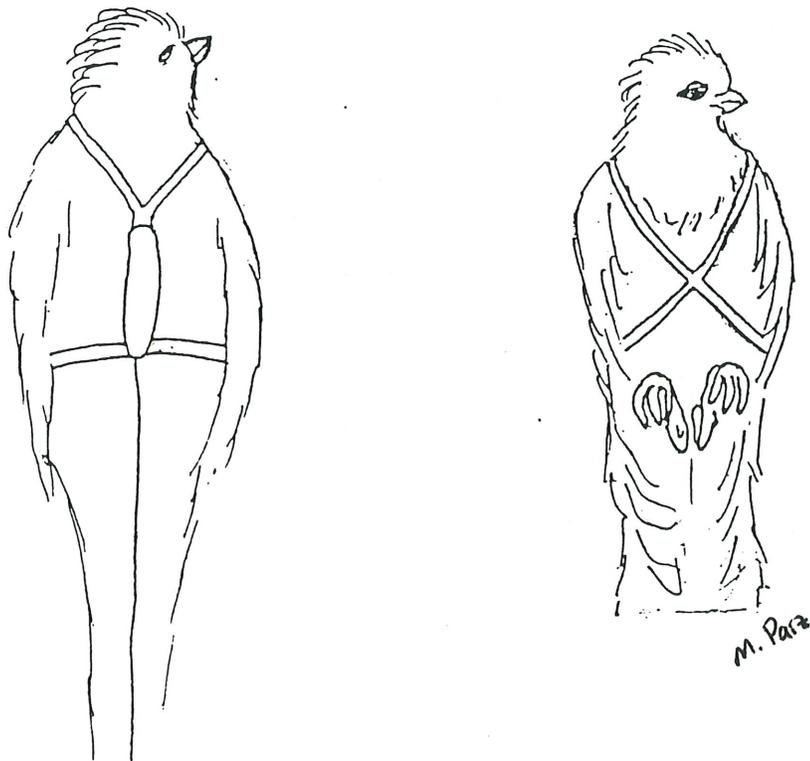


Figura 2.2.- Colocación del radio-transmisor en un quetzal.



El radio-transmisor es de forma alargada y está diseñado para adaptarse a la curvatura de la espalda de los quetzales. El radio se sujeta al quetzal por medio de un harnés de cintas livianas, flexibles e impermeables. Las cintas salen de la parte delantera del transmisor, se cruzan en el pecho y pasan por debajo de las alas, para volver a juntarse con el transmisor en la parte baja de la espalda del animal (figura 2.2). La parte trasera de la montura es asegurada con un hilo de algodón biodegradable. El radio-transmisor completo y el harnés pesan alrededor de 6 gramos, cerca de un 3% del peso promedio del quetzal - 225 gramos para un individuo adulto (datos de G.Powell, R.Bjork y M.de L. Avila). Se ha determinado en los estudios previos que estos radios no afectan significativamente el comportamiento de los quetzales (Powell y Bjork, 1995) y cuando se han hecho recapturas de individuos marcados con radio, se ha notado que no presentan ningún daño físico (G.Powell, obs.pers.).

Cada radio-transmisor tiene una frecuencia diferente que se encuentra en el rango de 149.0 a 149.9 MHz (ondas VHF). Los radio-transmisores están diseñados para que emitan una señal durante al menos 10 meses (tiempo de duración de la batería) y que puedan ser escuchados a una distancia de 10 km en áreas depejadas (por aire) y de 1 a 3 km dentro del bosque, dependiendo de la topografía.

3. Captura de quetzales y colocación de radios

Los radio-transmisores se colocaron en individuos adultos durante la época reproductiva. G.Powell y R.Bjork recomendaron las metodologías que se describen a continuación y asistieron en el trabajo de campo. Estas técnicas fueron las que se utilizaron en los estudios de Costa Rica y México (Avila Hernández et al., 1992; Avila Hernández, 1993; Powell y Bjork, 1994,1995).

Los quetzales se capturaron utilizando dos técnicas diferentes: directamente en sus nidos con trampas especiales de nidos o cerca de árboles de alimentación (comederos) con redes de neblina (figura 2.3).

a. Captura en nido

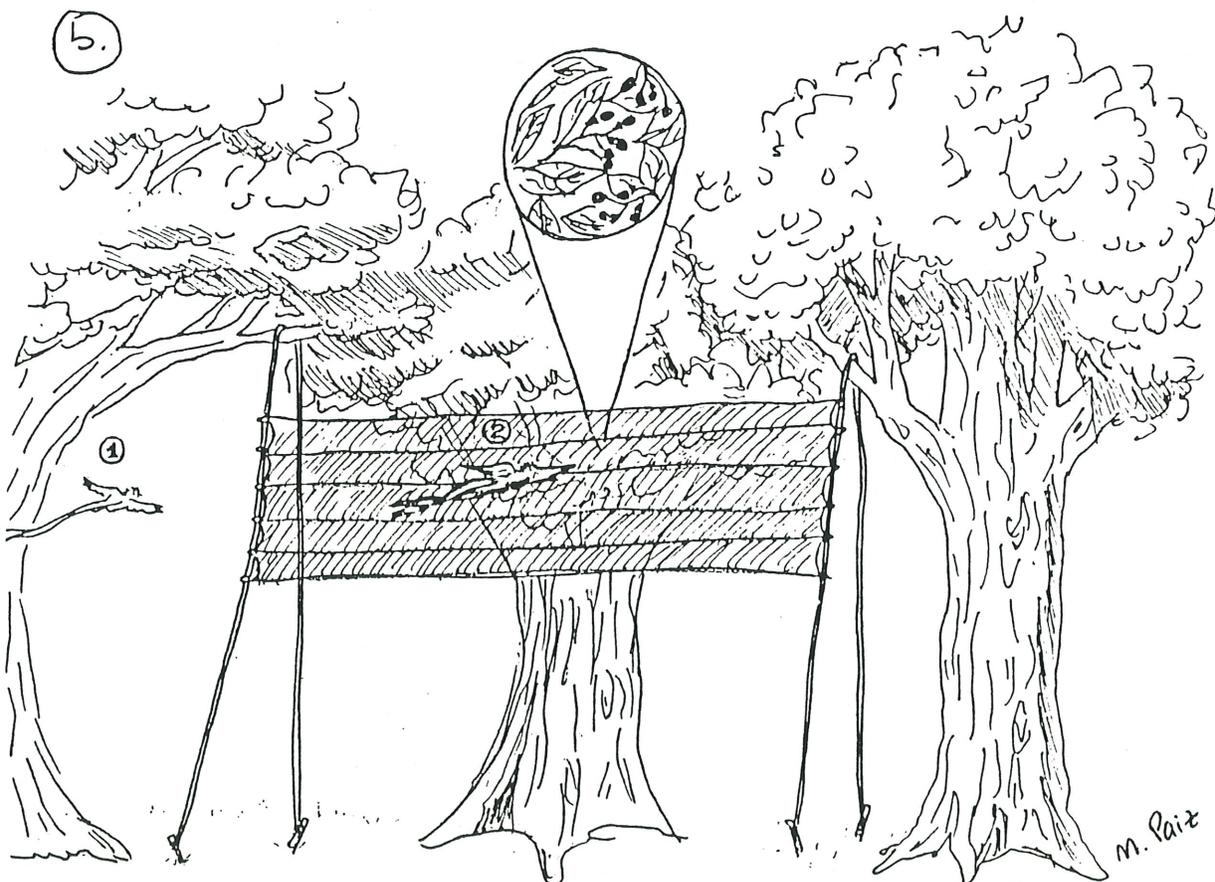
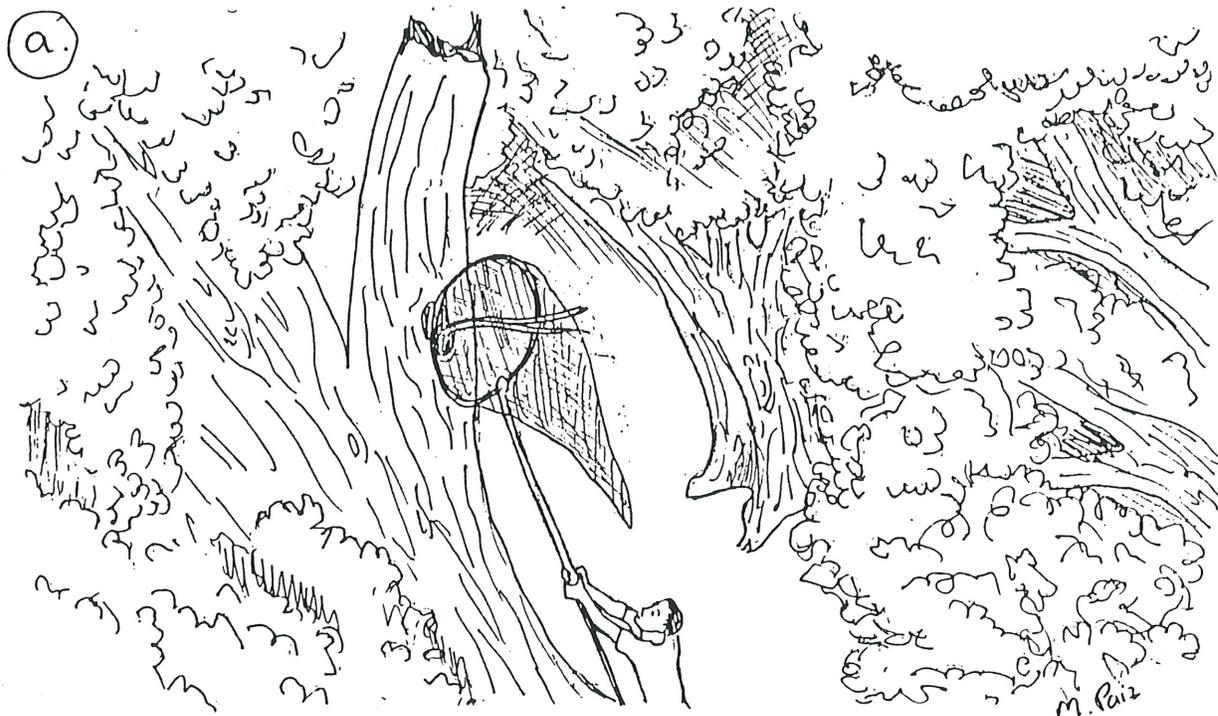
Para la captura en nido, se aprovecha el hecho que los quetzales anidan en cavidades de tocones podridos y que ambos padres se turnan en el cuidado de huevos y pichones. Para eso, los padres entran completamente dentro de la cavidad (Skutch, 1944; Bowes y Allen, 1969; Avila Hernández y Hernández Obregón, 1990).

La captura se realiza con una trampa que consiste en una pequeña argolla de alambre de 0.32 m de diámetro de la cual cuelga una bolsa hecha de una red de nylon muy fina. La red se coloca sobre una vara extensible. La argolla y la vara se colocan cerca de la entrada del nido varios días antes de la captura para que los quetzales se familiaricen con esos objetos. Si se observa un rechazo hacia esos elementos extraños - mucha vocalización de alarma o padres que ya no entran al nido-, se retiran y se prueba a colocarlos de alguna forma diferente varios días después o se descarta ese nido para captura.

El día de la captura, se espera el turno de entrada del quetzal que se va a capturar en un escondite cercano. Después de que entra el quetzal, se coloca la argolla frente a la entrada del nido manipulandola con la vara desde la base del tronco. Al salir nuevamente, el quetzal queda atrapado en la red que cuelga de la argolla. La red se baja enseguida y el quetzal es desprendido de ella (figura 2.3a).

Este método tiene la ventaja de que se puede seleccionar al individuo que se quiere estudiar y el nido es el punto más seguro al que se sabe que regresa una pareja con frecuencia durante la época de anidación. Sin embargo, requiere tener mucha precaución pues los quetzales tienden a ser más agresivos en esa época y en los alrededores del nido (Bowes y Allen, 1969; LaBastille et al., 1972; Avila Hernández y Hernández Obregón, 1990; pero ver Skutch, 1944). Conforme la nidada avanza, los padres tienen más arraigo al nido y existe una menor probabilidad de que abandonen el nido, pues ya han invertido mucho tiempo y energía en cuidar los huevos y criar a los pichones (G.Powell y M.de L. Avila, com.pers.). Por esas razones, se utilizó la captura en nidos únicamente cuando se encontraron nidos muy avanzados, con pichones de más de 15 días de nacidos

Figura 2.3.- Técnicas de captura de quetzales. 2.3a: captura en nido. 2.3b: captura en comedero.



y que se tenía suficiente información (obtenida a través de varias horas de observación) sobre el estado de desarrollo del nido y el comportamiento de la pareja - horas de entrada y salida de cada uno de los padres, frecuencia de las entradas, perchas preferidas.

b. Captura en comedero

La captura en los comederos se hace por medio de redes de niebla que se abren a la altura a la que se encuentran los frutos de un árbol de alimentación en el cual se están alimentando los quetzales. Las redes son sujetadas por un mecanismo poleas sobre ramas que permite bajar las redes hasta el suelo cuando ha caído un ave en ellas (figura 2.3b). Una variante de este método es colocar la red sobre un sitio de paso de quetzales reconocido.

El inconveniente de este método es que no se selecciona el quetzal al que se le va a colocar el radio-transmisor, pero puede ser utilizado cuando no se encuentran nidos adecuados para captura - nidos con huevos, padres muy agresivos. Presenta también la ventaja de que en una misma red pueden ser capturados varios quetzales.

c. Colocación del radio-transmisores y liberación

Cuando se tiene al ave en mano, se procede a tranquilizarla utilizando una mezcla de productos farmacéuticos recomendados por un veterinario especializado (ketamina - relajante muscular- y xylazina -sedante y analgésico). La dosis de tranquilizante se inyecta en una proporción del peso del animal recomendada por un veterinario (G.Powell, com.pers.) y tiene un efecto residual de dos horas. El tranquilizante ayuda a disminuir la tensión del animal. De esa forma, se puede colocar el radio más rápido porque el quetzal aletea menos, y además, este regresa más rápido a su nido (Avila Hernández, 1993; G.Powell y M.de L. Avila, com.pers.).

Finalmente se procede a la colocación del radio-transmisor en forma de mochila. Este proceso toma aproximadamente una hora. Luego se coloca al animal en una caja oscura hasta completar las dos horas del efecto del tranquilizante y después de asegurarse

que el animal se ha recuperado completamente, se libera. La liberación se realiza cerca del sitio de captura.

4. Ubicación de los quetzales: monitoreos y rastreos de la señal

Los movimientos de los quetzales se detectan con el receptor portátil y la antena unidireccional a través de dos actividades: el monitoreo periódico (generalmente diario) y los rastreos.

a. Monitoreo

El monitoreo permite escuchar las señales de todos los quetzales de un área en un momento dado. Para esto, desde un punto alto y con buena visibilidad se sintonizan las frecuencias de todos los radio-transmisores y se ubica con brújula la dirección en la que se encuentra cada señal. buscan todas las señales. De esa manera, se verifica qué quetzales están presentes en el área y en qué punto específico y cuales están ausentes.

b. Rastreos terrestres

El rastreo de un quetzal se realiza siguiendo los movimientos de la señal del radio que tiene colocado por varias horas (generalmente 3 ó 4 horas) dentro del bosque (figura 2.1). De esa forma, se pueden conocer todos los desplazamientos (movimientos locales) realizados en un área dada (y que da información sobre el área utilizada como territorio y ámbito de hogar), el uso del recurso alimenticio y el comportamiento reproductivo, alimenticio y social (inter- e intra-específico) de ese individuo. Durante los rastreos en sitios de migración, también se recaba información sobre el hábitat, tipo de vegetación, calidad del bosque, cobertura boscosa y amenazas locales.

Los rastreos de cada quetzal se programan a lo largo de varios días de manera a que se cubran diferentes horarios para un mismo individuo con el mismo tiempo entre cada rastreo.

c. Rastreos aéreos

Cuando la señal del radio de un quetzal ya no se escucha por varios días en cierta área durante los monitoreos, se busca la señal en los alrededores a través de un sobrevuelo. El equipo de radio-telemetría se instala en una avioneta - modelo Cesna de ala alta - en la que se colocan dos antenas unidireccionales, una en cada ala. Con ese equipo, se sobrevuela la región empezando cerca del último sitio en que fue registrada la señal y ampliando cada vez el radio de vuelo, hasta lograr detectar la señal. Al detectarla, se realizan vuelos circulares sobre ese punto hasta lograr la mejor definición posible del punto exacto en que está la señal y se geo-referencia el punto utilizando un geolocalizador de tipo Global Positioning System (GPS).

B. Recolección, procesamiento y análisis de la información

1. Información sobre monitoreos y rastreos

a. Información obtenida en monitoreos

La información obtenida durante los monitoreos permitió estimar el lugar en que estaba el quetzal (por dirección y volumen de la señal) aunque no se llegara a verlo. En el apéndice de este documento se reproduce la hoja de toma de datos de monitoreos. Los puntos de monitoreo en los sitios de anidación-captura de las poblaciones estudiadas fueron: la Piedra del Angel (a 1.5 km al este de la Estación Científica La Cabaña) y la Estación Científica La Cabaña (“sitio de captura” de la figura 2.4) en el sitio de captura de la Reserva de la Biósfera Sierra de las Minas y las Instalaciones Administrativas del Biotopo del Quetzal para la población de la Sierra Chuacús estudiada.

b. Información obtenida en rastreos

Los datos obtenidos a través de rastreos también fueron apuntados en un formato especial (ver apéndice C). Se registró la ubicación de cada punto en que se vió al quetzal

o en que se supone estuvo (por estimación a través de volumen y dirección de la señal). La ubicación se dió generalmente en referencia a los senderos del área que están marcados cada 25 metros. También se registró cualquier actividad o comportamiento del quetzal.

En migración, se puso mucho énfasis en el alimento utilizado y el tipo de bosque. La ubicación de los puntos se hizo en función de la topografía del área para poder ubicarlos en las hojas cartográficas 1:50,000 de la región (hojas cartográficas del Instituto Geográfico Militar).

c. Información sobre sitios de migración

Para todos los sitios de migración, se tomó la siguiente información en el campo: características generales del bosque en el que se encuentra el quetzal, alimento utilizado, altitud y estado de conservación del bosque - calidad del bosque, distancia a la orilla más cercana, perturbaciones notables. Al ubicar esos puntos en los mapas de la región ingresados en el sistema de información geográfico CAMRIS (Ford, 1989) (ver sección siguiente), se pudo también tener información sobre la distancia al sitio de anidación (sitio de captura), la dirección de la migración o ubicación sobre las vertientes de la montaña, la zona de vida en la que se encuentra el sitio y la ubicación en relación a las áreas protegidas - y zonificación de estas - de la región, específicamente, la Reserva de la Biósfera Sierra de las Minas y el Biotopo Universitario para la Conservación del Quetzal.

El detalle y tipo de información que se obtuvo en cada sitio de migración detectado fue diferente ya que no se logró acceder por tierra a todos los puntos en los que se localizaron señales de quetzales. Varias localizaciones se limitaron a rastreos aéreos y en base a la mejor aproximación posible, se ubicó el punto en el mapa. En otros casos, se accedió por tierra al área de migración pero no se logró ver al quetzal y la ubicación del quetzal fue colocada en el mapa en base a triangulaciones de la señal. En esos casos, la aproximación es un poco más exacta que la anterior y además se pudo obtener información sobre el tipo de bosque y las características generales del sitio.

Por último, los sitios de migración con más información son los que corresponden a sitios en que se hicieron observaciones directas del quetzal. En algunos casos, esos puntos pudieron ser geo-referenciados por medio de un GPS, pero en la mayor parte de los casos, los puntos fueron colocados utilizando las hojas cartográficas de la región a escala 1:50,000 con curvas a nivel, lo que permitió una aproximación bastante buena. La exactitud de esa aproximación pudo ser comprobada en algunos sitios que fueron localizados en las hojas cartográficas y posteriormente geo-referenciados.

En todas las regiones a las que se accedió en busca de quetzales se tuvieron charlas y entrevistas informales con pobladores locales para obtener información sobre el conocimiento local de la ecología del quetzal. En varias oportunidades estas entrevistas sirvieron para comprobar observaciones realizadas en el campo. De esa forma también se pudo obtener información histórica.

2. Sistema de información geográfico

Todas las ubicaciones de puntos obtenidos a través de monitoreos, rastros terrestres o búsquedas aéreas se ingresaron a un sistema de información geográfica llamado CAMRIS (Ford, 1989). En ese SIG, se ingresó también otra información relevante de la región: topografía, zonas de vida y ubicación de áreas protegidas.

No se realizó ningún tipo de análisis estadístico pues la muestra estudiada es muy pequeña y no es representativa de toda la población. No se pueden dar conclusiones cuantitativas pero si se pueden hacer buenas descripciones cualitativas.

3. Información sobre recurso alimenticio

Para evaluar el efecto o la importancia de la variabilidad de la disponibilidad del recurso alimenticio, se tomaron algunos datos sobre el alimento de los quetzales en la región.

Cuando se observaron quetzales alimentándose, se marcó el árbol con un placa de aluminio numerada. Para cada árbol marcado, se apuntó el nombre de la especie y la

ubicación y se tomaron medidas de elevación, altura del árbol y diámetro a la altura del pecho. Con toda esa información se estableció una base de datos (en el apéndice D se reproduce una parte de esta).

Además, se colectó una muestra del árbol para determinar la especie. Las muestras fueron determinadas en el herbario de la Escuela de Biología, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia (herbario BIGUA) y algunas por el herbario de la Facultad de Agronomía (herbario AGUAT), ambas de la Universidad de San Carlos de Guatemala. Los especímenes de referencia están depositadas en BIGUA.

El formato bajo el cual se hace referencia a las diferentes especies de alimentación no es estándar en este documento pues no se logró obtener el mismo tipo de información para todas las especies identificadas como alimento de quetzal. En algunos sitios de migración se realizaron colectas pero los especímenes no tenían flores, por lo que en muchos casos sólo se logró identificar la planta a nivel de género o familia. Generalmente en esos casos se logró conocer el nombre común local de la especie. En otras regiones al contrario no se contó con la presencia de gente local en el bosque y no se logró saber el nombre común local de las plantas. En el apéndice B se incluye un glosario de los nombres de plantas utilizados en este informe.

