



CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA

ESCUELA DE POSGRADO

**Identificación y caracterización de cruces de fauna silvestre en la sección de la ampliación de la carretera nacional Ruta 32, Limón, Costa Rica**

**Presentado por:**

Adolfo Artavia

Trabajo de Graduación sometido a consideración de la Escuela de Posgrado como requisito para optar por el grado de:

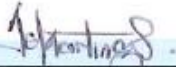
*Máster en Práctica de la Conservación de la Biodiversidad*

Turrialba, Costa Rica, 2015


Este trabajo de graduación ha sido aceptado en su presente forma por la División de Educación y el Programa de Posgrado del CATIE y aprobado por el Comité Asesor del estudiante , como requisito para optar por el grado de

**Máster en Práctica de Conservación de la Biodiversidad**

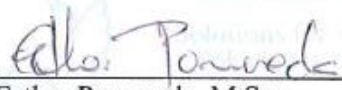
**FIRMANTES:**



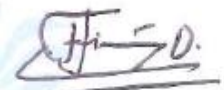
Alejandra Martínez, M.Sc.  
**Codirectora del Trabajo de Graduación**



Mildred Jiménez, M.Sc.  
**Codirectora del Trabajo de Graduación**



Esther Pomareda, M.Sc.  
**Miembro Comité Asesor**



Francisco Jiménez, Dr. Sc.  
**Decano del Programa de Posgrado**



Adolfo Artavia Rodríguez  
**Candidato**

## **AGRADECIMIENTOS**

A todas las personas que formaron parte en diferentes formas de estos dos años de Maestría: muchas gracias!

No podré nombrar a todos pero si llegan a leer esto, creo que van a saber quiénes son.

Le agradezco la confianza al Programa Académico de Práctica del Desarrollo (PAPD) del CATIE y al Servicio de Pesca y Vida Silvestre de Estados Unidos en confiar en mí para el otorgamiento de la beca y así tener el honor de ser parte de la primera generación de la Maestría en Práctica para la Conservación de la Biodiversidad.

En general muchas gracias al apoyo de mi familia, compañeras y compañeros de CATIE y amigos por su colaboración en estos dos años.

En cuanto a este Trabajo Final de Graduación, muchas gracias a las siguientes entidades por haber hecho posible esto que espero que sea un aporte para la conservación de la fauna en el Caribe de Costa Rica: Ministerio de Ciencia, Tecnología y Telecomunicaciones (MICITT), Consejo Nacional para Investigaciones Científicas y Tecnológicas (CONICIT), Reserva Notal, Chiquita (COBAL S.A), Centro de Rescate Las Pumas, Panthera Costa Rica, La Casa del Piloto y Ferretería Brenes. Por supuesto a mi Comité Asesor y al Comité Científico de la Comisión Vías y Vida Silvestre (CC-CVVS) y sus integrantes por su apoyo en todo sentido.

Finalmente una mención especial a todas las personas que colaboraron conmigo en este arduo trabajo: en el campo tomando datos, identificando especies, construyendo los mapas, interpretando los resultados, etc.

# CONTENIDO

## Contenido

ÍNDICE DE CUADROS .....	VIII
ÍNDICE DE FIGURAS .....	XIII
LISTADO DE SIGLAS Y ACRÓNIMOS .....	XIX
1. INTRODUCCIÓN .....	1
1.1 Impacto de carreteras en fauna silvestre en Costa Rica .....	2
1.2 Comité Científico-Comisión Vías y Vida Silvestre .....	4
1.3 Caso de la Carretera Nacional Ruta 32 .....	5
1.3.1 La Ruta 32 y sus implicaciones para la conectividad de especies .....	10
1.3.2 Volumen vehicular en la Ruta 32 .....	12
1.3.3. Velocidad vehicular en la Ruta 32 .....	13
1.4. Investigaciones de fauna en carretera en Costa Rica .....	14
Esfuerzo de muestreo .....	15
2. OBJETIVOS .....	17
2.1 Objetivo general del trabajo .....	17
2.2 Objetivos específicos .....	17
3. METODOLOGÍA .....	18
3.1 Recorridos de observación directa .....	18
3.1.1 Fauna de interés .....	18
3.1.2 Extensión del estudio .....	19
3.1.3 Distancia .....	19
3.1.4 Frecuencia .....	19
3.1.5 Horario de los recorridos .....	20
3.1.6 Observadores .....	21
3.1.7 Velocidad .....	21
3.1.8 Tipo de registro .....	22
3.1.9 Fotografía .....	22
3.1.10 Georreferenciación .....	22
3.1.10 Topografía .....	22
3.1.11 Curvatura .....	23



3.1.12	Uso del suelo .....	24
3.1.13	Factor lluvia.....	24
3.2	Otras fuentes de información.....	24
3.2.1	Parcelas .....	24
3.2.2	Reportes independientes .....	25
3.2.3	Entrevistas semi-estructuradas .....	25
3.2.4	Cámaras trampa .....	25
3.2.5	Registros históricos.....	26
3.2.6	Aplicación telefónica <i>iNaturalist</i> .....	26
3.2.7	Reportes cercanos a la sección de la carretera estudiada .....	26
3.2.8	Reportes con información incompleta .....	26
3.3	Mapas calientes de cruces de fauna silvestre .....	26
4.	RESULTADOS.....	30
4.1	Registros de fauna silvestre.....	30
4.1.1	Resultados de los recorridos y parcelas .....	30
4.1.1.1	Grupo Taxonómico Anfibios.....	34
4.1.1.2	Grupo Taxonómico Mamíferos .....	38
4.1.1.3	Grupo Taxonómico Reptiles .....	43
4.1.1.4	Grupo Taxonómico Aves .....	47
4.1.1.5	Grupo Taxonómico Aves .....	47
4.1.2	Similitudes con investigaciones en Costa Rica .....	49
4.1.2.1	Anfibios .....	54
4.1.2.2	Mamíferos.....	55
4.1.2.3	Reptiles .....	57
4.1.2.4	Aves.....	59
4.1.2	Reportes Independientes .....	60
4.1.2.1	Grupo Taxonómico Mamíferos.....	61
4.1.2.2	Grupo Taxonómico Anfibios .....	64
4.1.2.3	Grupo Taxonómico Reptiles .....	65
4.1.2.4	Grupo Taxonómico Aves .....	65
4.1.3	Entrevistas semi-estructuradas .....	66
4.1.3.1	Grupo Taxonómico Mamíferos.....	68
4.1.3.2	Grupo Taxonómico Reptiles .....	70

4.1.3.3. Grupo Taxonómico Aves .....	71
4.1.4. Cámaras trampa.....	71
4.1.5. Reportes históricos .....	72
4.1.6. Aplicación telefónica iNaturalist.....	73
4.1.7. Reportes de fauna silvestre cercanos a la zona de estudio.....	74
4.1.8. Reportes con información incompleta.....	77
4.2. ....	78
Determinación de cruces de fauna silvestre.....	78
4.2.1 Mapas calientes de cruce de fauna silvestre .....	79
4.2.1.1 Mapa de Calor General .....	80
4.2.1.1.1. Punto Caliente General N° 1 .....	81
4.2.1.1.2. Punto Caliente General N° 2 .....	84
4.2.1.2. Mapa de Calor de Mamíferos Terrestres.....	87
4.2.1.2.1. Punto Caliente de Mamíferos Terrestres N° 1 .....	88
4.2.1.2.2. Punto Caliente de Mamíferos Terrestres N° 2 .....	91
4.2.1.2.3. Punto Caliente de Mamíferos N° 3.....	94
4.2.1.2.4. Punto Semi-caliente de Mamíferos Terrestres N° 1 .....	96
4.2.1.2.5. Punto Semi-caliente de Mamíferos Terrestres N° 2.....	99
4.2.1.2.6. Punto Semi-caliente de Mamíferos Terrestres N° 3 .....	102
4.2.1.2.7. Punto Semi-caliente de Mamíferos Terrestres N° 4.....	104
4.2.1.2.8. Sección Propuesta para Mamíferos Terrestres N° 1 .....	107
4.2.1.3. Mapa de Calor de Mamíferos Arborícolas .....	113
4.2.1.3.1 Punto Caliente de Mamíferos Arborícolas.....	114
4.2.1.3.2. Punto Semi-caliente de Mamíferos Arborícolas N° 1 .....	117
4.2.1.3.3. Punto Semi-caliente de Mamíferos Arborícolas N° 2 .....	119
4.2.1.3.4. Sección Propuesta para Mamíferos Arborícolas N° 1 .....	122
4.2.1.3.5. Sección Propuesta para Mamíferos Arborícolas N° 2.....	124
4.2.1.4. Mapa de Calor de Mamíferos Voladores .....	127
4.2.1.4.1. Punto Caliente para Mamíferos Voladores .....	128
4.2.1.6. Mapa de Calor de Anfibios .....	131
4.2.1.6.1. Punto Caliente de Anfibios N° 1 .....	131
4.2.1.6.2. Punto Caliente de Anfibios N° 2 .....	134

4.2.1.6.3. Punto Semi-caliente para Anfibios N° 1 .....	137
4.2.1.6.4. Punto Semi-caliente para Anfibios N° 2 .....	140
4.2.1.6.5. Punto Semi-caliente para Anfibios N° 3 .....	144
4.2.1.6. Mapa de Calor de Reptiles.....	147
4.2.1.6.1. Punto Caliente de Reptiles .....	148
4.2.1.7. Mapa de Calor de Aves .....	151
4.2.1.7.1. Punto Caliente para Aves N° 1 .....	152
4.2.1.7.2. Punto Caliente para Aves N° 2 .....	154
4.2.1.7.3. Punto Caliente para Aves N° 3 .....	157
4.2.1.7.4. Punto Caliente para Aves N° 4 .....	159
4.2.1.7.5. Punto Caliente para Aves N° 5 .....	161
4.3. Registros de fauna silvestres según topografía de la carretera .....	164
4.4. Registros de fauna silvestre según curvatura de la carretera.....	165
4.5. Registros de fauna silvestre según el uso del suelo adyacente a la carretera .....	166
5. ANÁLISIS DE LA EXPERIENCIA, DE LOS ALCANCES Y LIMITACIONES DE LOS RESULTADOS .....	167
5.1 Utilización de los resultados por parte la organización solicitante.....	169
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES GENERALES .....	170
6.1 Conclusiones sobre mortalidad de fauna en carretera.....	170
6.2 Conclusiones sobre determinación de cruces de fauna silvestre .....	171
6.3 Recomendaciones .....	172
7. LECCIONES APRENDIDAS .....	173
7.1 Consideración final .....	174
8. BIBLIOGRAFÍA .....	175
9. ANEXOS .....	181

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Resumen de investigaciones sobre fauna silvestre en carreteras de Costa Rica. ....	14
Cuadro 2. Estudios sobre fauna silvestre que actualmente se están llevando a cabo en carreteras de Costa Rica. ....	15
Cuadro 3. Rango de porcentaje y colores para los registros de fauna silvestres definidos para los mapas de calor. ....	27
Cuadro 4. Cantidad de giras, recorridos y kilometraje realizado durante la investigación de fauna silvestre en la sección de la ampliación de la Ruta 32. ....	30
Cuadro 5. Cantidad de atropellos, avistamientos y rastros de fauna silvestre durante los ocho meses de estudio de la sección de la ampliación de la Ruta 32. ....	31
Cuadro 6. Promedio mensual de registros de fauna silvestre en la sección de la ampliación de la Ruta 32. ....	33
Cuadro 7. Cantidad de anfibios registrados durante los recorridos y parcelas en la sección de la ampliación de la Ruta 32. ....	34
Cuadro 8. Lista completa de anfibios registrados durante los ocho meses de estudio de la sección de la ampliación de la Ruta 32. ....	36
Cuadro 9. Cantidad de mamíferos registrados durante los recorridos y parcelas en la sección de la ampliación de la Ruta 32. ....	38
Cuadro 10. Lista completa de mamíferos registrados durante los ocho meses de estudio de la sección de la ampliación de la Ruta 32. ....	39
Cuadro 11. Cantidad de mamíferos registrados durante los recorridos (recorridos y parcelas) en la sección de la ampliación de la Ruta 32. ....	43
Cuadro 12. Lista completa de reptiles registrados durante los ocho meses de estudio de la sección de la ampliación de la Ruta 32. ....	44
Cuadro 13. Cantidad de aves registradas durante los recorridos y parcelas en la sección de la ampliación de la Ruta 32. ....	47
Cuadro 14. Lista completa de aves registradas durante los ocho meses de estudio de la sección de la ampliación de la Ruta 32. ....	48
Cuadro 15. Principales resultados de investigaciones realizadas en Costa Rica sobre fauna silvestre en carreteras. ....	49
Cuadro 16. Resumen de las principales especies de fauna silvestre reportadas en investigaciones realizadas en carreteras de Costa Rica. ....	52
Cuadro 17. Distribución de reportes independientes de fauna silvestre atropellada en el sector de la ampliación de la Ruta 32. ....	60
Cuadro 18. Cantidad y porcentaje de reportes independientes de fauna silvestre atropellada en la sección de la ampliación de la Ruta 32. ....	60
Cuadro 19. Lista completa de reportes independientes de mamíferos en la sección de la ampliación de la Ruta 32. ....	63
Cuadro 20. Lista completa de reportes independientes de anfibios en la sección de la ampliación de la Ruta 32. ....	64

Cuadro 21. Lista completa de reportes independientes de reptiles en la sección de la ampliación de la Ruta 32. ....	65
Cuadro 22. Lista completa de especies de mamíferos reportados por las entrevistas en la sección de la ampliación de la Ruta 32. ....	68
Cuadro 23. Lista completa de especies de mamíferos reportados por las entrevistas sobre la sección de la ampliación de la Ruta 32. ....	70
Cuadro 24. Lista completa de especies de aves reportadas por las entrevistas sobre la sección de la ampliación de la Ruta 32. ....	71
Cuadro 25. Especies y cantidad de animales silvestres capturados en las cámaras trampa. ....	71
Cuadro 26. Registros de animales silvestres en la base de datos del CC-CVVS en la Ruta 32 fuera de la sección estudiada. ....	74
Cuadro 27. Uso de suelo al lado norte de la sección de la ampliación de la Ruta 32. ....	78
Cuadro 28. Uso de suelo al lado sur de la sección de la ampliación de la Ruta 32. ....	78
Cuadro 29. Uso de suelo a ambos lados de la sección de la ampliación de la Ruta 32. ....	79
Cuadro 30. Composición de especies de los cuatro grupos taxonómicos dentro del Punto Caliente General N° 1. ....	82
Cuadro 31. Uso de suelo dentro de los <i>buffers</i> del Punto Caliente General N°1. ....	82
Cuadro 32. Cercanía de cursos de agua, poblados y caminos al Punto Caliente General N°1. ....	83
Cuadro 33. Cercanía de cursos de agua, poblados y caminos al Punto Caliente General N°2. ....	85
Cuadro 34. Uso de suelo dentro de los <i>buffer</i> del Punto Caliente General N°2. ....	85
Cuadro 35. Cercanía de cursos de agua, poblados y caminos al Punto Caliente General N°2. ....	86
Cuadro 36. Composición de especies de mamíferos terrestres en el Punto Caliente N°1 en la sección de la ampliación de la Ruta 32. ....	89
Cuadro 37. Composición de especies de otro tipo dentro del Punto Caliente de Mamíferos Terrestres N°1. ....	89
Cuadro 38. Uso de suelo dentro de los <i>buffer</i> del Punto Caliente de Mamíferos Terrestres N°1. ....	90
Cuadro 39. Cercanía de cuerpos de agua, poblados y caminos al Punto Caliente de Mamíferos Terrestres N°1. ....	90
Cuadro 40. Composición de especies de mamíferos terrestres en el Punto Caliente N°2 en la sección de la ampliación de la Ruta 32. ....	92
Cuadro 41. Uso de suelo dentro de los <i>buffers</i> del Punto Caliente de Mamíferos Terrestres N°2. ....	93
Cuadro 42. Cercanía de cuerpos de agua, poblados y caminos al Punto Caliente de Mamíferos Terrestres N°2. ....	93
Cuadro 43. Composición de especies en el Punto Caliente de Mamíferos Terrestres N° 3. ....	94
Cuadro 44. Otras especies de fauna silvestre dentro del Punto Caliente Mamíferos Terrestres N° 3. ....	95
Cuadro 45. Uso de suelo dentro de los <i>buffers</i> del Punto Caliente de Mamíferos Terrestres N°3. ....	95
Cuadro 46. Cercanía de cuerpos de agua, poblados y caminos al Punto Caliente de Mamíferos Terrestres N°3. ....	95

Cuadro 47. Composición de especies de mamíferos terrestres dentro del Punto Semi-caliente N° 1. ....	97
Cuadro 48. Otras especies de fauna silvestre dentro del Punto Semi-caliente de Mamíferos Terrestres N° 1.....	97
Cuadro 49. Uso de suelo Punto Semi-caliente de Mamíferos Terrestres N° 1.....	98
Cuadro 50. Cercanía a cursos de agua, poblados y caminos al Punto Semi-caliente de Mamíferos Terrestres N° 1.....	98
Cuadro 51. Composición de especies de mamíferos terrestres dentro del Punto Semi-caliente de Mamíferos Terrestres N° 2.....	100
Cuadro 52. Uso de suelo Punto Semi-caliente de Mamíferos Terrestres N° 2.....	100
Cuadro 53. Cercanía a cursos de agua, poblados y caminos al Punto Semi-caliente de Mamíferos Terrestres N° 2.....	101
Cuadro 54. Composición de especies de mamíferos terrestres dentro del Punto Semi-caliente N° 3. ....	103
Cuadro 55. Otras especies de fauna silvestre dentro del Punto Semi-caliente de Mamíferos Terrestres N° 3.....	103
Cuadro 56. Uso de suelo en el Punto Semi-caliente de Mamíferos Terrestres N° 3. ....	103
Cuadro 57. Cercanía a cursos de agua, poblados y caminos al Punto Semi-caliente de Mamíferos Terrestres N° 3.....	104
Cuadro 58. Composición de especies de mamíferos terrestres dentro del Punto Semi-caliente N° 4. ....	105
Cuadro 59. Uso de suelo Punto Semi-caliente de Mamíferos Terrestres N° 4.....	106
Cuadro 60. Cercanía a cursos de agua, poblados y caminos al Punto Semi-caliente de Mamíferos Terrestres N° 4.....	106
Cuadro 61. Composición de especies de mamíferos terrestres en la Sección Propuesta N° 1. ....	109
Cuadro 62. Otras especies de fauna silvestre dentro de la Sección Propuesta para Mamíferos Terrestres N° 1.....	109
Cuadro 63. Composición de especies de mamíferos terrestres dentro de la Sección Propuesta N° 2. ....	111
Cuadro 64. Otras especies de fauna silvestre dentro de la Sección Propuesta para Mamíferos Terrestres N° 2.....	112
Cuadro 65. Composición de especies de mamíferos arborícolas dentro del en el Punto Caliente N° 1. ....	114
Cuadro 66. Cercanía de cursos de agua, poblados y caminos al Punto Caliente de Mamíferos Arborícolas. ....	115
Cuadro 67. Composición de especies en el Punto Semi-caliente de Mamíferos Arborícolas N° 1. ....	117
Cuadro 68. Otras especies de fauna silvestre dentro Punto Semi-caliente de Mamíferos Arborícolas N° 1.....	118
Cuadro 69. Uso de suelo Punto Semi-caliente de Mamíferos Arborícolas N° 1.....	118