La información sobre alimentación es más completa para los sitios de anidación y captura pues son los lugares en los que se permaneció por más tiempo. En muchos sitios de migración, se accedió únicamente cuando el quetzal se encontraba en ese lugar y ya no se regresó después.

En la región de anidación de la Sierra de las Minas se hicieron observaciones periódicas sobre la cantidad de flores y frutos de los árboles marcados con placa. No se realizaron conteos, sino que se estimó la cantidad relativa de frutos en cuatro categorías:

- abundantes; anotados con el símbolo M (muchos) en las hojas de campo y recibiendo el valor relativo 3.
- regularmente abundantes; anotados con el símbolo R (regular) en las hojas de campo y recibiendo el valor relativo 2.

- escasos; anotados con el símbolo P (pocos) en las hojas de campo y recibiendo el valor relativo 1.
- ausentes; anotados con el símbolo N (no hay) en las hojas de campo y recibiendo el valor relativo 0.

tomando como referencia la cantidad máxima de frutos que produce un árbol por especie. Cuando la cantidad de frutos presentes era la mitad o más de la cantidad de frutos máximos que produce un árbol por especie (ejemplos: una especie de árbol que produce racimos de frutos en todas las ramas, o una especie de árbol que sólo produce frutos en la mitad de las ramas), se registró como abundante (M ó 3); cuando la cantidad de frutos presentes era aproximadamente entre la mitad y un cuarto de la cantidad máxima, se registró como regularmente abundantes (R ó 2) y cuando la cantidad de frutos presentes era menor que un cuarto de la cantidad de frutos máxima, se registró como escasos (P ó 1). Cuando no se observaron frutos, se registró ausentes (N ó 0).

Las observaciones se hicieron con binoculares, y se recorrió con la vista toda la copa del árbol para observar todas las ramas, hasta la punta. Las observaciones muchas veces se dificultaron por las condiciones climáticas, principalmente la lluvia y la neblina que no dejaron ver la copa del árbol.

El muestreo no se realizó de forma sistemática (no se hicieron observaciones con el mismo intervalo de tiempo, ni se visitaron siempre los mismos árboles), por lo que no se cuentan con datos estadísticamente significativos. La información obtenida sirvió únicamente para tener una primera aproximación sobre la fenología del alimento utilizado por el quetzal. Las observaciones se realizaron cuando los quetzales se encontraban en el sitio y cuando estaban en migración. No se tomó este tipo de información en los sitios de migración.

C. Poblaciones estudiadas

1. Sitios de captura

Los quetzales estudiados entre 1993 y 1996 en la Sierra de las Minas pertenecen a una población que tiene su área de reproducción y anidación en altitudes entre 2300 y 2600 msnm, en el bosque nuboso que se encuentra dentro de las propiedades de la Fundación Defensores de la Naturaleza, en las fincas Las Nubes y Bosque Eterno de los Niños (San Agustín Acasaguastlán, El Progreso) en la zona núcleo de la Reserva de la Biósfera Sierra de las Minas. En este informe se hará referencia a esa región como “La Cabaña” (figura 2.4) y a esta población como la población de la Sierra de las Minas.

En 1994, también se estudiaron algunos quetzales de una población de la Sierra de Chuacús que pasa la época reproductiva en el área de las instalaciones administrativas del Biotopo del Quetzal, a 1600 msnm (Purulhá, Baja Verapaz) (figura 2.4).

2. Tamaño de muestra

Se colocaron 14 radio-transmisores en total. En la Reserva de la Biósfera Sierra de las Minas (La Cabaña) se colocaron 4 radio-transmisores en 1993 y 7 en 1994, y en el Biotopo del Quetzal, se colocaron 3 en 1994. En los cuadros 2.1 y 2.2 se indican las características generales de los quetzales y sus sitios de captura. El cuadro 2.1 da las características de los quetzales de la población de la Sierra de las Minas que se estudió; los cuatro primeros corresponden a los individuos capturados en 1993 y los siete siguientes corresponden a los de 1994. Los datos del cuadro 2.2 corresponden a los de los quetzales de la población de la Sierra Chuacús que se marcaron en 1994. Las características generales incluidas para cada quetzal son: frecuencia, nombre, sexo, datos sobre reproducción y peso del animal. Las características del sitio de captura incluyen el tipo de sitio (nido, comedero o sitio de paso) y la altitud de la captura. Además se incluyen datos sobre el último registro que se tuvo de la señal.

Cuadro 2.1.- Características generales de los quetzales estudiados de la población de la Sierra de las Minas.

Frecuencia (MHz)	Nombre	Sexo	Datos sobre reproducción	Peso (g)	Fecha de captura	Sitio de captura y altitud (msnm)	Último registro de la señal	Observaciones sobre el último registro
14969.1	Ishma	H	tuvo nido en 93 y 94	225	6-May-93	nido, 2600	9-Oct-94	último monitoreo desde la región de La Cabaña en que se escuchó; la batería del transmisor seguramente dejó de funcionar en esa fecha; se logró reconocer a esa hembra entre diciembre 94 y febrero 95 por el radio colocado en la espalda que no emitía señal.
14957.8	Santiago	M	tuvo nido en 93	225	7-May-93	nido, 2560	29-Jun-93	la señal no se movió después de esa fecha; el quetzal seguramente fue depredado; el radio nunca se logró recuperar de entre las ramas altas de un encino.
14950.7	Ilom	M	tuvo nido en 93, 94 y 95	223	7-May-93	nido, 2420	27-Sep-94	último monitoreo en que se escuchó en el sitio de migración (el 7-oct-94 ya no se encontró ahí); la batería del transmisor seguramente dejó de funcionar entre esas dos fechas; se reconoció a ese quetzal en su nido en mayo 95, con el radio en la espalda.
14953.9	Jorge	M	tuvo nido en 93	213	10-May-93	nido, 2285	10-Sep-94	último sobrevuelo en que se escuchó en el sitio de migración; la batería del transmisor seguramente dejó de funcionar a inicios de octubre, correspondiendo a las fechas de los radios de Ishma e Ilom.
14936.9	Claudia	H	tuvo nido en 94 y 95	235	11-May-94	nido, 2650	10-Nov-95	último monitoreo desde La Cabaña en el que se escuchó; la batería seguramente dejó de funcionar.
14956.8	María	H	pareja de 14945.8; tuvo nido en 95 y 96		15-May-94	comedero (arb. 58), 2560	Junio 96	
14945.8	Julián	M	pareja de 14956.8; tuvo nido en 95 y 96	215	16-May-94	comedero (arb. 58), 2560	Junio 96	
14929.8	Andale	M	adulto	249	17-May-94	comedero (arb. 1), 2470	15-Sep-94	último monitoreo desde el área de la Cabaña en el que se escuchó; nunca se logró relocalizar la señal a pesar de buscarlo sistemáticamente en sobrevuelos y todos los monitoreos; este transmisor seguramente tuvo una falla y dejó de funcionar muy luego.

Cuadro 2.1. (Sigue)- Características generales de los quetzales estudiados de la población de la Sierra de las Minas.

Frecuencia (MHz)	Nombre	Sexo	Datos sobre reproducción	Peso (g)	Fecha de captura	Sitio de captura y altitud (msnm)	Ultimo registro de la señal	Observaciones sobre el último registro
14939.7	Junior	M	juvenil		18-May-94	comedero (arb. 1), 2470	1-Feb-95	el transmisor se encontró en el suelo entre plumas de quetzal en un sitio de migración; ese quetzal seguramente fue depredado.
14942.8	Citlali	H	tuvo nido en 95 y 96	210	18-May-94	comedero (arb. 1), 2470	Junio 96	
14959.8	Tomás	M	adulto	202	18-May-94	comedero (arb. 1), 2470	4-May-95	el transmisor fue hallado en el suelo entre plumas de quetzal en el área de la Cabaña; ese quetzal seguramente fue depredado.

Cuadro 2.1.1.- Características generales de los quetzales estudiados de la población de la Sierra de Chuacús.

Frecuencia (MHz)	Nombre	Sexo	Datos sobre reproducción	Peso (g)	Fecha de captura	Sitio de captura y altitud (msnm)	Ultimo registro de la señal	Observaciones sobre el último registro
14952.8	Ana	H	pareja de 14948.6; tuvo nido en 94		20-May-94	sitio de paso (con red), 1620	2-Jun-95	último monitoreo en que se escuchó la señal.
14934.1	Lili	H	juvenil tuvo nido en 95	190	25-May-94	sitio de paso (con red), 1620	14-Jul-95	último rastreo sistemático cuando aun estaba en su nido. Luego se hizo un monitoreo el 9-Sep-95 en que se escuchó en Panimaquito.
14948.6	Dary	M	pareja de 14952.8; tuvo nido en 94	205	27-May-94	sitio de paso (con red), 1620	13-Sep-94	la señal no se movió después de esa fecha; ese quetzal seguramente fue depredado; el radio no se logró recuperar de entre las epifitas de las ramas del árbol en que quedó, pero si se hallaron plumas de quetzal en ese lugar.

Cada quetzal marcado es reconocido por el número de frecuencia del radio-transmisor. Se le asignó también un nombre común para facilitar su identificación; esos nombres son los que se utilizan en este informe. Los datos sobre reproducción indican si el individuo es adulto o juvenil y en el caso de los adultos, indica los años en los que se registró actividad reproductiva (i.e. “tuvo nido”); también se indica qué quetzal fue su pareja para los dos casos de parejas con radio-transmisores. El peso del animal es el peso en gramos en el momento de la captura, antes de colocarle el radio. Para el sitio de captura, se indica si fue en el nido - de ese quetzal específicamente, y utilizando la técnica de captura en nido con trampa de nido - en comedero - se indica el número con que se identificó el árbol de alimentación durante el estudio y en ese caso, los quetzales fueron capturados con redes de niebla colocadas a un lado del comedero - o a lo largo de sitios de paso - en el Biotopo del Quetzal específicamente, con redes colocadas a orillas de la carretera CA14 que conduce de Guatemala a Cobán. La altitud corresponde a la altitud a la que se encuentra el nido, el comedero o el sitio de paso, en metros sobre el nivel del mar.

a. Duración de estudio de cada quetzal

En esos cuadros se indica también la fecha del último registro de cada señal. De esa forma, es posible determinar el período de tiempo durante el cuál fue estudiado cada quetzal. En la columna de observaciones, se explica cuál fue la causa de la interrupción del registro. Las dos formas más comunes fueron a) la batería que cumplió con su tiempo de vida y dejó de emitir señal, de manera que ya no se puede relocalizar al individuo por medio de la radio-telemetría; y b) el quetzal murió y la señal dejó de moverse - en algunos casos se encontró el radio, y en otros, quedó dentro de las epífitas de una rama, y no se logró recuperar. En un caso, se perdió completamente la señal de un radio-transmisor a los cuatro meses de haber sido colocado, por lo que se asume de que ese radio tuvo algún fallo. Para algunos quetzales, el tiempo de estudio fue de más de un año y se tienen datos de 1.5 hasta 2 ciclos migratorios anuales completos. En el cuadro 2.3 se

resumen los datos de número de quetzales con radio funcionando (bajo estudio) por meses durante los tres años.

En 1993, se logró obtener información sobre los movimientos estacionales de tres de los cuatro quetzales marcados, ya que uno murió a finales de junio.

Hasta el mes de septiembre de 1994, en la Sierra de las Minas se pudo obtener datos de los siete quetzales marcados ese año además de los tres quetzales marcados en 1993 cuyos radio-transmisores todavía estaban funcionando. A mediados de septiembre se dejó de escuchar la frecuencia de uno de los quetzales marcados en 1994 y los radios de los tres quetzales marcados en 1993 dejaron de funcionar a inicios de octubre, habiendo tenido una duración total de 17 meses.

Entre octubre y enero se siguieron monitoreando seis quetzales con radio-transmisor funcionando de la población de la Sierra de las Minas. Sin embargo, la hembra marcada en 1993 fue observada nuevamente en La Cabaña a partir de diciembre 1994 y uno de los machos del año anterior fue reconocido en su nido de abril hasta inicios de junio 1995. Ambos fueron reconocidos porque aún tenían el radio-transmisor colocado en la espalda, pero estos ya no emitían señal.

A inicios de febrero se encontró el radio-transmisor de un macho en un sitio de migración, en donde seguramente fue depredado. Al inicio de la época reproductiva de 1995, cinco quetzales marcados el año anterior seguían con radio-transmisor funcionando. Uno de ellos fue depredado a inicios de mayo, antes de notarse actividad reproductiva. Se lograron ubicar los tres nidos de los cuatro individuos restantes (dos eran pareja). Tres de esos cuatro quetzales siguen con radio hasta la fecha (junio 1996), incluida la pareja. El cuarto radio dejó de emitir señal a inicios de noviembre de 1995.

En Chuacús, las dos hembras marcadas fueron estudiadas durante todo el año. La información sobre los movimientos del macho se recolectaron hasta inicios de octubre, cuando dejó de moverse la señal, seguramente porque el quetzal fue depredado.

Cuadro 2.3.- Número de quetzales bajo estudio por grupos de meses en los tres años de estudio.

Población	Año de estudio	Meses	Número de Quetzales			sin radio ²
			con radio			
			hembras	machos	total	
S. de las Minas	1993-1994	may-jun	1	3	4	
		jul-abr	1	2	3	
	1994-1995	may-sep	4(1) ¹	6(2) ¹	10(3) ¹	
		sep	4(1) ¹	5(2) ¹	9(3) ¹	
		oct-dic	3	3	6	
		dic-ene	3	3	6	1
		feb	3	2	5	1
		mar-abr	3	2	5	
	1995-1996	may-jun	3	1	4	1
		jul-oct	3	1	4	
oct-jun		2	1	3		
S. de Chuacús	1994-1995	may-sep	2	1	3	
		oct-abr	2	0	2	

¹ Entre paréntesis se indica el número de quetzales con radio-trasmisores funcionando que fueron colocados en el año anterior del estudio.

² Se indico "sin radio" para abreviar "con radio-trasmisor sin batería": durante el segundo año, fue posible observar a dos de los cuatro quetzales marcados el primer año con el radio-trasmisor colocado en la espalda, pero ya no emitiendo señal.

III. RESULTADOS

A. Reproducción: épocas, bosques y alimento utilizados

1. Época reproductiva

La época de reproducción observada en la Sierra de las Minas es de marzo a junio aunque existen variaciones de semanas en función del año. Se vieron quetzales en preparación de nido desde marzo y los últimos pichones salieron generalmente en el transcurso de junio. En 1994, la época reproductiva parece haber empezado más tarde, pues casi no se vieron nidos en abril. En 1995, algunos nidos tenían todavía pichones a inicios de julio. No se realizaron análisis específicos sobre datos reproductivos de los quetzales estudiados.

2. Bosque y alimento de la población de la Sierra de las Minas

a. Descripción del bosque

El bosque de La Cabaña (sitio de anidación de la población estudiada y sitio de captura) está situado en la zona de vida bosque pluvial montano bajo subtropical (bp-MB) (figura 2.4) según la clasificación de Holdridge (De la Cruz, 1976), con una asociación atmosférica de neblina que origina un bosque nuboso (Holdridge, 1987). Ese tipo de bosque está netamente estratificado, con un dosel entre 20 y 30 metros, y un estrato subdominado de 10-20 m. Las especies dominantes son: *Quercus sapotaefolia* y otra especie de *Quercus*, *Persea vestricula* y *Phoebe bourgeaouviana*, mezclado con un poco de *Pinus ayacahuite* y *P. pseudostrobus*, *Abies guatemalensis* (pinabete) y *Taxus globosa*, además, una gran cantidad de helechos arborescentes, muchas epífitas (orquídeas,

bromelias, helechos, cactus arbóreos) y otras especies de sotobosque, características de comunidades de montaña (Coronado Juárez y Aguilar Cúmes, 1993).

b. Alimento utilizado

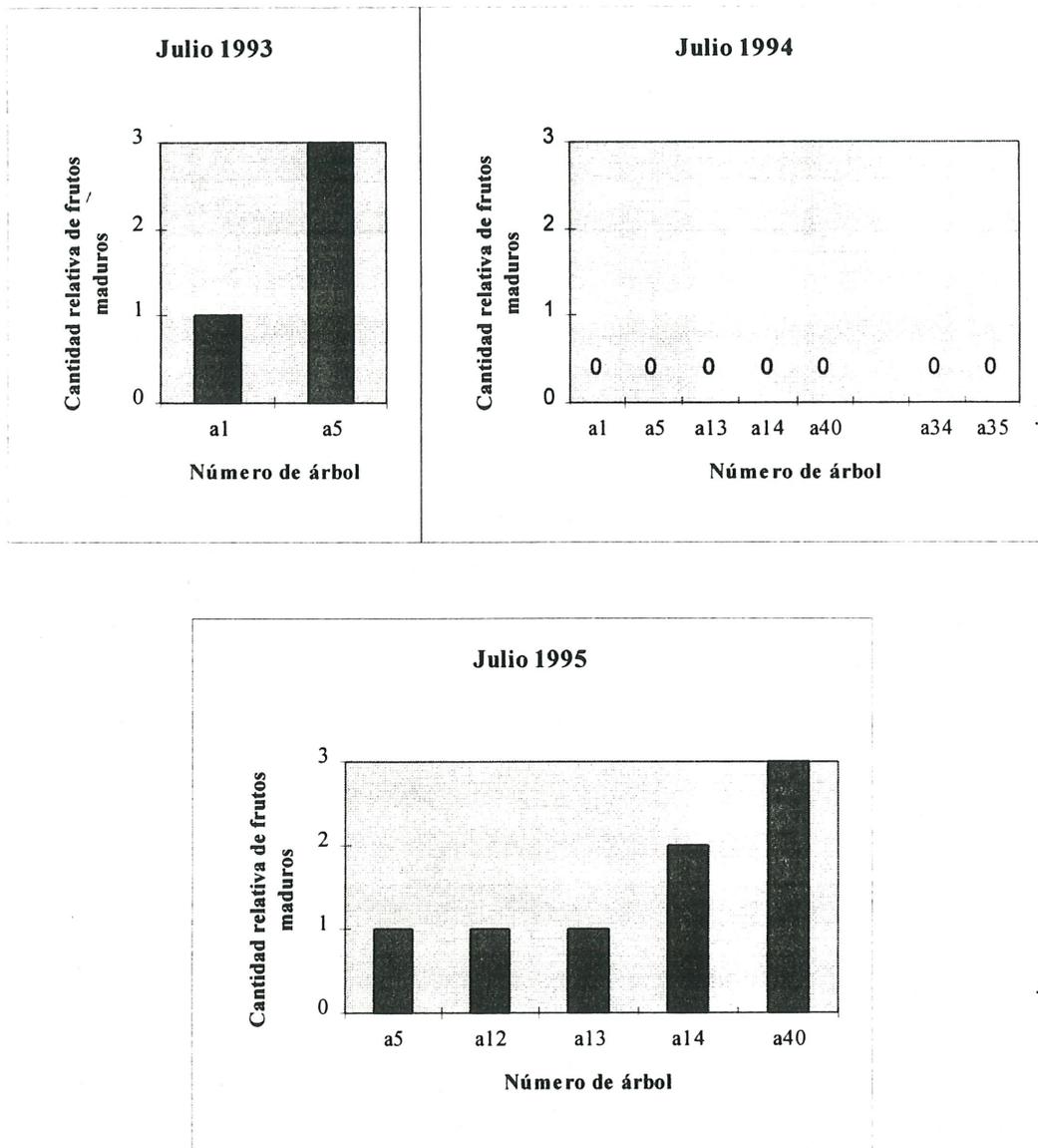
En esta región y durante el tiempo de estudio se observó a quetzales alimentarse en un alto porcentaje de frutos de aguacatillos (familia Lauraceae), principalmente de la especie *Ocotea eucuneata*; en 1994 la especie *Phoebe sabanarum* (Lauraceae) fructificó bastante en esa región y se encontró varios comederos de quetzales en árboles de esta especie (árbol 58, ver cuadro 2.1). En 1996, la especie *Ocotea verapazensis*. (Lauraceae) por primera vez en los tres años, fructificó masivamente y en ese año, se vieron varios quetzales alimentarse de sus frutos.

Otros frutos importantes dentro de la dieta cuando los aguacatillos no son muy abundantes son *Cornus disciflora* (siete camisas), varias especies de *Symplocos*: *S. hartwegii*, *S. culmicola*, *S. vatteri* (jocotillos y manzanillos) y *Prunus brachybotrya* (zapotillo). Sin embargo se han identificado otras especies que son utilizadas en algunas épocas del año en menor medida: *Styrax argenteus*, *Rhamnus discolor* (palo amarillo) y otra especie de *Rhamnus* y *Rubus* sp. (mora). Se tienen algunos registros de especies utilizadas muy ocasionalmente.

c. Variabilidad de la disponibilidad de alimento

A pesar de no ser un énfasis del estudio, se obtuvieron algunos datos sobre la disponibilidad de alimento a lo largo del año en La Cabaña, sobre todo para 1994 y 1995. La disponibilidad de frutos varió mucho a lo largo del estudio. En la figura 3.1 se representa para varios árboles de la misma especie *Ocotea eucuneata* (y dos especies más en julio 1994) la cantidad relativa de frutos en los meses de julio 1993, julio 1994 y julio 1995.

Figura 3.1.- Cantidad relativa de frutos para diferentes árboles en los meses de julio 1993, julio 1994 y julio 1995.



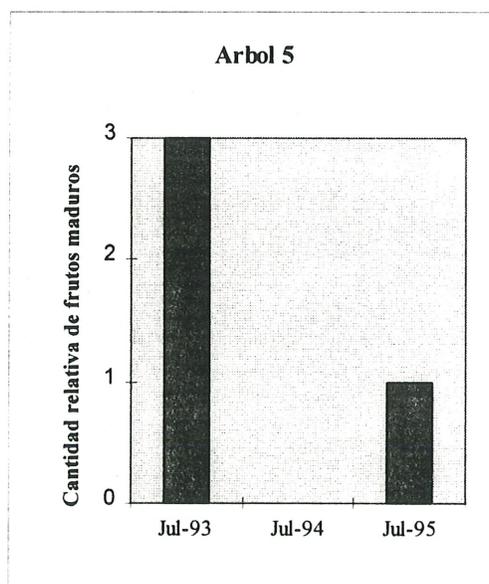
Nota: Se escribió "a1" por "árbol 1". Los números de árboles corresponden a los números de las placas de aluminio que tienen colocados y es el número de identificación de ese árbol durante todo el estudio. Todos, excepto a34 (*Cornus disciflora*) y a35 (*Rhamnus discolor*) son árboles de la especie *Ocotea eucuneata*.

La cantidad relativa se midió tomando como referencia la cantidad máxima de frutos que produce un árbol de esa especie y fue registrada como: abundante (3) -la mitad o más de la cantidad máxima que puede producir ese árbol-, regularmente abundante (2) -entre la mitad y un cuarto de la cantidad máxima-, escasos (1) -menos de un cuarto de la cantidad máxima- y ausentes (0) -cuando no se vió ningún fruto en el árbol.

En esas gráficas se puede ver que en un mismo mes la cantidad de frutos de diferentes árboles es diferente, incluso dentro de una misma especie. En julio 1993, mientras que algunos árboles produjeron una gran abundancia de frutos (ej: a5), otros tenían muy pocos (ej: a1). En julio 1995, algunos árboles tenían muy pocos frutos (ej: a5, a12, a13), otros tenían una regular abundancia (ej: a14) y otros tenían una gran abundancia (ej: a40). Se puede también notar que en julio 1994, la mayoría de los árboles no tenían frutos, ya fueran Lauraceas (ej: a5, a12, a13, a14, a40), como no-Lauraceas (ej: a34, a35).

En el caso de las Lauraceas, se observó también diferencias de la cantidad de frutos producidos por un mismo árbol para el mismo mes en años diferentes. Un ejemplo de eso se puede ver en la figura 3.2 que representa la cantidad de frutos que tuvo un mismo árbol (árbol 5, *Ocotea eucuneata*) en el mes de julio de los tres años de estudio.

Figura 3.2.- Cantidad de frutos producidos por un mismo árbol (árbol 5, *Ocotea eucuneata*) en el mes de julio de tres años diferentes, 1993, 1994 y 1995.



Mientras que en julio 1993 este árbol produjo muchos frutos, en julio 1994 no produjo ninguno y en julio 1995 produjo pocos.

3. Bosque y alimento de la población de la Sierra de Chuacús

Los tres quetzales de esta población fueron capturados en el mismo sitio. La pareja estudiada permaneció por cinco meses dentro de los límites del Biotopo del Quetzal a inmediaciones de las instalaciones administrativas o del otro lado de la carretera, frente al Biotopo. Sin embargo, la hembra Lili desapareció de esa área inmediatamente después de su captura. Luego de varios días de búsqueda terrestre y de un sobrevuelo a inicios de julio, fue posible relocalizarla en el bosque que se encuentra frente a la comunidad Panimaquito, 2.5 km al noreste del sitio de captura. Esa hembra permaneció en ese mismo sitio hasta diciembre, y al terminar la migración en febrero regresó al mismo lugar. En mayo de 1995, se vió a esta hembra anidando en esa región, por lo que su territorio reproductivo realmente está en ese sitio identificado como "Panimaquito". Es probable que el día de su captura hubiera llegado al Biotopo sólo por el día desde Panimaquito.

a. Descripción del bosque

El Biotopo del Quetzal se encuentra en la zona de vida bosque muy húmedo subtropical frío (bmh-S(f)) (De la Cruz, 1976) con asociación atmosférica de neblina, por lo que también es considerado un bosque nuboso (ver figura 2.4). Este bosque se caracteriza por la presencia de lauráceas de varias especies, además de *Podocarpus oleifolius*, *Alfaroa costaricensis*, *Engelhartia* sp., *Billiae hipocastanum*, *Magnolia guatemalensis*, *Brunellia* sp., *Lysiloma bahamensis*, *Brosimum costaricanum*, *Quercus purulhana* (Monterroso Salinas, 1976; Villar Anléu, manuscrito sin publicar). Panimaquito se encuentra en la zona de vida bosque pluvial montano bajo (bp-MB), pero las especies que se encontraron ahí son muy similares a las del Biotopo.

b. Alimento utilizado

En esta región el quetzal se alimentó principalmente de: *Persea donnell-smithii*, *Ocoetea varapazensis* (aguacatillos), *Zanthoxylum procerum* (pata de chunto), *Cecropia silvicola* (guarumo), *Cornus disciflora* (siete camisas), *Parathesis leptopa* (guatitún), *Rhamnus discolor* (palo amarillo), *Parathesis* sp. (capulín), *Clusia* sp., *Ficus* spp. (amate y matapaño) y *Lycianthes chiapensis* (bejuco de chile). Aquí no se tomaron datos sobre disponibilidad de alimento a lo largo del año.

B. Migraciones: descripción de los bosques utilizados y de los movimientos realizados

Durante todo el tiempo que duró el estudio, se observaron y registraron movimientos estacionales de los quetzales de las dos poblaciones estudiadas.

Se diferenciaron dos tipos de migración. En el primer tipo de migración (tipo 1) los quetzales salieron del sitio de anidación hacia otro sitio en el que permanecieron por varios meses sin regresar al área de reproducción. Este tipo de migración fue la más común. Sin embargo, se registró un segundo tipo de migración (tipo 2) en que los quetzales migraron a una región cercana al sitio de anidación (entre 2 y 4 km) y durante todo el tiempo que permanecieron en ese sitio, regresaron ocasionalmente al área de reproducción. Ese tipo de sitio sólo se registró con seguridad en la Sierra de las Minas.

En el cuadro 3.1 se encuentran graficados los movimientos de los quetzales en función del mes del año para los tres años de estudio y las dos poblaciones. Se representa con una barra el tiempo que permaneció cada quetzal en cada sitio; los patrones de barras representan los diferentes tipos de sitio (sitio de anidación y los dos tipos de sitios de migración). Las barras de sitios de migración tienen indicado el nombre con el que se identificó el sitio¹ y en las figuras 3.3 y 3.4 se ubican esos sitios geográficamente.

¹ Ese nombre generalmente es el nombre de la comunidad más cercana (Caquihá, Vega Larga, El Carmen, Santiaguilá, Jones, Repollal, Portezuelo y Pantín) o el nombre de un accidente geográfico notable cercano, generalmente un cerro (Pito Real, Cañital, El Imposible, Guaxac, Miranda) o un río (Uyús, Hiujó, Toilá) cuando se hallaron lejos de una comunidad.

1. Población que migra

Todos los quetzales con radio-transmisor migraron en algún momento durante el estudio. De los 14 quetzales con radio-transmisor, 8 realizaron migraciones únicamente de tipo 1; 3 realizaron migraciones de tipo 1 y 2; 1 quetzal realizó únicamente una migración de tipo 2 y 2 quetzales fueron depredados antes de que realizaran migraciones (cuadro 3.1).

En todos los casos los quetzales regresaron al mismo sitio de anidación al terminar la migración. No obstante, en la Sierra de Chuacús ocurrió que la hembra que tuvo nido en el área de las instalaciones administrativas del Biotopo del Quetzal en 1994 regresó a esa área después de la migración, pero luego siguió hasta Panimaquito en abril; no se observó actividad reproductiva de esa hembra ese año. El macho de esa hembra fue depredado en octubre de 1994.

Sin embargo, a pesar de que se registró al menos una migración para todos los quetzales, no todos los individuos migran todos los años. En la Sierra de las Minas, un macho capturado el primer año (Ilom), no migró en 1993-1994, pero fue uno de los que migró más lejos en 1994-1995 (Cañital). Otro quetzal capturado el segundo año (Julián) realizó desplazamientos hacia El Carmen (sitio de migración tipo 2) con mucha frecuencia en 1994-1995, pero se quedó en La Cabaña (sitio de anidación) en 1995-1996.

Finalmente, se logró también estudiar el comportamiento migratorio de una pareja de quetzales capturados en La Cabaña y se observó que no permanecieron juntos todo el año, sino que migraron a regiones diferentes y en épocas diferentes (Julián estuvo de julio a octubre 1994 en El Carmen/La Cabaña y a partir de noviembre sólo en La Cabaña; María migró de julio a septiembre 1994 a Uyús y luego de octubre 1994 a marzo 1995 al Noroeste de La Cabaña). Esa pareja se volvió a reunir al inicio de la siguiente época reproductiva y tuvieron una nidada juntos.

Figura 3.3.- Ubicación de los sitios de migración de los quetzales de la población de la Sierra de las Minas. Se indican los círculos de radio 5, 10, 25 y 50 km para referencia.

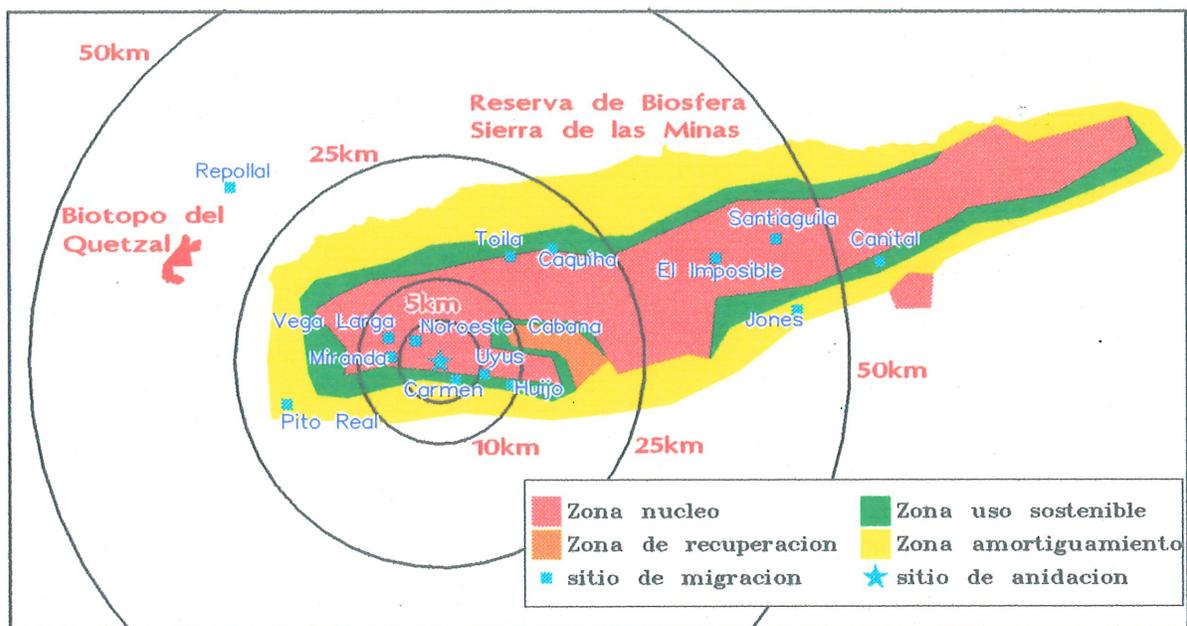
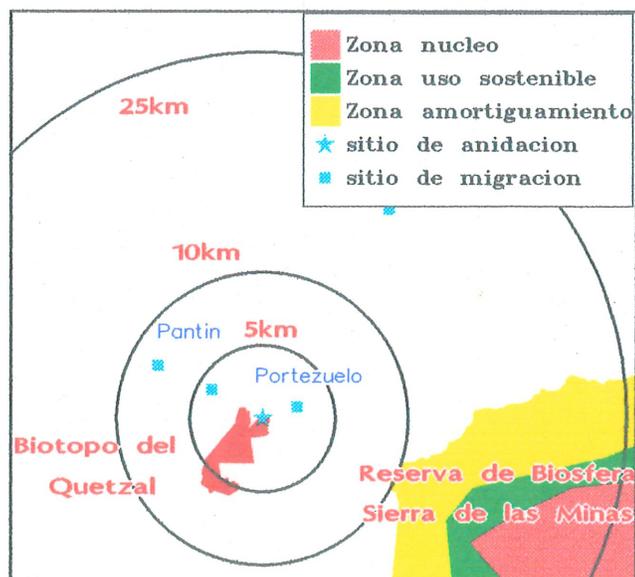


Figura 3.4.- Ubicación de los sitios de migración de los quetzales de la población de la Sierra de Chuacús. Se indican los círculos de radio 5, 10 y 25 km para referencia.



2. Epocas de migración

En el cuadro 3.1 se pueden ver las principales épocas de migración de los quetzales de las dos poblaciones estudiadas durante los tres años. En el cuadro 3.2, se presenta un resumen de los meses de migración, separando las migraciones de tipo 1 y las de tipo 2.

Cuadro 3.2.- Cantidad de quetzales presentes en los sitios de anidación y en los dos tipos de sitios de migración por grupos de meses.

Población	Año de estudio	Meses	Número de Quetzales			
			sitio de anidación	sitio de migración		total
				tipo 1	tipo 2	
S. de las Minas	1993-1994	may-oct	3	0	0	3
		nov-feb	1	2	0	3
		mar-abr	3	0	0	3
	1994-1995	may-jun	10	0	0	10
		jul-sep	0	8	2	10
		oct-nov	1	1	4	6
		dic-feb	3(1) ¹	4	0	7(1) ¹
	1995-1996	mar-abr	6(1) ¹	0	0	6(1) ¹
		may-oct	4	0	0	4
		nov-feb	2	1	0	3
S. de Chuacús	1994-1995	mar-jun	3	0	0	3
		may-sep	3	0	0	3
		oct-nov	1	1	0	2
		dic-feb	0	2	0	2
		mar-abr	2	0	0	2

¹ Entre paréntesis se indican los quetzales que se identificaron por el radio colocado en la espalda pero que no emite señal.

En 1993, los tres quetzales de la Sierra de las Minas permanecieron en el área reproductiva al terminar la anidación en junio, hasta finales de octubre. Luego, dos de ellos migraron desde inicio de noviembre hasta finales de febrero. A finales de febrero 1994, ambos regresaron a La Cabaña.

En el año 1994-1995 se pudo observar en la Sierra de las Minas movimientos en dos épocas diferentes. Primero, todos los quetzales salieron del área de anidación entre mediados de junio y mediados de julio y empezaron a regresar de regiones más lejanas a mediados de septiembre para quedarse en El Carmen y/o La Cabaña.

A inicios de diciembre, cuatro de los siete quetzales que eran identificables (seis con radio funcionando y una con radio en la espalda que pudo ser reconocida) emprendieron una segunda migración en diferentes direcciones y regresaron a finales de febrero y en el transcurso del mes de marzo de 1995.

En la Sierra de Chuacús, las migraciones observadas fueron diferentes a las de la Sierra de las Minas para el mismo año y parecen corresponder más a las del primer año de estudio en la Sierra. Una hembra migró desde mediados de octubre hasta mediados de febrero y la otra salió un poco después, en diciembre, pero también regresó en febrero.

Finalmente, en la Sierra de las Minas en 1995-1996 sólo se detectó con seguridad la migración de uno de los cuatro quetzales con radio. La señal de una hembra desapareció del área de reproducción de noviembre a febrero, lo que corresponde a la misma temporada registrada durante el primer año de estudio en la Sierra. En ese último año no se hicieron búsquedas aéreas, por lo que no fue posible localizar al quetzal en migración. La señal de la otra hembra con radio funcionando hasta ahora (junio 1996) no se escuchó de enero a marzo 1996 (en el cuadro 3.1 aparece como ausente de La Cabaña durante ese período). Sin embargo, no se hicieron rastreos ni búsquedas sistemáticas en esa temporada y el área en la que quedaba su nido está en una hondonada de donde no se escucha la señal al monitorearla desde los puntos de monitoreo más comunes. Por lo tanto, no se puede asegurar si esa hembra migró durante ese tiempo o si estuvo presente en su territorio pero no se escuchó en los monitoreos realizados.

En resumen, para la población de la Sierra de las Minas se registró una temporada de migración de noviembre a febrero durante el primer y tercer año y dos temporadas en el segundo año, una de julio a septiembre y otra de diciembre a febrero. En la Sierra de Chuacús se registraron migraciones de octubre a febrero y diciembre a febrero. Todos los quetzales con radio funcionando regresaron a los sitios de reproducción en febrero, para iniciar la reproducción de ese año.

3. Características de los sitios de migración

Los cuadros 3.3 y 3.4 resumen las características generales de cada sitio de migración, indicando si fue un sitio localizado únicamente por sobrevuelo, un sitio de señal triangulada o un sitio de avistamiento de quetzal. Para cada sitio, se indica también la distancia lineal desde La Cabaña (medida en el sistema de información geográfica CAMRIS), la altitud sobre el nivel del mar, la zona de vida según el sistema Holdridge (en base al mapa de De la Cruz, 1976) en la que se encuentra y el alimento principal utilizado por los quetzales en ese sitio (incluyendo alimento confirmado por haber visto quetzales utilizarlo, alimento probable cuando se cree que los quetzales lo pueden utilizar y alimento reportado, cuando gente local dió la información).

a. Descripción del bosque

En Pito Real, el bosque es bastante similar al que se encuentra cerca de la Estación Científica La Cabaña, a 2400 msnm: encinos, aguacatillos, zapotillos, mucho chipe y caña brava. En las partes altas del cerro, en donde se encontró al quetzal en noviembre y diciembre 1993, no hay pinos. Sin embargo, sobre las crestas un poco más abajo se encuentran comunidades de coníferas y los quetzales se encontraron temporalmente ahí entre julio y agosto 1994. En diciembre de 1993, ese bosque tenía una apariencia muy seca (la hojarasca en el suelo estaba muy seca).

El recurso alimenticio principal aquí parecen ser los aguacatillos (no se logró determinar de qué especie), aunque en las dos épocas en que se encontraron quetzales en

Cuadro 3.3.- Características de los sitios de migración utilizados por quetzales de la población de la Sierra de las Minas.

Sitio de migración	Tipo de contacto con el quetzal o la señal	Distancia a sitio de anidación	Altitud (msnm)	Zona de Vida (Holdridge)	Alimento utilizado ^{1,2}
Pito Real	Rastros por tierra y avistamientos directos.	entre 18 y 21 km	entre 2100 y 2400	entre bp-MB y bmh-S(f)	(c) aguacatillo; (r) limpia-dientes, zapotillo, guayabillo y tamborillo
Caquihá	Rastros por tierra y avistamientos directos.	20 km	1200	bmh-S (f)	(c) malacatillo (<i>Prunus sp.</i>); (p) ixté, chacalté y tolox
Vega Larga	Rastros por tierra y avistamientos directos.	7 km	2000	límite entre bp-MB y bmh-S(f)	(c) aguacatillo (<i>Ocotea chiapensis</i>)
El Carmen	Rastros por tierra y avistamientos directos; monitoreos frecuentes.	entre 2 y 4 km	entre 1800 y 2000	entre bp-MB y bmh-S(f)	(c) aguacatillo, 7camisas (<i>Cornus disciflora</i>), zapotillo (<i>Prunus brachybotria</i>)
Uyús	Rastros por tierra y avistamientos directos.	6 km	2000	límite entre bp-MB y bmh-S(f)	(c) aguacatillo (<i>Ocotea eucuneata</i>)
Huijón	Rastros por tierra y avistamientos directos.	entre 9 y 10 km	entre 1600 y 1900	bmh-S(f)	(c) aguacatillo
Toilá	Señal localizada en sobrevuelo.	15 km	1200 (aproximado)	bmh-S(f)	
El Imposible	Señal localizada en sobrevuelo.	36 km	1800 (muy aproximado)	entre bmh-S(f) y bmh-S(c)	
Cañital	Señal de un quetzal localizada en sobrevuelo. Señal de otro quetzal triangulada por tierra.	56 km	1300	límite bmh-S(f) y bh-S	(p) nance, aguacatillo pequeño, mielero (<i>Saurauia sp.</i>)
Santiaguilá	Señal localizada en sobrevuelo. Triangulación terrestre aproximada del punto.	entre 43 y 45 km	entre 1200 y 1500	entre bmh-S(f) y bmh-S(c)	
Repollal	Señal localizada en sobrevuelo. Triangulación terrestre aproximada del punto.	entre 33 y 35 km	1500 (aproximado)	bp-MB	

¹ Para conocer los nombre científicos de las plantas reportadas, consultar el glosario en el apéndice del documento.

² (c) alimento confirmado; (p) alimento probable; (r) alimento reportado.

Cuadro 3.3 (Sigue).- Características de los sitios de migración utilizados por quetzales de la población de la Sierra de las Minas.

Sitio de migración	Tipo de contacto con el quetzal o la señal	Distancia a sitio de anidación	Altitud (msnm)	Zona de Vida (Holdridge)	Alimento utilizado ^{1,2}
Jones	Se encontró el radio del quetzal muerto.	44 km	870	bh-S	(p) aguacatillo (<i>Nectandra sp.</i>), chilamate, amate pequeño, tontol, zapullul y guarumo
Noroeste de La Cabaña	Señal localizada en sobrevuelo y en algunos monitores desde La Cabaña.	entre 3.5 y 4 km	entre 2000 y 2100	límite entre bp-MB y bmh-S(f)	(p) aguacatillo (<i>Ocotea chiapensis</i>)
Miranda	Señal localizada en sobrevuelo y en algunos monitores desde La Cabaña.	6 km	entre 2300 y 2400	bp-MB	(p) aguacatillo (<i>Ocotea eucunecata</i> y <i>O. chiapensis</i>); 7camisas; zapotillo, jocotillo y manzanillo (<i>Symplocos sp.</i>)

Cuadro 3.4.- Características de los sitios de migración utilizados por los quetzales de la población de la Sierra de Chuacús.