Cuadro 70. Cercanía a cursos de agua, poblados y caminos al Punto Semi-caliente de Mamíferos Arborícolas N° 1. ....	118
Cuadro 71. Composición de especies de mamíferos arborícolas dentro del Punto Semi-caliente N° 2. ....	120
Cuadro 72. Cercanía a cursos de agua, poblados y caminos del Punto Semi-caliente de Mamíferos Arborícolas N° 2. ....	121
Cuadro 73. Composición de especies en la Sección Propuesta para Mamíferos Arborícolas N° 1.....	123
Cuadro 74. Otras especies de fauna silvestre dentro de la Sección Propuesta para Mamíferos Arborícolas N° 2. ....	123
Cuadro 75. Composición de especies de mamíferos arborícolas en la Sección Propuesta N° 2. ....	125
Cuadro 76. Otras especies de fauna silvestre dentro de la Sección Propuesta para Mamíferos Arborícolas N° 2. ....	126
Cuadro 77. Composición de especies de mamíferos voladores en el Punto Caliente. ....	128
Cuadro 78. Otras especies de fauna silvestre dentro del Punto Caliente de Mamíferos Voladores. ....	129
Cuadro 79. Uso de suelo en el Punto Caliente de Mamíferos Voladores.....	129
Cuadro 80. Cercanía a cursos de agua, poblados y caminos al Punto Caliente de Mamíferos Voladores.....	130
Cuadro 81. Composición de especies de anfibios en el Punto Caliente N°1.....	132
Cuadro 82. Uso del suelo Punto Caliente de Anfibios N° 1.....	133
Cuadro 83. Cercanía a cursos de agua, poblados y caminos al Punto Caliente de Anfibios N° 1. ....	133
Cuadro 84. Composición de especies de anfibios en el Punto Caliente N°2.....	135
Cuadro 85. Otras especies de fauna silvestre dentro del Punto Caliente de Anfibios N° 2. ..	135
Cuadro 86. Uso de suelo Punto Caliente de Anfibios N° 2. ....	136
Cuadro 87. Cercanía a cursos de agua, poblados y caminos al Punto Caliente de Anfibios N° 2. ....	136
Cuadro 88. Composición de especies de anfibios en el Punto Semi-caliente N° 1. ....	138
Cuadro 89. Otras especies de fauna silvestre dentro del Punto Semi-caliente de Anfibios N° 1. ....	139
Cuadro 90. Uso de suelo Punto Semi-caliente de Anfibios N° 1.....	139
Cuadro 91. Cercanía a cursos de agua, poblados y caminos al Punto Semi-caliente de Anfibios N° 1. ....	139
Cuadro 92. Composición de especies de anfibios en el Punto Semi-caliente N° 2. ....	141
Cuadro 93. Otras especies de fauna silvestre dentro del Punto Semi-caliente de Anfibios N° 2. ....	142
Cuadro 94. Uso de suelo punto semi-caliente Anfibios N°2. ....	142
Cuadro 95. Cercanía a cursos de agua, poblados y caminos al Punto Semi-caliente de Anfibios N° 2. ....	143

Cuadro 96. Composición de especies de anfibios en el Punto Semi-caliente de Anfibios N° 3	144
Cuadro 97. Otras especies de fauna silvestre dentro del Punto Semi-caliente de Anfibios N° 3.	145
Cuadro 98. Uso de suelo del Punto Semi-caliente Anfibios N° 3.	145
Cuadro 99. Cercanía a cursos de agua, poblados y caminos al Punto Semi-caliente de Anfibios N° 3.	145
Cuadro 100. Composición de especies de anfibios en el Punto Caliente Reptiles N° 1.	148
Cuadro 101. Otras especies de fauna silvestre dentro de la Sección Propuesta para Reptiles N° 1.	149
Cuadro 102. Uso de suelo en el Punto Caliente Reptiles	149
Cuadro 103. Cercanía a cursos de agua, poblados y caminos al Punto Caliente de Reptiles N° 1.	150
Cuadro 104. Composición de especies de aves en el Punto Caliente N° 1.	152
Cuadro 105. Otras especies de fauna silvestre dentro del Punto Caliente para Aves N° 1.	153
Cuadro 106. Uso de suelo del Punto Caliente de Aves N°1.	153
Cuadro 107. Cercanía a cursos de agua, poblados y caminos al Punto Caliente de Aves N° 1.	153
Cuadro 108. Composición de especies de aves en el Punto Caliente N° 2.	155
Cuadro 109. Otras especies de fauna silvestre dentro del Punto Caliente de Aves N° 2.	156
Cuadro 110. Uso del suelo en el Punto Caliente de Aves N°2.	156
Cuadro 111. Cercanía a cursos de agua, poblados y caminos al Punto Caliente de Aves N° 2.	156
Cuadro 112. Uso del suelo en el Punto Caliente de Aves N°3.	158
Cuadro 113. Cercanía a cursos de agua, poblados y caminos al Punto Caliente de Aves N° 3.	159
Cuadro 114. Uso de suelo en el Punto Caliente de Aves N°4.	160
Cuadro 115. Cercanía a cursos de agua, poblados y caminos al Punto Caliente de Aves N° 4.	161
Cuadro 116. Composición de especies de aves en el Punto Caliente N° 5.	162
Cuadro 117. Uso del suelo en el Punto Caliente de Aves N°5.	163
Cuadro 118. Cercanía a cursos de agua, poblados y caminos al Punto Caliente de Aves N° 5.	163



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ejemplos de pasos de fauna superior e inferior. A. Ecoducto de Woeste Hoeve en Holanda. B. Túnel de paso de elefantes en Kenia. ....	2
Figura 2. Ejemplos de animales silvestres atropellados en carreteras de Costa Rica. A. Manigordo ( <i>Leopardus pardalis</i> ). B. Zorra gris ( <i>Urocyon cinereoargenteus</i> ). C. Danta ( <i>Tapirus bairdii</i> ). D. Nutria ( <i>Lontra longicaudis</i> ) .....	3
Figura 3. Ejemplos de medidas para reducir el impacto de carreteras en fauna silvestres A. Paso de fauna subterráneo B. Rótulo en carretera. C. Mono congo usando paso de fauna aéreo. D. Saínos cruzando a través de un paso de fauna subterráneo .....	4
Figura 3. Ejemplos de medidas de mitigación reducir el impacto de carreteras en animales silvestres en Costa Rica. ....	6
Figura 5. Sección típica del anteproyecto de la ampliación de la Ruta 32. ....	6
Figura 6. Encuesta sobre la percepción de la población costarricense acerca de las carreteras que mayor impacto tienen sobre especies en peligro de extinción. ....	7
Figura 7. Ubicación de zonas importantes para la conservación de la fauna silvestre en la sección de la ampliación de la Ruta 32. ....	9
Figura 8. Uso del suelo en la sección de la ampliación de la Ruta 32. ....	11
Figura 9. Porcentaje de volumen de tránsito en la Ruta 32 según tipo de vehículo (registrado por estación automática de Búfalo, Limón). ....	12
Figura 10. Velocidad vehicular (km h <sup>-1</sup> ) según tipo de vehículo en la Ruta 32 (registrado por estación automática de Búfalo, Limón). ....	13
Figura 11. Posición de la carretera con respecto a la línea de vegetación a ambos lados de la vía. ....	23
Figura 12. Variables de curvatura de la carretera para cada registro de fauna silvestre. ....	23
Figura 13. Ejemplo de cómo se crea un mapa de calor utilizando la herramienta Densidad Kernel A. Línea de carretera con puntos de registros de fauna silvestre. B. Colores más cálidos representan los lugares con mayor concentración de puntos. ....	27
Figura 14. Ejemplo de <i>buffers</i> (color rojo) a 100, 500 y 1000 m a la redonda de un punto caliente. ....	28
Figura 15. Porcentaje de especies de cuatro grupos taxonómicos de vertebrados en el estudio de la sección de la ampliación de la Ruta 32. ....	31
Figura 16. Cantidad de registros diurnos y nocturnos de fauna silvestre durante el estudio en la sección de la ampliación de la Ruta 32. ....	31
Figura 17. Ejemplos de avistamientos de fauna silvestre durante recorridos en la sección de la ampliación de la Ruta 32. A. <i>Smilisca baudinii</i> . B. <i>Gymnopsis</i> sp. C. <i>Dendrobates auratus</i> . D. <i>Potos flavus</i> . E. <i>Dendrobates pumilio</i> . F. <i>Leptodactylus savagei</i> . ....	32
Figura 18. Ejemplos de rastros registrados durante recorridos en la sección de la ampliación de la Ruta 32. A. Excreta de perezoso no identificado. B. Rascado de mamífero terrestre no identificado. C. Muda de culebra no identificada. ....	33

Figura 19. Fotos panorámicas de atropellos de perezosos de dos dedos en sitios que carecen de árboles al lado norte de la carretera. A. Sector de Matina. B. Sector del Río Parismina. ....	41
Figura 20. Registro de la boa ( <i>Boa constrictor</i> ) atropellada más grande que se encontró durante los recorridos ubicada en el sector de “La Montañita de Guácimo”.....	46
Figura 21. Boas ( <i>Boa constrictor</i> ) amarradas y atropelladas en la Ruta 32. A. Espécimen de gran tamaño en noviembre 2014. B. Ejemplar muy cerca del Río Costa Rica registrado el 26 de julio de 2014.....	58
Figura 22. Manigordo ( <i>Leopardus pardalis</i> ) atropellado en el sector de “La Montañita de Guácimo” en julio del 2014. A. Animal recién atropellado muy cerca de la carretera. B. Detalle del felino una vez que se retiró de la carretera.....	61
Figura 23. Cantidad de entrevistas realizadas para estudio de fauna silvestre en la sección de la ampliación de la Ruta 32. ....	66
Figura 24. Cantidad de respuestas de las 83 entrevistas válidas para estudio de fauna silvestre en la sección de la ampliación de la Ruta 32. ....	67
Figura 25. Porcentaje de respuestas de entrevistas sobre fauna silvestre en la sección de la ampliación de la Ruta 32 por grupo taxonómico.....	67
Figura 26. Ejemplo de fauna silvestre captada por las cámaras trampa. A. Armadillo ( <i>Dasypus novemcinctus</i> ). B. Mapache ( <i>Procyon lotor</i> ).....	72
Figura 27. Caucel ( <i>Leopardus wiedii</i> ) atropellado en puente del Río Dos Novillos, Pocora. ..	73
Figura 28. Registro de un oso hormiguero atropellado en la Ruta 32 subido a la aplicación telefónica de iNaturalist.....	74
Figura 30. Caucel ( <i>Leopardus wiedii</i> ) atropellado en julio del 2005 en carretera dentro de la Universidad EARTH a 4 km de la Ruta 32. ....	75
Figura 31. Jaguar macho cruzando la Ruta 415 dentro del Subcorredor Biológico Barbilla-Destierro en el 2011. ....	76
Figura 29. Jaguar macho del cual se recibió información no confirmada de ser atropellado en algún sector de la Ruta 32. ....	77
Figura 32. Mapa de Calor General (todos los registros de todos los grupos taxonómicos) en la sección de la ampliación de la Ruta 32. ....	80
Figura 33. Ubicación y uso de suelo en el Punto Caliente General N°1 de cruce de fauna silvestre en la sección de la ampliación de la Ruta 32.....	81
Figura 34. Fotografía panorámica del Punto Caliente General N°1. ....	83
Figura 35. Ubicación y uso de suelo en el Punto Caliente General N°2 en la sección de la ampliación de la Ruta 32. ....	84
Figura 36 Fotografía panorámica del Punto Caliente General N°2. ....	86
Figura 37. Mapa de calor de mamíferos terrestres en la sección de la ampliación de Ruta 32. ....	87
Figura 38. Ubicación y uso de suelo en el Punto Caliente de Mamíferos Terrestres N°1 en la sección de la ampliación de la Ruta 32. ....	88
Figura 39. Fotografía panorámica del Punto Caliente de Mamíferos Terrestres N°1 .....	91
Figura 40. Ubicación y uso de suelo en el Punto Caliente de Mamíferos Terrestres N°2 en la sección de la ampliación de la Ruta 32. ....	92

Figura 41 Fotografía panorámica del Punto Caliente de Mamíferos Terrestres N°2.....	93
Figura 42. Ubicación y uso de suelo en el Punto Caliente de cruce de Mamíferos Terrestres N°3 en la sección de la ampliación de la Ruta 32. ....	94
Figura 43 Fotografía panorámica del Punto Caliente de Mamíferos Terrestres N°3.....	96
Figura 44. Ubicación y uso de suelo en el Punto Semi-caliente de cruce de Mamíferos Terrestres N°1 en la sección de la ampliación de la Ruta 32. ....	97
Figura 45 Fotografía panorámica de Punto Semi-caliente de Mamíferos Terrestres N°1. ....	99
Figura 46. Ubicación y uso de suelo en el Punto Semi-caliente de cruce de Mamíferos Terrestres N°2 en la sección de la ampliación de la Ruta 32. ....	100
Figura 47. Fotografía panorámica del Punto Semi-caliente de Mamíferos Terrestres N°2 ....	102
Figura 48. Ubicación y uso de suelo en el Punto Semi-caliente de Mamíferos Terrestres N°3 en la sección de la ampliación de la Ruta 32.....	102
Figura 49. Fotografía panorámica de Punto Semi-caliente de Mamíferos Terrestres N°3 ....	104
Figura 50. Ubicación y uso de suelo en el Punto Semi-caliente de cruce de Mamíferos Terrestres N°4 en la sección de la ampliación de la Ruta 32. ....	105
Figura 51. Fotografía panorámica de Punto Semi-caliente de Mamíferos Terrestres N° 4. ...	107
Figura 52. Ubicación y uso de suelo de la Sección Propuesta para Mamíferos Terrestres N°1. .....	108
Figura 53. Fotografía panorámica de Sección Propuesta para Mamíferos Terrestres N° 1. ...	110
Figura 54. Ubicación y uso de suelo de la Sección Propuesta de Mamíferos Terrestres N°2. ...	111
Figura 55. Fotografía panorámica de Sección Propuesta para Mamíferos Terrestres N° 2. ...	112
Figura 56. Mapa de calor de Mamíferos Arborícolas en la sección de la ampliación de la Ruta 32.....	113
Figura 57. Ubicación y uso de suelo en el Punto Caliente de Mamíferos Arborícolas. ....	114
Figura 58. Dos individuos de martillas ( <i>Potos flavus</i> ) en árboles adyacentes a la Ruta 32 en el sector del Río Madre. ....	115
Figura 59. Fotografía panorámica del Punto Caliente de Mamíferos Arborícolas. ....	116
Figura 60. Ubicación y uso de suelo en el Punto Semi-caliente de Mamíferos Arborícolas N°1. .....	117
Figura 61. Fotografía panorámica de Punto Semi-caliente de Mamíferos Arborícolas N° 1. ...	119
Figura 62. Ubicación y uso de suelo en el Punto Semi-caliente de Mamíferos Arborícolas N°2 .....	120
Figura 63. Fotografía panorámica de Punto Semi-caliente de Mamíferos Arborícolas N° 2. ...	121
Figura 64. Ubicación y uso de suelo de la Sección Propuesta para Mamíferos Arborícolas N°1. .....	122
Figura 65. Fotografía panorámica de Sección Propuesta para Mamíferos Arborícolas N° 1. ...	124
Figura 66. Ubicación y uso de suelo de la Sección Propuesta para Mamíferos Arborícolas N°2. .....	125
Figura 67. Fotografía panorámica de Sección Propuesta para Mamíferos Arborícolas N° 2. ...	126
Figura 68. Puntos calientes según el porcentaje de todos los registros de cruce de mamíferos voladores obtenidos en la sección de la ampliación de la Ruta 32. ....	127
Figura 69. Ubicación y uso de suelo en el Punto Caliente de Mamíferos Voladores. ....	128

Figura 70. Fotografía panorámica de Punto Caliente para Mamíferos Voladores N° 1. ....	130
Figura 71. Mapa de calor de Anfibios en la sección de la ampliación de la Ruta 32. ....	131
Figura 72. Ubicación y uso de suelo en el Punto Caliente N°1 de cruce de anfibios en la sección de la ampliación de la Ruta 32.....	132
Figura 73. Fotografía panorámica del Punto Caliente de Anfibios N° 1. ....	134
Figura 74. Ubicación y uso de suelo en el Punto Caliente N°2 de cruce de anfibios en la sección de la ampliación de la Ruta 32.....	135
Figura 75. Fotografía panorámica del Punto Caliente de Anfibios N°2. ....	137
Figura 76. Ubicación y uso de suelo en el Punto Semi-caliente N°1 de cruce de anfibios en la sección de la ampliación de la Ruta 32. ....	138
Figura 77. Fotografía panorámica del Punto Semi-caliente para Anfibios N° 1.....	140
Figura 78. Ubicación y uso de suelo en el Punto Semi-caliente de Anfibios N°2 en la sección de la ampliación de la Ruta 32. ....	141
Figura 79. Fotografía panorámica del Punto Semi-caliente para Anfibios N° 2.....	143
Figura 80. Ubicación y uso de suelo en el Punto Semi-caliente N°3 de cruce de anfibios en la sección de la ampliación de la Ruta 32. ....	144
Figura 81. Fotografía panorámica del Punto Semi-caliente para Anfibios N° 3.....	146
Figura 82. Puntos calientes según el porcentaje de todos los registros de cruce de reptiles obtenidos en la sección de la ampliación de la Ruta 32. ....	147
Figura 83. Ubicación y uso de suelo en el Punto Caliente N°1 de cruce de reptiles en la sección de la ampliación de la Ruta 32.....	148
Figura 84. Fotografía panorámica del Punto Caliente de Reptiles. ....	150
Figura 85. Puntos calientes según el porcentaje de todos los registros de cruce de aves obtenidos en la sección de la ampliación de la Ruta 32. ....	151
Figura 86. Ubicación y uso de suelo en el Punto Caliente N°1 de cruce de aves en la sección de la ampliación de la Ruta 32. ....	152
Figura 87. Fotografía panorámica del Punto Caliente para Aves N° 1.....	154
Figura 88. Ubicación y uso de suelo en el Punto Caliente N°2 de cruce de aves en la sección de la ampliación de la Ruta 32. ....	155
Figura 89. Fotografía panorámica del Punto Caliente para Aves N° 2.....	157
Figura 90. Ubicación y uso de suelo en el Punto Caliente N°3 de cruce de aves en la sección de la ampliación de la Ruta 32. ....	158
Figura 91. Fotografía panorámica del Punto Caliente para Aves N° 3.....	159
Figura 92. Ubicación y uso de suelo en el Punto Caliente N°4 de cruce de aves en la sección de la ampliación de la Ruta 32. ....	160
Figura 93. Fotografía panorámica de Punto Caliente para Aves N° 4.....	161
Figura 94. Ubicación y uso de suelo en el Punto Caliente N°5 de Aves sección de la ampliación de la Ruta 32. ....	162
Figura 95. Fotografía panorámica del Punto Caliente para Aves N° 5.....	163
Figura 96. Porcentaje de registros de fauna silvestre según la topografía de la carretera con respecto a la vegetación.....	164

Figura 97. Porcentajes de registros de fauna silvestre con respecto a la curvatura de la carretera. .....	165
Figura 98. Porcentaje de registros de fauna silvestre en cada uso de suelo en la sección de la ampliación de la Ruta 32. ....	166

## ANEXOS

Anexo 1. Entrevista utilizada para obtener información de animales silvestres atropellados en la sección de la ampliación de la Ruta 32.....	181
Anexo 2. Permiso de Investigación otorgado por SINAC para el desarrollo de la investigación .....	181
Anexo 3. Lista de algunos de los mamíferos silvestres reportados por Pinto (2005) en la Universidad EARTH en las Mercedes de Guácimo, Limón.....	182

## LISTADO DE SIGLAS Y ACRÓNIMOS

anf	Anfibios
Atrop	Atropello
ave	Aves
Avist	Avistamiento
Cant.	Cantidad
CATIE	Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza
CB	Corredor Biológico
CC-CVVS	Comité Científico de la Comisión Vías y Vida Silvestre
CITES	Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres
COBAL	Compañía Bananera Atlántica Limitada
CONAVI	Consejo Nacional de Vialidad
CVVS	Comisión Vías y Vida Silvestre
GPS	Sistema de Posicionamiento Global
ICOMVIS	Instituto Internacional en Conservación y Manejo de Vida Silvestre
LANAMME	Laboratorio Nacional del Materiales y Modelos Estructurales
mam	Mamíferos
MOPT	Ministerio de Obras Públicas y Transportes
∅	Diámetro
Plant.	Plantación
PN	Parque Nacional
PNVS	Pasos Naturales de Vida Silvestre
Rast	Rastro
reg	Registros
rep	Reptiles
RF	Reserva Forestal
s.d	Sin datos
Sec.	Secundario
SETENA	Secretaría Técnica Nacional Ambiental
SIG	Sistema de Información Geográfica
SINAC	Sistema Nacional de Áreas de Conservación
sp	Especies
UCR	Universidad de Costa Rica
UGAS	Unidades de Gestión Ambiental
UNA	Universidad Nacional de Costa Rica
UNED	Universidad Estatal a Distancia

## RESUMEN

Las carreteras si bien es cierto son consideradas como símbolos del desarrollo, comunicación y promotoras de la economía de los países, también causan impactos directos e indirectos a la fauna silvestre de la zona en que se construyeron.

Próximamente una de las vías más importantes de Costa Rica, la Ruta 32, será ampliada a cuatro carriles ya que sus dimensiones actuales son insuficientes para la gran cantidad de tránsito diario que circula en ambos sentidos hacia Moín; el cual es el principal puerto de exportaciones e importaciones del país.

A pesar de que la sección de la ampliación de la Ruta 32 presenta un mosaico de paisajes muy diverso (bosques, cultivos, pastos, zonas urbanas), esta también pasa muy cerca de ocho Áreas Silvestres Protegidas, una Zona Protectora, cuatro Reservas Forestales, cinco Corredores Biológicos, cinco Rutas de Conectividad y varios humedales y Vacíos de Conservación.