Sitio de migración	Tipo de contacto con el quetzal o la señal	Distancia a sitio de anidación	Altitud (msnm)	Zona de Vida (Holdridge)	Alimento utilizado ^{1,2}
Portezuelo	Rastros por tierra y avistamientos directos.	4 km	1600	bmh-S(f)	(c) aguacatillo, amate, guatitún y palo amarillo
Pantín	Rastros por tierra y avistamientos directos.	8 km	1800	bmh-S(f)	(c) aguacatillo, amate, guatitún y palo amarillo
Guaxac	Rastros por tierra y avistamientos directos.	17 km	1650	bp-MB	(c) 7camisas

¹ Para conocer los nombre científicos de las plantas reportadas, consultar el glosario en el apéndice del documento.

² (c) alimento confirmado; (p) alimento probable; (r) alimento reportado.

migración en este lugar, no se vió una gran abundancia de frutos; en diciembre 1993, muchos árboles de aguacatillos estaban floreado y parece que estaba terminando la época de mayor producción de frutos. Los zapotillos tenían frutos en el suelo. El administrador de una finca local dió información sobre lo que comen los quetzales localmente: limpia dientes, que produce un fruto verde pequeño y crujiente, zapotillo (que en la región llaman cacahuate), guayabillo y tamborillo, que es el árbol más alto del bosque y que produce una fruta pequeña. Cerca de la orilla del bosque por donde fue localizado un quetzal en julio 1994, existe otra especie de aguacatillo con fruto más pequeño, además de la especie de fruto grande de la cumbre.

En Caquihá, el bosque es muy diferente al de La Cabaña. Tiene un aspecto mucho más húmedo y con más influencia tropical. En ese sitio se encontró muchas palmas de diferentes especies, muy poco chipe, bastantes helechos y bejucos. No se vieron aguacatillos, pinos, encinos ni caña brava

Aquí, el quetzal fue visto alimentandose de un fruto redondo oscuro del género *Prunus* y que localmente se le conoce como malacatillo. Además, se encontraron frutos de ixté, chacalté y tolax que los quetzales podrían estar utilizando. Sin embargo, el recurso alimenticio principal entre diciembre 1993 y febrero 1994 fue el malacatillo.

En Vega Larga, se logró observar y rastrear por varios días al quetzal que se encontró ahí a finales de enero y durante febrero 1994. Este bosque se parece al que se encuentra más abajo de la Estación Científica(2100-2300 msnm), hacia el noroeste, con más influencia tropical que el bosque de la cumbre (2600 msnm) en donde se encuentra la Estación. Se encontró mucha lauracea y helechos arborescentes y pocas coníferas. Aquí, los quetzales se alimentaron casi exclusivamente de aguacatillos de la especie *Ocotea chiapensis*, aunque la abundancia de frutos maduros no era alta, y parecía más bien que los árboles estuvieran terminando su cosecha. En cambio, se miraba mucha flor en los árboles.

En El Carmen, la composición florística es parecida a la que se encuentra en los alrededores de las instalaciones de la Estación Científica, aunque el sotobosque es más

denso. El recurso alimenticio parece ser similar al utilizado en La Cabaña: aguacatillos, zapotillo y siete camisas. No se vió mucho *Symplocos*.

El sitio El Carmen como ya se mencionó anteriormente, tiene la particularidad de que los quetzales que ahí se encuentran se desplazan bastante de regreso hacia La Cabaña (ver en cuadro 3.1 las barras de Julián de agosto a noviembre y las de Claudia, Junior y Citlali entre septiembre y noviembre 1994). Otra particularidad es que para algunos quetzales representó el sitio principal de migración (Julián e Ishma), pero para otros (Claudia, Junior y Citlali), fue un sitio utilizado de septiembre a noviembre entre dos migraciones más largas.

De los sitios Noroeste de La Cabaña (María) y montaña Miranda (Claudia) se tiene poca información, ya que nunca se logró llegar exactamente a donde se encontraban los quetzales con radio, a pesar de varios intentos de relocalización terrestre entre diciembre 1994 y enero 1995.

La señal de María se escuchaba frecuentemente desde la Piedra del Angel durante los monitoreos de diciembre, pero aparecía en un rango de direcciones relativamente amplio (280° a 350°). Se estima que estaba en una cañada orientada de sur a norte, a 4 km aproximadamente de la Piedra del Angel por el volumen en el que se escuchaba la señal. El bosque de esa cañada tiene características similares a las del bosque cerca de Vega Larga y es posible que la hembra utilizara aquí los mismos recursos (*Ocotea chiapensis*) que los que utilizan los quetzales en Vega Larga.

De las triangulaciones de señal escuchada en los sobrevuelos y en algunos monitoreos desde la Piedra del Angel, se ubicó el punto de Claudia en una cañada profunda y estrecha de donde es difícil escuchar la señal de lejos. Las pocas veces en que se logró escuchar la señal desde la Piedra del Angel probablemente corresponde a días en que el quetzal subió a una cresta que está más arriba y no tiene obstáculos (puntos más altos) en línea recta con el punto de monitoreo. En las hondonadas o cañadas podría estar utilizando recursos similares a los que utilizan los quetzales en Vega Larga y Noroeste de La Cabaña ya que los bosques al noroeste de La Cabaña entre 2000 y 2400 msnm se

parecen. En la cresta de la montaña, podría utilizar recursos similares a los que se encuentran alrededor de la Estación Científica (*Ocotea eucuneata*, *Cornus disciflora* y varias especies de *Symplocos*), ya que son especies asociadas con partes más altas (alrededor de 2500 msnm) y más expuestas.

En Uyús, el bosque es similar al de El Carmen, con un dosel a 20-25 metros, siendo las lauráceas y encinos las especies dominantes; el sotobosque es denso, con mucha palma (pamaca y chicuilote) y piperáceas. Se encontraron varias plantas de *Clusia* sp.. Los rodales de latifoliadas están entremezclados con rodales de coníferas, pino y ciprés principalmente.

Aquí, la hembra estuvo alimentándose de frutos de *Ocotea eucuneata*, aunque en octubre, la disponibilidad de frutos de aguacatillos era bastante baja; la mayoría de árboles tenían flores o frutos muy tiernos.

El bosque de Huijó en donde se encontró al quetzal era también de encinos, zapotillos y lauráceas con algunos pinos entremezclados. En este sitio el quetzal se alimentó principalmente de aguacatillos, pero no se logró determinar la especie.

Aunque no se tiene información detallada de Toilá, pues es un sitio de localización aérea, el punto de localización estimada se encuentra aproximadamente a la misma altitud y en la misma zona de vida que Caquihá, por lo que seguramente el bosque y los recursos utilizados son muy similares y corresponden a un mismo tipo de necesidad de los quetzales.

En montaña El Imposible, la señal fue escuchada sólo una vez desde el aire. La ubicación de ese sitio de migración es bastante imprecisa, pero se logró determinar que se encuentra en la parte alta de la montaña, en el centro de la Sierra. Seguramente el bosque aquí es similar al que se encuentra a lo largo de las crestas del oeste de la Sierra, con encinos y lauráceas como especies latifoliadas dominantes y algunas coníferas entremezcladas.

En Cañital, el bosque tiene un aspecto diferente al de La Cabaña. La mayoría de las especies son diferentes y pocas pudieron ser reconocidas durante las visitas al sitio.

La vegetación no es muy alta (15 a 20 metros) con Podocarpus, chipe y bastantes palmas; en las partes más bajas, se lograron ver árboles de liquidambar muy altos. Este bosque también dejó notar una mayor influencia tropical, pues se vieron muchas rubiaceas y platanillo (*Heliconia* sp.) fueron frecuentes, genero que no se halla en los bosque de las partes altas de la Sierra.

También se vió mucho mielero (*Saurauia* sp.) con flor y frutos tiernos en septiembre 1994. Aunque durante este estudio no se vió quetzales utilizar esta planta, existen reportes de que el quetzal se alimenta ocasionalmente de estos frutos (Avila, com. pers.). También se logró ver un fruto que parece nance y que crece en un árbol bajo. Cerca de un árbol con muchos frutos se escucharon quetzales vocalizar en un comportamiento que se ha observado en otros lugares y ocurre alrededor de árboles de alimentación (comederos). Es posible que los quetzales utilicen este fruto como alimento. Sólo se logró ver una especie de lauracea de fruto pequeño. Durante las dos semanas en que se permaneció en ese lugar, no se logró ver quetzales alimentándose, por lo que el conocimiento sobre el uso del recurso alimenticio es limitado.

En los sitios Santiaguilá y Repollal no se tuvieron avistamientos directos del quetzal a pesar de varias búsquedas por tierra. Los puntos aproximados se lograron ubicar en base a monitoreos aéreos y terretres. Durante las búsquedas terrestres se hicieron anotaciones sobre el tipo de bosque, pero no se logró obtener información sobre el recurso alimenticio utilizado. En el bosque de Santiaguilá se nota la influencia de tipo tropical. En Repollal, el bosque remanente se parece al bosque de la región del Biotopo. Habitantes de la comunidad Pocomchí Repollal 2 indicaron que corrientemente ven quetzales volar en medio de las milpas y sobre las casas de la comunidad.

En Jones, el radio del quetzal se encontró en la cuenca del río La Lima, a un poco menos de 2 km de la comunidad Cajón de Jones, a 870 msnm. En ese lugar el bosque está restringido a una franja de aproximadamente 50 metros de ancho a lo largo del río, con encinos, liquidambar, chilamate, tontol y una especie de lauracea (*Nectandra* sp.). El bosque está muy intervenido y se encuentran entremezcladas plantas de café, gengibre y

banano. Un poco más abajo (830 msnm) empiezan a encontrarse otros frutales de tierra cálida como mango, zapote y manzana rosa. El sitio tiene el aspecto general de un regadío. Hacia las laderas de la cuenca, se encuentran grandes pastizales con pinos y encinos muy dispersos.

Aunque el quetzal no fue visto directamente, se cree que estuvo en ese bosque alimentándose pues se vieron a 2 tucanetas verdes (*Aulacorhynchus prasinus*) alimentarse en un árbol de aguacatillo; las tucanetas, aunque más generalistas aún que los quetzales, comparten los mismos recursos que estos y otros trogones, sobretodo en cuanto a lauráceas (Wheelright, 1983; Santana y Milligan, 1984; Wheelwright et al., 1984). Además, dos personas locales que dicen subir frecuentemente al bosque dieron indicaciones de que pocos días antes habían visto dos hembras de quetzal alimentarse en otro aguacatillo un poco más abajo de ese sitio. Se encontró otro aguacatillo con muchos frutos a 830 msnm, más abajo de donde se encontró el radio. Probablemente estando ahí, algún ave de rapiña (que pudo haber estado observando desde las laderas de pendiente pronunciada de la cuenca) cazó al quetzal. Se encontraron varias plumas de quetzal en el suelo entre el aguacatillo en que se estaban alimentando las tucanetas y el sitio en donde fue hallado el radio entre más plumas.

La gente local dijo que en ese lugar, el quetzal se alimenta de chilamate, aguacatillo, amate pequeño, tontol, zapullul montés y guarumo.

El sitio Portezuelo, al igual que Pantín y todos los demás lugares entre esos dos puntos en donde se vieron quetzales se caracterizan por estar a orillas de la carretera CA14 que lleva a Cobán, y por estar dentro de fincas o cerca de comunidades. El bosque es de pino, aguacatillos y amates y los quetzales se encontraron en bosques perturbados, ralos o sin sotobosque. Varias veces los quetzales fueron vistos en potreros de ganado alimentándose de aguacatillos o amates que estaban regados en el potrero. Además de aguacatillo y amate, los quetzales se alimentan de guatitún y palo amarillo. En la época en que el quetzal con radio estuvo ahí, había más comida en esos sitios que en el Biotopo del Quetzal.

Finalmente, la hembra de Panimaquito se encontró en Guaxac acompañada de otra hembra en la orilla de un bosque perturbado de liquidambar y siete camisas (*Cornus disciflora*) en el cual el sotobosque natural fue remplazado por un cultivo de cardamomo. En ese bosque también se observaron varios guarumos (*Cecropia* sp.). Los dos quetzales se estaban alimentando principalmente de siete camisas. Una de las hembras regurgitó unas semillas anaranjadas que parecían ser de *Clusia* sp..

b. Distancias

Las distancias que recorrieron los quetzales en sus migraciones o desplazamientos temporales fueron muy variables. Las figuras 3.3 y 3.4 dan una buena idea de las distancias a las que se encuentra cada uno de los 14 sitios de migración de la Sierra de las Minas y los tres sitios de la población de la Sierra de Chuacús. Las distancias recorridas por cada quetzal son seguramente mayores a las distancias lineales a las que se encuentran los sitios de migración, pues los quetzales vuelan bajo el dosel del bosque y por lo tanto, tienen que seguir la topografía quebrada de la montaña, lo que puede alargar considerablemente el recorrido. En el cuadro 3.5 se presenta un resumen de las distancias de los 17 sitios de migración.

La mayoría de los sitios de migración detectados para los quetzales de la Sierra de las Minas se encuentran a menos de 25 km de La Cabaña (9 de 14 sitios, 64% de los sitios) y a menos de 50 km se encuentran 13 de los 14 sitios (93%). Sólo un sitio se registró a más de 50 km (7%). En la Sierra de Chuacús, se encontró un sitio (33%) en cada uno de los rangos de distancia de un total de tres sitios de migración.

En la Sierra de las Minas, dos sitios se encuentran a menos de 5 km: El Carmen y el Noroeste de La Cabaña. Uno de ellos, El Carmen, corresponde a un sitio de migración tipo 2, y 5 quetzales con radio-transmisor estuvieron en este sitio en algún momento entre julio y noviembre de 1994. No se registraron regresos ocasionales a La Cabaña desde el Noroeste de La Cabaña, pero sí se registró mucho movimiento de la señal en ese sitio (datos de monitoreos desde la Piedra del Angel).

Cuadro 3.5.- Distribución de los sitios de migración al sitio de anidación por categorías de distancia.

Población	Rangos de distancia (km)	Número de sitios
S. de las Minas	0 a 5	2
	5 a 10	4
	10 a 25	3
	25 a 50	4
	más de 50	1
S. de Chuacús	0 a 5	1
	5 a 10	1
	10 a 25	1

Entre 5 y 10 km se encuentran los sitios Vega Larga, Uyús, Huijón y Miranda. En todos los casos, esos sitios fueron utilizados por quetzales que realizaron una migración en dos etapas: Jorge llegó a Vega Larga (7 km) después de estar en Pito Real (20 km); María pasó de Uyús (6 km) al Noroeste de La Cabaña (3-4 km) casi inmediatamente, Citlali fue hasta Repollal (35 km) después de Huijón (10 km) y Claudia migró a Miranda (6 km) después de su regreso de Pito Real. De esas cuatro migraciones, una ocurrió en 1993-1994 (Jorge a Pito Real y Vega Larga); las demás migraciones se registraron en el año 1994-1995. Sólo en el caso de Jorge, el cambio de sitio se dio sin regresar a La Cabaña/El Carmen. En el caso de María y Citlali, la segunda migración fue en sentido opuesto a la primera y en los otros dos, fue en la misma dirección (cuadro 3.1 y figura 3.3).

Entre 10 y 25 km, los quetzales utilizaron tres sitios: Pito Real, Caquihá y Toilá. Pito Real fue utilizado por tres quetzales diferentes (Jorge, Junior y Claudia) en dos

temporadas diferentes (noviembre-diciembre 1993 y julio-septiembre 1994). Los otros dos sitios están ubicados en cuencas juxtapuestas del lado norte de la Sierra de las Minas.

Se registraron también varias migraciones más largas: Repollal, El Imposible, Jones, Santiaguilá y Cañital. Dos de esos sitios (El Imposible y Cañital) representan dos etapas diferentes de la misma migración de un quetzal (Ilom estuvo en el norte de la montaña El Imposible entre julio y agosto 1994 y luego siguió a Cañital en donde permaneció de agosto hasta por lo menos inicios de octubre, cuando se acabó la señal de su radio). Cañital es el sitio que está a mayor distancia desde La Cabaña: 56 kilómetros lineales (medidos en CAMRIS), lo que se estima representa por lo menos 60 kilómetros de recorrido del quetzal. Para dos quetzales (Citlali en Repollal y Junior en Jones) representó sólo una etapa de dos que se dieron en las migraciones de ese año y para otro quetzal (Tomás en Santiaguilá) fue la única migración registrada en el año (cuadro 3.1).

Las distancias de las migraciones no parecen estar relacionadas a ninguna época del año o temporada de migración específicamente. El cuadro 3.6 es una matriz de número de sitios en cada rango de distancia por temporada de migración observada.

Cuadro 3.6.- Número de sitios de migración por categorías de distancia y temporadas de migración registradas en los dos primeros años del estudio para la población de la Sierra de las Minas.

Año de estudio	Meses	Rangos de distancia (km)				
		0 a 5	5 a 10	10 a 25	25 a 50	más de 50
1993-1994	nov-feb		1	2		
1994-1995	jul-sep	1	2	2	2	1
	oct-nov	1				
	dic-feb	1	1		2	

Los quetzales migraron indistintamente a sitios en diferentes rangos de distancia en una misma temporada de migración (julio y septiembre 1994, 2 sitios entre 5 y 10 km, 2 sitios entre 10 y 25 km y 2 sitios entre 25 y 50 km). La migración a sitios lejanos (más de 25 km) se dió en las dos temporadas de migración de 1994-1995 (3 sitios de julio a septiembre y 2 entre diciembre y febrero).

Para la población de la Sierra de Chuacús, la migración a los dos sitios a menos de 10 km del sitio de anidación (Portezuelo -4 km- y Pantín -8 km-) estuvo muy relacionada. Los dos sitios se encuentran en secuencia sobre la misma línea desde el Biotopo y la migración también ocurrió en la secuencia Biotopo del Quetzal - Portezuelo - Pantín - Biotopo del Quetzal. Al inicio de la migración el quetzal estuvo constantemente en Portezuelo utilizando un área pequeña. Progresivamente fue expandiendo el área utilizada hacia el oeste y cada vez se encontró más lejos hasta llegar a Pantín. Finalmente, el sitio Guaxac se encuentra dentro del rango 10-25 km (15 km) desde Panimaquito, pero como se discutirá más tarde, es muy probable que este quetzal realmente haya recorrido una distancia mucho mayor (no en línea recta) para llegar a ese sitio.

c. Direcciones o ubicación sobre las vertientes de la montaña

En la figura 3.5 se puede observar la ubicación de cada sitio de migración de la población de la Sierra de las Minas en función de la topografía general de la Sierra. En la figura 3.6 se observa una ampliación de la parte oeste de la Sierra, incluyendo la sección de la Sierra de Chuacús y Sierra Xucaneb estudiadas, en el que se grafican las ubicaciones de los quetzales de la población de Chuacús en migración. Finalmente, en el cuadro 3.7 se resumen las direcciones de las migraciones de los quetzales de la Sierra de las Minas en función de las vertientes de la montaña.

Cuadro 3.7.- Número de sitios de migración de la población de la Sierra de las Minas en cada vertiente de la montaña.

	Vertiente	Número de sitios
S. de las Minas	cresta	4
	sur	5
	norte	4
Otra sierra		1

En ese cuadro se puede notar que la mayoría de los sitios de migración se encontró sobre la vertiente sur (5 sitios de 14 (36%)) pero que los sitios ubicados sobre la cresta y sobre la vertiente norte fueron casi el mismo número (4 (29%) sobre la cresta y 4 sobre la vertiente) , por lo que no hay una preferencia significativa a migrar hacia alguna vertiente de la Sierra o quedarse sobre la cresta.

A continuación se presentan dos cuadros que comparan la cantidad de sitios por cada una de las secciones de la Sierra (cresta y vertientes) por temporada de migración y por categoría de distancia.

Cuadro 3.8.- Número de sitios de migración por sección de la montaña (cresta y las dos vertientes) y por temporada de migración registradas en los dos primeros años del estudio para la población de la Sierra de las Minas.

Año	Meses	Sierra de las Minas			Otra Sierra
		cresta	vertiente sur	vertiente norte	
1993-1994	nov-feb	2		1	
1994-1995	jul-sep	1	3	3	
	oct-nov		1		
	dic-feb	2	2		1

En las tres temporadas de migración registradas (noviembre 1993 a febrero 1994, julio a septiembre 1994 y diciembre 1994 a febrero 1995), siempre hubo al menos un quetzal migrando sobre la cresta de la montaña. Las migraciones a la vertiente sur no ocurrieron en el primer año, pero sí en las dos temporadas del segundo año. Hacia el lado norte, se registró una migración en la temporada de 1993-1994 y tres en la primera temporada de 1994-1995; en ese año, no se registraron migraciones en la segunda temporada hacia la vertiente norte dentro de la Sierra, pero sí fuera de ella (Repollal).

Cuadro 3.9.- Número de sitios de migración por sección de la montaña (cresta y las dos vertientes) y por categoría de distancia en los dos primeros años del estudio para la población de la Sierra de las Minas.

Rangos de distancias (km)	Sierra de las Minas			Otra Sierra
	cresta	vertiente sur	vertiente norte	
0 a 5	1	1		
5 a 10	2	2		
10 a 25	1		2	
25 a 50		1	2	1
50 a más		1		

De los 6 sitios a menos de 10 km de La Cabaña, la mitad quedan sobre la vertiente sur de la Sierra (El Carmen, Uyús y Huijón), mientras que los otros 3 (Noroeste de La Cabaña, Miranda y Vega Laga) quedan sobre la cresta de la Sierra o la “altiplanicie” que se forma al oeste de la Sierra de las Minas, entre la serie de cerros del sur (Miranda y Pinalón), y la serie de cerros del norte (Guaxabajá y Mululjá) (figura 3.6). No se encontraron sitios de migración a menos de 10 km sobre la vertiente norte.

Para todos los 8 sitios a más de 10 km, las migraciones se dieron principalmente hacia la vertiente norte de la Sierra (4 sitios: Toilá, Caquihá, El Imposible y Santiaguilá) y en menor grado hacia la vertiente sur (2 sitios: Jones y Cañital) (figura 3.5). A lo largo

de la cresta sólo se encontró un sitio (Pito Real,) y otro más (Repollal) está sobre la vertiente norte de la serranía, pero fuera del macizo reconocido como Sierra de las Minas (figura 3.6).