Es por eso que con la asesoría del Comité Científico de la Comisión Vías y Vida Silvestre se decidió hacer una investigación de 94.9 km de esta carretera con el fin de identificar y caracterizar los principales cruces de fauna silvestre. Para ello se recorrió la carretera en vehículo registrando atropellos, avistamientos y rastros de animales para luego crear “mapas de calor” que permitiera identificar y caracterizar los sitios con mayor abundancia de registros. A estos sitios se les llamó “puntos calientes” y “puntos semi-calientes” y fueron efectuados con la herramienta “Densidad Kernel” con el programa ArcGIS. Adicionalmente a los recorridos, se obtuvo registros de otras fuentes de información para complementar estos resultados.

Los análisis se realizaron de forma separada según la siguiente clasificación: anfibios, reptiles, aves y mamíferos (terrestres, arborícolas y voladores). Eso con el fin de que los resultados sirvan como base para que en una segunda etapa se generen recomendaciones específicas para pasos de fauna superiores en inferiores en esta carretera.

En 32 recorridos de la carretera (16 diurnos y 16 nocturnos), se obtuvo 1073 registros de por lo menos 94 especies de fauna silvestre, siendo el 95.8% de ellos atropellos. Los anfibios fueron los más registrados con un 46.5% del total, seguido de los mamíferos con un 23.9%. Por su parte, reptiles y aves obtuvieron un 19.5 y 11.1% respectivamente. Las especies más registradas fueron el sapo común, la rana toro y el sapito de hojarasca (anfibios); el zorro pelón, armadillo, perezoso de dos dedos y zorro gris cuatro ojos (mamíferos) y en cuanto a reptiles la culebra de café rojiza, la boa, las tortugas y la culebra terciopelo.

Se obtuvo varios puntos calientes y semi-calientes para cada clasificación y para cada uno de ellos se realizó un cálculo del porcentaje del uso de suelo a 100, 500 y 1000 m a la redonda. También se midió la distancia a ríos, quebradas, poblados y caminos; así como la composición de especies dentro de cada punto analizado.

Los resultados fueron muy variados y solamente en el caso de los mamíferos terrestres coincidieron las siguientes características: cursos de agua muy cercanos y poblados a más de 500 m de distancia. Para todos los grupos taxonómicos, la presencia bosques adyacentes a la carretera no fue una condición, dándose la particularidad de que varias especies arborícolas fueron atropelladas en sectores sin árboles inmediatos a la carretera. En el caso de los anfibios,



se dio un incremento en sus registros en los días con lluvia y se obtuvo un promedio general de un animal registrado cada 3.3 km en los días en que se realizaron los recorridos.

Se recomienda hacer análisis más detallados para determinar si existe relación entre los principales cruces de animales y variables locales como el uso del suelo, topografía y curvatura; así como para tratar de explicar la alta mortalidad de algunas especies como el perezoso de dos dedos, el zorro pelón y la boa.

*Palabras clave:*

Ruta 32, cruces de fauna, recorridos, fauna silvestre, puntos calientes, atropello, bosque.



## 1. INTRODUCCIÓN

El desarrollo de infraestructura vial es una necesidad en los países alrededor del mundo ya que constituye un elemento fundamental en el fortalecimiento de los componentes económicos y sociales. A menudo se consideran indicadores de crecimiento, permitiendo trasladar productos, insumos, personas de un lugar a otro; mejorando la calidad de vida de las personas (CONAVI 2012a). Sin embargo, y a pesar de su importancia en el desarrollo de los países, las carreteras también constituyen barreras ecológicas que pueden repercutir de forma negativa sobre la viabilidad de especies vegetales y animales tanto a nivel local como regional (Forman y Alexander 1998).

Los efectos negativos sobre los animales pueden darse antes y durante la construcción y operación de la infraestructura vial a un corto y largo plazo. Es importante mencionar que existen impactos locales inmediatos que se dan en la zona de amortiguamiento de la obra (de 50 metros hasta 1-2 km) y se ha demostrado que estos generan efectos negativos hasta 30 veces más grandes que el tamaño de la carretera en sí (Clevenger *et al.* 2003).

Las muertes y lesiones a la vida silvestre en las vías como consecuencia de atropellos y las electrocuciones asociadas a la infraestructura eléctrica en las carreteras, son las consecuencias más evidentes de los impactos de las redes viales (Echandi 2010). Sin embargo, estas también provocan otros impactos indirectos sobre la biodiversidad, tales como modificación y fragmentación de los hábitats, la restricción del movimiento y conectividad de las poblaciones; además de que afecta el buen funcionamiento de los ecosistemas (Rajvanshi *et al.* 2001). La presencia de caminos representa un obstáculo que altera los patrones de movimiento y efectividad en la reproducción de muchos animales; alterando el estado fisiológico de los individuos, aislando poblaciones, reduciendo diversidad genética y disminuyendo así la capacidad de la naturaleza de mantenerse en equilibrio (Trombulak y Frissel 2000). Otros efectos que se pueden citar son la contaminación del agua, aire y suelo por partículas sólidas y químicas generadas en las carreteras y la dispersión de especies exóticas (Forman y Alexander 1998).

Para solventar dichos impactos existen múltiples medidas que ayudan a minimizar las muertes y otros impactos negativos de la vida silvestre en las redes viales. Por más de diez años en países como Canadá, Estados Unidos y España se han realizado investigaciones específicas para determinar estos impactos y se ha venido trabajando en soluciones para minimizarlos. Dentro de las medidas más comunes está la construcción de “pasos de fauna”, los cuales son estructuras construidas por debajo de la carretera (tipo túneles) y por encima de ellas (tipo puentes) que permita a los animales cruzar de forma segura como se puede observar en la Figura 1. Otras acciones que se han implementado para evitar atropellos de fauna son: colocación de señales preventivas, reductores de velocidad, campañas de concientización de conductores, entre otros (Rosell *et al.* 2003).



Figura 1. Ejemplos de pasos de fauna superior e inferior. A. Ecoducto de Woeste Hoeve en Holanda. B. Túnel de paso de elefantes en Kenia.

### 1.1 Impacto de carreteras en fauna silvestre en Costa Rica

Según el último informe del Estado de la Región (2013), Costa Rica es el país de Centroamérica con la red vial más extensa y de mayor densidad: existen 0.78 km de carreteras y caminos por cada km<sup>2</sup> de territorio. De los 35820 km de red vial de todo el país, 7429 km corresponden a la “Red Nacional” que es administrada por el Consejo Nacional de Vialidad (CONAVI). El resto de carreteras son parte de la “Red Cantonal” y su administración le corresponde a las municipalidades y al Ministerio de Obras Públicas y Transportes (MOPT) (CONAVI 2013). En temas de impacto sobre la vida silvestre, cabe resaltar que solamente se ha llevado a cabo estudios en 460 km de la carretera del país, lo cual corresponde a solamente a un 1.3% del total de carreteras a nivel nacional (CC-CVVS 2013).

En Costa Rica, el tema del impacto de las carreteras sobre la fauna silvestre, se ha estudiado desde 1996 (Monge-Nájera 1996; Rojas 2010; Torres 2011) y hasta el momento se han realizado alrededor de 14 investigaciones al respecto, además de haber al menos siete más en desarrollo. Como se detallará más adelante, dichas investigaciones han demostrado que gran cantidad de animales mueren atropellados en las vías costarricenses. Entre los mamíferos más comunes está el caso del manigordo u ocelote (*Leopardus pardalis*), oso hormiguero (*Tamandua mexicana*), pizote (*Nasua narica*), las dos especies de zorro pelón o zarigüella (*Didelphis marsupialis* y *Didelphis virginiana.*), armadillo (*Dasypus novemcinctus*), mapache (*Procyon lotor*) y varias especies de roedores. Entre los reptiles son comunes las boas (*Boa constrictor*), garrobos (*Ctenosaura similis*) y tortugas de bosque; mientras que las aves más impactadas son los zopilotes, búhos y palomas. Los anfibios (principalmente sapos y ranas) son afectados en la mayoría de las carreteras del país, llegando a morir hasta 5600 individuos al año en una sola carretera de 4.2 km (Honda 2012).

Probablemente la pérdida de fauna por atropello es más severo de lo que se sabe e incluso algunos aseguran que mueren más animales silvestres por esta causa que por la cacería (Fournier

2013, UNED 2014). Solo como ejemplo, se puede mencionar que en los 39 km de carretera Cañas-Liberia se determinó que mueren cinco individuos por kilómetro lineal (Arévalo-Huezo y Pomareda-García 2013) y para el año 2014, en promedio más de dos manigordos por mes murieron atropellados en carreteras del país (Pomareda 2014<sup>1</sup>). En la Figura 2 se muestran algunos ejemplos de fauna silvestre impactada en carreteras de Costa Rica.

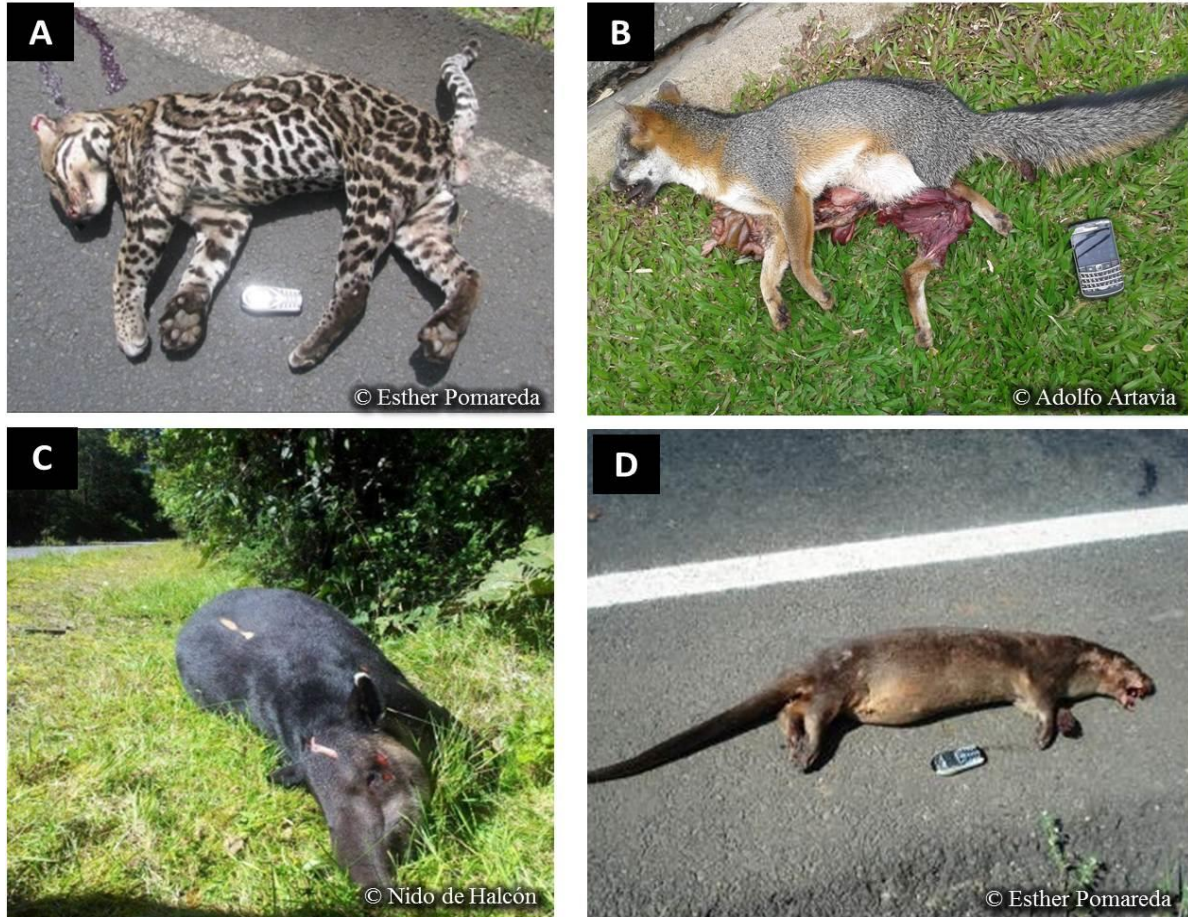


Figura 2. Ejemplos de animales silvestres atropellados en carreteras de Costa Rica. A. Manigordo (*Leopardus pardalis*). B. Zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*). C. Danta (*Tapirus bairdii*). D. Nutria (*Lontra longicaudis*)

Con lo que respecta a las medidas aplicadas para minimizar el impacto, actualmente en nuestro país solo existen pasos de fauna inferiores en la Costanera Sur (Ruta 34), la ya mencionada carretera Cañas-Liberia (Ruta 1) y en la zona de Vuelta de Kooper-Chilamate (Ruta 4) los cuales están siendo utilizados satisfactoriamente. Sin embargo, en ocasiones las alcantarillas o drenajes que atraviesan las carreteras funcionan como estructuras que permite a los animales cruzar la carretera de forma segura, tal como fue comprobado por Torres (2011) con la carretera que atraviesa el Parque Nacional Santa Rosa y el Parque Nacional Guanacaste.

<sup>1</sup> Pomareda, E. 2014. Base de datos actualizada del CC-CVVS a diciembre 2014 (comunicación personal). Turrialba, Costa Rica. Centro de Rescate Las Pumas.



En el caso de pasos de fauna superiores, existen iniciativas locales alrededor de todo el país que incluyen lugares como Tamarindo, Tilarán, Dominical, Manuel Antonio, Curú, Monteverde, Bajo los Rodríguez, Sarapiquí, Pérez Zeledón, Uvita, Nicoya, Buenos Aires, Gandoca, Matapalo, entre otros (CC-CVVS 2013). Algunas de estas medidas de mitigación se pueden apreciar en la Figura 3



Figura 3. Ejemplos de medidas para reducir el impacto de carreteras en fauna silvestres A. Paso de fauna subterráneo B. Rótulo en carretera. C. Mono congo usando paso de fauna aéreo. D. Saínos cruzando a través de un paso de fauna subterráneo

### 1.2 Comité Científico-Comisión Vías y Vida Silvestre

Muchos de los esfuerzos para lograr la implementación y divulgar el conocimiento de estas medidas de mitigación, son liderados por el Comité Científico de la Comisión de Vías y Vida Silvestre (CC-CVVS). Este se encuentra conformado de manera voluntaria por un grupo de personas de diferentes organizaciones (incluyendo algunas del Estado) quienes han venido trabajando desde el 2012 en busca de que las carreteras sean “amigables con la vida silvestre”. Esta Comisión también cuenta con Comité Legal y un Comité de Educación Ambiental.

El Comité Científico de esta comisión está conformado por las siguientes organizaciones: Centro de Rescate Las Pumas, la organización internacional Panthera, el Programa de Manejo de Recursos Naturales de la Universidad Estatal a Distancia (UNED), el Instituto Internacional

en Conservación y Manejo de Vida Silvestre (ICOMVIS) de la Universidad Nacional de Costa Rica (UNA), y la Gerencia de Vida Silvestre del Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC). Dentro de las acciones que realiza el Comité Científico están:

- Creación y mantenimiento de una base de datos sobre atropellos de vida silvestre a nivel nacional.
- Apoyo a investigaciones que se desarrollan alrededor de este tema.
- Destinar esfuerzos para promover pasos de fauna y señalización a nivel nacional a través de autoridades estatales.

Dicho Comité ha tenido comunicación constante y talleres con diversas instituciones del estado como lo son las Unidades de Gestión Ambiental y Social (UGAS) del Ministerio de Obras Públicas y Transportes (MOPT), el Consejo Nacional de Vialidad (CONAVI), el Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales (LANAMME) de la Universidad de Costa Rica (UCR), el SINAC y la Secretaría Técnica Nacional Ambiental (SETENA) (Pomareda 2013).

Dentro de los proyecto del CC-CVVS está la publicación de una “Guía Ambiental” que pretende ser un instrumento técnico de referencia en la creación de carreteras que tomen en cuenta la vida silvestre en las acciones en la planificación y ejecución de medidas de: prevención, mitigación, compensación y restauración. De esta forma se pretende disminuir el impacto en áreas ambientalmente frágiles y su biodiversidad y que se constituya en un material que pueda ser utilizado y aplicado por autoridades, organizaciones o personas que estén interesados en el tema.

Actualmente las medidas para disminuir el impacto vial en la fauna silvestre están siendo valoradas para profundizarse en los Estudios de Impacto Ambiental de SETENA para proyectos viales según los decretos No.32967 (Manual de Instrumentos Técnicos para el proceso de Evaluación de Impacto Ambiental) y No. 31849 (Reglamento General sobre los Procedimientos de Evaluación de Impacto Ambiental). Esta propuesta elaborada por la Secretaría Ejecutiva del SINAC ante la SETENA a finales del año 2013 (Ríos 2013), será una estrategia que favorecerá la conservación de la biodiversidad cuando se desarrollen construcciones o ampliaciones de carreteras en Costa Rica.

### **1.3 Caso de la Carretera Nacional Ruta 32**

La Ruta 32 es parte de la Red Vial Nacional y es una carretera muy importante para la economía de Costa Rica ya que, según datos del MOPT, por ella atraviesa el 80% de la mercancía de exportación e importación nacional (Fernández 2013). Sin embargo, sus 157 km de longitud que comunican la capital del país (San José) con el principal puerto comercial del país (Moín), no cumplen con las especificaciones de la Red Internacional de Carreteras Mesoamericanas, también llamado “Proyecto Mesoamérica” (CONAVI 2012a). Dicho proyecto pretende

comunicar la región desde México hasta Panamá mediante dos “Corredores” de carreteras: uno por el Atlántico y otro por el Pacífico.

Las condiciones de la Ruta 32 están limitando la capacidad de comercio internacional y las metas del gobierno de incrementar las exportaciones anuales. Actualmente, Costa Rica es considerada como uno de los principales exportadores de banano y piña del mundo, pero estas transacciones comerciales se ven afectadas por las características actuales de la Ruta 32 (JAPDEVA 2008).

Gran parte del tránsito de contenedores y camiones de carga que operan en el país utilizan diariamente esta carretera, ya que une intersecciones estratégicas de la producción nacional como el Valle Central y la Zona Norte (Fernández 2013). Según las estimaciones de la Dirección de Planificación Sectorial para el año 2014, unos 13.270 vehículos transitan diariamente esta carretera y se estima que hay un crecimiento del 5% anual (CONAVI 2012a).

A pesar de que el CONAVI (2012a) afirma que el asfalto y la demarcación de la Ruta 32 tienen una condición entre “buena a regular”, sus dos carriles son insuficientes para el uso que esta recibe diariamente. Desde hace varios años se pretende ampliar a cuatro carriles la sección que comprende desde el cruce de Río Frío de Sarapiquí (Ruta 4) hasta la ciudad de Limón. Estos 107.2 km de ampliación forman parte de los 500 km del “Corredor Atlántico” del Proyecto Mesoamérica que para Costa Rica comprende desde la frontera con Panamá en Sixaola, hasta la frontera con Nicaragua en Peñas Blancas (Fernández 2013).

Aparte de la ampliación vial, se llevará a cabo la construcción de 34 puentes, sistemas de drenaje, reparación del pavimento o calzada, ciclo vías, bahías para autobuses y una barrera física en el medio (CONAVI 2013). Esta última característica podría significar un obstáculo aun mayor para los animales que decidan cruzar la carretera ya que quedarían expuestos más tiempo a una zona peligrosa. En la Figura 5 se puede apreciar cómo quedaría parte de la Ruta 32 una vez finalizada la ampliación.

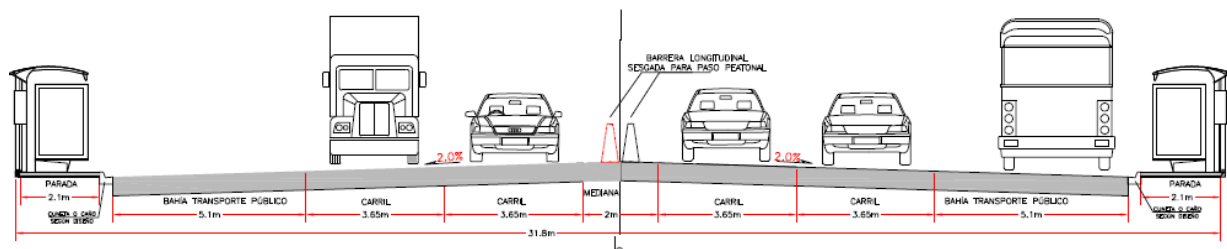


Figura 5. Sección típica del anteproyecto de la ampliación de la Ruta 32.

Fuente: CONAVI (2012b).

El proyecto de ampliación de la Ruta 32 ya fue presentado ante la SETENA en septiembre del 2012 bajo el Expediente 8883-12. Actualmente es uno de los temas pendientes y urgentes por resolver por el presente gobierno que ha manifestado a través del ministro del MOPT, que se tiene el compromiso de hacer la carretera independientemente de dónde venga el financiamiento



(Gutiérrez 2014). El tema ya fue discutido por los nuevos diputados de la Asamblea Legislativa pero aún no se aborda de forma plena.