Para la población de Chuacús, no se detectaron migraciones hacia la vertiente sur (valle de Salamá) y los dos sitios de migración de esta población dentro de esta Sierra se encuentran sobre la planicie que se forma en la parte alta. Sin embargo, se registró el paso de un quetzal a la vertiente sur de la Sierra Xucaneb, al norte de Chuacús (figura 3.6).

d. Altitudes

En la figura 3.5 se grafica la ubicación de los sitios de migración en función de la altitud de la Sierra y en la figura 3.7 se diagrama la distribución altitudinal de estos sobre un mismo gradiente. Se indicó la altitud promedio a la que se encontraron los quetzales en los sitios de migración.

La mayor parte de los quetzales de la Sierra de las Minas se encontraron en sitios entre 1200 y 2000 msnm (12 de los 14 sitios de migración, 86%) lo que implica cambios en altitud de entre 600 y 1400 metros de altitud desde La Cabaña, que está a 2600 msnm.

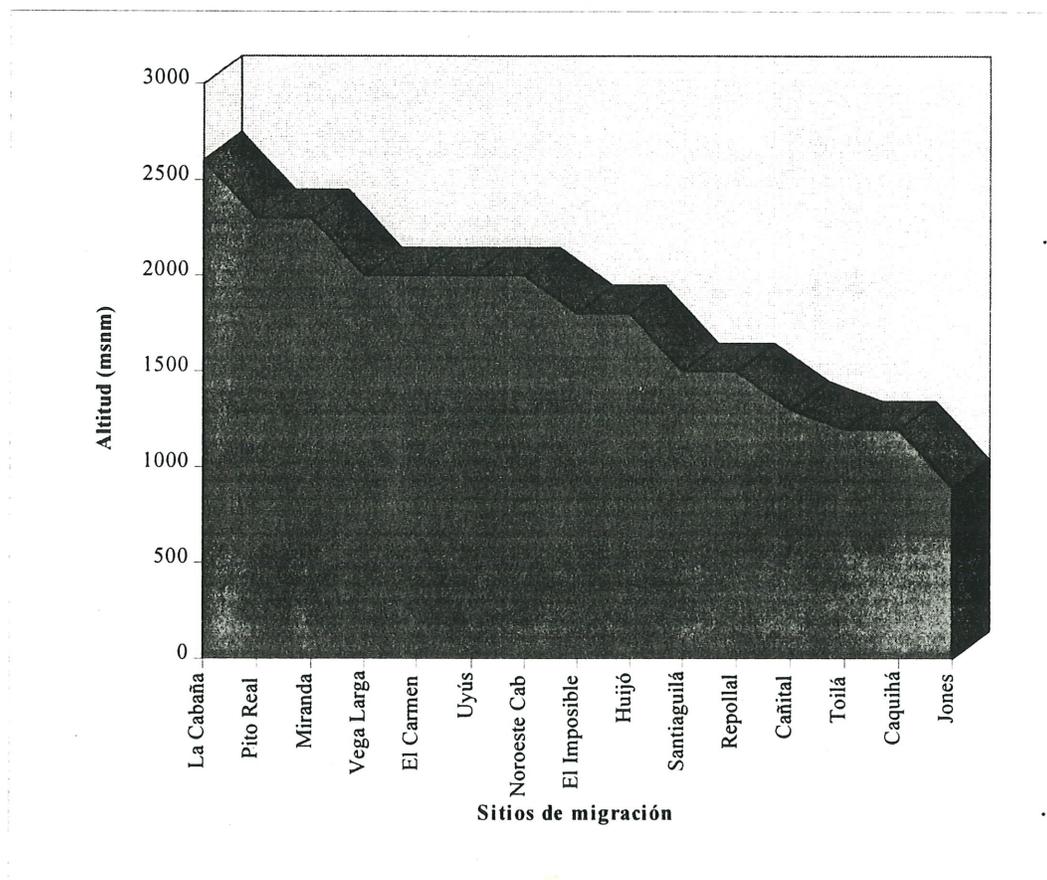
Dos sitios (14% de los sitios), uno de ellos utilizado por tres quetzales, están arriba de 2000 msnm: Pito Real (quetzales entre 2100 y 2400 msnm) y montaña Miranda (entre 2300 y 2400 msnm). Eso implica diferencias de 200 a 500 m desde La Cabaña. Sin embargo, en el caso de uno de los quetzales que migró a Pito Real, la diferencia de altitud desde el sitio de anidación fue aún menor (Jorge tuvo su nido a 2300 msnm en el área de La Cabaña y se encontró en Pito Real entre 2300 y 2400 msnm, por lo que el cambio neto de altitud fue nulo, aunque para llegar a Pito Real desde su nido tuvo que subir a más de 2500 msnm a lo largo de la montaña de Miranda (figura 3.6)).

Cuatro sitios (29%) estuvieron en regiones alrededor de los 2000 msnm: Vega Larga, El Carmen, Uyús y Noroeste de La Cabaña y 2 sitios (14%) alrededor de 1800 msnm: Huijó y montaña El Imposible. En Huijó se registró mucho movimiento

altitudinal, y en un mismo día se podía encontrar al quetzal entre 1600 y 1900 msnm. Entre 1200 y 1800 msnm los quetzales utilizaron 5 sitios de migración (36%): Santiaguilá, Repollal, Cañital, Toilá y Caquihá.

Existe un sitio de migración más bajo que el rango promedio ya mencionado: el radio-transmisor localizado en Jones se encontró a 870 msnm, lo que representa una diferencia de 1700 m con La Cabaña. Este reporte es muy bajo tomando en cuenta que se encontró sobre la vertiente más seca de la Sierra.

- **Figura 3.7.-** Distribución altitudinal de los sitios de migración de la población de la Sierra de las Minas. Se graficaron todos los sitios sobre la misma pendiente, aunque se encuentren en vertientes diferentes de la Sierra.



En la figura 3.8 se diagrama la ubicación de los sitios de migración sobre cada vertiente (norte y sur) de la Sierra de las Minas y sobre la vertiente.

Los quetzales permanecen en sitios más bajos en el lado norte de la Sierra de las Minas (1 sitio alrededor de 1800 msnm, 1 sitio alrededor de 1500 msnm y 2 sitios alrededor de 1200 msnm) que en el lado sur (1 sitios a 2000 msnm, 1 sitio entre 1900 y 1600 msnm, 1 a 1300 y el último alrededor de 900 msnm). Sin embargo, en el lado sur se registró el sitio más bajo de todo el estudio (Jones, 870 msnm). Sobre la cresta, los quetzales no bajan abajo de 2000 msnm.

Figura 3.8.- Distribución altitudinal de los sitios de migración por sección de la montaña (cresta y vertientes) de la población de la Sierra de las Minas.

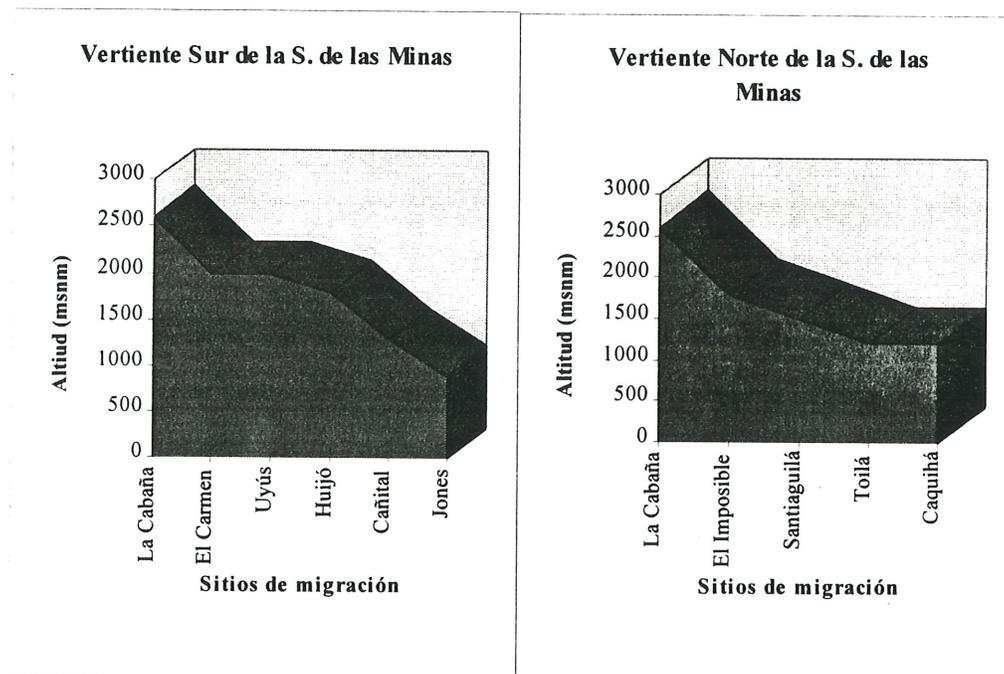
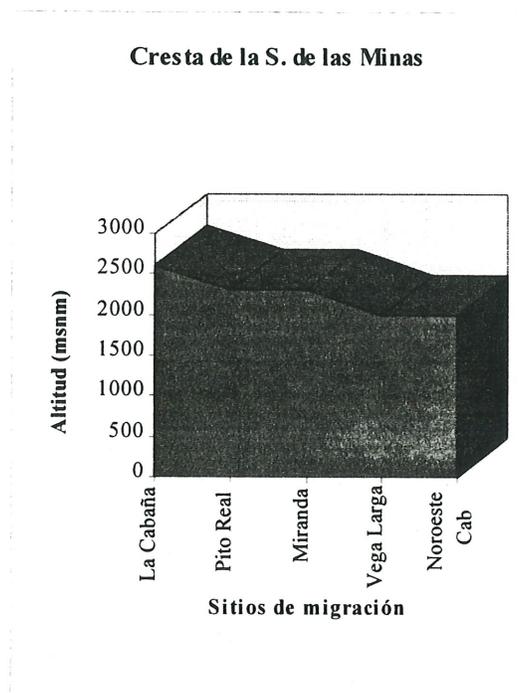


Figura 3.8. (Sigue)- Distribución altitudinal de los sitios de migración por sección de la montaña (cresta y vertientes) de la población de la Sierra de las Minas.



Para los quetzales estudiados en la región de Chuacús, las diferencias altitudinales fueron pocas - menos de 200 m de diferencia - y las migraciones se hicieron hacia sitios un poco más altos. La hembra que anidó a 1600 msnm en el Biotopo del Quetzal migró a sitios entre 1600 y 1800 msnm (Portezuelo y Pantín), y la hembra de Panimaquito que anidó y permaneció entre 1400 y 1500 msnm en época no-migratoria, llegó a 1650 msnm en Guaxac.

e. Zonas de vida

Muy relacionado con las altitudes están las zonas de vida. Las zonas de vida son zonas con condiciones climáticas de precipitación y biotemperatura (temperatura efectiva entre 0° y 30° C, que es el rango de temperaturas en el que ocurre crecimiento vegetal)

que determinan, aunado con condiciones atmosféricas o edáficas más específicas, la composición florística y la estructura de la vegetación de un sitio (Holdridge, 1987).

Ya que para la Sierra de las Minas y la Sierra de Chuacús no se cuenta aún con un mapa de asociaciones vegetales detallado, se utilizan las zonas de vida como una forma de explicar las condiciones generales de los bosques utilizados por el quetzal. Al contar con información más detallada sobre asociaciones vegetales o ecológicas, se podrá hacer un análisis más detallado del uso del hábitat por la especie a lo largo del año. En la figura 3.9 se ubican los sitios de migración en función de las zonas de vida de la región según De la Cruz (1976). En el sistema de clasificación para Guatemala, De la Cruz (1976) diferenció para algunas zonas de vida, como es el caso del bmh-S, dos categorías, en función de temperatura: cuando el promedio anual de temperaturas es el mismo que el promedio anual de biotemperatura, se le agregó la denominación “frío” (f) a la zona de vida, y cuando el promedio de temperatura es más alto que el promedio de biotemperatura, entonces esa zona de vida recibió la categoría de “cálido” (c).

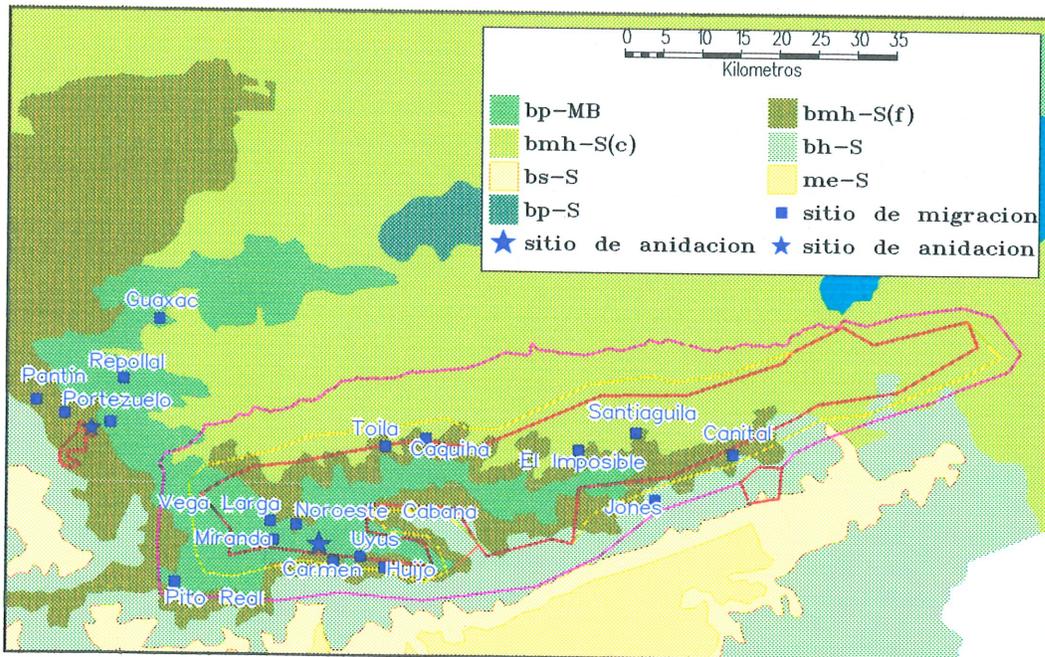
En el cuadro 3.10 se resume el número de sitios de migración por cada zona de vida para las dos poblaciones estudiadas.

En varios lugares, los quetzales se desplazaron bastante en el mismo sitio (El Carmen, Pito Real, Huijón) y al graficar los puntos exactos de los quetzales en el mapa de zonas de vida, algunos puntos quedaban en una zona y los otros quedaban en otras. En esos lugares, se ubicó ese sitio en el límite de las dos zonas de vida. Por otro lado, el mapa de zonas de vida de De la Cruz fue elaborado a nivel de reconocimiento (escala 1:600,000), por lo que la exactitud en el campo no es muy alta.

La población de la Sierra de las Minas estudiada se reproduce en un bosque que pertenece al bp-MB². La mayoría de los sitios de migración se encuentran en el límite del bp-MB y el bmh-S(f)² (5 sitios, 36% de sitios para esa población). Luego siguen los sitios en el bmh-S(f) (3 sitios, 21%) y en el bp-MB y en el límite del bmh-S(f) y del bmh-

² bp-MB: bosque pluvial montano bajo; bmh-S (f): bosque muy húmedo subtropical frío; bmh-S (c): bosque muy húmedo subtropical cálido; bh-S: bosque húmedo subtropical.

Figura 3.9.- Ubicación de los sitios de migración en función de las zonas de vida de la región.



S(c)² (2 sitios en cada una, 14%, respectivamente). Finalmente, sólo un sitio (7%) estuvo en el bh-S² y otro en el límite del bmh-S(f) y el bh-S.

Cuadro 3.10.- Número de sitios de migración en cada zona de vida.

Población	Zona de Vida ¹	Número de sitios
S. de las Minas	bp-MB	2
	límite bp-MB y bmh-S(f)	5
	bmh-S(f)	3
	límite bmh-S(f) y bmh-S(c)	2
	límite bmh-S(f) y bh-S	1
	bh-S	1
S. de Chuacús	bp-MB	1
	bmh-S(f)	2

¹ bp-MB: bosque pluvial montano bajo; bmh-S(f): bosque muy húmedo subtropical frío; bmh-S(c): bosque muy húmedo subtropical cálido; bh-S: bosque húmedo subtropical.

En Chuacús, los quetzales estudiados no cambiaron de zona de vida en sus migraciones. La hembra que anidó en el bmh-S(f) migró a sitios en esa misma zona de vida (Pantín y Portezuelo) y la hembra que anidó en Panimaquito en el bp-MB migró a Guaxac, que se encuentra también en esa zona de vida.

Al analizar el uso de zonas de vida por temporada del año se nota es que en todas las temporadas, los quetzales estuvieron llegando al límite entre el bp-MB y el bmh-S(f) (cuadro 3.11). En las temporadas de fin de año (noviembre o diciembre a febrero), que coincide con el fin de las lluvias y la época más fría del año, los quetzales utilizaron diferentes zonas de vida: en 1993-1994, se encontraron en el bmh-S(f) (Caquihá), además del límite entre el bp-MB y el bmh-S(f) (Caquihá y Pito Real) y en 1994-1995, los quetzales se encontraron en bosques más húmedos y fríos, en el bp-MB (Miranda y

Repollal), en el límite del bp-MB y el bmh-S(f) (Noroeste de la Cabaña) y en el bosque menos húmedos de todos, bh-S (Jones).

Cuadro 3.11.- Número de sitios de migración por zonas de vida y por temporada de migración para la población de la Sierra de las Minas en los dos primeros años del estudio.

Año	Meses	Zona de Vida					
		bp-MB	límite bp-MB y bmh-S(f)	bmh-S(f)	límite bmh-S(f) y bmh-S(c)	límite bmh-S(f) y bh-S	bh-S
1993-1994	nov-feb		2	1			
1994-1995	jul-sep		3	2	2	1	
	oct-nov		1				
	dic-feb	2	1				1

En la temporada de migración de julio a septiembre 1994, que coincide con el inicio de las lluvias, el uso de zonas de vida fue más heterogéneo: los quetzales se encontraron en el bmh-S(f) (Toilá y Huijón), en el límite entre el bmh-S(f) y el bmh-S(c) (Santiaguilá y El Imposible), en límite del bmh-S(f) y bh-S (Cañital) además del límite entre el bp-MB y el bmh-S(f) (Pito Real, El Carmen, Uyús).

En la temporada de octubre a septiembre de 1994, la mayoría de los quetzales regresó de sus migraciones largas, y se encontraron en La Cabaña (bp-MB) o en El Carmen (límite entre el bp-MB y el bmh-S(f)).

C. Estado de protección de los quetzales durante las migraciones

Hasta ahora, se ha presentado un análisis de las características de los sitios de migración de los quetzales en términos de las características naturales de esos sitios: descripción general del bosque, alimento utilizado por los quetzales y zona de vida en la

que se encuentra, además de características físicas como distancias, direcciones o ubicación sobre las vertientes de la montaña y altitudes de cada sitio de migración. Es necesario también disponer de información sobre el estado actual de los bosques en que se encuentran los quetzales en migración -y del recurso alimenticio utilizado- y la efectividad que están teniendo las medidas de conservación tomadas, específicamente en términos de ubicación de las áreas protegidas de la región para evaluar si corresponden a las necesidades de la especie.

1. Cobertura boscosa de los sitios de migración: calidad del bosque y distancia a la orilla

En el cuadro 3.12 se indica para cada sitio de migración de las dos poblaciones estudiadas la calidad del bosque, la distancia estimada a la orilla y la ubicación en áreas protegidas.

La calidad de bosque se dividió en las siguientes categorías:

1. buen bosque -cuando el bosque no presenta perturbaciones notables-
2. bosque perturbado -cuando se nota que ha habido algún tipo de extracción maderera, cuando el sotobosque ha sido remplazado por un cultivo bajo sombra natural o cuando se trata de un bosque de galería (a lo largo de un río)-
3. Orilla de bosque
4. Area abierta -guamil o potrero o cultivos abiertos.

La distancia al bosque es estimada a partir de las observaciones directas en el campo ya que no se tiene un mapa actualizado sobre la cobertura boscosa de la región.

En 8 sitios de migración de la Sierra de las Minas los quetzales estuvieron en bosques en buen estado de conservación, pero sólo en 4 de ellos los quetzales estaban en bosques muy lejos de amenazas directas (El Imposible, Santiaguilá, Noroeste de La Cabaña y la montaña Miranda) generalmente muy adentro de la zona núcleo de la Reserva de la Biósfera Sierra de las Minas, dificultandose incluso el acceso al sitio en el que se encontraba el quetzal. En la mayoría de los otros sitios, los quetzales estuvieron desplazandose entre bosques en buen estado y regiones más degradadas, como las orillas

(Pito Real). Cuatro sitios de migración de la población de la Sierra de las Minas se encuentran en regiones muy intervenidas. Para la población de Chuacús, los sitios de migración estuvieron en regiones de bosque degradado.

Cuadro 3.12.- Calidad del bosque, distancia a la orilla y ubicación en área protegida de todos los sitios de migración registrados durante el estudio para las dos poblaciones.

Población	Sitio	Calidad del bosque	Distancia a la orilla del bosque	Ubicación en áreas protegidas
S. de las Minas	Pito Real	1,3	0 - 1	ZA
	Vega Larga	1	0.5	ZN
	Caquihá	1	1.5	ZN-ZUS
	El Carmen	1	1 - 2	ZUS-ZA
	Uyús	1	2	ZN-ZUS
	Huijón	2a, 3	0 - 2	ZUS-ZA
	Toilá		3	ZN-ZUS
	Cañital	1	1	ZUS
	Santiaguilá	1	6 - 7	ZN
	Miranda	1	3 - 4	ZN
	Noroeste Cab	1	4	ZN
	El Imposible	1	6	ZN
	Jones	2c	0.05	ZA
	Repollal	4	0	fuera de AP
S. de Chuacús	Portezuelo	2a, 3, 4	0-0.5	fuera de AP
	Pantín	2a, 3, 4	0-0.5	fuera de AP
	Guaxac	2b, 3	0-0.5	fuera de AP

¹ Los códigos de calidad del bosque son los siguientes: 1: bosque en buen estado; 2: bosque perturbado -2a: por extracción maderera; 2b: por cultivo bajo sombra natural; 2c: bosque de galería-; 3: orilla de bosque; 4: área abierta (guamil, potrero, comunidades).