Esta ampliación ha recibido múltiples cuestionamientos sobre la forma en que el gobierno anterior negoció el proyecto y por su supuesta inconstitucionalidad. Sin embargo, la viabilidad ambiental de esta obra es de preocupación para varios sectores nacionales y especialistas que trabajan en conservación debido a la posible afectación negativa que esta tendrá sobre la flora y fauna local (Soto 2013, Gutiérrez 2014). A través de un diagnóstico realizado por la organización Panthera en el 2011, se determinó que los costarricenses identifican a la Ruta 32 como la vía nacional que más atropellos ocasiona a especies en peligro de extinción (Figura 6).

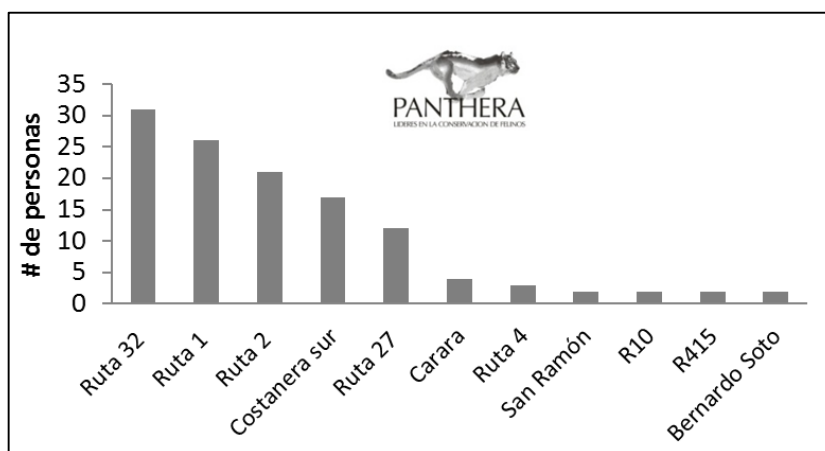


Figura 6. Encuesta sobre la percepción de la población costarricense acerca de las carreteras que mayor impacto tienen sobre especies en peligro de extinción.

Fuente: Araya-Gamboa y Salom-Pérez 2011.

A pesar de que la mayoría de los terrenos ubicados a la orilla de los 107.2 km de ampliación de la Ruta 32 se encuentran en condiciones de charral y tacotal<sup>2</sup>, también se pueden encontrar terrenos de uso forestal y agrícola (principalmente piña, banano y palma), áreas con árboles aislados y bloques importantes de bosque (CONAVI 2012a).

Este proyecto de ampliación pasará muy cerca de ocho Áreas Silvestres Protegidas, las cuales incluyen dos Parques Nacionales: Braulio Carrillo y Barquilla y dos Reservas Forestales: Cordillera Volcánica Central y Río Pacuare. Además pasa muy cerca de la importante Zona Protectora Cuenca del Río Siquirres y Acuíferos Guácimo y Pococí. En cuanto a cuanto a las Reservas Forestales (RF), se encuentra Río Dantas, Limoncito (mixto) y las dos pertenecientes a la Universidad EARTH (RF del Tigre y RF Escalera de Mono).

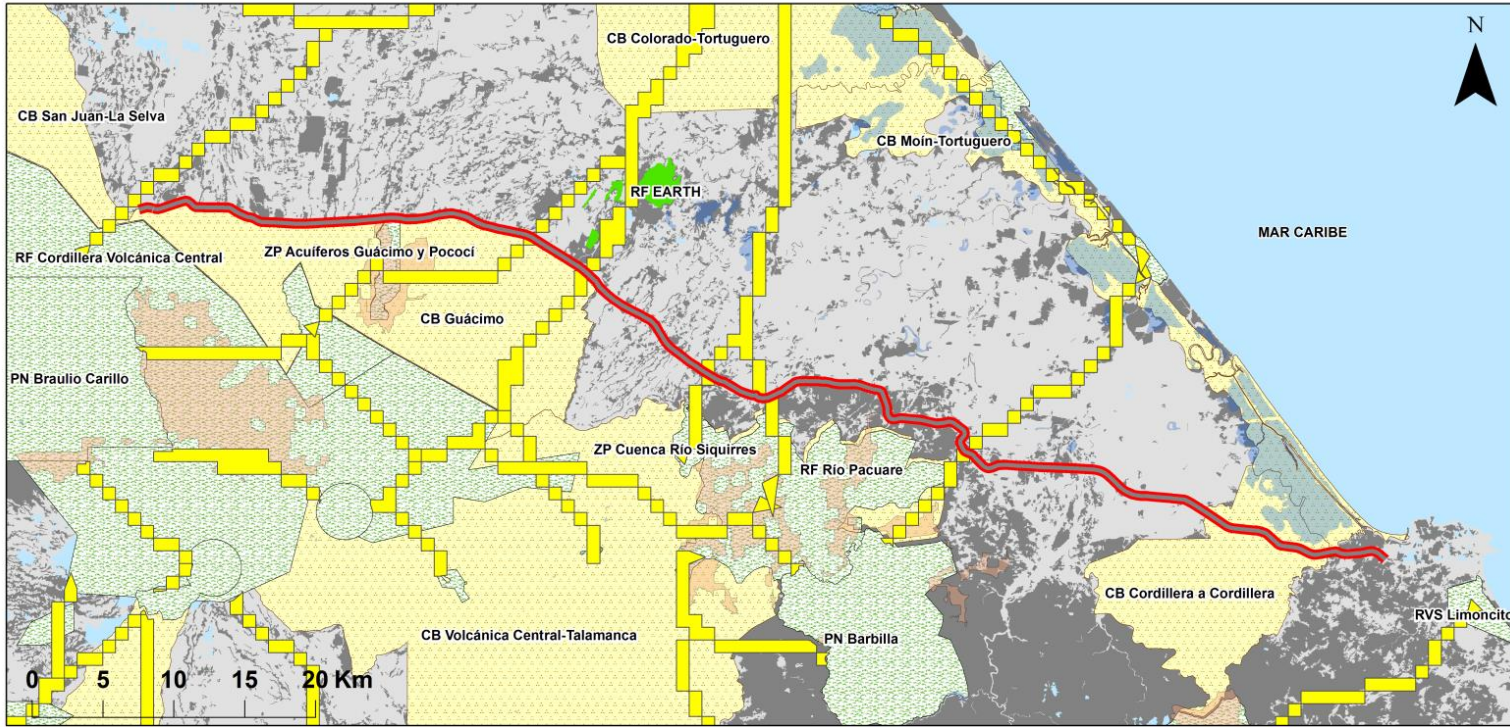
Como se puede apreciar en la Figura 5, existe una red de Corredores Biológicos (CB) muy extensa alrededor de la sección de la ampliación de la Ruta 32 que desde su extremo oeste (cruce

<sup>2</sup> Charral: área regenerada del bosque secundario en tierras en las cuales la vegetación arbórea fue eliminada en gran parte (Maldonado 1997).

de Río Frío) colinda con el CB San Juan-La Selva y gran parte del lado sur de la carretera funciona como límite del Corredor Biológico Guácimo. Hacia el norte se encuentra el CB Colorado-Tortuguero y al noroeste el CB Moín-Tortuguero. En dirección sur de la carretera está el CB Cordillera Volcánica Central-Talamanca, el cual ha sido ampliamente estudiado debido al gran proyecto hidroeléctrico que actualmente está en construcción: Planta Hidroeléctrica Reventazón. Uno de los Sub-corredores de este CB es el Barbilla-Destierro-“Paso del Jaguar”, en donde la organización Panthera ha realizado diferentes estudios entre los cuales destaca uno en la Ruta 415 donde se comprobó el cruce de un jaguar (*Panthera onca*) entre otras especies clave (Araya-Gamboa y Salom-Pérez 2011).

El CB Cordillera a Cordillera es la única área ambientalmente frágil que es dividida por la carretera en mención. Sin embargo, todos los CB ellos son considerados como áreas indispensables para la conectividad de las especies (Programa Nacional de Corredores Biológicos de Costa Rica 2010) como se ha evidenciado mediante observación personal, registros históricos y distribuciones oficiales (Savage 2002, Wainwright 2007, INBio 2014). Los alrededores de la Ruta 32 significan zonas de permanencia de especies prioritarias para la conservación las cuales son vulnerables a ser impactadas por la carretera ya sea de forma directa o indirecta. En la Figura 7 se muestra la gran cantidad de estrategias de conservación relacionadas a la sección de la ampliación de la Ruta 32.

# Mapa de estrategias de conservación - Ruta 32 - Costa Rica



**Simbología**

Ruta 32	Forestal
Rutas de Conectividad	No forestal
Reserva Privada	
Vacíos de Conservación	
Humedales	
Áreas Silvestres Protegidas	
Corredores Biológicos	



Escala 1:200.000

Proyección: Transverse Mercator  
 CRTM 05  
 Datum: WGS 1984  
 Fuentes: Atlas Costa Rica 2014  
 Mapa de Bosques 2013

Año: 2014  
 Autor: Adolfo Artavia



Figura 7. Ubicación de zonas importantes para la conservación de la fauna silvestre en la sección de la ampliación de la Ruta 32.

Además de Áreas Silvestres Protegidas y Corredores Biológicos, existe un sistema de varios humedales principalmente hacia el norte de la Ruta 32 y en dirección sur se encuentran dos Territorios Indígenas Cabécar: Nairi Awari y Bajo Chirripó.

Es importante destacar dos tipos de propuestas de ordenamiento territorial para la conservación de la biodiversidad como lo son los “Vacíos de Conservación” y las “Rutas de Conectividad” las cuales están presentes a lo largo de la sección de la carretera estudiada. Ambas definiciones se ampliarán a continuación:

#### **Vacíos de Conservación**

Según el SINAC (2007), son “áreas que son consideradas de importancia para la conservación de ambientes biofísicos y que actualmente no están bajo alguna iniciativa de conservación efectiva, sea ésta pública o privada”.

Como se pudo apreciar en el mapa de la Figura 7, en la sección de la ampliación de la Ruta 32 se pueden identificar seis Vacíos de Conservación al sur de la carretera.

#### **Rutas de Conectividad**

Es una iniciativa interinstitucional de una propuesta actualizada de redes de conectividad estructural para el Sistema Nacional de Áreas de Conservación de Costa Rica como parte del documento de Grúas II. Según sus autores, “son propuestas de enlace entre dos o más zonas núcleo, que surgen del paso entre los diferentes usos del suelo y que proveen una menor resistencia al movimiento de especies; así como, la adaptación a los cambios y presiones del ambiente y del clima” (SINAC 2007).

Como se pudo apreciar en la Figura 7, cinco de las 128 rutas de conectividad definidas para todo país atraviesan la sección de la ampliación de la Ruta 32 y en algunos casos coincide con propuestas de corredores biológicos en proceso, implementación o con vacíos de conservación (Rojas y Chavarría 2005, SINAC 2007). Además existen al menos otras cinco rutas que aunque no atraviesan los 94.9 km estudiados de la Ruta 32, se encuentran muy cercanas a esta carretera.

### **1.3.1 La Ruta 32 y sus implicaciones para la conectividad de especies**

Las zonas ambientalmente frágiles anteriormente mencionadas albergan gran cantidad de biodiversidad y la Ruta 32 podría estar generando presiones a la fauna silvestre local si se toma en cuenta lo argumentado por Clevenger *et al.* (2002) sobre los efectos negativos inmediatos y totales de una carretera que pueden llegar a ser hasta 30 veces más grandes que el tamaño de la vía en sí.

Según Soto (2013), varios expertos en temas ambientales coinciden en que la ampliación de la Ruta 32 provocaría un gran impacto ambiental que no está siendo abordado de manera correcta, ya que “violenta la lógica de una evaluación ambiental” y “no se está considerando el principio precautorio y se están reduciendo los permisos ambientales a un mero trámite”.



Al parecer, las poblaciones de animales de estas zonas son muy frágiles porque las áreas boscosas aisladas que conectan con otros parches de bosque se encuentran divididas por la Ruta 32 como se puede apreciar en la Figura 8. Se presume que algunas especies tienden a cruzar la carretera en busca de recursos que satisfagan sus necesidades de alimentación, reproducción y refugio.

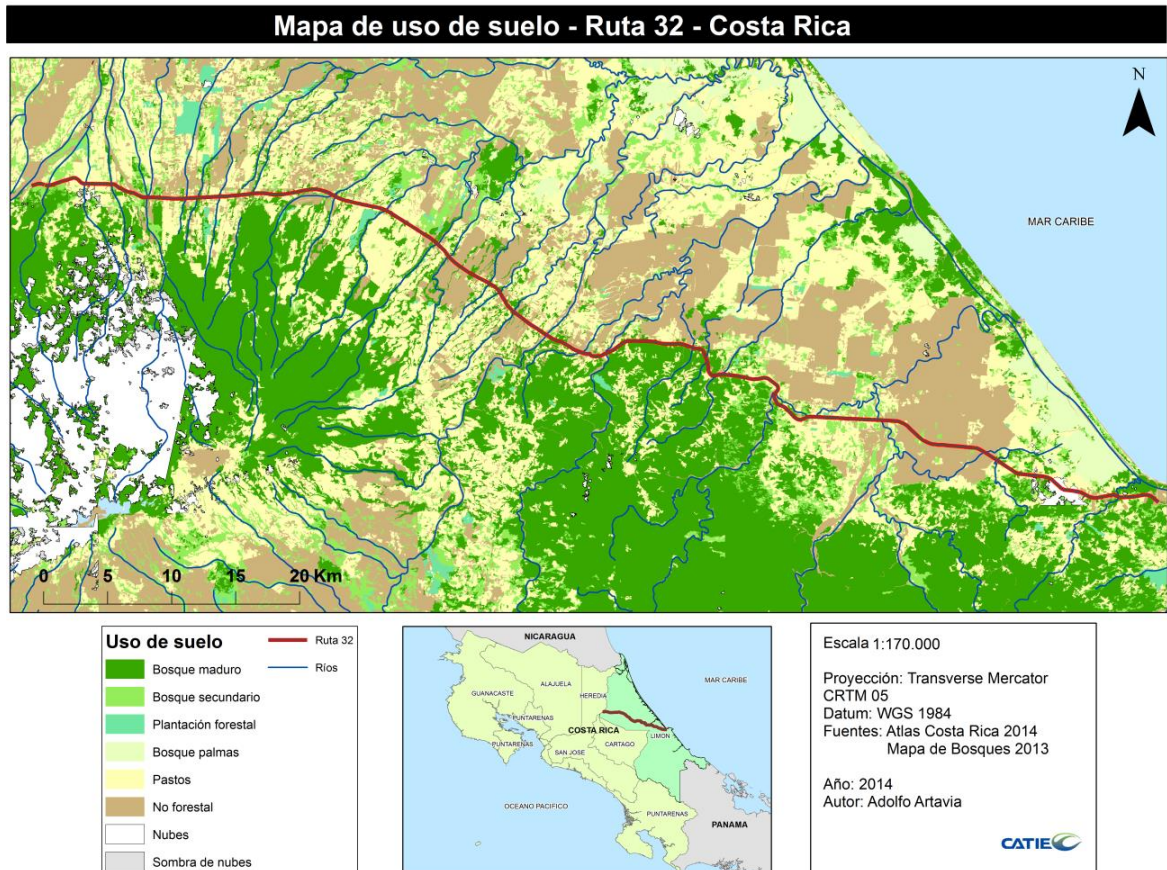


Figura 8. Uso del suelo en la sección de la ampliación de la Ruta 32.

De acuerdo con la evaluación ambiental del proyecto de ampliación de la Ruta 32 por parte de la SETENA (Expediente 88883-12), este generará un “Alto Impacto Ambiental Potencial” ya que “altera y destruye elementos del ambiente y genera residuos tóxicos y peligrosos” (CONAVI 2012a). A pesar de que los estudios de Impacto Ambiental aún no se han efectuado, en la Evaluación Ambiental Inicial los subcomponentes “Fauna” (2.4.1) y “Flora” (2.4.2) obtuvieron la valoración máxima del componente “Afectación”. Las descripciones que se dieron fueron las siguientes: “hay afectación a especies en peligro, indicadoras o con poblaciones reducidas” y “el desarrollo de la obra implica la corta de árboles en áreas con cobertura boscosa” (CONAVI 2012a). Estas afirmaciones justifican más el hecho de que se debe de estudiar el tipo y la cantidad de fauna silvestre que está siendo afectada actualmente por la Ruta 32 y así tomar medidas dirigidas a mitigar los impactos negativos de su ampliación a cuatro carriles.

Una de las medidas de mitigación esenciales es contemplar la construcción de pasos de fauna inferiores y superiores adecuados en cantidad, dimensiones, arquitectura y espaciamiento. Varios estudios evidencian que durante las mejoras en carreteras, la luz

y el ruido que produce la maquinaria pesada y la remoción de materiales y vegetación hace que las especies se ahuyenten de los alrededores de la carretera (Arévalo 2014). Una vez finalizadas las obras, la nueva carretera provocaría un impacto directo en la fauna de la zona si se cumple el principio de que “al circular más vehículos (especialmente pesados) se producirían más atropellos, habría menos presencia de animales y se registrarían menos especies” (Araya-Gamboa y Salom-Pérez 2011).

Es importante mencionar que un tramo de esta carretera atraviesa una de las “Unidades de Conservación del Jaguar” identificadas por la organización Panthera, la cual es vital para lograr la conectividad de la “Iniciativa del Corredor del Jaguar” dentro del país y con Nicaragua y Panamá. Según Panthera (2010), esta iniciativa es un esfuerzo dentro de todo el rango de distribución del jaguar (desde el norte de México hasta el sur de Argentina) que tiene como objetivo contribuir a la preservación y el flujo genético de la especie.

### 1.3.2 Volumen vehicular en la Ruta 32

Según datos obtenidos de la estación automática que registra el volumen y velocidad vehicular en la zona de Búfalo en Limón, desde marzo hasta octubre del 2014, los vehículos livianos fueron los que más transitaron ese sector de la Ruta 32. Los vehículos de carga liviana y los camiones de cinco ejes también destacaron dentro de las estadísticas durante esos ocho meses.

Esto fueron datos facilitados por la Unidad de Estudios de Tráfico e Investigación de la Dirección de Planificación Sectorial del MOPT (2014a) y con los cuales se creó el gráfico de la Figura 9. En el 19.6% de los casos no se pudo determinar qué tipo de vehículo fue el que pasó sobre la estación y cabe mencionar que las motocicletas no son registradas.

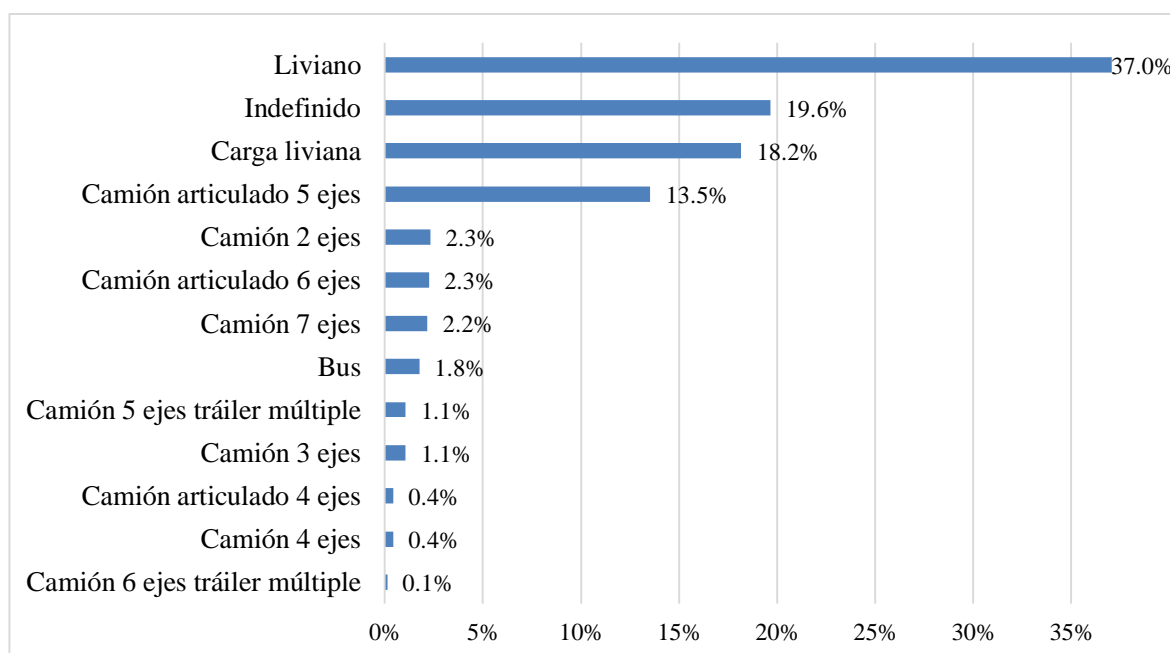


Figura 9. Porcentaje de volumen de tránsito en la Ruta 32 según tipo de vehículo (registrado por estación automática de Búfalo, Limón).