² Los códigos para áreas protegidas son: ZN: zona núcleo; ZUS: zona de uso sostenido; ZA: zona de amortiguamiento; todos de la Reserva de la Biósfera Sierra de las Minas.

El bosque de Pito Real en el que se vieron los quetzales es el último remanente de bosque nuboso que se extiende desde el macizo de la Sierra hacia el suroeste. Sólo la cumbre del cerro está cubierta por bosque y la frontera agrícola y ganadera se encuentra entre 2100 y 2300 msnm. En julio 1994, uno de los quetzales en migración se encontró en los árboles que están a la orilla del guamil, a 2100 msnm.

El sitio en el que se encontró al quetzal en Caquihá esta a 2.5 km de la comunidad Caquihá 2, y a 1.5 km de la orilla del bosque. El quetzal se encontró a 300 m de una milpa en medio del bosque. Durante el último viaje realizado al área en febrero 1994, se pudo observar que la gente de Caquihá 2 estaba cortando el sotobosque (“socoleando”) en una gran franja de bosque entre la orilla del bosque y la milpa.

En Vega Larga, el sitio en donde fue visto el quetzal estaba a unos 500 m de la orilla del gran claro de la comunidad de Vega Larga, que está asentada dentro de la zona núcleo de la Reserva. En febrero 1994, un macho de quetzal llegó todas las mañanas a alimentarse muy temprano en un aguacatillo que se encuentra en medio del claro de la comunidad.

En El Carmen, los quetzales se encontraron siempre entre 1 y 2 km arriba de la frontera agrícola, dentro del bosque. En noviembre 1994, un grupo de varios quetzales entre los que se encontraban tres con radio fueron encontrados dentro de una finca, en un parche de bosque recién talado en medio del bosque nuboso. En el área descombrada sólo quedaban algunos árboles de aguacatillo en donde se estaban alimentando los quetzales.

En Uyús y Huijón, al igual que en El Carmen, los quetzales se encontraron dentro del bosque, pero a menos de 2 kilómetros del límite. En Huijón incluso, en donde la hembra se desplazaba mucho en un mismo día, se le vió en los árboles a la orilla del guamil, a lo largo del río.

En Cañital no se logró ver al quetzal, pero a través de triangulaciones de la señal se tiene una idea bastante segura del punto en que se encontraba. Este está en la planicie que se forma en donde inicia el río Achiotes (municipio de Gualán, Zacapa). En esa cuenca, la frontera agrícola llega a unos 1200 msnm, y existe un camino que sube desde el valle del río Motagua hasta esa planicie. Se estima que el quetzal estuvo a 1 km del límite del bosque.

El radio hallado en Jones se encontró en un área en donde el remanente de bosque a lo largo de la cuenca está muy perturbado. Ese quetzal seguramente bajó desde la parte

alta de la montaña a lo largo del río, en el bosque de galería, ya que en todo el resto de la cuenca de ese río no queda vegetación frondosa.

El cobertura boscosa en la región de Repollal es de las más críticas. Se puede ver en la figura 3.10, el grado de fragmentación en el que se encuentra ese bosque al punto en que los quetzales atraviesan de un parche de bosque a otro por encima de áreas descombradas, sobre las milpas y comunidades. La cobertura boscosa de esa mapa se digitalizó en base a las hojas cartográficas 1:50,000 de la región, cuya cobertura boscosa está actualizada para 1964. Actualmente la cobertura boscosa se ha reducido en la región.

La región en donde se encuentran los sitios Portezuelo y Pantín, como ya se describió, está a orillas de la carretera que lleva a Cobán. Esa característica hace que los bosques de esa región estén más expuestos a la explotación debido al fácil acceso. En esos lugares, los quetzales se encontraron en bosques que han sido explotados o en medio de potreros.

Finalmente, en la montaña Guaxac la cobertura boscosa está restringida a la cumbre de la montaña. Abajo de 1600 msnm se encuentran únicamente cafetales. Las conexiones al resto de la Sierra de Yalijúx parecen ser muy angostas.

2. Uso de áreas protegidas

A pesar de que el territorio reproductivo de la población estudiada en la Sierra de las Minas está dentro de la zona núcleo de la Reserva de la Biósfera Sierra de las Minas, los quetzales de esa población no se encontraron permanentemente dentro de esta zona de protección de la Reserva. En el cuadro 3.12 y en la figura 3.11 se pueden observar la ubicación de cada sitio de migración en relación a las áreas protegidas. Además, en todos los mapas anteriores se referencia los sitios de migración a la zonificación de la Reserva de la Biósfera y al Biotopo del Quetzal.

Figura 3.10.- Ampliación de la sección oeste de la Sierra de las Minas mostrando la cobertura boscosa reportada para 1964.

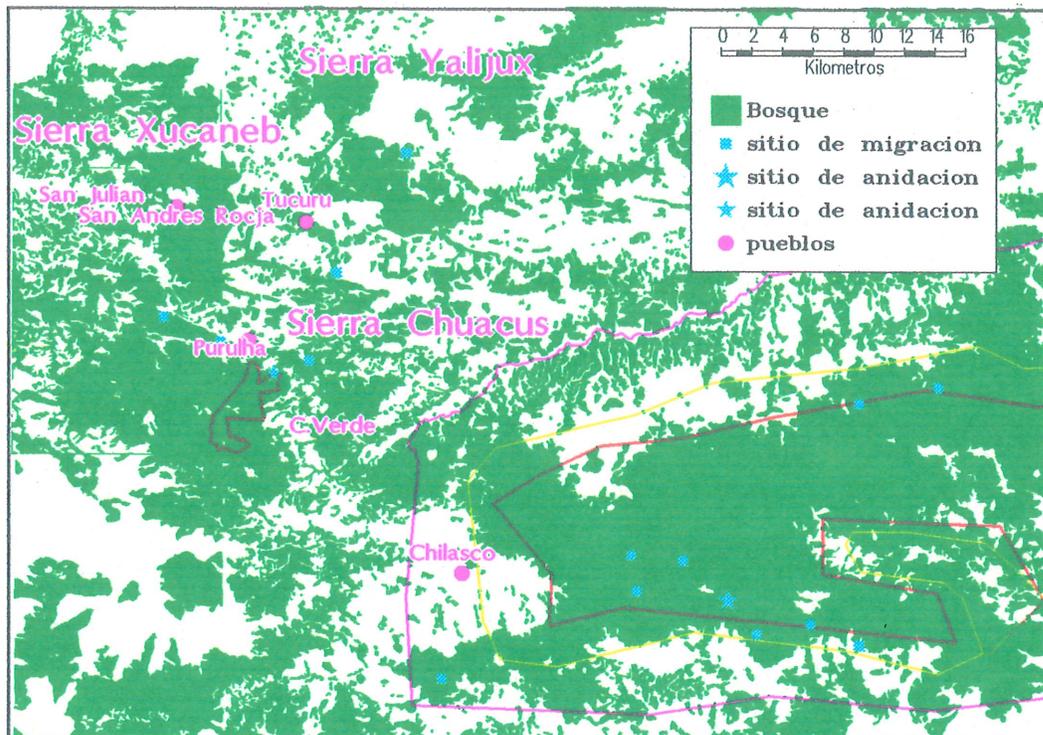
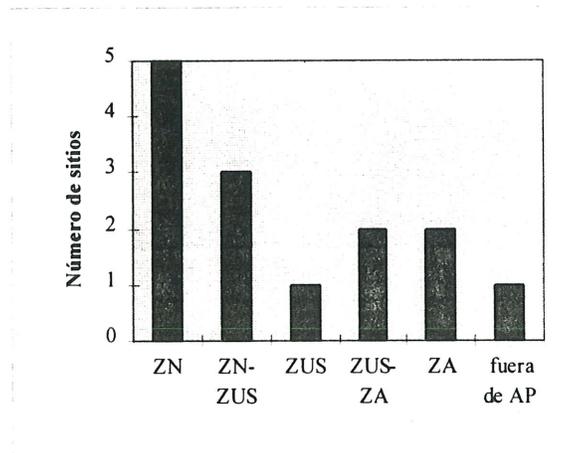


Figura 3.11.- Número de sitios en cada zona de manejo de la Reserva de la Biósfera Sierra de las Minas y fuera de áreas protegidas.



Cuatro de los sitios de migración (Vega Larga, Noroeste de La Cabaña, El Imposible y Santiaguilá) se encontraron bastante adentro de la zona núcleo y otro más (Miranda) en esa zona, pero más cerca del límite con la zona de uso sostenido (5 sitios en total, 36% del total de 14 sitios de migración de esa población). Otros 3 sitios (21%) están en el límite de la zona núcleo y la zona de uso sostenido (Toilá, Caquihá y Uyús). Todos los demás sitios (43%) se encuentran en la zona de uso sostenido (1 sitio de 14 - 7%-, Cañital), el límite de la zona de uso sostenido y la zona de amortiguamiento (2 sitios -14%-, El Carmen y Huijó) y en la zona de amortiguamiento (2 sitios -14%-, Pito Real y Jones). En Pito Real, los quetzales estuvieron a unos 8 km del límite de la zona núcleo y 1.5 km antes de salir de la Reserva. Finalmente, hubo un quetzal localizado 12 km fuera de los límites externos de la Reserva y a 18 km del límite de la zona núcleo, en dirección de la Sierra Chuacús. Ese punto se encuentra a 7 km del Biotopo del Quetzal.

En cuanto a los quetzales de la población de Chuacús, sólo la pareja estudiada pasó cinco meses dentro de los límites del Biotopo del Quetzal, aunque con desplazamientos frecuentes al otro lado de la carretera, fuera de los límites legales del área. Durante todo el resto del tiempo, esos quetzales estuvieron fuera de los límites del área protegida.

IV. DISCUSION

Los datos obtenidos a lo largo de este trabajo seguramente no representan la totalidad de los movimientos estacionales de las poblaciones de quetzales de la Sierra de las Minas, mucho menos de la región, pues la muestra estudiada es muy pequeña. No obstante, permite conocer detalles específicos de las migraciones de algunos individuos y entender de manera general lo que ocurre con toda la población. La información disponible y recolectada no permite aún conocer a detalle todos los mecanismos asociados a las migraciones, ni explicar con certeza las razones para que estas sucedan. Sin embargo, permite tener una primer idea sobre algunos sitios importantes para la conservación de las poblaciones estudiadas.

A. Características de las migraciones: épocas y sitios

1. Tipos de migración

Dos tipos generales de migraciones pudieron ser reconocidos en este estudio. En el primer tipo, que fue el más común, los quetzales salieron del sitio de anidación hacia sitios de migración en los que permanecieron por varios meses. En el segundo tipo, los quetzales fueron a un sitio de migración cercano al área de reproducción (a menos de 5 km) en donde permanecieron varios meses, pero con regresos ocasionales al área reproductiva. Únicamente se encontró un lugar en la Sierra de las Minas en el que los quetzales realizaron ese tipo de migración (sitio El Carmen).

No obstante, ese tipo de migración también se observó en Monteverde, Costa Rica en donde algunos quetzales que migraron de 1 a 4 km hacia la vertiente pacífica entre julio y noviembre, regresaron ocasionalmente a pasar la noche a sus territorios reproductivos (Powell y Bjork, 1995). En todos los lugares en que se han estudiado las migraciones

estacionales del quetzal (Reserva Biológica de Monteverde en Costa Rica y Reserva de la Biosfera El Triunfo, México), la mayoría de las migraciones fueron del primer tipo (Powell y Bjork, 1994, 1995; Avila Hernández et al., 1992; Avila Hernández, 1993).

2. Población que migra

Tanto machos como hembras fueron observados en migración todos los años. También se encontró que los machos juveniles de por lo menos un año de edad realizan migraciones. No se logró saber sobre las migraciones de hembras juveniles.

Los machos y las hembras adultos que fueron los que más se estudiaron pueden migrar a los mismos sitios o a sitios con características similares. En el sitio Pito Real se encontraron un macho adulto, una hembra y un macho juvenil en migración. En el sitio El Carmen también se encontraron machos y hembras. A la región Caquihá-Toilá migraron una hembra y un macho.

Las distancias, altitudes y zonas de vida de los sitios de migración no parecen estar relacionados con ninguna característica estructural de la población. En los sitios en las diferentes categorías de distancia definidas (0 a 5, 5 a 10 y 10 a 25 km), a lo largo del gradiente altitudinal entre 2400 y 1200 msnm y en las diferentes zonas de vida se encontraron machos y hembras en las mismas proporciones aproximadamente. Sin embargo, en los sitios a más de 25 km del sitio de anidación en la Sierra de las Minas se encontraron solamente machos en migración; por ser pocos los quetzales que llegaron a esas distancias en migración, no se sabe si esa observación se debe al número reducido de quetzales poco representativo de la población (la mayoría de los individuos estudiados eran machos) o a una mayor proporción real de machos migrando a esas distancias.

Aunque machos y hembras pueden migrar al mismo lugar, se encontró que los individuos de una pareja no migran juntos. Este fenómeno ocurrió igualmente en Costa Rica y en México, en donde parejas marcadas se separaron durante la migración y regresaron juntos al inicio de la siguiente época de reproducción (Powell y Bjork, 1995; Avila Hernández et al., 1992).

En dos de los tres años de estudio se observaron quetzales marcados que no realizaron migraciones. Eso indica que generalmente durante las migraciones queda una parte de la población en el sitio de anidación, pero que no se trata de los mismos individuos todos los años, y probablemente el porcentaje de la población no-migrante varía también. No se logró determinar qué factor es el que determina que un quetzal migre o no cierto año.

3. Epocas de migración

Durante los tres años de estudio se registraron diferencias en cuanto al número de etapas o temporadas de migración por año, pero existieron algunas coincidencias en cuanto a la época del año en que ocurren. En el primer y tercer año, los quetzales de la Sierra migraron entre noviembre y febrero y en el segundo año, además de esa época, se registró una primer etapa de migración entre julio y septiembre. Los quetzales de la Sierra de Chuacús migraron a finales de año, entre octubre y febrero y entre diciembre y febrero. En este último caso, la temporada coincide aproximadamente con lo observado en la Sierra de las Minas en el primer y tercer año. En todos esos casos se trata del primer tipo de migración. Las migraciones de tipo 2 (con regreso al sitio de anidación) se dieron entre julio y noviembre en el segundo año para la población de la Sierra de las Minas.

La temporada de migración más registrada (de noviembre a febrero) corresponde a la época del año más fría. En esos meses se registran en La Cabaña temperaturas de -4 a 4°C durante las noches (datos sin publicar). Durante el resto del año, la temperatura no desciende tanto. La temporada de migración de julio a septiembre corresponde a la época de lluvias.

El inicio de las diferentes temporadas de migración podría estar relacionado con esas condiciones climáticas severas. Los quetzales que migran a fin de año podrían estar buscando sitios con temperaturas más altas y cuando migran entre julio y septiembre, podrían estar buscando sitios menos lluviosos. Sin embargo, ese último factor no es tan claro, pues el año en que se registraron migraciones en esa época (1994) fue un año en

que cayó menos lluvia que el promedio de otros años. En ese caso, el inicio de la migración podría estar relacionado con la disponibilidad de alimento.

Aunque no se realizaron observaciones sistemáticas sobre la disponibilidad de alimento, se cuenta con datos que permiten tener una idea de la tendencia general de la fructificación en el sitio de anidación (figuras 3.1 y 3.2). En la gráfica de julio 1994 de la figura 3.1, se puede observar que en ese mes - que corresponde con el inicio de la migración de ese año - la disponibilidad de frutos era muy baja en el sitio de anidación, tanto en las lauráceas como en árboles de otras familias. En ese año poco lluvioso se registraron dos temporadas de migración, y podría ser que la poca lluvia provocara que muchos árboles no fructificaran, impulsando así a los quetzales a buscar comida en regiones más bajas o más lejanas.

La relación entre la ausencia o disponibilidad de frutos con el inicio y duración de la migración no está claro para la Sierra de las Minas. Wheelwright (1983) asocia directamente las migraciones de quetzales con la fructificación de las especies de lauráceas de las que se alimenta. Sin embargo, se pudo observar en la Sierra de las Minas que ese patrón no es tan claro, pues en la mayoría de los sitios de migración no había mucho alimento cuando los quetzales se encontraban ahí. No obstante, por el mismo hecho de que las observaciones de fenología no fueron sistemáticas y en el caso de los sitios de migración fueron muy focalizadas en el tiempo, no se puede determinar si esa baja disponibilidad de alimento en los sitios de migración es significativamente mayor a la disponibilidad en los sitios de anidación y que por lo tanto sea el factor principal que defina el inicio, duración y destino de las migraciones.

Por último, si los movimientos estacionales de los quetzales estuvieran directamente relacionados a la disponibilidad de alimento, el patrón temporal de las migraciones variaría en años consecutivos siguiendo la fenología de las especies de lauráceas que utilizan. Las lauráceas se caracterizan por tener períodos de producción masiva de frutos de varios años. Eso se puede ver en la figura 3.2, en donde un mismo árbol produce diferentes cantidades de frutos para el mismo mes en años consecutivos o

en la figura 3.1, en donde diferentes árboles de la misma especie producen diferente cantidad de frutos en el mismo mes (julio 1993 y julio 1995). En Costa Rica, se realizó un estudio de siete años sobre la fenología de 22 especies de lauráceas y se encontró que varias especies tienen períodos de fructificación masiva cada 2 a 4 años y que existen diferencias entre individuos de una misma especie (Wheelwright, 1986).

La estacionalidad de las migraciones de la región de la Sierra de las Minas difiere de la estacionalidad en Costa Rica y en México. En la región de la Sierra de las Minas los quetzales pasan entre 4 y 7 meses en migración, mientras que en Costa Rica los quetzales migran durante 7 meses y en México los quetzales permanecen entre 4 y 5 meses en sitios de migración. Sólo las temporadas registradas en 1994 en la Sierra de las Minas se asemejan a las registradas en Costa Rica (Powell y Bjork, 1994, 1995; Avila Hernández et al., 1992; Avila Hernández, 1993). La época de migración observada en México (julio a octubre) no coincide con la temporada que más se registró en Guatemala (noviembre a febrero), pero sí con la primera etapa de migraciones de 1994.

4. Sitios de migración

Los quetzales anidan en las partes altas de las montañas en donde se encuentran los bosques más fríos y húmedos de la región debido a una alta precipitación y baja evapo-transpiración. Esas condiciones de humedad y temperatura permiten que los tocones de árboles caídos absorban mucha agua, permanezcan mojados y la madera se suavice al punto de poder ser escarvada por los quetzales para hacer su nido. Es seguramente por eso que los quetzales prefieren esos bosques para anidar.

En esa época (de marzo a junio) hay una gran abundancia de alimento en los bosques altos, principalmente de lauráceas. No se tienen detalles de lo que ocurre con el alimento en zonas más bajas en esa misma época. Pero puesto que en las partes altas de la montaña hay comida y suficientes sitios para anidar, los quetzales permanecen ahí en esos meses.

Durante el resto del año, los quetzales ya no requieren de los tocones y los requisitos o recursos críticos son otros seguramente. Esos requisitos o recursos han de variar a lo largo del año y es por eso que los quetzales empiezan a desplazarse en busca de ellos. En esos momentos es cuando ocurren las migraciones.

En migración, los quetzales se encontraron en sitios con características de distancias, direcciones, altitudes y zonas de vida diferentes, y los sitios utilizados en una misma temporada no presentan las mismas características para todas esas condiciones: sitios similares fueron utilizados en épocas diferentes y sitios con características diferentes fueron utilizados en la misma época.

En algunos sitios, el bosque y los recursos son similares a los del sitio de anidación durante la época reproductiva. Para la población anidando en La Cabaña, los sitios Pito Real, Miranda y en menor medida, el Noroeste de La Cabaña, Vega Larga, El Carmen y Uyús, tienen bosques similares y el alimento principal utilizado por los quetzales son frutos de aguacatillo. Para la población anidando en el Biotopo del Quetzal, los sitios Portezuelo y Pantín tienen bosques similares. En ambos casos, esos sitios de migración son los más cercanos al sitio de anidación.

En otros lugares, el bosque y los recursos son bastante diferentes de los observados en el sitio de reproducción. Esos sitios son los más lejanos o los que tienen la mayor diferencia de altitud: Caquihá-Toilá, Santiaguilá, Cañital y Jones para la población de la Sierra de las Minas y Guaxac para la población de la Sierra de Chuacús.

Al comparar las diferentes distancias y las ubicaciones sobre la montaña de los sitios de migración utilizados por épocas de migración, no se encuentra ninguna relación marcada de migración (cuadros 3.6 y 3.8). En México también se observaron quetzales en sitios con distancias y direcciones que no siguen un patrón marcado (Avila Hernández et al., 1992; Avila Hernández, 1993). En cambio, en Costa Rica la secuencia de migración “sitios a 1-4 km sobre al vertiente Pacífica entre julio y octubre y sitios a 13-19 km sobre la vertiente Atlántica entre noviembre y febrero” fue muy marcada (Powell y Bjork, 1994, 1995). Una diferencia notable entre lo observado en la Sierra de las Minas y

las migraciones de los otros dos lugares de estudio es en cuanto a las distancias recorridas. Los quetzales de la Sierra de las Minas utilizaron varios sitios de migración a más de 25 km de distancia del sitio de anidación y en esa misma región se registró la distancia más larga recorrida por un quetzal (60 km). En Costa Rica, la mayor distancia fue de 19 km (Powell y Bjork, 1995) y en México fue de 10 km (Avila Hernández et al., 1992; Avila Hernández, 1993).