Fuente: MOPT (2014a).

Estos datos no podrían tomarse como algo generalizado para la Ruta 32 ni para la sección de 94.9 km analizados en este trabajo ya que se trata de una estación fija y existen muchas desviaciones a poblados a lo largo de esta carretera por donde los vehículos pueden desviarse. Sin embargo da una idea de que los vehículos pesados son de los que más transitan principalmente dejando y trayendo cargas de productos desde y hacia Moín.

### 1.3.3. Velocidad vehicular en la Ruta 32

Según datos de la Unidad de Estudios de Tráfico e Investigación de la Dirección de Planificación Sectorial (MOPT 2014b), el tipo de vehículo que transita a mayor velocidad en la Ruta 32, son los de carga liviana y los livianos; los cuales circulan a unos 90 km h<sup>-1</sup> en el sector de Búfalo (Limón).

En el gráfico de la Figura 10 se pueden apreciar el promedio de la velocidad promedio a la cual los diferentes tipos de vehículos transitan.

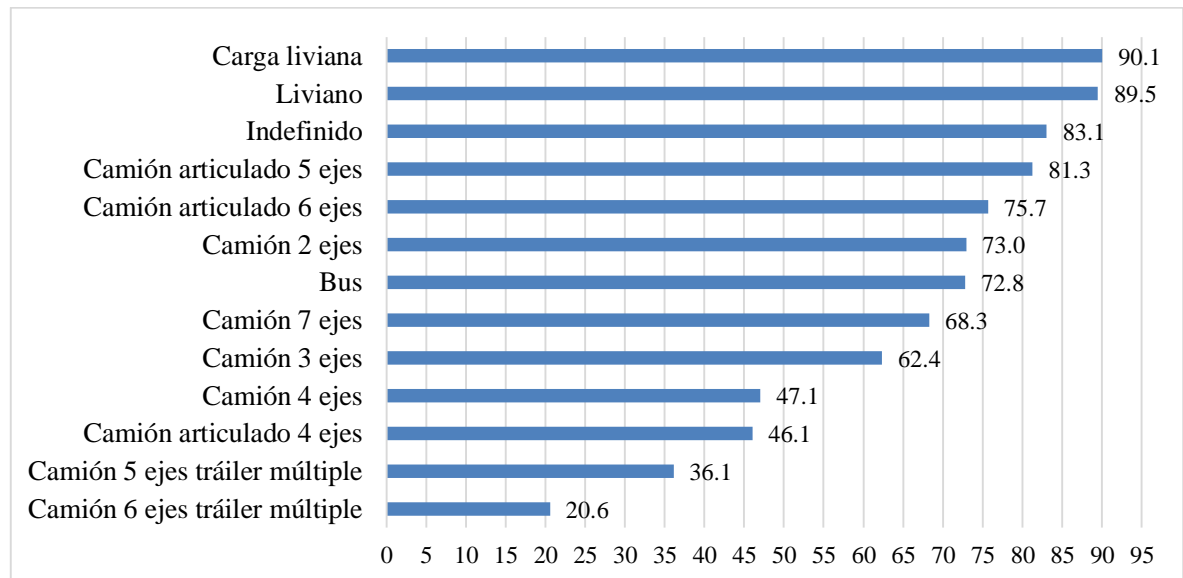


Figura 10. Velocidad vehicular (km h<sup>-1</sup>) según tipo de vehículo en la Ruta 32 (registrado por estación automática de Búfalo, Limón).

Fuente: MOPT 2014b

Al igual que en el caso del volumen vehicular, estos datos no se pueden tomar como algo general de lo que sucede en la Ruta 32. Sin embargo, es información que se puede utilizar como referencia o como indicador para establecer relaciones entre atropellos de animales y velocidad a la que se transita.

#### 1.4. Investigaciones de fauna en carretera en Costa Rica

La mayoría de las investigaciones sobre atropellos de animales en carretera se ha desarrollado en Norteamérica y han tenido una gran variedad de metodologías. El enfoque ha sido principalmente estudios de herpetofauna realizados por autores como Rosen y Lowe (1994), Shaffer y Juterbock (1994), Hels y Buchwald (2001), Clevenger (2007), Langen *et al.* (2007), Langen (2009) y Langen *et al.* (2009).

Según la información disponible, en Costa Rica se han desarrollado al menos 14 investigaciones relacionadas con fauna en carreteras. Todas ellas han seguido metodologías diferentes en cuanto a la toma de datos y esfuerzo de muestreo. Estas se han llevado a cabo en diferentes zonas del país en carreteras con longitud variable: desde 0.8 km hasta la más larga que fue de 38.5 km en el sector de Guanacaste. En el Cuadro 1 se hace un resumen de la información básica de cada investigación.

Cuadro 1. Resumen de investigaciones sobre fauna silvestre en carreteras de Costa Rica.

Año	Autor	Institución	Lugar (N° Ruta)	Longitud carretera	Esfuerzo de muestreo
2013	Monge <i>et al.</i>	Liceo de Tarrazú	Parque Nacional Los Quetzales (2)	22 km	14 visitas (7 en carro y 7 a pie) por 10 semanas
2013	Camacho y Chinchilla	UGA-Costa Rica	Guacimal-Monteverde (606)	sin datos	7 nocturnos y 2 diurnos
2013	Pérez, C. (Rojas 2014)	UCR	Desde Orotina hasta Paso Canoas (17, 23, 27, 34 y 2)	sin datos	En total 15 viajes durante un año entre las 5am y las 7pm (650 km muestreados)
2012	Pomareda, E.	Centro de Rescate Las Pumas	Cañas-Liberia (1)	38.5 km	De 2008-2012 esporádica. De may-sep del 2012 metodología Sáenz (2009)
2012	Honda, W.	JICA	Parque Nacional Carara (42)	4.2 km	79 recorridos realizados semanalmente: en carro (jun-2008 a dic-2010) y en bicicleta (ene-may 2011)
2012	Araya, D.	Panthera	Subcorredor Biológico Barbilla-Destierro (10)	sin datos	sin datos
2011	Torres, L. (*)	CATIE	Santa Rosa-Guanacaste (1)	12 km	Cada 10 días por 6 meses (feb-jul 2011)
2011	Araya-Gamboa, D. y Salom-Pérez, R.	Panthera	Subcorredor Biológico Barbilla-Destierro (415)	14 km	23 recorridos en total
2010	Rojas, E.	Centro de Rescate Tortufauna	Garita-Turrúcares (136), Orotina-San José (3), Caldera-San José (27)	0,8 km	3 veces por semana durante 2 meses
2008	Carvajal, V.	TEC-San Carlos	Río Frío-Chilamate (4)	sin datos	sin datos
2008	Lobo, H.; Langen, T.; Sáenz, J.	UNA-ICOMVIS y	PN Guanacaste y PN Santa Rosa (1)	31 km	2 días consecutivos al menos 1 vez por mes



		Clarkson University			durante 11 meses (desde sept-2007 a jul-2008)
2007	Carvajal, V. y Díaz, F.	TEC-San Carlos y Colegio Científico San Carlos	Santa Clara-La Fortuna (702), La Fortuna-Cañas (142) y Cañas-Liberia (1)	sin datos	8 conteos en total (4 mañanas y 4 tardes) por 4 meses (may-ago 2007). En total 2272 km recorridos.
2012	Sáenz, J.; Langen, T; Torres, L.	UNA-ICOMVIS	Área de Conservación Guanacaste (1)	12 km	Recorridos de 2 días consecutivos cada 15 días
1996	Monge-Nájera, J.	UNED	Pacífico (1), Valle Central (2) y Caribe (32)	sin datos	Sondeo general del país. Total de 10.250 km muestreados: Pacífico (3837 km), Centro (5316 km) y Caribe (1097 km).
2014	Artavia, A.	CATIE	Desde el cruce de Río Frio hasta el cruce de Moín (32)	94.9 km	32 recorridos: 4 al mes cada 15 días durante 8 meses (mar-oct 2014)

(\*) Este estudio no fue realizado para determinar el impacto de la carretera en animales silvestres, sino para evaluar el uso de estructuras subterráneas como pasos de fauna

El esfuerzo de muestreo de los 14 estudios anteriores parece responder a los objetivos específicos de cada uno y no a una metodología estandarizada, ya que muy pocos trabajos presentan similitudes en cuanto a la extensión del estudio o cantidad y frecuencia de los recorridos. Según los datos disponibles, el estudio con mayor intensidad de muestreo fue el que llevó a cabo Honda (2012) en 4.2 km del Parque Nacional Carara ya que se completaron 79 recorridos efectuados semanalmente durante casi tres años.

Adicional a los estudios anteriormente mencionados, se tiene conocimiento de siete investigaciones más que se están llevando a cabo actualmente en carreteras del país o investigaciones que ya concluyeron pero que aún no han sido publicadas (Cuadro 2).

Cuadro 2. Estudios sobre fauna silvestre que actualmente se están llevando a cabo en carreteras de Costa Rica.

<b>Año inicio</b>	<b>Autor</b>	<b>Institución</b>	<b>Ubicación (N° Ruta)</b>	<b>Longitud carretera</b>	<b>Esfuerzo de muestreo</b>
2015	Boniche, D.*	La Tirimbina, Lapa Verde, Hacienda Nogal, UNED	Cruce de Río Frío-Selva Verde (4)	52 km	Dos veces por semana durante 6 meses
2014	Rubí, J.	UNED	Parque Nacional Los Quetzales (2)	9 km	1 vez por semana durante 4 meses
2014	Salas, M.	UCR	Sifón-La Abundancia (35)	29.7 km	Cada 15 días durante 3 meses
2014	Quirós, J.	UNED	La Fortuna-Nuevo Arenal (142)	16.1 km	Semanalmente (1 mañana y 1 noche) durante 6 meses

2014	García-Blanco <i>et al.</i>	IBT-PRASCOSUR	Dominical-Pacífico Norte (1)	42 km	Cada 15 días por 1 año (14 recorridos de 3 km)
2013	Aguilar, C.	Cámara Turismo Sarapiquí y Hotel La Quinta	Vuelta de Kooper-Bajos de Chilamate (4)	6 km	4 días al mes durante 6 meses
2013	Arévalo, E.	UNA-ICOMVIS	Cañas-Liberia (1)	39 km	Semanalmente (12 días mes) durante 7 meses
2012	Madrigal, G.	UNED	Parque Nacional Braulio Carrillo (32)	5.5 km	8 recorridos realizados según disponibilidad
2014	Artavia, A.	CATIE	Cruce de Río Frio- Cruce de Moín (32)	94.9 km	32 recorridos: 4 al mes cada 15 días durante 8 meses (mar-oct 2014)

\* Estudio en fase de planificación

A excepción de la investigación de la carretera en la zona sur del país (García-Blanco *et al.* 2014), todas las demás corresponden a Trabajos de Graduación universitarios de pregrado y posgrado. En el caso del estudio en la Ruta 35 (Sifón-La Abundancia) no se están contabilizando atropellos de fauna en la carretera, sino que se realiza una estudio de las especies presentes y el paisaje adyacente con el fin de proponer pasos de fauna (Salas 2014<sup>3</sup>).

<sup>3</sup> Salas, M. 2014. Investigación sobre fauna silvestre en la carretera Sifón-La Abundancia (comunicación personal). Turrialba, Costa Rica, UCR (Universidad de Costa Rica).

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo general del trabajo**

Identificar y caracterizar los principales cruces de fauna silvestre en la sección de la ampliación de la Ruta 32.

### **2.2 Objetivos específicos**

- Identificar las secciones de la carretera con mayor abundancia de fauna silvestre mediante recorridos de observación directa.
- Complementar la información de cruce de fauna silvestre en la sección de la ampliación de la Ruta 32 mediante otras fuentes de información.
- Caracterizar el paisaje de los principales cruces de fauna silvestre por grupo taxonómico.

### **3. METODOLOGÍA**

La metodología utilizada para realizar esta investigación, se basó en las recomendaciones de la organización solicitante: Comité Científico-Comisión Vías y Vida Silvestre; tanto mediante reuniones y diálogos orales, como por su documento llamado “Metodología para la identificación de pasos de fauna en carreteras amigables con la vida silvestre en Costa Rica” (CC-CVVS 2013).

Para la realización de este trabajo efectuaron recorridos de observación directa en vehículo a una velocidad 94.9 km de carretera con el fin de registrar fauna silvestre: atropellos, avistamientos o rastros. Para cada registro se tomó la mayor cantidad de información posible del animal (fotografía, punto de GPS) y de la carretera (topografía y curvatura).

Una vez georreferenciados todos los registros, se elaboraron mapas (llamados “mapas de calor”) que permitieron visualizar los sitios con mayor abundancia de registros (denominados “puntos calientes” y “puntos semi-calientes”).

La información de esos puntos se complementó con registros provenientes de otras fuentes de información como: parcelas, reportes independientes, entrevistas y otro tipo de reportes. Se elaboraron mapas para cuatro grupos taxonómicos por separado (anfibios, mamíferos, reptiles y aves) y para cada punto caliente y semi-caliente se realizó una descripción de la composición de especies. También se hizo un análisis del paisaje adyacente a ambos lados de la carretera: uso del suelo y cercanía a cursos de agua, poblados y caminos.

Finalmente, se realizó una valoración general de cada punto con el fin de dar un aporte al objetivo final que se persigue con esta investigación, el cual es la propuesta de la cantidad, sitio y características de pasos de fauna superiores e inferiores.

A continuación se detallan las características de cada parte de la metodología.

#### **3.1 Recorridos de observación directa**

Se trata de recorridos periódicos en vehículo en 94.9 km de la sección de la ampliación de la Ruta 32 con el fin de identificar fauna silvestre relacionada a la carretera. A continuación se describen las características de los recorridos de observación directa.

##### **3.1.1 Fauna de interés**

La investigación se llevó a cabo para identificar cruces de fauna silvestre solamente del subfilo de los Vertebrados (animales con columna vertebral) de la superclase Tetrápoda (con cuatro extremidades). De esta manera, solamente se abarcó la clase Mammalia (mamíferos), Amphibia (anfibios), Reptilia (reptiles) y Aves (aves). Esto excluye animales que en ocasiones se encontraban en la carretera como artrópodos (cangrejos, arañas, grillos), lombrices, babosas, gusanos, insectos, entre otras.

A diferencia de otras investigaciones, los animales domésticos no fueron tomados en consideración a pesar de que fue común encontrar perros y gatos atropellados durante los recorridos.

### **3.1.2 Extensión del estudio**

En la recopilación de 61 estudios sobre mortalidad en fauna en carretera que realizó Collinson *et al.* (2014), ninguno de ellos ha propuesto una duración mínima para realizar una investigación de este tipo, sino que cada una responde a la pregunta de investigación, la especie(s) de interés o las condiciones locales de la zona o la carretera.

En Costa Rica, el CC-CVVS menciona que lo ideal es muestrear la carretera al menos durante seis meses para determinar los puntos calientes de cruces de fauna y que lo ideal es un año para tomar en cuenta ambas estaciones que se dan en el país (Araya 2014)<sup>4</sup>.

Una consideración importante que recomienda Collinson *et al.* (2014), es hacer una curva de acumulación de especies para determinar la cantidad ideal de muestreos.

En el caso del presente estudio, al existir una presión política por parte de un sector de los diputados al inicio del año por aprobar el proyecto de ampliación de la Ruta 32 antes de que concluyera la administración 2010-2014, se decidió iniciar los recorridos lo antes posible para generar resultados aplicables en plazos oportunos para decisiones políticas.

De este modo, el primer recorrido se realizó el 15 de marzo del 2014 con el objetivo de muestrear la carretera por ocho meses (el último recorrido se realizó el 19 de octubre).

### **3.1.3 Distancia**

De los 107.2 km de carretera que serán ampliados, se decidió muestrear solamente los primeros 94.9 km los cuales corresponden a la sección entre el cruce de Río Frio y el cruce de Moín. Los 12.3 km restantes no fueron tomados en cuenta ya corresponden a zonas urbanas en donde predominan los predios de contenedores, empresas, edificios industriales, comerciales y residencias. Adicionalmente, se consideró que el establecimiento de medidas como pasos de fauna en estos kilómetros se dificultaría por la casi inexistencia de zonas naturales que conecte ambos lados de la carretera (bosques o áreas en regeneración).

### **3.1.4 Frecuencia**

La frecuencia se refiere a la periodicidad de los recorridos. En el estudio de las 61 investigaciones de atropellos de fauna en carreteras alrededor del mundo, Collinson *et al.* (2014) determinaron que hay una gran variedad de frecuencias de muestreo: mensual, bi-mensual (dos veces al mes), semanal, diario y de forma arbitraria. En casi todos los estudios, la frecuencia no fue evaluada experimentalmente ni se proporcionó alguna justificación técnica.

---

<sup>4</sup> Araya 2014. Seguimiento a la investigación de fauna silvestre en la Ruta 32 (comunicación personal). San José, Costa Rica, Panthera.

La mayoría de estos estudios fueron llevados a cabo en Norteamérica (38%), Europa (33%) y Suramérica (11%). La frecuencia de los muestreos dependía mucho del objetivo del estudio, la longitud de la carretera estudiada, la velocidad utilizada, la extensión de la investigación, los recursos disponibles, las especies de interés, entre otros factores.

Se realizó un análisis de este artículo y se encontró que para estudios similares al de la Ruta 32 (estudio de vertebrados o de mamíferos) la frecuencia más utilizada era la “semanal” en el caso de carreteras de corta longitud (45.32 km en promedio). En caso de carreteras más largas, los estudios se hicieron de forma mensual y bi-mensual (Collinson *et al.* 2014).

Para el caso de esta investigación, se determinó que la frecuencia a utilizar sería la bimensual (dos veces al mes); tratando de hacerlo con una separación de días similar entre un muestreo y otro.

Una de las razones para hacerlo dos veces al mes fue el hecho de que este estudio pudiera servir como referencia para otras investigaciones en carreteras de Costa Rica. Esto quiere decir, que tomando en cuenta la disponibilidad de vehículo, equipo y materiales, sumado a los recursos económicos y humanos necesarios para realizar este tipo de investigaciones, una frecuencia diaria o semanal no sería lo más recomendable ya que se alejaría mucho de ser un estudio “práctico”.

Por lo general, cada mes se realizaron cuatro recorridos completos de la carretera: dos diurnos y dos nocturnos. Esto corresponde a una importante demanda de tiempo y recursos tomando en cuenta que es la carretera más larga que se ha estudiado en Costa Rica con casi 95 km. El estudio se tuvo que dividir en dos segmentos de carretera para poder recorrerla en menos de tres horas y para poder cumplir con las demás actividades de la investigación. Esto va relacionado a la fatiga física y mental que se da en el equipo de trabajo, aspecto que es mencionado por Collinson *et al.* (2014) y que es vital para la seguridad de las personas (Clevenger *et al.* 2003). Finalmente, esto también se realizó de esta manera para procurar no perder registros de atropellos por parte de zopilotes y perros que se alimentan de la carroña de la carretera; aspecto que ha sido documentado por varios autores y que también se pudo constatar en campo.

### **3.1.5 Horario de los recorridos**

Según varias investigaciones, la mayoría de las especies atropelladas son de hábitos nocturnos. Es por esto que los recorridos se hicieron muy temprano en las mañanas (iniciando antes de las 05:00 h) y en las noches (después de las 19:30 h). Carvajal y Díaz (2013) aseguran que a estas horas se da una mayor actividad de los animales y los atropellos suelen ocurrir en horas sin luz ya que se disminuye la visibilidad tanto de los conductores como de los animales.

Otra de las razones tiene que ver con las recomendaciones de algunos investigadores como Collinson *et al.* (2014) que aseguran que mientras más temprano se realicen los muestreos, habrá menos volumen de tránsito y así se dan mejores condiciones de seguridad para las

personas. Esto tomando en cuenta que constantemente se debe de estar deteniendo el vehículo y saliendo del mismo para registrar los atropellos (Clevenger *et al.* 2003).

Cabe mencionar que no se consideró el factor del tener el sol de frente que pudiera afectar la detección de animales atropellados. En los experimentos de Collinson *et al.* (2014), este factor tampoco tuvo un efecto significativo.

Se alternó los recorridos de la carretera para iniciar y finalizar en puntos distintos y así evitar resultados similares en un mismo lugar. Por ejemplo, se pudo comprobar que en los recorridos diurnos, mientras más tarde sea y exista más luz, existen menos posibilidades de que los animales atropellados aun permanezcan en la carretera ya que estos pudieron haber sido removidos por personas o removidos por zopilotes, perros o gatos.

### **3.1.6 Observadores**

Collinson *et al.* (2014) se concluyeron que no existe una diferencia significativa entre la cantidad de observadores en un estudio de fauna atropellada en carretera. Sin embargo, si se observó una pequeña diferencia entre la cantidad de atropellos detectados por un observador experimentado y otro sin experiencia; así como equivocaciones en el tamaño del animal y la detección de objetos confundidos con animales atropellados por parte del observador inexperto.