La mayoría de los sitios de migración se encuentra entre 2400 y 1200 msnm, lo que representa un gran rango de variación altitudinal y que explica también que los bosques y recursos sean diferentes en varios sitios. Se registró un sitio más abajo de ese rango, a 870 msnm. Ese dato es el registro altitudinal más bajo para Guatemala, pero la presencia del quetzal en ese sitio no está confirmada, pues sólo se encontró el radio del quetzal depredado. Es necesario realizar más observaciones en ese lugar para confirmar la presencia de quetzales ahí en algunas épocas del año (o talvez sólo en algunos años) ya que se trata de un sitio con condiciones de poca humedad para quetzales (bosque húmedo subtropical -bh-S). No se sabe si este es un sitio de migración muy ocasional o si es utilizado frecuentemente. También hay que tomar en cuenta que este dato extremo corresponde a un juvenil de quetzal podría estar buscando territorio de anidación para su primer año reproductivo, y podría haber llegado hasta ahí bajando por el bosque de galería a lo largo del río.

En general los quetzales llegan un poco más abajo al norte que al sur de la Sierra de las Minas en sus migraciones (figura 3.8). Eso se debe probablemente a que el límite de la frontera agrícola se encuentra más abajo al norte que al sur. En el sur de la Sierra, los pobladores locales cuentan que anteriormente en algunas épocas del año los quetzales llegaban más bajo de lo que llegan ahora. Un ejemplo de eso es en Albores (San Agustín Acasaguastlán, El Progreso; comunidad abajo de La Cabaña), en donde la gente de mayor edad reporta haber visto frecuentemente quetzales a 1550 msnm cuando la orilla del bosque se encontraba más abajo. Ahora, el límite del bosque se encuentra a 1800 msnm y sólo hasta ahí llegan los quetzales.

Los cambios de altitud entre sitios de anidación y sitios de migración son mayores en la Sierra de las Minas (entre 600 y 1400 m de cambio de elevación) que en Costa Rica (entre 400 y 1250 m de diferencia) y en México (entre 100 y 850 m de diferencia) (Powell y Bjork, 1994, 1995; Avila Hernández et al., 1992; Avila Hernández, 1993). Varias migraciones también se hicieron a lo largo de la cresta y corresponden a los sitios de migración de mayor altitud.

El uso de zonas de vida estuvo un poco mejor definido que los demás factores ya mencionados. La mayoría de los sitios de migración se encuentran en el límite o transición entre el bp-MB y el bmh-S(f) (cuadro 3.10). También se puede notar la tendencia a llegar a zonas de vida menos húmedas que las utilizadas en reproducción (figura 3.9). Sin embargo, el análisis de uso de zonas de vida no permite llegar a información muy detallada, ya que el sistema de zonas de vida sin contemplar las transiciones o asociaciones atmosféricas y edáficas es demasiado general en cuanto a la diversidad y variabilidad de ecosistemas. Para poder hacer un buen análisis de uso de hábitat, es necesario tener información más detallada sobre los diferentes ecosistemas de la región. El mapa de zonas de vida para Guatemala desarrollado por De la Cruz en 1976 se hizo a nivel de reconocimiento (escala 1:600,000) y no contó con mucha información climatológica, por lo que la delimitación de muchas zonas se basó en interpolaciones. Ese mapa no es muy detallado ni preciso.

Finalmente, en este estudio se registraron dos migraciones hacia sierras (unidades geográficas) diferentes de donde se encuentran los sitios de anidación. Esas migraciones ocurrieron en las dos poblaciones estudiadas: una hembra de la población de la Sierra de las Minas se encontró en la Sierra de Chuacús y una hembra de la Sierra de Chuacús se encontró entre la Sierra Xucaneb y la Sierra Yalijúx. Esto indica que los quetzales de poblaciones que podrían asumirse restringidas a una unidad geográfica específica (una serranía), realmente no lo están.

Al igual que en las demás migraciones, los quetzales seguramente acuden a esos lugares en busca de recursos o condiciones que no encuentran en sus sitios de anidación

en ese momento. Sin embargo, el hecho de llegar a una montaña diferente es importante en términos de viabilidad de las poblaciones. Aunque en esos sitios los quetzales sólo permanecieron por dos meses, cabe la posibilidad de que algunos individuos, sobre todo juveniles buscando a establecer un nuevo territorio reproductivo, se reproduzcan con individuos de la otra población, favoreciendo de esa forma el intercambio genético entre poblaciones y de esa forma la viabilidad de la especie. Ese aspecto de las migraciones definitivamente tiene que ser estudiado en más detalle.

B. Relación de las migraciones con las áreas protegidas de la región

La Reserva de la Biósfera Sierra de las Minas alberga dentro de sus límites a los quetzales en la mayoría de sus desplazamientos y a todo lo largo del año, pero existe un pequeño porcentaje de la población total que sale de sus límites en cierta época del año. La mayoría de los sitios de migración de la población de la Sierra de las Minas se encuentra dentro de los límites de la Reserva de la Biósfera Sierra de las Minas. Sin embargo, no todos los sitios se encontraron dentro de la zona núcleo, que es la única que asegura por ley la protección total del bosque: el 64% de los sitios de migración se encuentra fuera de la zona núcleo, o en el límite de esta con la zona de uso sostenido.

En la mayor parte de la Sierra, la ubicación de la zona núcleo corresponde a los lugares en donde aún queda bosque, principalmente latifoliado. No obstante, en varios lugares el bosque se encuentra también fuera de la zona núcleo y se encontraron quetzales ahí en migración. Esa situación se da principalmente al sur de la Sierra, en donde la zona núcleo empieza más arriba del límite del bosque. En muchos de los lugares de migración del sur, es posible que los quetzales ya no bajen más por la falta de bosque actual. Del lado norte de la Sierra, hacia el este, la zona núcleo protege bastante bien los hábitats requeridos por el quetzal (esos sitios eran inclusive bastante inaccesibles).

Los sitios de migración Miranda, Noroeste de La Cabaña, Vega Larga, El Imposible y Santiaguilá que se encuentran a lo largo de la cresta o sobre la vertiente noreste de la Sierra están en un buen estado de conservación y excepto en el caso de Vega

Larga, no parecen tener amenazas directas a la integridad del bosque. Todos se encuentran dentro de la zona núcleo de la Reserva de Biósfera Sierra de las Minas y excepto en el caso de Vega Larga, se encontraban lejos de la orilla del bosque. Vega Larga es un caso excepcional, pues se trata de una comunidad asentada dentro de la zona núcleo desde antes de que fuera declarada la Reserva.

Dos sitios de migración se encontraron en la zona de amortiguamiento, en regiones en donde el bosque ha sido perturbado por el ser humano. En Pito Real, el bosque en el que se encontraron los quetzales es una continuación del bosque nuboso que viene desde la zona núcleo, pero que ya no recibe protección legal estricta. El sitio Jones se encontró a 2 km de la comunidad Cajón de Jones, y la cobertura boscosa en esa región es muy escasa. Finalmente, hubo un sitio completamente fuera de los límites de la Reserva, que no recibe ningún tipo de protección y en donde la cobertura boscosa está muy fragmentada (figura 3.10).

De esa manera, se puede decir que el diseño actual de la Reserva, aunque no el de la zona núcleo, cubre la mayor parte de los requisitos migratorios de los quetzales de la población que anida en La Cabaña. Es probable que los quetzales de otras poblaciones también utilicen sitios fuera de la zona núcleo y que los quetzales de poblaciones más cercanas al límite oeste de la Sierra de las Minas migren en mayor proporción hacia la Sierra de Chuacús.

En el caso del Biotopo del Quetzal, es obvio que las 1153 Has del área protegida no son suficientes para proteger todos los recursos requeridos por la población que anida ahí. La mayor parte de los individuos seguramente realiza migraciones y si migran entre 5 y 25 km, que son las distancias más comunes recorridas en migración, los quetzales se encuentran fuera del área protegida en esa época. El quetzal con radio-transmisor que permaneció más tiempo dentro del Biotopo lo hizo por cinco meses, saliendo frecuentemente fuera de los límites del área protegida, del otro lado de la carretera CA14.

C. Sitios y regiones importantes a proteger en las migraciones de los quetzales

1. Sitios o regiones de uso recurrente

A pesar de no haberse encontrado un patrón temporal-espacial anual marcado de migración (y no poder predecir exactamente qué sitios se utilizan en qué épocas), se logró detectar el uso de algunos sitios o regiones de migración de manera recurrente por varios quetzales marcados. En algunos casos, los quetzales utilizaron el mismo sitio o región en diferentes épocas o temporadas de migración, y en otros casos los utilizaron al mismo tiempo. Esos sitios son: Pito Real, Cañital y la región al norte de la Sierra de las Minas, Caquihá-Toilá.

En Pito Real se encontró a un quetzal en noviembre 1993 y otros dos entre julio y septiembre 1994. En Cañital, se encontraron dos quetzales diferentes en los mismos meses, julio y agosto 1994. También se encontraron dos quetzales diferentes en dos sitios que presentan condiciones ecológicas similares, Caquihá y Toilá, en la misma región de la Sierra. En este caso, se encontraron en dos épocas diferentes.

El bosque y los recursos utilizados en Pito Real son bastante similares a los que se encuentran en La Cabaña; sin embargo, el bosque parece estar un poco más protegido de la lluvia que entra por el noreste, y podría representar un extremo más seco dentro del mismo tipo de bosque o asociación ecológica que el de La Cabaña. En los otros dos sitios o regiones, el bosque es bastante diferente al de La Cabaña, con recursos alimenticios diferentes, que pueden resultar importantes para mantener a la población, puesto que varios individuos acuden a ellos, teniendo incluso que recorrer distancias de 60 kilómetros como en el caso de Cañital.

En el caso de Caquihá-Toilá, la región se encuentra justo en el límite de la zona núcleo con la zona de uso sostenido de la Reserva de la Biósfera. Sin embargo, como se pudo apreciar en el campo, en esa región, la frontera agrícola sigue avanzando, y el quetzal de Caquihá se encontró cerca de una milpa dentro del bosque. Los otros dos sitios, Cañital y Pito Real, están fuera de la zona de protección del bosque, en la zona de

uso sostenido y en la zona de amortiguamiento de la Reserva respectivamente. En ambos casos, los quetzales también se encontraron cerca del límite del bosque, aunque en Pito Real es en donde se mira un avance más rápido de la pérdida del bosque.

Sitios como estos que son utilizados de manera recurrente por quetzales que provienen de regiones más lejanas son importantes a proteger, sobretodo cuando se encuentran fuera de la zona núcleo de la Reserva de Biósfera y que la integridad del bosque se encuentre amenazada por el avance de la frontera agrícola. En este estudio se logró identificar los tres sitios y regiones mencionados, pero seguramente existen más lugares como estos en donde el bosque es utilizado por quetzales de otras poblaciones.

2. Sitios asociados al área de anidación

Otra región importante utilizada por varios quetzales de la población de la Sierra de las Minas anidando en la Cabaña es El Carmen. Como ya se describió anteriormente, esa región guarda una relación muy estrecha con La Cabaña, pues los quetzales que migran a El Carmen regresan con cierta frecuencia a La Cabaña. En este caso, puede incluso ocurrir un fenómeno de dispersión de semillas entre los bosques que se encuentran a 2600 msnm en La Cabaña y los bosques a 2000 msnm en El Carmen. Los quetzales se desplazan entre un sitio y otro en menos de una hora, lo que da tiempo suficiente para que la semilla de un fruto ingerido en uno de los dos lugares sea defecada en el otro dos horas después (tiempo entre la ingestión y defecación calculado en base a observaciones personales, datos sin publicar). Esa dispersión de semillas puede ayudar a mantener la diversidad genética de las lauráceas y otras plantas utilizadas como alimento. Por lo tanto, estos dos sitios son interdependientes ecológicamente, y es importante protegerlos como una unidad.

Es muy probable que lo que ocurrió en este sitio ocurra en otros puntos de esa vertiente de la Sierra, en donde la población que está anidando a lo largo de la cresta (Montaña Miranda-Cerro Pinalón-Cerro el Siglo) utilice los bosques a 2000 msnm sobre

la vertiente del Motagua de manera similar a como lo hicieron en El Carmen. Sitios como Uyús y Huijó pueden ser los equivalentes hacia el este de El Carmen (figura 3.6).

El sitio de migración El Carmen a pesar de estar dentro del bosque, se encuentra fuera de la zona núcleo y en una zona muy afectada por cacería y talas (observaciones personales). Es importante asegurar la protección en esas áreas de bosque nuboso latifoliado adyacente e interdependiente de los bosques de la zona núcleo.

3. Corredores de galería

Los bosques de galería que se extienden a lo largo de los ríos desde los macizos boscosos de las partes más altas de las montañas hacia abajo, muchas veces hasta altitudes en donde la vegetación original ha sido destruida parcial o totalmente en el resto de la cuenca, pueden ser utilizados por los quetzales en sus migraciones para acceder a los recursos requeridos de las zonas más bajas. Eso parece haber ocurrido en Jones y podría ser la manera en que los quetzales sigan bajando a altitudes a las que antes llegaban, pero donde todo el bosque ha sido eliminado excepto a lo largo del río.

Los bosques de galería generalmente se encuentran mejor protegidos de condiciones climáticas severas y esa podría ser otra razón por que los quetzales utilicen esos bosques. Del lado sur de la Sierra, los bosques de galería también pueden permitir que los quetzales bajen a regiones más cálidas pero que mantienen suficiente humedad debido a la cercanía del río. Esa humedad muchas veces asegura una buena producción de frutos en el bosque.

Proteger los bosques a lo largo del cauce de los ríos ayudaría mucho a asegurar la suficiente variabilidad altitudinal de recursos requeridos por el quetzal y otras especies que requieren de los mismos recursos, además de ayudar a mantener la producción de agua y el caudal permanente de los ríos.

4. Corredores entre sierras adyacentes y áreas protegidas

Como ya se mencionó, las migraciones hacia sierras diferentes registradas en las dos poblaciones estudiadas podría ser de gran importancia por la sobrevivencia de la especie a largo plazo, pues si ocurre intercambio genético entre poblaciones, se asegura una mayor viabilidad de las poblaciones.

En este estudio se comprobó que existen movimientos estacionales del quetzal entre la Sierra de las Minas y la Sierra de Chuacús y entre la Sierra de Chuacús y la Sierra Xucaneb. Es muy probable que este tipo de movimientos, y por ende la posibilidad de intercambio genético, ocurra en toda la región incluyendo la Sierra Yalijúx. Estas sierras están conectadas por regiones altas (figura 3.6). Si se mantiene una buena cobertura boscosa sobre las sierras y las conexiones, se asegura que los quetzales puedan seguir migrando entre ellas.

La cobertura boscosa no tiene que ser continua para que se den estas migraciones. En varias oportunidades se encontraron quetzales en regiones de bosque degradado, a orillas del bosque o incluso en áreas abiertas.

Ejemplos de estos bosques degradados se encuentran en Portezuelo-Pantín, en donde ha habido extracción maderera y en Guaxac, en donde el bosque se transformó en un cultivo de cardamomo con sombra natural. En Pito Real y Huijó los quetzales se encontraron utilizando las orillas de bosque y guamiles. El uso de las áreas abiertas se comprobó en Vega Larga, en donde un quetzal llegó a alimentarse todas las mañanas en un aguacatillo en medio del claro de la comunidad, en Portezuelo, en donde los quetzales comieron aguacatillo y amate en medio de un potrero para ganado y en Repollal, en donde la gente reportó ver quetzales atravesando sus milpas y la comunidad. Pero en todos esos casos, siempre se encontró alimento para el quetzal en el sitio en el que se encontraba y el bosque o parches de bosque estaba cerca.

Aunque en ninguna de las dos migraciones reportadas entre sierras se logró registrar el recorrido exacto del quetzal, es posible sugerir las rutas seguidas en base a la cobertura boscosa y la topografía del lugar. El recorrido entre la Sierra de las Minas y

Repollal podría haberse hecho siguiendo las áreas más boscosas entre esas dos regiones, saliendo de la Reserva de la Biósfera al norte de Chilascó y utilizando el Cerro Verde hasta llegar al norte de Purulhá (figura 3.10). La ruta de migración entre Panimaquito y Guaxac podría ser más compleja. Al trazar una línea recta de Panimaquito a Guaxac, se puede ver que se atraviesa la parte alta del valle del río Polochic sobre Tucurú que está a una altura de 500 msnm. En esa región, la parte media y baja de las laderas de la cuenca están altamente degradadas y ya no se encuentran remanentes de bosque natural, cultivos agrícolas que mantengan la cobertura arbórea, o árboles aislados que los quetzales puedan utilizar como recurso alimenticio, por lo que es poco probable que los quetzales pasen por ahí. Algunos habitantes de la región han reportado que los quetzales atraviesan la carretera 7E que baja a largo del río Polochic a la altura de San Julián (1500 msnm). Es muy probable que los quetzales migren de la Sierra de Chuacús a la Sierra Xucaneb pasando por la franja de bosque que está entre San Julián y San Andrés Rocjá (1400 msnm).

Para asegurar el intercambio entre poblaciones, es necesario establecer conexiones (corredores biológicos) entre las dos áreas protegidas existentes en la región, la Reserva de la Biósfera Sierra de las Minas y el Biotopo del Quetzal, y asegurar al protección de las demás Sierras de la región.

A pesar de que la Sierra de las Minas es la sierra con mayor potencial para la conservación de la especie a largo plazo, se aumenta la viabilidad de la especie si se logra porteger los bosques nubosos (tanto las grandes extensiones como los pequeños remanentes) de toda la región como una gran unidad en vez de varias unidades independientes y fragmentadas.

Por último, es importante recalcar que al lograr la protección de esta especie a través de la protección de su hábitat, se asegura la protección de muchas especies más que requieren de los mismos recursos.

V. CONCLUSION

En la región de la Sierra de las Minas los quetzales realizan migraciones estacionales. Las migraciones observadas fueron de dos tipos diferentes, con la diferencia que en un tipo los quetzales regresan ocasionalmente al área de anidación. Los sitios a los que migran los quetzales de una misma población varían en un mismo año y un mismo individuo migra a regiones diferentes año tras año. Tanto machos como hembras adultos y machos juveniles de por lo menos un año de edad realizan esas migraciones. Sin embargo, existe una parte aparentemente variable de la población que no migra todos los años.

La estacionalidad de las migraciones no fue exactamente la misma en los tres años, pero si se marcaron dos épocas principales de migración. La primera es de julio a septiembre y coincide con la estación lluviosa. La segunda es de noviembre a febrero y coincide con la época más fría del año. Esta última época de migración fue la que más se observó durante el estudio.

El inicio y la duración de las migraciones parecen estar determinadas por la combinación de condiciones climáticas y de disponibilidad de alimento en los sitios de anidación y de migración.

No se detectó un patrón espacial marcado de las migraciones que permita predecir los sitios a los que migran los quetzales de una población dada. Sin embargo, se puede mencionar que los quetzales migran principalmente entre 5 y 25 kilómetros de distancia, aunque se registraron algunas migraciones más largas (hasta 60 kilómetros). Las altitudes de la mayoría de los sitios de migración están entre 2400 y 1200 metros sobre el nivel del mar. En migración, los quetzales se encontraron en zonas de vida menos húmedas que las zonas de vida en las que se encuentran los sitios de anidación, principalmente en la transición entre el bosque pluvial montano bajo y el bosque muy húmedo subtropical frío.

Existen algunos sitios que son utilizados de forma recurrente por diferentes individuos en sus migraciones. También se encontró que algunos sitios de migración son ecológicamente interdependientes con los sitios de anidación por un mecanismo de dispersión de semillas de lauráceas favorecidas por los quetzales. Así mismo, los resultados indican que el uso de bosques de galería a lo largo de los ríos puede ser una manera en que los quetzales encuentran los recursos requeridos en cierta época del año. Todos esos sitios o regiones son importantes a proteger para conservar a la especie.

Las migraciones hacia sierras o unidades geográficas diferentes sugieren que existe un mecanismo de dispersión genética entre poblaciones y que para asegurar la viabilidad de las poblaciones de quetzales y en última instancia, la sobrevivencia a largo plazo de la especie, es importante mantener conectados los diferentes bosques nubosos de la región.

El diseño de las áreas protegidas de esa región, sobretodo el Biotopo del Quetzal, no cubre todos los lugares utilizados por los quetzales en migración. La zonificación de la Reserva de la Biósfera Sierra de las Minas requeriría algunas modificaciones para proteger la mayoría de estos sitios. Se sugiere que se protejan las conexiones entre las dos áreas protegidas y las demás Sierras de la región.

LITERATURA CITADA

- Avila Hernández, M.de L. 1993. Informe de avances realizados durante el período: marzo de 1992 a julio de 1993 del proyecto: Estudio de la migración del Quetzal (*Pharomacrus mocinno*) en la Reserva de la Biosfera El Triunfo, Chiapas, México. Documento sin publicar.
- Avila Hernández, M.de L. y V.H. Hernández Obregón. 1990. Contribución a la biología y distribución del Quetzal *Pharomacrus mocinno mocinno* (Trogonidae, Aves), en la Reserva "El Triunfo", Chiapas, México. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma de México, México. 180 pp.
- Avila Hernández, M.de L., F. Hernández Rincón, G. Powell y R. Bjork. 1992. Aplicación de la radiotelemetría en el estudio de la migración altitudinal del quetzal (*Pharomacrus mocinno mocinno*) en la Reserva de la Biósfera "El Triunfo", Chiapas, México. Ponencia presentada en el IX Congreso de Ornitología Nacional de México. Documento sin publicar.
- Bowes, A.L. y D.G. Allen. 1969. Biology and conservation of the Quetzal. *Biological Conservation* 1(4):297-306.
- Campbell, J.A. 1982. The Biogeography of the cloud forest herpetofauna of middle america, with special reference to the Sierra de las Minas of Guatemala. Tesis de Doctorado. University of Kansas, EEUU. 322 pp.
- Coronado Juárez, L.E. y J.M. Aguilar Cúmes. 1993. Vegetación arbórea en L. Villar Anleu (Ed.): Evaluación ecológica rápida de la Reserva de la Biosfera "Sierra de las Minas"): pp.25-35. Centro de Datos para la Conservación (CDC) - Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala. 57 pp.
- De la Cruz, J.R. 1976. Clasificación de zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento. Dirección General de Servicios Agrícolas (DIGESA) - Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, Guatemala. 42 pp.
- Dix, M.A. en imprenta. Sierra de las Minas, Guatemala en V. Heywood y O. Herrera de MacBryde (Eds.): Centers of Plant Diversity. IUCN.

- Ford, R.G. 1989. CAMRIS: Computer aided mapping and resource inventory system. Documento sin publicar.
- Fundación Defensores de la Naturaleza. 1990. Estudio técnico para dar a Sierra de las Minas la categoría de Reserva de la Biósfera. Fundación Defensores de la Naturaleza, Guatemala. 56 pp.
- Fundación Defensores de la Naturaleza. 1992. Reserva de la Biósfera Sierra de las Minas. Plan Maestro 1992-1997. Fundación Defensores de la Naturaleza, Guatemala. 54pp.
- Holdridge, L.R. 1987. Ecología basada en zonas de vida. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), San José, Costa Rica. 216 pp.
- Howell, S.N.G. y S. Webb. 1995. A guide to the birds of Mexico and Northern Central America. Oxford University Press, New York, EEUU. 851 pp.
- LaBastille, A., D.G. Allen y L.W. Durrell. 1972. Behavior and feather structure of the Quetzal. *The Auk* 89:339-348.
- Landesbund für Vogelschutz (LBV). 1990. Proyecto El Quetzal: Reporte preliminar presentado por LBV. Documento sin publicar.
- Levey, D.J. 1988. Spatial and temporal variation in Costa Rican fruit and fruit-eating bird abundance. *Ecological Monographs* 58(4):251-269.
- Loiselle, B.A., J.G. Blake, T.C. Moermond y D.J. Mason. 1989. Low elevation record for Resplendent Quetzals in Costa Rica. *Journal of Field Ornithology* 60(1):86-88.
- Loiselle, B.A. y J.G. Blake. 1991. Temporal variation in birds and fruits along an elevational gradient in Costa Rica. *Ecology* 72(1):180-193.
- López Gutiérrez, J.E. 1992. Las comunidades de quirópteros en los volcanes Zunil, y Santo Tomás Pecul, Quetzaltenango. Tesis de Licenciatura. Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala. 57 pp.
- Monterroso Salinas, J.F. 1976. Análisis florístico y estructural del Biotopo protegido de Purulhá para la conservación del Quetzal. Tesis de Licenciatura. Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala. 110 pp.
- Ornelas, J.F. y M. del C. Arizmendi. en imprenta. Migración altitudinal: Implicaciones para la conservación de la avifauna neotropical migratoria del occidente de

- México en A. Estrada, S. Sader, M. Wilson (Eds.): Conservación de aves migratorias neotropicales en México.
- Pivaral Meza, H.L. 1991. Informe final del estudio catastral en las zonas aledañas al Biotopo Universitario para la Conasrevación del Quetzal "Mario Dary Rivera". Centro de Datos para la Conservación (CDC) - Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala. 46 pp.
 - Poulin, B., G. Lefebvre y R. McNeil. 1992. Tropical avian phenology in relation to abundance and exploitation of food resources. *Ecology* 73(6):2295-2309.
 - Powell, G.V.N. y R.D. Bjork. 1994. Implications of altitudinal migration for conservation strategies to protect tropical biodiversity: a case study of the Resplendent Quetzal *Pharomacrus mocinno* at Monteverde, Costa Rica. *Bird Conservation International* 4:161-174.
 - Powell, G.V.N. y R.D. Bjork. 1995. Implications of intratropical migration on reserve design: a case study using *Pharomacrus mocinno*. *Conservation Biology* 9(2):354-362.
 - Ramos, M. 1983. Seasonal movements of bird populations at a neotropical study site in southern Veracruz, México. Tesis de Doctorado. University of Minnesota, Minneapolis, Minnesota, EE.UU.
 - Rosselli, L. 1989. El ciclo anual de un ave frugívora migratoria altitudinal, Corapipo leucorrhoea (Pipridea) y los frutos que consume. Tesis de Maestría. Universidad de Costa Rica, Costa Rica. 102 pp.
 - Santana, C.E. y B.G. Milligan. 1984. Behavior of Toucanets, Bellbirds and Quetzals feeding on Lauraceous fruits. *Biotropica* 16(2):152-154.
 - Schuster, J.C. 1992. Biotic areas and the distribution of passalid beetles (coleoptera) in Northern Central America: Post-pleistocene montane refuges. *Tulane Studies in Zoology and Botany, Supplementary Publication number* 1:285-292.
 - Skutch, A.F. 1944. Life history of the Quetzal. *The Condor* 46(5):213-235.
 - Stiles, F.G. 1988. Altitudinal movements of birds on the caribbean slope of Costa Rica: implications for conservation en F. Almeda y C. M. Pringle (Eds.): *Tropical rainforests: Diversity and Conservation*. pp. 243-258. California Academy of Sciences, San Francisco, California, EEUU.

- Stiles, F.G. y D.A. Clark. 1989. Conservation of tropical rain forest birds: a case study from Costa Rica. *American birds* 43:420-428.
- Stiles, F.G., A.F. Skutch y D. Gardner. 1989. A guide to the birds of Costa Rica. Cornell University Press, Ithaca, New York, EEUU. 511 pp.
- Villar Anléu, L. Biotopo del Quetzal "Mario Dary Rivera". Manuscrito sin publicar.
- Wheelwright, N.T. 1983. Fruits and the ecology of Resplendent Quetzals. *The Auk* 100:286-301.
- Wheelwright, N.T. 1985. Fruit size, gape width, and the diets of fruit-eating birds. *Ecology* 66(3):808-818.
- Wheelwright, N.T. 1986. A seven-year study of individual variation in fruit production in tropical bird-dispersed tree species in the family Lauraceae *en* A. Estrada y T.H. Fleming (Eds.): *Frugivores and seed dispersal*. Dr. W. Junk Publishers, Dordrecht.
- Wheelwright, N.T, W.A. Haber, K.G. Murray y C. Guindon. 1984. Tropical fruit-eating birds and their food plants: A survey of a Costa Rican Lower Montane Forest. *Biotopica* 16(3):173-192.

AGRADECIMIENTOS

Muchas personas colaboraron e hicieron posible el desarrollo de este proyecto. La lista es grande pero deseo agradecer principalmente:

- a Juan Carlos Méndez, Lílían Méndez y Sergio Albizúrez, asistentes de campo del estudio, que se entregaron de lleno a la tarea de “seguir a los quetzalitos por donde se les ocurriera llevarnos”. Con el tiempo se han vuelto mucho más que sólo compañeros de trabajo, y orgullosamente puedo decir que son mis amigos, con quienes compartí las alegrías, tristezas y preocupaciones, pero sobretodo los éxitos de este proyecto.....muchísimas gracias !!!!!
- a la Fundación Defensores de la Naturaleza, por creer en este proyecto. Un agradecimiento especial a Oscar Núñez por haber aguantado mis “altos y bajos” y haberme apoyado todo el tiempo. También deseo agradecer al personal administrativo que facilitó las operaciones en el campo, especialmente a Velia Moreira.
- a George Powell, por creer en mí desde el inicio y haber compartido conmigo sus experiencias y conocimientos. Personas como él son las que hacen la diferencia en este mundo para lograr la conservación. Gracias por tu ejemplo!
- a las demás personas que asistieron en el trabajo de campo del proyecto: Israel Alvizúrez, Rudy del Cid y Rolando Oliva principalmente, pero también a Ricardo Pérez y Jaime Méndez en Albores; a Pedro Antonio Cahuec, Filiberto Herrera, José Caal, Matías, Abundio López y Demétrio Dubón, guardarecursos y Ernesto Tot, supervisor de guardarecursos del Biotopo del Quetzal; a Annelisse Castillo, quien ayudó en el trabajo con los quetzales del Biotopo del Quetzal y con el ingreso de datos en las bases de datos; a los demás guardarecursos y personal de Defensores de la Naturaleza que apoyaron nuestro trabajo cuando las migraciones de los quetzales nos llevaron a su sector o distrito.
- al resto del equipo internacional que apoyó principalmente en la época de captura de los quetzales: Robin Bjork, María de Lourdes Avila e Ismael Gálvez.
- a The Nature Conservancy y RARE Center for Tropical Conservation quienes financiaron este proyecto.

- a los dos pilotos aéreos Guillermo Rivera y Ronald Orozco (de LightHawk) quienes ayudaron con los sobrevuelos sobre la Sierra en busca de quetzales.
- a Mario Véliz, curador y responsable del Herbario BIGUA de la Universidad San Carlos de Guatemala quien realizó las determinaciones de las plantas utilizadas por el quetzal; Juan José Castillo del Herbario AGUAT también contribuyó con algunas determinaciones.
- a todas las personas alrededor de la Sierra de las Minas que nos acogieron amablemente durante nuestras “expediciones en busca de los quetzales”, principalmente en las comunidades de Caquihá 1 y 2, Agua Sucia, Santiaguilá, San Lucas, Chilascó y Vega Larga y en las fincas Santa Luisa, Villa Linda, Carnak, El Infiernillo, La Providencia y Corozal; la lista de personas es muy larga, pero pueden estar seguros que aunque nos los mencione a todos, los tengo en mente.
- a la familia Méndez del Cid, por haber sido “mi familia en la montaña”, y haber compartido conmigo el calor de su hogar.
- a Juan Skinner, por haber impulsado a que este proyecto saliera a luz, pero también porque me ayudó a descubrir las maravillas del bosque nuboso !!!
- a mis amigos en Defensores de la Naturaleza, con quien compartí muy buenos momentos y muchas experiencias enriquecedoras en el trabajo por la conservación y el desarrollo sostenible.
- a mis profesores de la Universidad del Valle de Guatemala, por los conocimientos que me transmitieron.
- a finalmente mi familia, porque siempre ha creído en mí y me ha apoyado en cada reto nuevo de mi vida.

APENDICE

A. Abreviaturas utilizadas

Abreviatura	Significado
°C	grados centígrados
Has	hectáreas
km	kilómetro(s)
km ²	kilómetro(s) cuadrado(s)
LBV	Landesbund für Vogelschutz
MHz	megahertz
mm	milímetros (de lluvia)
msnm	metros sobre el nivel del mar

B. Glosario de las especies vegetales mencionadas

Nombre científico	Nombre común a nivel de especie	Nombre común a nivel de familia y género
Descripción de hábitat		
General		
fam. Lauraceae		aguacatillo, lauracea
fam. Cyatheaceae y Diksoniaceae		chipe, helecho arborescente
fam. Palmae		palmas
fam. Rubiaceae		rubiceae
fam. Fabaceae; género <i>Quercus</i>		encino
fam. Pinaceae; género <i>Pinus</i>		pino
fam. Palmae; género <i>Chamaedorea</i>		pamaca, chicuilote
fam. Moraceae; género <i>Ficus</i>		amate
fam. Podocarpaceae; género <i>Podocarpus</i>		podocarpus
fam. Musaceae; género <i>Heliconia</i>		platanillo
fam. Actinidiaceae; género <i>Saurauia</i>		mielero
fam. Moreaceae; género <i>Cecopia</i>		guarumo
<i>Liquidambar styraciflua</i>	liquidambar, bálsamo	
La Cabaña, Sierra de las Minas		
<i>Quercus sapotaefolia</i>	encino	
<i>Persea vesticula</i>	aguacatillo, lauracea	
<i>Phoebe bourgeauviana</i>	aguacatillo, lauracea	
<i>Pinus ayacahuite</i>	pino	
<i>Pinus pseudostrobus</i>	pino	
<i>Chusquea</i> sp.	caña brava	
<i>Abies guatemalensis</i>	pinabete	
<i>Taxus globosa</i>	taxus	
Biotopo del Quetzal, Sierra de Chuacús		
<i>Podocarpus oleifolius</i>	podocarpus	
<i>Alfaroa costaricensis</i>	guayabillo de montaña	
<i>Engelhartia</i> sp.	nogal	
<i>Billiae hipocastanum</i>		
<i>Magnolia guatemalensis</i>	magnolia	
<i>Brunellia</i> sp.		
<i>Lysiloma bahamensis</i>	palo blanco	

<i>Brosimum costaricanum</i>	ujuxte
<i>Quercus purulhana</i>	encino

Alimento utilizado en sitios de anidación

La Cabaña, Sierra de las Minas

<i>Ocotea eucuneata</i>	aguacatillo, lauracea
<i>Phoebe sabanarum</i>	aguacatillo, lauracea
<i>Ocotea verapazensis</i>	aguacatillo, lauracea
<i>Cornus disciflora</i>	siete camisas
<i>Symplocos hartwegii</i>	jocotillo
<i>Symplocos culmicola</i>	manzanillo
<i>Symplocos vatteri</i>	jocotillo
<i>Prunus brachybotrya</i>	zapotillo
<i>Styrax argenteus</i>	
<i>Rhamnus discolor</i>	palo amarillo
<i>Rhamnus</i> sp.	
<i>Rubus</i> sp.	mora

Biotopo del Quetzal, Sierra de Chuacús

<i>Persea donnell-smithii</i>	aguacatillo, lauracea
<i>Ocotea verapazensis</i>	aguacatillo, lauracea
<i>Zanthoxylum procerum</i>	pata de chunto
<i>Cornus disciflora</i>	siete camisas
<i>Cecropia silvicola</i>	guarumo
<i>Parathesis leptopa</i>	guatitún
<i>Rhamnus discolor</i>	palo amarillo
<i>Parathesis</i> sp.	capulín
<i>Clusia</i> sp.	
<i>Ficus</i> sp.	amate, matapalo
<i>Lycianthes chiapensis</i>	bejuco de chile

Alimento utilizado en migración

Pito Real

	aguacatillo, lauracea
	zapotillo, cacahuete
	limpia-dientes
	guayabillo
	tamborillo

Caquihá

Prunus sp.

malacatillo

ixté

chacalté

tolax

Vega Larga

Ocotea chiapensis

aguacatillo, lauracea

El Carmen

Cornus disciflora

aguacatillo, lauracea

Clethrasp.

siete camisas

zapotillo

Uyús

Ocotea eucuneata

aguacatillo, lauracea

Huijó

aguacatillo, lauracea

Cañital

nance

lauracea de fruto

pequeño

mielero

Saurauiasp.

Jones

Nectandra sp.

aguacatillo, lauracea

Ficus sp.

amate pequeño

Ficus sp.

chilamate

tontol

Pouteria sp.

zapullul montés

Cecropia sp.

guarumo

Portezelo-Pantín

aguacatillo, lauracea

Turpinia paniculata

Ficus sp.

amate

Parathesis leptopa

guatitún

Rhamnus discolor

palo amarillo

Guaxac

Cornus disciflora

siete camisas

Clusia sp.

3. Formato de fenología

ARBOL	FECHA	HOJAS	FLORES	FRUTOS		
				TIERNOS	VERDES	MADUROS
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						

N: No hay
P: Pocos

R: Regular
M: Muchos

Estimar con % de cobertura
para todo el árbol.

D. Muestra de la base de datos de los árboles de alimentación

No. de á	Sendero	ts. en sende	Nb. comun	Genero	Epiteto	Altitud	Fecha loc	Libreta loc	Pagina libret
1	MC	685	Aguacatillo	Ocotea	eucuneata	2470	10-May-93	GP	----
2	MC	685	Aguacatillo	Ocotea	eucuneata	2480	1-Jun-93	JC-1	60
3	QUET	689	Aguacatillo	Ocotea	eucuneata	2238	15-Jun-93	JC-1	66
4	VL	1595	Aguacatillo	Ocotea	eucuneata	2210	23-Jun-93	JC-1	
5	CB	0	Aguacatillo	Ocotea	eucuneata	2530	18-Jul-93	LILI	94
6	CB	80	Aguacatillo	Ocotea	eucuneata	2540	19-Jul-93	MC-1	117
7	AGUA	225	Aguacatillo	Ocotea	eucuneata	2495	23-Jul-93	MC-1	120
8	POW	118	Aguacatillo	Ocotea	eucuneata	2195	25-Jul-93	MC-1	130
9	VL	2150	Aguacatillo	Ocotea	eucuneata	2200	27-Jul-93	LILI	37
10	QUET	682	Aguacatillo	Ocotea	eucuneata	2275	25-Jul-93	MC-1	126
11	CAB	1636	Zapullul	Prunus	brachybotri	2405	30-Jul-93	D.CAR	----
12	CB	50	Aguacatillo	Ocotea	eucuneata	2540	6-Aug-93	JC-1	88
13	CB	150	Aguacatillo	Ocotea	eucuneata	2520	6-Aug-93	JC-1	88
14	CB	138	Aguacatillo	Ocotea	eucuneata	2525	16-Aug-93	MC-2	10
15	CUE	661	Aguacatillo	Ocotea	eucuneata	2462	9-Aug-93	JC-1	92
16	NUE	162	Aguacatillo	Ocotea	eucuneata	2238	15-Aug-93	MC-2	4
17	NUE	79	Aguacatillo	Ocotea	eucuneata	2238	5-Aug-93	GR-1	19
18	NUE	75	Aguacatillo	Ocotea	eucuneata	2232	19-Aug-93	GR-1	27
19	QUET		Aguacatillo	Ocotea	eucuneata				
20	VL	2218	Aguacatillo	Ocotea	eucuneata	2270-60		TONO	
21	NUE	525	Aguacatillo	Ocotea	eucuneata	2275	4-Sep-93	GR-1	51
22	CUE	594	Aguacatillo	Ocotea	eucuneata	2482	8-Sep-93	LILI	55
23	21ABR	700	Aguacatillo	Ocotea	eucuneata	2225	9-Sep-93	JC-1	104
24	21ABR	700	Aguacatillo	Ocotea	eucuneata	2230	9-Sep-93	JC-1	104
25	VL	411	Camotillo	Rhamnus	sp.	2410	18-Sep-93	LILI	59
26	VL	75	Aguacatillo	Ocotea	eucuneata	2420	1-Oct-93	JC-1	118
27	VL	75	Aguacatillo	Ocotea	eucuneata	2423	6-Oct-93	LILI	65
28	MAN	156	Manzanillo azul	Symplocos	limoncillo	2385	12-Nov-93	GR-1	81
29	MAN	156	Manzanillo azul	Symplocos	limoncillo	2385	4-Jan-94	GR-2	30
30	VL	2243	Aguacatillo	Ocotea	eucuneata	2270-60			
31	POW	44	Aguacatillo	Ocotea	eucuneata	2270-60			
32	VL	2025	Aguacatillo	Ocotea	eucuneata	2270-60	31-Jul-93	GR-1	17

No. de á	Fecha descr.	ibreta descri	Pagina libret	Altura (m)	PAP (m)	No. fústes	No. troncos	DAP (m)	Fecha de colect	Fecha de colec	Colector
1	15-Jul-93	MC-1	111	25	4.26	2	4	1.356	15-Jul-93		
2	15-Jul-93	MC-1	110	21	4.85	1	5	1.5438	15-Jul-93	4-Apr-94	Ser/Rol
3	30-Jul-93	MC-1	151	32	7.73	1	2	2.4605		11-Feb-94	Isra/Jaime
4	29-Jul-93	MC-1	133	27	8.46	1	2	2.6929			
5	19-Jul-93	MC-1	116	20	4.02	1	3	1.2796	20-Jul-93	5-Feb-94	Rol/Jaime
6	27-Jul-93	MC-1	132	20	6.05	1	6	1.9258	23-Jul-93	1-Feb-94	Ser/Rol
7	2-Aug-93	MC-1	140	20	2.5	1	2	0.7958	25-Jul-93	31-Jan-94	Rol/Jaime
8	29-Jul-93	MC-1	135	28	2.55	1	3	0.8117			
9	29-Jul-93	MC-1	146	28	4.63	1	4	1.4738			
10	30-Jul-93	MC-1	150	24	7.54	1	3	2.4001			
11	20-Aug-93	MC-2	14	20	1	1	1	0.3183	15-Aug-93		
12	16-Aug-93	MC-2	7	22	4.21	1	7	1.3401	16-Aug-93	28-Feb-94	Rol/Jaime
13	16-Aug-93	MC-2	8	23	6.71	3	9	2.1359	20-Aug-93		
14	20-Aug-93	MC-2	12	19	3.21	1	6	1.0218	20-Aug-93	18-Feb-94	JC/Rol
15	20-Aug-93	MC-2	13	18	1.7	1	1	0.5411	20-Aug-93		
16	21-Aug-93	MC-2	15	37	5.62	1	3	1.7889			
17	21-Aug-93	MC-2	17	28	4.09	1	7	1.3019			
18	21-Aug-93	MC-2	16	30	2.62	1	1	0.834	19-Aug-93		
19								0			
20	6-Sep-93	MC-2	25		5.18	1	2	1.6488			
21	9-Sep-93	JC-1	121		2			0.6366			
22	6-Oct-93	MC-2	39	22	3.73	1	6	1.1873		6-Feb-94	Rol/Ser
23	5-Oct-93	MC-2	36	23	7.96	2	3	2.5337			
24	5-Oct-93	MC-2	37	25	6.36	1	1	2.0245			
25	11-Oct-93	MC-2	53	16	1.72	2	2	0.5475			
26	10-Oct-93	MC-2	51	20	4.7	1	2	1.4961		9-Mar-94	Rol/Lili
27	10-Oct-93	MC-2	52	15	1.1	1	1	0.3501		11-Feb-94	Israel/Jaim
28	26-Mar-94	MC-2	142	12	0.86	1	1	0.2737	26-Mar-94		Rolando
29	26-Mar-94	MC-2	142	12	0.75	1	1	0.2387	29-Mar-94		Rolando
30	6-Sep-93	MC-2	25		7.8	1	11	2.4828			
31	6-Sep-93	MC-2	25		10.65	1	1	3.39			
32	6-Sep-93	MC-2	25		5.66	1	2	1.8016			