En el caso del presente estudio, los recorridos se realizaron casi siempre con dos observadores: un conductor (experimentado) y un pasajero que en ocasiones tenía experiencia y en otros casos no. En muy pocas ocasiones, un tercer observador colaboraba en la toma de datos.

### **3.1.7 Velocidad**

Los recorridos se realizaron a una velocidad de entre 30 y 40 km h<sup>-1</sup>.

En los experimentos realizados por Collinson *et al.* (2014) quedó demostrado que la velocidad en los recorrido sí tiene una influencia sobre la capacidad de detección de fauna atropellada. Los valores máximos fueron encontrados a los 20 km h<sup>-1</sup> y fueron disminuyendo conforme se aumentaba la velocidad de muestreo. La autora recomienda una velocidad de entre 40 y 50 km h<sup>-1</sup> porque es la velocidad máxima antes de que la detección empiece a ser menos exacta y porque menos de 30 km h<sup>-1</sup> no es efectiva desde el punto de vista del tiempo invertido. Además, manejar a 20 km h<sup>-1</sup> no menos no es recomendable para la seguridad del conductor y los investigadores (Clevenger *et al.* 2003) además de que en muchos casos se estaría infringiendo las leyes de tránsito locales.

Alguno autores recomiendan hacer los recorridos a pie (Slater 2002, Santos *et al.* 2011) pero esto demanda mucho más tiempo y solo se podrían muestrear carreteras de longitudes muy cortas, lo cual definitivamente no es el caso del presente estudio de 94,5 km.

### **3.1.8 Tipo de registro**

Se tomaron en cuenta tres tipos de registros de fauna silvestre:

- **Atropello:** cuando el animal se encontraba muerto o herido sobre la carretera o al lado de esta.
- **Avistamiento:** cuando se observaba el animal vivo muy cerca de la carretera o cruzándola.
- **Rastro:** cualquier tipo de indicio de fauna silvestre adyacente a la carretera como por ejemplo huellas, excretas, rascados, entre otros.

En el caso de los animales atropellados, una vez colectada la información correspondiente se procedía a retirar los restos de la carretera para evitar hacer un doble conteo en días posteriores a su primer registro.

### **3.1.9 Fotografía**

Para obtener una evidencia fotográfica de cada registro de fauna silvestre en carretera se utilizó una cámara marca *Sony* del modelo *Cyber-shot* de 16.1 megapíxeles (*Sony Corporation*, Tokio, Japón). Al lado de cada animal se colocó algún objeto que sirviera de referencia para poder visualizar y calcular su tamaño.

### **3.1.10 Georreferenciación**

Para marcar la ubicación exacta de cada registro se utilizó un GPS (Sistema de Posicionamiento Global) de la marca *Garmin* modelo *eTrex 10* (*Garmin Ltd.*, Olathe, KS, Estados Unidos).

### **3.1.10 Topografía**

Como se muestra en la Figura 11, para cada registro se documentó la manera en que se encontraba la carretera con respecto a la vegetación a ambos lados de la vía: en la misma línea, encima, debajo, con depresión, escalonada, con un paredón o con dos paredones.



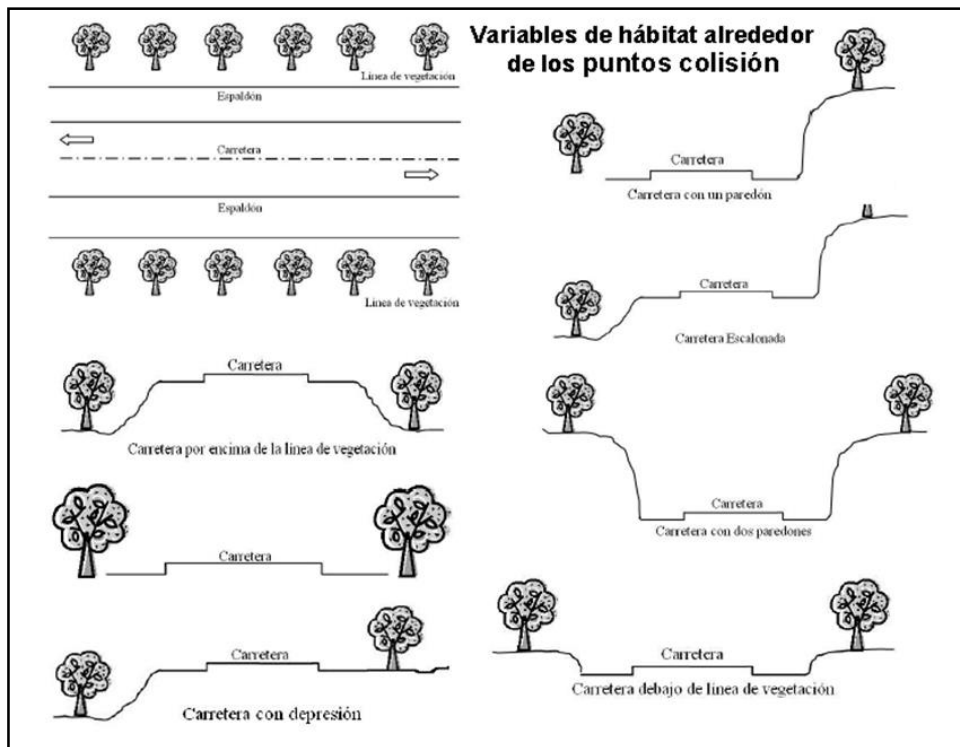


Figura 11. Posición de la carretera con respecto a la línea de vegetación a ambos lados de la vía.

Tomado de: CC-CVVS (2013)

### 3.1.11 Curvatura

Se trata de la alineación horizontal o “curvatura” de la carretera en el punto exacto de cada registro. Como se puede apreciar en la Figura 12, las tres opciones fueron: en una recta, en una curva o en una recta con curva a menos de 200 m.

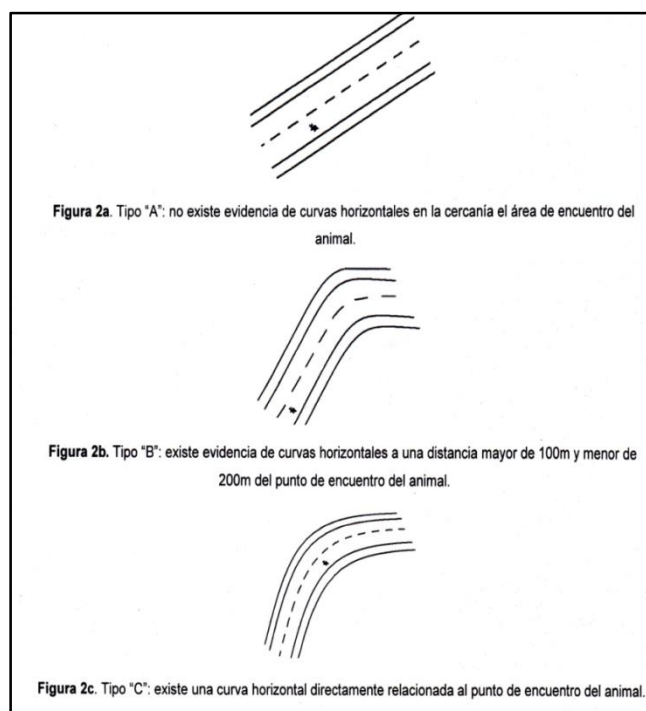


Figura 12. Variables de curvatura de la carretera para cada registro de fauna silvestre. Tomado de: CC-CVVS (2013).

### **3.1.12 Uso del suelo**

Este aspecto es muy importante ya que describe lo que existe a ambos lados de la carretera exactamente en el punto de cada registro. En este caso puede que haya algún tipo de cobertura forestal (bosque, tacional, plantación) o no lo exista (banano, piña, urbano, potrero).

Esta información tomada directamente en el campo es más actualizada que si se utilizara *shapefiles*<sup>5</sup> o archivos de SIG (Sistema de Información Geográfica) o fotografías satelitales.

### **3.1.13 Factor lluvia**

En el caso de presentarse lluvias antes de iniciar de los recorridos se daba un tiempo prudencial para esperar a que al menos bajara la intensidad de la misma. En caso contrario se cancelaba el recorrido.

Si el muestreo ya había iniciado y empezaba a llover, se hacía una evaluación de la situación para tomar la decisión de seguir o no con el recorrido.

Mucha lluvia dificultaba el trabajo en campo por diferentes razones: lo complicado de bajarse a tomar la foto y el punto de GPS con el riesgo de dañar el equipo, aumenta el riesgo de accidentes en la carretera y sobre todo que no se puede tener una visibilidad ideal para detectar los animales atropellados en especial de noche. Esto fue comprobado por un estudio de Konstantopoulos *et al.* (2010) donde demostraron que el reflejo del agua en la carretera afecta negativamente la capacidad de detectar animales atropellados.

## **3.2 Otras fuentes de información**

Los registros de los recorridos en vehículo fueron complementados con registros obtenidos gracias a otras fuentes de información. Como se podrá ver en la sección de resultados, en el análisis cada punto caliente y semi-caliente se describe la composición de especies y estos registros adicionales añaden datos que podrían ayudar a confirmar su importancia.

Cada una de estas fuentes de información se detalla a continuación:

### **3.2.1 Parcelas**

Como se mencionó anteriormente, fueron segmentos del 100 m que fueron caminados por ambos lados de la carretera durante los recorridos diurnos. Esto se hizo con el objetivo de registrar atropellos que serían muy difíciles de ver desde el vehículo; ya sea por su pequeño tamaño o por estar al lado de la carretera. Evidentemente el esfuerzo de muestreo en las parcelas fue mayor y más detallado y por esta razón estos registros no fueron tomados en cuenta para la elaboración de los mapas de calor.

---

<sup>5</sup> *Shapefiles*: formato de almacenamiento de datos vectoriales de Esri para almacenar la ubicación, la forma y los atributos de las entidades geográficas (ArcGIS 2014b).

Las parcelas fueron realizadas durante los ocho meses de estudio: de marzo a junio el kilómetro en que fueron caminadas fue escogido al azar utilizando la función de “Aleatorio” del programa *Microsoft Office Excel 2010* (*Microsoft Corporation 2010*). De igual manera fue para los meses de julio a octubre sin embargo los sitios se mantuvieron constantes durante esos cuatro meses.

### 3.2.2 Reportes independientes

A lo largo de la investigación se obtuvo colaboración de personas que reportaron atropellos de animales silvestres en la sección estudiada de la Ruta 32. A estos registros se les llamó “reportes independientes” y al igual que las parcelas, en varios casos fueron datos que confirmaban la ubicación de puntos calientes.

Estas contribuciones de reportes independientes no siguieron metodología alguna, sino que fueron observaciones oportunistas y voluntarias.

También se consideraron reportes independiente a registros efectuados por el equipo de trabajo en momentos en que no se estaban haciendo los recorridos, como por ejemplo antes y después de finalizar los muestreos diurnos o nocturnos.

### 3.2.3. Entrevistas semi-estructuradas

Las entrevistas se enfocaron en obtener información rápida y precisa sobre animales silvestres atropellados o vistos la sección de 94.9 km estudiada. Ya sea registros actuales o antiguos, las personas respondieron dando la siguiente información:

- Especie: se contaba con ilustraciones de animales presentes en la zona como apoyo o para confirmar las respuestas.
- Lugar: utilizando algún punto de referencia fijo, las personas indicaban el lugar más exacto posible donde vieron el animal (vivo o muerto).
- Fecha: día (o semana), mes y año lo más exacto posible de cuando se observó al animal.

Además las personas respondieron información personal como por ejemplo:

- Lugar de residencia
- Actividad a la que se dedica la persona
- Frecuencia con la que transita la Ruta 32

A las personas se les invitaba a colaborar reportando animales atropellados y algunos de ellos suministraban sus números telefónicos voluntariamente para hacerles consultas más adelante.

La versión completa de la entrevista se encuentra en el Anexo 1.

### 3.2.4. Cámaras trampa

Se instalaron cámaras trampa con sensor de calor en movimiento en zonas con al menos algún tipo de cobertura forestal a pocos metros de la carretera para detectar la presencia de

fauna. Las cámaras fueron de la marca *Bushnell* del modelo *Trophy Cam HD Hybrid* tanto para capturar fotografías como video.

### **3.2.5. Registros históricos**

Se trata de información que personas u organizaciones poseían sobre atropellos o avistamientos en los 94.9 km estudiados en años anteriores al 2014.

### **3.2.6. Aplicación telefónica *iNaturalist***

La plataforma *iNaturalist* es un sitio web y comunidad para reportar observaciones personales de plantas y animales alrededor del mundo (*iNaturalist* 2014).

Para efectos de la presente investigación se utilizó el proyecto llamado “Fauna Silvestre en Carreteras de Costa Rica” desarrollado específicamente para el país para reportar avistamientos o atropellos de animales en carreteras nacionales.

### **3.2.7. Reportes cercanos a la sección de la carretera estudiada**

Estos son reportes de personas o trabajos publicados que registren fauna silvestre ya sea en la Ruta 32 pero fuera de los 94.9 km analizados o en carreteras cercanas. También se recopiló información de fauna en lugares muy cercanos a la Ruta 32 como por ejemplo ríos, finca y áreas boscosas.

### **3.2.8. Reportes con información incompleta**

Se trata de registros de especies importantes que no pudieron ser totalmente confirmados al momento del estudio.

## **3.3 Mapas calientes de cruces de fauna silvestre**

Utilizando el método *Kernel Density* o “Densidad Kernel” se elaboraron “mapas de calor” para poder determinar los “puntos calientes”, los cuales, como se mencionó anteriormente se refieren a los sitios con mayor abundancia de registros de fauna silvestre. Se realizaron mapas por aparte para los cuatro grupos taxonómicos analizados: anfibios, mamíferos, reptiles y aves. Todo esto se realizó utilizando en el programa *ArcGIS* de la versión 12.1 (*Environmental System Research Institute, Inc.* 2014).

Un mapa de calor representa la densidad geográfica de las entidades de puntos en un mapa utilizando áreas coloreadas para representar los puntos (*ArcGIS* 2014a). Como se puede ver en la Figura 13, donde se concentran la mayoría de puntos el área es mayor y se simboliza con el color elegido, en este caso rojo. A estos sitios se les llama “puntos calientes” o de alta intensidad.

Para el caso del presente estudio, se escogieron los colores más cálidos para representar los sitios de mayor abundancia de registros. De esta manera el color rojo simboliza los “puntos calientes” y el color naranja simboliza lo que se le ha denominado “puntos semi-calientes”.

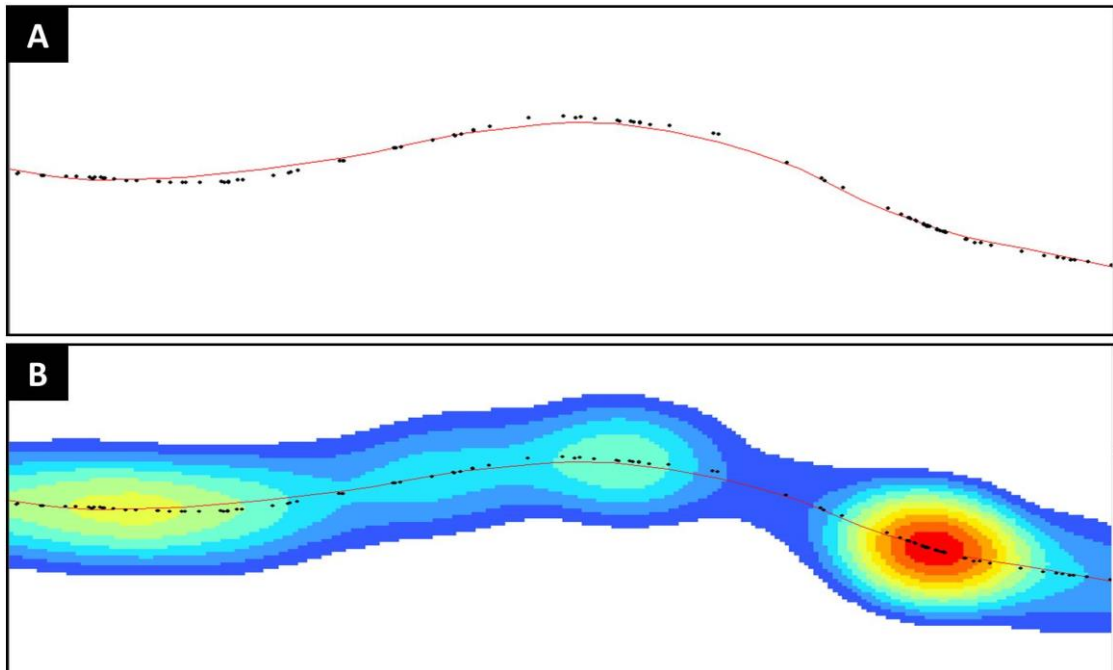


Figura 13. Ejemplo de cómo se crea un mapa de calor utilizando la herramienta Densidad Kernel A. Línea de carretera con puntos de registros de fauna silvestre. B. Colores más cálidos representan los lugares con mayor concentración de puntos.

Dentro de las opciones que ofrece la herramienta de Densidad Kernel, está la de poder definir la cantidad de categorías (colores) y los valores o rangos para cada una de ellas. En el caso de esta investigación se definió como punto caliente (color rojo) las zonas donde se concentraba más del 75% del total de registros y en el caso de los puntos semi-calientes (color naranja) sitios que tenían entre el 60 y 74.9% de los registros. En el Cuadro 3 se puede apreciar el rango de cada uno de los colores en los mapas de calor.

Cuadro 3. Rango de porcentaje y colores para los registros de fauna silvestres definidos para los mapas de calor.

Porcentaje	Color
Entre 0 y 14.9%	Azul
Entre 15 y 29.9%	Celeste
Entre 30 y 44.9%	Verde
Entre 45 y 59.9%	Amarillo
Entre 60 y 74.9%	Naranja
Más del 75%	Rojo

Para la elaboración de mapas de calor solamente se tomaron en cuenta los registros que se obtuvieron mediante una metodología estructurada: es decir solamente los registros obtenidos durante los recorridos de observación directa en vehículo. La información obtenida por medio de otras fuentes de información fue complementaria y ninguno de esos datos se utilizó para la elaboración de mapas para no crear un sesgo.

Se hicieron mapas de calor para cada grupo taxonómico y en el caso de los mamíferos se dividió en tres categorías: terrestres, arborícolas y voladores. Lo anterior debido a que sus hábitos, requerimientos y manera de desplazarse son muy diferentes y los hábitats adyacentes a la Ruta 32 donde se les puede encontrar también podrían serlo. Por ejemplo, un sitio identificado como cruce de perezoso (arborícola) podría ser muy diferente a un sitio de cruce de armadillo (terrestre).

Para cada punto caliente y semi-caliente se describió la composición de especies (del mismo grupo taxonómico y de los demás) con el fin de determinar qué tan relevante es cada punto ecológicamente y cuál es el uso que otras especies le dan al sitio.

Posteriormente se realizó en el programa ArcGIS un *buffer* de 100, 500 y 1000 m de diámetro. Para efectos de este trabajo, se definió como “*buffer*” a círculos concéntricos utilizados para analizar el uso del suelo en cada punto caliente y semi-caliente resultante de la investigación. Un ejemplo de estos *buffers* se puede observar en la Figura 14 en color rojo.

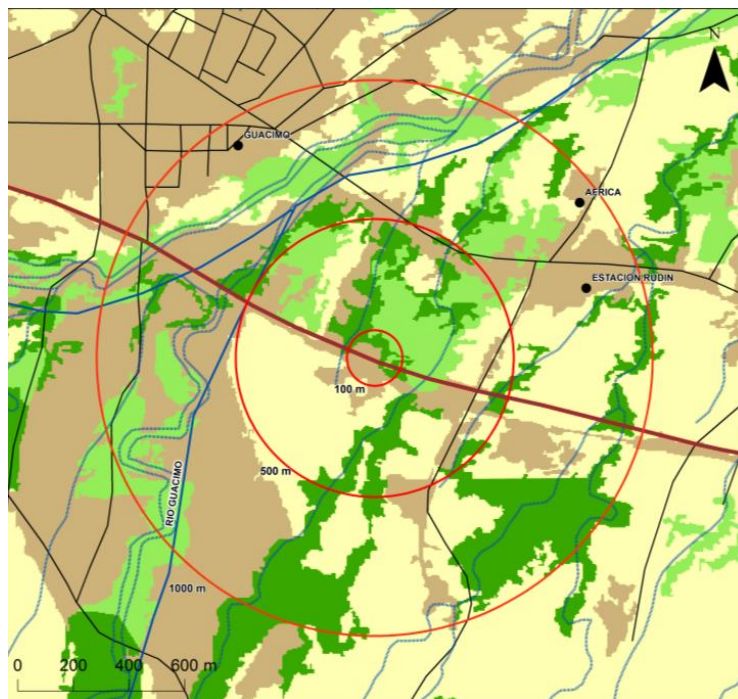


Figura 14. Ejemplo de *buffers* (color rojo) a 100, 500 y 1000 m a la redonda de un punto caliente.

Una vez creados los *buffers*, se calculó el área (en hectáreas) y porcentaje de “bosque” y “no bosque” en cada uno de los tres *buffers*. En la categoría de “bosque” se consideró al bosque maduro, bosque secundario, plantación forestal y bosque de palmas. Mientras que la categoría de “no bosque” contempló las áreas con pastos y calificados como “no forestal” según la información SIG más actual correspondiente al Mapa de Tipos de Bosques de Costa Rica para el año 2013 (SIREFOR 2014).

Además, en el programa ArcGIS se calculó la distancia en línea recta que hay entre los puntos calientes y semi-calientes a: cursos de agua (ríos y quebradas<sup>6</sup>), poblados y otros caminos. Para ello se utilizó el Atlas Digital de Costa Rica 2014 desarrollado por el TEC (2014).

Posteriormente se calculó la distancia en línea recta a estrategias de conservación del país tales como Áreas Silvestres Protegidas, Corredores Biológicos, Vacíos de Conservación, humedales y Rutas de Conectividad. Finalmente, se dio una valoración general de cada punto caliente y semi-caliente a tener en cuenta para el siguiente paso del proyecto: las recomendaciones finales de sitios para la inclusión de pasos de fauna y sus características estructurales.

Este estudio cuenta con el Permiso de Investigación otorgado por el SINAC para el Área de Conservación Tortuguero (ACTo) y el Área de Conservación La Amistad-Caribe (ACLAC) según la resolución “D-RES26-2014”. El mismo corresponde a Pasaporte Científico “ACTo 4149-14” y puede ser consultado en el Anexo 2.

---

<sup>6</sup> Quebrada: arroyo, río pequeño a riachuelo de poco caudal comparado a un río y no apto para la navegación o pesca significativa (Kappelle 2008).

## 4. RESULTADOS

Los resultados de esta investigación se dividen en dos partes:

- Registros de fauna silvestre (descripción y análisis).
- Determinación de los cruces de fauna silvestre (análisis de mapas de calor, puntos calientes y semi-calientes de cada grupo taxonómico).

### 4.1 Registros de fauna silvestre

Como se mencionó anteriormente, se obtuvo registros de fauna silvestre mediante los recorridos de observación directa (en vehículo), parcelas (caminando) y gracias a otras fuentes de información como reportes independientes, entrevistas y otros. A continuación se presentan los resultados de cada una de ellas.

#### 4.1.1 Resultados de los recorridos y parcelas

Entre marzo y octubre del 2014 (ocho meses) se realizaron 32 recorridos completos de 94.9 km de la Ruta 32: desde el cruce de Río Frío hasta el cruce de Moín.

En total, 16 de ellos correspondieron a recorridos diurnos (antes de las 05:00 h) y 16 a recorridos nocturnos (después de las 19:30 h). La cantidad de recorridos varió en cada uno de los meses por cuestiones de disponibilidad, lluvia y otros (Cuadro 4).

Las 32 veces que la Ruta 32 fue recorrida, significó 3036.8 km muestreados registrando animales silvestres (atropellos, avistamientos o rastros).

Cuadro 4. Cantidad de giras, recorridos y kilometraje realizado durante la investigación de fauna silvestre en la sección de la ampliación de la Ruta 32.

	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	Total
<b>Cantidad de recorridos</b>	3	4	4	3	6	4	4	4	<b>32</b>
<b>Kilómetros recorridos</b>	284.7	379.6	379.6	284.7	569.4	379.6	379.6	379.6	<b>3036.8</b>

En total se contabilizó 1073 registros de animales silvestres durante los 32 recorridos de la sección de la ampliación de la Ruta 32. Como se puede apreciar en la Figura 15, el grupo taxonómico más abundante fue el de los anfibios con 499 registros, lo cual corresponde a casi la mitad de todos los registros (46.5%). Posteriormente le siguen los mamíferos con un 23.9% (n=256) y los reptiles con un 18.5% (n=199). La lista la completan las 119 aves que corresponden al 11.1% del total de animales registrados.



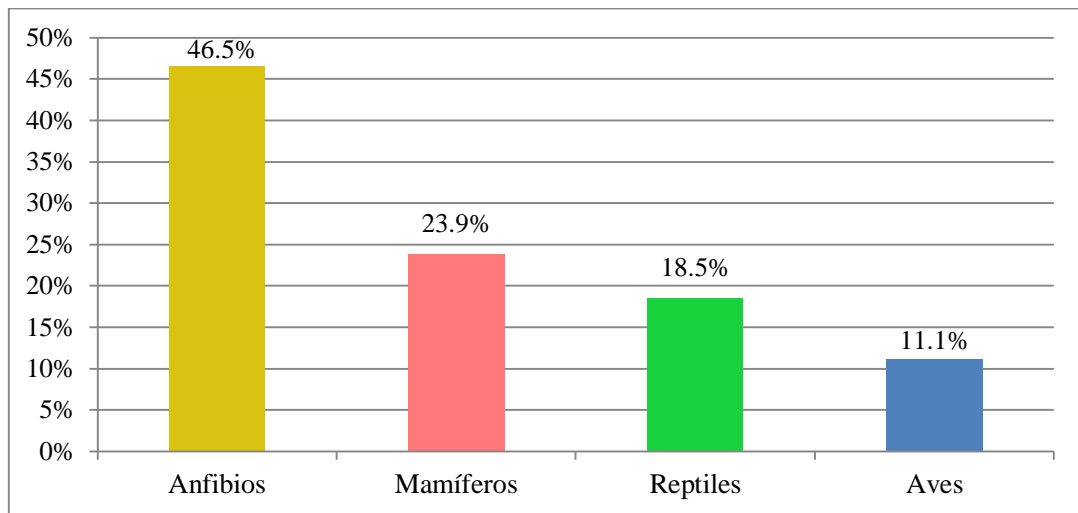


Figura 15. Porcentaje de especies de cuatro grupos taxonómicos de vertebrados en el estudio de la sección de la ampliación de la Ruta 32.

Para todos los grupos taxonómicos, la mayoría de los registros se dieron durante los recorridos diurnos independientemente si eran animales con hábitos diurnos o nocturnos (Figura 16).

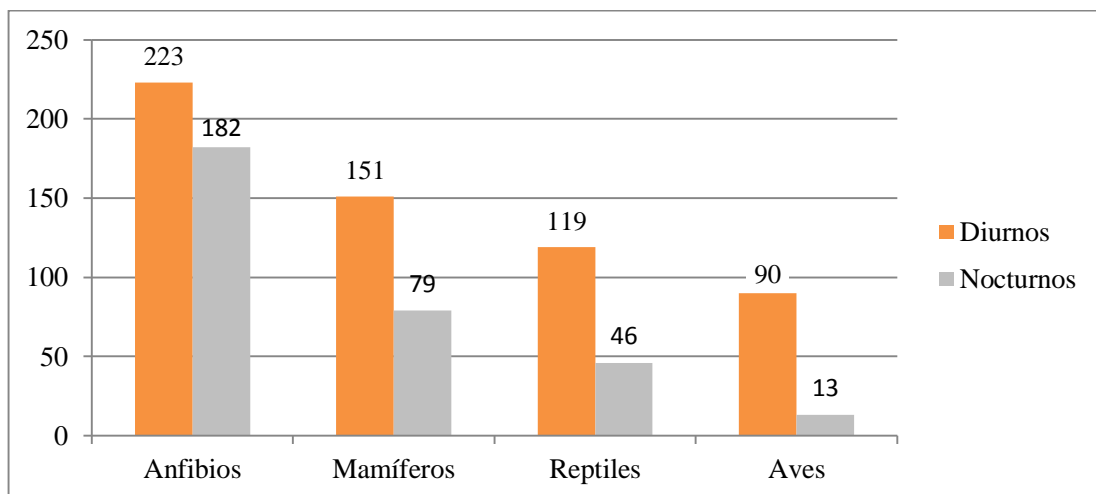


Figura 16. Cantidad de registros diurnos y nocturnos de fauna silvestre durante el estudio en la sección de la ampliación de la Ruta 32.

Como se puede apreciar en la Cuadro 5, la gran mayoría de estos registros (recorridos en vehículo y parcelas caminando) corresponden a animales atropellados (95.8%) y en menor medida a avistamientos y rastros.

Cuadro 5. Cantidad de atropellos, avistamientos y rastros de fauna silvestre durante los ocho meses de estudio de la sección de la ampliación de la Ruta 32.

Tipo de registro	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	Total	%
Atropellos	114	207	91	67	265	65	88	131	<b>1028</b>	95.8%
Avistamientos	2	13	0	3	4	4	6	4	<b>36</b>	3.4%
Rastros	0	0	1	1	0	0	2	4	<b>9</b>	0.8%

Los 36 avistamientos que se dieron durante el estudio fueron en su mayoría anfibios (n=18), los cuales casi todos corresponden a ranas y sapos. Las únicas excepciones fue el caso de los cecílicos<sup>7</sup> del género *Gymnopsis* sp., conocidos en Costa Rica como “solda con solda”.

También se logró ver diez mamíferos cruzando la carretera o a orilla de esta como por ejemplo tres martillas y dos perezosos de dos dedos.

En cuanto a avistamiento de reptiles, se pudo observar en total a siete individuos cruzando la carretera. La culebra de café rojiza (*Ninia sebae*) o también conocida como víbora de sangre, fue la más común con tres registros, seguido de dos iguanas. En cuanto a aves, cabe aclarar que no fueron tomados en cuenta para este estudio los avistamientos de vuelos de aves sobre la carretera o cerca de esta. Eso se daba con mucha frecuencia y se dificultaba contabilizar estos registros así como también la identificación de las especies. Tampoco se registró cantos de aves que se escucharon durante los recorridos. La única excepción en cuanto a avistamientos de aves fue de una polla de agua (*Porphyrio martinicus*) la cual cruzó la carretera caminando justo cuando se realizaba uno de los recorridos diurnos en un sector cercano al Río Parismina. Algunos ejemplos de avistamientos de fauna cerca de la carretera o cruzándola se pueden apreciar en la Figura 17.

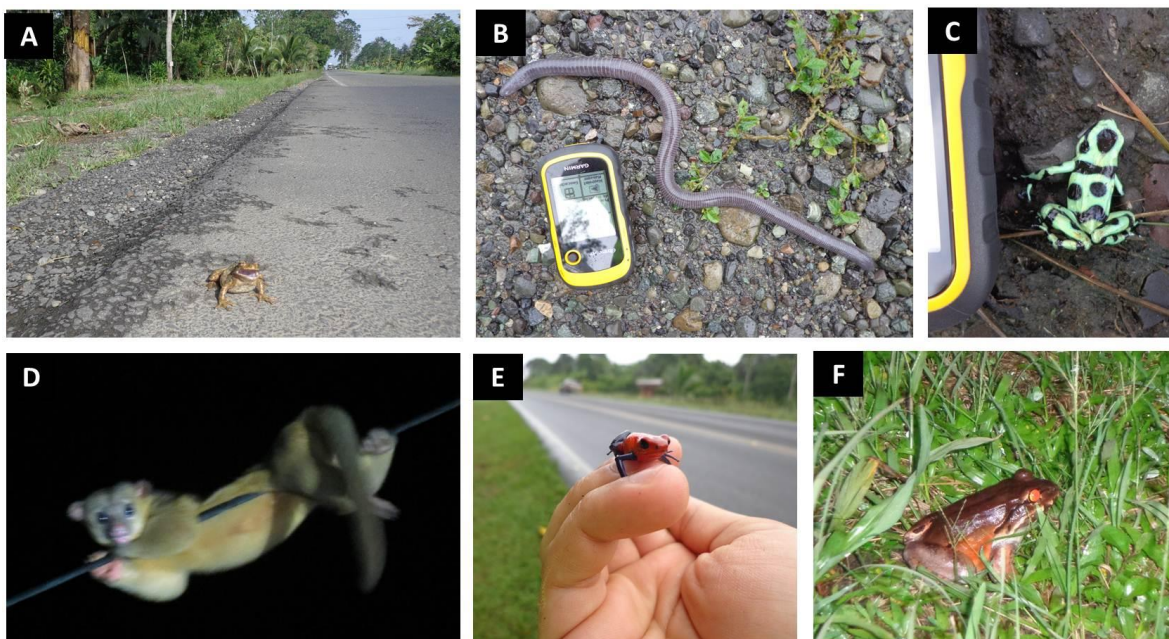


Figura 17. Ejemplos de avistamientos de fauna silvestre durante recorridos en la sección de la ampliación de la Ruta 32. A. *Smilisca baudinii*. B. *Gymnopsis* sp. C. *Dendrobates auratus*. D. *Potos flavus*. E. *Dendrobates pumilio*. F. *Leptodactylus savagei*.

En cuanto a los rastros, se registraron cuatro vocalizaciones de monos congos muy cerca de la carretera; dos excretas de perezoso en la base de árboles a menos de 2 m de la carretera, un rascado de un mamífero no identificado y una muda de una culebra (Figura 18). También se detectó un olor muy fuerte a zorro hediondo el cual fue registrado en un recorrido nocturno

<sup>7</sup> Cecílicos: grupo de anfibios del orden Gymnophiona con cuerpos largos similar a un gusano, sin miembros y con una boca claramente visible. Su piel es húmeda, pegajosa y no poseen abertura de orejas y sus ojos son muy reducidos (Leenders 2001, Kapelle 2008)

y en donde al día siguiente se confirmó al encontrar su cuerpo. Los rastros fueron registrados en su mayoría durante las caminatas cuando se hicieron las parcelas o en momentos que se estaba fuera del vehículo tomando datos de atropellos.



Figura 18. Ejemplos de rastros registrados durante recorridos en la sección de la ampliación de la Ruta 32. A. Excreta de perezoso no identificado. B. Rascado de mamífero terrestre no identificado. C. Muda de culebra no identificada.

Como se pudo observar en el Cuadro 5 el esfuerzo de muestreo fue diferente durante los ocho meses de estudio. A pesar de que julio fue el mes donde se realizaron más recorridos ( $n=6$ ) y por consiguiente los números absolutos de registros fueron mayores ( $n=269$ ), el mes de abril fue el que presentó más registros en promedio con 0.58 animales silvestres por kilómetro recorrido. En el Cuadro 6 se puede apreciar el promedio de uno de los ocho meses de investigación.

Cuadro 6. Promedio mensual de registros de fauna silvestre en la sección de la ampliación de la Ruta 32.

	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	Total
Cantidad de registros	116	221	92	71	269	69	96	139	<b>1073</b>
Km recorridos	284.7	379.6	379.6	284.7	569.4	379.6	379.6	379.6	<b>3036.8</b>
Promedio animales registrados $\text{km}^{-1}$	0.41	0.58	0.24	0.25	0.47	0.18	0.25	0.37	<b>0.30</b>

Los meses con más registros de fauna silvestre fueron abril ( $0.58 \text{ km}^{-1}$ ), julio ( $0.47 \text{ km}^{-1}$ ) y marzo ( $0.41 \text{ km}^{-1}$ ). Por otra parte, los meses con los promedios más bajos fueron mayo ( $0.24 \text{ km}^{-1}$ ), junio ( $0.25 \text{ km}^{-1}$ ) y septiembre ( $0.25 \text{ km}^{-1}$ ). Se obtuvo un valor de 0.30 para el promedio general de animales atropellados durante los ocho meses de estudio. Esto quiere decir que durante los 32 recorridos efectuados, cada 3.33 km se registró un animal silvestre en la sección de la ampliación de la Ruta 32, en su mayoría atropellos.

Uno de los factores que puede haber afectado la fluctuación en la cantidad registros durante los meses de estudio, es la condición del tiempo. En otros estudios se ha visto una marcada diferencia entre la época seca y la época lluviosa, no solo en la cantidad de registros sino en

el tipo de especie registrada. Ejemplo de ello fue lo encontrado por Sáenz *et al.* (2012) en el trópico seco de Guanacaste.

Sin embargo, para este trabajo no se realizó ningún análisis de este tipo ya que las condiciones del tiempo son muy cambiantes a distancias cercanas. Hubo varias ocasiones en las que se daban lluvias muy focalizadas en ciertos sitios, mientras que en otros no había llovido durante varios días. Existen varias estaciones meteorológicas en los alrededores de la Ruta 32 que podrían consultarse posteriormente para relacionar un factor tan importante como la precipitación horas antes de realizarse los recorridos. Según información del Atlas de Costa Rica 2014 (TEC 2014), algunas estaciones meteorológicas cercanas a esta carretera son: Hacienda el Carmen, El Cairo, Siquirres, La Lola y Batán; además de otras estaciones privadas como las de las bananeras, piñeras y la de la Universidad EARTH.

A continuación se muestra detalladamente la cantidad y especies de fauna silvestre registrada por grupo taxonómico: anfibios, mamíferos, reptiles y aves. Los resultados corresponden a los tres tipos de registros (atropellos, avistamientos y rastros) contabilizados en los recorridos (vehículo) y en las parcelas (caminando). Cabe mencionar que durante los ocho meses de estudio no se encontró ningún animal lesionado que necesitara trasladarse a algún centro competente para su atención.

#### 4.1.1.2 Grupo Taxonómico Anfibios

Del total de los 499 anfibios registrados, el 18.8% fueron detectados mediante el establecimiento de parcelas. Este es el porcentaje más alto de registros por parcelas para los cuatro grupos taxonómicos. En el Cuadro 7 se puede ver la distribución de estos datos, así como los 405 registros de los recorridos.

Cuadro 7. Cantidad de anfibios registrados durante los recorridos y parcelas en la sección de la ampliación de la Ruta 32.

<b>Tipo registro</b>	<b>mar</b>	<b>abr</b>	<b>may</b>	<b>jun</b>	<b>jul</b>	<b>ago</b>	<b>sep</b>	<b>oct</b>	<b>Total</b>	<b>%</b>
Recorridos	16	100	28	27	154	14	29	37	<b>405</b>	81.2%
Parcelas	1	22	9	6	31	8	2	15	<b>94</b>	18.8%
<b>Total</b>	<b>17</b>	<b>122</b>	<b>37</b>	<b>33</b>	<b>185</b>	<b>22</b>	<b>31</b>	<b>52</b>	<b>499</b>	<b>100%</b>

Para la identificación de anfibios se consultaron las guías de los siguientes autores: Leenders (2001), Savage (2002), Köhler (2011) e INBio (2014); así como contar con la colaboración del Comité Científico-Comisión Vías y Vida Silvestre.

En total se lograron identificar 16 especies de anfibios. Dos de estas se logró identificar hasta el nivel de género, los cuales corresponden a solda con solda o cecílicos: *Gymnopsis* sp. y *Dermopsis* sp.

La gran mayoría de los registros corresponden a anuros<sup>8</sup> o anfibios pertenecientes al orden Anura y solamente los cecílicos correspondieron al orden Gymnophiona. No se tuvo registros del tercer orden de anfibios (Caudata), los cuales corresponden a las salamandras. La lista completa de anfibios se puede ver en el Cuadro 8.

---

<sup>8</sup> Anuros: anfibios pertenecientes al orden “Anura” que no poseen cola, es decir las ranas y los sapos (Valerio 2006).

Cuadro 8. Lista completa de anfibios registrados durante los ocho meses de estudio de la sección de la ampliación de la Ruta 32.

Orden	Familia	Especie	Nombre común	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	Total	%
Anura	Bufoidea	<i>Rhinella marina</i>	Sapo común	14	90	26	28	151	18	20	20	<b>367</b>	73.5%
Anura	Leptodactylidae	<i>Leptodactylus savagei</i>	Rana toro	1	15	6	1	6	2	1	4	<b>36</b>	7.2%
Anura	Bufoidea	<i>Rhaebo haematiticus</i>	Sapito de hojarasca	0	4	0	2	5	0	7	6	<b>24</b>	4.8%
Anura	no identificada	no identificada	Anuros no identificados	0	5	1	2	2	0	0	9	<b>19</b>	3.8%
Gymnophiona	Dermophidae	<i>Gymnopsis</i> sp.	Solda con solda	0	1	0	0	9	1	2	2	<b>15</b>	3.0%
Anura	Hylidae	<i>Smilisca baudinii</i>	Rana mexicana de árbol	0	2	0	0	0	0	1	5	<b>8</b>	1.6%
Anura	Bufoidea	<i>Incilius melanochlorus</i>	Sapo melanochlorus	2	2	0	0	4	0	0	0	<b>8</b>	1.6%
Anura	Ranidae	<i>Lithobates vaillanti</i>	Rana vaillanti	0	0	1	0	2	0	0	2	<b>5</b>	1.0%
Anura	Ranidae	<i>Lithobates taylori</i>	Rana leopardo	0	0	0	0	2	0	0	2	<b>4</b>	0.8%
Anura	Hylidae	<i>Agalychnis callidryas</i>	Rana calzonuda	0	0	1	1	0	0	1	0	<b>3</b>	0.6%
Anura	Dendrobatidae	<i>Dendrobates pumilio</i>	Ranita roja venenosa	0	2	0	1	0	0	0	0	<b>3</b>	0.6%
Anura	Centrolenidae	no identificada	Rana de vidrio no id.	0	0	0	0	1	1	0	0	<b>2</b>	0.4%
Anura	Dendrobatidae	<i>Dendrobates auratus</i>	Rana arlequín	0	0	0	1	0	0	0	0	<b>1</b>	0.2%
Anura	Hylidae	no identificada	Rana no identificada	0	0	1	0	0	0	0	0	<b>1</b>	0.2%
Anura	Bufoidea	<i>Incilius coccifer</i>	Sapo coccifer	0	1	0	0	0	0	0	0	<b>1</b>	0.2%
Anura	Craugastoridae	<i>Craugastor bransfordii</i>	Sapito bransfordi	0	0	0	1	0	0	0	0	<b>1</b>	0.2%
Gymnophiona	Dermophidae	<i>Dermophis</i> sp.	Solda con solda	0	0	0	1	0	0	0	0	<b>1</b>	0.2%
				<b>17</b>	<b>122</b>	<b>36</b>	<b>38</b>	<b>182</b>	<b>22</b>	<b>32</b>	<b>50</b>	<b>499</b>	<b>100%</b>

Las especies registradas durante las parcelas fueron: rana calzonuda, las dos ranas de vidrio no identificadas, rana leopardo, rana mexicana de árbol, rana toro (n=5), rana vaillanti, dos de las tres ranitas rojas venenosas, sapito de hojarasca (n=2), sapo coccifer, sapo común (n=56), sapo melanochlorus (n=2), nueve de las 16 solda con solda y 11 anuros no identificados.

No fue posible identificar el género ni especie de tres ranas pero si su familia (Hylidae y Centrolenidae) y en el caso de 17 individuos solamente se pudieron identificar como anuros (orden Anura).

El sapo común es el anfibio que posee mayor cantidad de registros con la impresionante cifra de 367 individuos. Solamente esta especie comprende el 73.5% de este grupo taxonómico y el 34.2% de toda la fauna silvestre del estudio. Esta especie tiene una amplia distribución y una gran capacidad de adaptación llegando a convertirse en plaga en algunos sitios (Kearney *et al.* 2008). Es una especie muy generalista que se encuentra en diversos tipos de hábitats (incluyendo los muy perturbados y con presencia humana) y de la cual se ha encontrado que provoca aspectos negativos en la ecología de especies locales: competencia por recursos, depredación de otros individuos y envenenamiento producto del consumo del sapo común por parte de vertebrados como aves, culebras y roedores (Llewelyn *et al.* 2009)

Por su parte, la rana toro está en el segundo lugar de los anfibios con un 7.2% de los registros (n=36); muy lejos de las cantidades del sapo común. La rana toro tuvo la característica de que en el segundo mes del estudio obtuvo casi la mitad de sus registros.

El sapito de hojarasca fue la tercera especie más común (4.8%) seguido de un 3.8% de anuros que no pudieron ser identificados (n=19) debido al estado de deterioro en que se encontraban.

Es digno de resaltar que el cuarto anfibio más registrado fue el solda con solda. Con un 3.0% de los registros, fue común encontrarlo en los días en que había llovido mucho incluso llegando a encontrar 16 individuos en dos días (10 y 11 de julio), incluyendo uno vivo. De sus 15 registros, nueve fueron encontrados durante las caminatas en las parcelas y el resto en los recorridos desde el vehículo.

También se reportaron algunas especies indicadoras y amenazadas como lo son la rana arlequín y la ranita roja venenosa. Ambas se encuentran tanto en las listas de especies de CITES<sup>9</sup> en su Apéndice<sup>10</sup> II y también en la lista de especies con poblaciones reducidas del SINAC, a la cual también se le suma el caso de *Incilius melanochlorus* (Reglamento a la Ley de Conservación de Vida Silvestre 2005).

---

<sup>9</sup> CITES: “Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres”. Es un acuerdo internacional que tiene por finalidad velar por que el comercio internacional de especímenes de animales y plantas silvestres no constituya una amenaza para su supervivencia (CITES 2013).

<sup>10</sup> Apéndice: listas de especies con niveles y tipos de protección ante la explotación excesiva (CITES 2013).

#### 4.1.1.3 Grupo Taxonómico Mamíferos

En total se registraron 256 mamíferos en los ocho meses de estudio. Solamente el 11.3% (n=26) de ellos fueron encontrados en las parcelas y la mayoría de estos fueron murciélagos (n=7). También hubo tres individuos los cuales no pudieron ser identificados ya que eran cuerpos que probablemente habían permanecido mucho tiempo a la intemperie y lo único que se podía observar eran restos de pelaje. En el Cuadro 9 se desglosa la cantidad de registros durante los recorridos.

Cuadro 9. Cantidad de mamíferos registrados durante los recorridos y parcelas en la sección de la ampliación de la Ruta 32.

Tipo registro	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	Total	%
Recorridos	31	36	17	14	37	21	38	36	<b>230</b>	89.8%
Parcelas	3	2	5	3	8	1	2	2	<b>26</b>	10.2%
Total	34	38	22	17	45	22	40	38	<b>256</b>	100%

Por su tamaño, los mamíferos son el grupo de animales más fáciles de identificar en la carretera, sin embargo en ocasiones quedan a la orilla de esta lo cual los hace casi imposibles de ver desde el vehículo. Tal fue el caso de dos armadillos, dos zorros pelones, un mapache, un conejo de monte y un oso hormiguero. También se reportaron especies de menor tamaño como ardillas, roedores y didélfidos<sup>11</sup>.

En total se logró identificar 25 especies de mamíferos, solo una de ellas hasta el nivel de género como lo fue el caso de *Rattus* sp. Además 26 individuos fueron clasificados hasta el nivel de familia donde destacan 11 individuos de la familia Didelphidae (didélfidos) los cuales fue muy difícil de determinar la especie cuando sus cuerpos carecían de cola.

Más de la mitad de los murciélagos (14 de 24 registros) no pudieron ser identificados más allá de su orden (Chiroptera). Finalmente se tuvo un total de ocho animales del orden Rodentia. En el Cuadro X se puede apreciar la totalidad de los 256 mamíferos registrados. Los mamíferos fueron identificados utilizando las guías de Carillo *et al.* (1999), Wainwright (2007) e INBio (2014); así como la opinión de expertos; entre ellos la del Comité Científico-Comisión Vías y Vida Silvestre.

<sup>11</sup> Didélfido: familia de mamíferos marsupiales con diversos modos de locomoción: terrestre, arbórea, trepadora y semi-acuática. Poseen hocico largo, cola prensil y un dedo oponible en las patas traseras provisto de una uña (Museo de Zoología Universidad de Michigan 2014).



Orden	Familia	Especie	Nombre común	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	Total	%
Didelphimorphia	Didelphidae	<i>Didelphis marsupialis</i>	Zorro pelón	8	6	6	4	14	5	12	7	<b>62</b>	24.2%
Cingula	Dasypodidae	<i>Dasypus novemcinctus</i>	Armadillo	3	0	2	0	7	3	3	2	<b>20</b>	7.8%
Pilosa	Megalonychidae	<i>Choloepus hoffmanni</i>	Perezoso dos dedos	3	3	1	2	1	1	3	3	<b>17</b>	6.6%
Didelphimorphia	Didelphidae	<i>Philander opossum</i>	Zorro gris cuatro ojos	2	1	2	3	1	2	3	3	<b>17</b>	6.6%
Didelphimorphia	Didelphidae	<i>Caluromys derbianus</i>	Zorro de balsa	1	0	1	0	4	3	1	6	<b>16</b>	6.3%
no identificada	no identificada	no identificada	Mamífero no id.	4	3	4	0	2	0	0	1	<b>14</b>	5.5%
Chiroptera	no identificada	no identificada	Murciélago no id.	2	3	0	1	4	1	2	1	<b>14</b>	5.5%
Didelphimorphia	Didelphidae	no identificada	Zorro no id.	3	2	0	0	1	0	2	3	<b>11</b>	4.3%
Lagomorpha	Leporidae	<i>Sylvilagus brasiliensis</i>	Conejo de monte	3	2	3	1	0	0	1	0	<b>10</b>	3.9%
Carnivora	Procyonidae	<i>Procyon lotor</i>	Mapache	0	3	0	0	2	0	3	1	<b>9</b>	3.5%
Chiroptera	Phyllostomidae	no identificada	Murciélago no id.	0	2	0	0	3	0	1	2	<b>8</b>	3.1%
Rodentia	no identificada	no identificada	Roedor no id.	1	1	1	2	0	1	2	0	<b>8</b>	3.1%
Pilosa	Myrmecophagidae	<i>Tamandua mexicana</i>	Oso hormiguero	2	2	0	0	0	2	1	1	<b>8</b>	3.1%
Carnivora	Mephitidae	<i>Conepatus semistriatus</i>	Zorro hediondo	0	0	0	0	2	0	1	3	<b>6</b>	2.3%
Carnivora	Procyonidae	<i>Potos flavus</i>	Martilla	0	3	1	0	0	0	0	1	<b>5</b>	2.0%
Rodentia	Sciuridae	<i>Sciurus variegatoides</i>	Ardilla	2	0	0	0	1	1	1	0	<b>5</b>	2.0%
Rodentia	Erethizontidae	<i>Sphiggurus mexicanus</i>	Puercoespín	0	1	1	0	0	1	1	1	<b>5</b>	2.0%
Primates	Atelidae	<i>Alouatta palliata</i>	Mono congo	0	0	0	0	0	0	2	2	<b>4</b>	1.6%
Pilosa	Bradypodidae	<i>Bradypus variegatus</i>	Perezoso tres dedos	0	1	1	0	0	0	0	1	<b>3</b>	1.2%
Rodentia	Muridae	no identificada	Ratón no id.	0	3	0	0	0	0	0	0	<b>3</b>	1.2%
Carnivora	Mustelidae	<i>Eira barbara</i>	Tolomuco	1	0	0	0	0	0	0	1	<b>2</b>	0.8%
Chiroptera	Vespertilionidae	no identificada	Murciélago no id.	0	0	0	0	0	2	0	0	<b>2</b>	0.8%
Carnivora	Procyonidae	<i>Bassaricyon gabbii</i>	Olingo	0	0	0	1	0	0	0	0	<b>1</b>	0.4%
Rodentia	Echimyidae	no identificada	Rata espinosa no id.	0	1	0	0	0	0	0	0	<b>1</b>	0.4%
Carnivora	Procyonidae	no identificada	Prociónido no id.	0	0	0	0	1	0	0	0	<b>1</b>	0.4%
Carnivora	Procyonidae	<i>Nasua narica</i>	Pizote	0	0	0	0	1	0	0	0	<b>1</b>	0.4%
Rodentia	Geomyidae	<i>Orthogeomys cherriei</i>	Taltuza	0	0	0	1	0	0	0	0	<b>1</b>	0.4%
Rodentia	Sciuridae	<i>Sciurus granatensis</i>	Chiza	0	0	0	0	1	0	0	0	<b>1</b>	0.4%
Rodentia	Muridae	<i>Rattus sp.</i>	Rata no identificada	0	1	0	0	0	0	0	0	<b>1</b>	0.4%
				<b>35</b>	<b>38</b>	<b>23</b>	<b>15</b>	<b>45</b>	<b>22</b>	<b>39</b>	<b>39</b>	<b>256</b>	<b>100%</b>

Cuadro 10. Lista completa de mamíferos registrados durante los ocho meses de estudio de la sección de la ampliación de la Ruta 32.



Los mamíferos registrados en parcelas fueron los siguientes: ardilla (n=2), armadillo (n=2), conejo de monte, cuatro didélfidos, un mapache, murciélagos (n=7), un oso hormiguero, una rata, dos roedores no identificados, dos zorro pelón (n=2) y tres mamíferos que no pudieron ser identificados.

En cuanto a números totales, aproximadamente uno de cada cuatro registros de mamíferos (24.2%) correspondieron a zorro pelón (n=62), especie muy común no solo en lugares con cobertura forestal sino también en zonas alteradas y urbanas.

En segundo lugar pero lejos de la gran cantidad de registros del zorro pelón, se encuentra el armadillo (n=20). Con un 7.8%, esta especie fue fácil de identificar en el campo debido a su característica coraza dura. Esta especie (*Dasypus novemcinctus*) es la única reportada en este estudio, aunque existe otro armadillo (*Cabassous centralis*) que está más asociado a condiciones boscosas menos perturbadas que las que se encuentran a los alrededores de la Ruta 32.

El perezoso de dos dedos (*Choloepus hoffmanni*) fue una especie que casi siempre estuvo presente durante los recorridos. Casi todas las veces este animal se encontró atropellado a excepción de dos avistamientos. Esta fue la tercera especie con más registros (n=17) con un 6.6% y fue interesante observar que era común encontrar su cuerpo inerte en lugares con pocos árboles inmediatos a la carretera; ya sea en uno o en ambos lados de la carretera como por ejemplo se puede apreciar en la Figura 19. Las razones por las cuales los perezosos están cruzando en estos sitios deben de ser estudiadas, pero por el momento se descarta que estén cayendo de ramas de árboles cercanos a la Ruta 32.



Figura 19. Fotos panorámicas de atropellos de perezosos de dos dedos en sitios que carecen de árboles al lado norte de la carretera. A. Sector de Matina. B. Sector del Río Parismina.

Este mamífero arborícola posee la costumbre de bajar de los árboles semanalmente a defecar y se cree que una vez en el suelo camine en dirección a la carretera y sea ahí donde encuentre su muerte. Una de las características de esta especie que es mencionada por Wainwright (2002), es el hecho de que posee un mal desarrollado sentido del oído, lo que podría estar relacionado con su alta tasa de atropello en la Ruta 32 ya que se le hace difícil escuchar los

vehículos aproximándose. Un estudio realizado por Ramírez *et al.* (2011) en el Caribe de Costa Rica, determinó que los machos de *C. hoffmanni* poseen mayor área de acción que las hembras (0.62 ha y 8.22 ha respectivamente), pudiendo acumular más de 40 ha por mes.

También se registró tres atropellos de perezoso de tres dedos (*Bradypus variegatus*), lo cual hace un total de 23 perezosos. *C. hoffmanni* se alimenta de una mayor variedad de flores y hojas que el perezoso de tres dedos y aunque pasan menos tiempo del día activos, tienden a movilizarse más que ellos, raramente manteniéndose en un mismo árbol durante el día (Wainwright 2002). Otro hecho interesante reportado por Ramírez *et al.* y que en algún momento pudieran ayudar a explicar la gran cantidad de atropellos de perezosos, es que en ocasiones la especie de dos dedos puede tener más de una pareja reproductiva al mismo tiempo, lo que hace que tenga que defender mayor cantidad de territorio.

El mismo estudio evidenció a perezosos trasladándose por el suelo sobre potreros por largas distancias (hasta 400 m) por no encontrar conectividad que facilitara su movilidad. El perezoso posee gran cantidad de especies de árboles que frecuenta tanto para alimentarse como para descansar: entre cacaotales, cercas vivas, en potreros con árboles aislados y en bosques ribereños (Ramírez *et al.* 2011). Según observaciones de campo, algunas de estas especies se encuentran a orillas de la carretera; una razón más que podría indicar la gran cantidad de atropellos.

El zorro gris de cuatro ojos fue también una especie común con un 6.6% de registros, todos de ellos atropellos (n=17) y caso similar fue el del zorro de balsa que representó el 6.3% de los mamíferos (n=16). Para el caso de las especies de didélfidos o de la familia Didelphidae (zorro pelón, zorro gris de cuatro ojos y zorro de balsa), sus datos pudieron ser mayores debido a que como se mencionó anteriormente, 11 individuos no pudieron ser identificados más allá del nivel de familia.

Los resultados de esta investigación denotan que de las cinco especies más impactadas en la sección de la ampliación de la Ruta 32, tres son especies arborícolas (*C. hoffmanni*, *P. Opossum* y *C. derbianus*), una semi arborícola (*D. marsupialis*). Este hecho hace pensar que existe cobertura forestal cercana a la carretera que está siendo insuficiente para que los mamíferos arborícolas cumplan todos sus diferentes requerimientos y por eso tengan que optar por cruzar la carretera.

Los mamíferos voladores obtuvieron un importante porcentaje de registros (9.4%) si se suman los ocho individuos de la familia Phyllostomidae, los dos de la familia Vespertilionidae y los 14 murciélagos no identificados. También el conejo de monte (3.9%) y el mapache (3.5%) fueron parte de las especies que más registros obtuvieron. Algunos estudios enfocados a mortalidad de murciélagos en carretera han encontrado que los más afectados son las especies con hábitos insectívoros (Berthinussen y Altringham 2012) y cuando estos mamíferos se encuentran en época postreproductora y en tramos de carreteras cercanos a núcleos urbanos (Fabaluy 2000).

Los cuatro monos congos registrados son la única especie de mamíferos de este estudio que aparece en el Apéndice I de CITES gracias a las cuatro vocalizaciones que se lograron escuchar muy cerca de la carretera. Mientras tanto, en el Apéndice II de CITES para Costa Rica están la siguientes especies registradas: olingo, perezoso de dos dedos y perezoso de tres dedos. También se encuentran especies de mamíferos los cuales son de importancia para países de la región (en el Apéndice III de CITES). Estos son el tolomuco, pizote, martilla y puercoespín (para Honduras) y el oso hormiguero para el caso de Guatemala. Además, según el Reglamento a la Ley de Conservación de Vida Silvestre (2005), el olingo y el perezoso de dos dedos son consideradas como especies con poblaciones reducidas.

#### 4.1.1.4 Grupo Taxonómico Reptiles

El grupo de los reptiles obtuvo un 18.5% de los registros (n=199); siendo las culebras, tortugas e iguanas las más comunes. Los 199 registros de reptiles, tanto de recorridos como de parcelas, se desglosan en el Cuadro 11.

Cuadro 11. Cantidad de mamíferos registrados durante los recorridos (recorridos y parcelas) en la sección de la ampliación de la Ruta 32.

<b>Tipo registro</b>	<b>mar</b>	<b>abr</b>	<b>may</b>	<b>jun</b>	<b>jul</b>	<b>ago</b>	<b>sep</b>	<b>oct</b>	<b>Total</b>	<b>%</b>
Recorridos	27	35	15	13	25	11	16	23	<b>165</b>	82.9%
Parcelas	8	3	2	1	7	5	1	7	<b>34</b>	17.1%
<b>Total</b>	<b>35</b>	<b>38</b>	<b>17</b>	<b>14</b>	<b>32</b>	<b>16</b>	<b>17</b>	<b>30</b>	<b>199</b>	<b>100%</b>

Durante las caminatas en las parcelas, fue común encontrar restos de caparazones de tortugas a lado de la carretera. Estos registros hubieran sido imposibles de obtener desde el vehículo por su tamaño, posición y porque se notaba que tenían mucho tiempo de permanecer allí en la mayoría de los casos.

Los reptiles fue el grupo taxonómico donde se identificaron más especies con un total de 27 (siete de ellas hasta el nivel de género). Una de los individuos (culebra) pudo ser identificado solamente hasta el nivel de familia (Culubridae) y 12 individuos no pudieron ser identificados, aunque siete de ellos corresponden al orden Squamata y cinco al orden Testudines (tortugas).

Los reptiles fueron identificados utilizando las guías de Leenders (2001), Köhler (2008) e INBio (2014); así como la colaboración de expertos nacionales incluyendo al Comité Científico-Vías y Vida Silvestre.

La lista detallada de los 199 reptiles se presenta a continuación en el Cuadro 11.

Cuadro 12. Lista completa de reptiles registrados durante los ocho meses de estudio de la sección de la ampliación de la Ruta 32.

Orden	Familia	Especie	Nombre común	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	Total	%
Squamata	Dipsadidae	<i>Ninia sebae</i>	Culebra de café rojiza	10	9	5	5	5	0	2	6	42	21.1%
Squamata	Boidae	<i>Boa constrictor</i>	Culebra boa	2	4	1	2	9	4	4	4	30	15.1%
Squamata	Viperidae	<i>Bothrops asper</i>	Culebra terciopelo	2	5	2	1	4	0	2	2	18	9.0%
Squamata	Dipsadidae	<i>Sibon nebulatus</i>	Culebra caracolera	1	3	4	0	1	1	2	3	15	7.5%
Squamata	Iguanidae	<i>Iguana iguana</i>	Iguana	6	3	0	0	0	0	3	0	12	6.0%
Squamata	Dipsadidae	<i>Leptodeira annulata</i>	Culebra ojos de gato	2	3	1	4	1	0	0	0	11	5.5%
Squamata	Dipsadidae	<i>Oxyrhopus petola</i>	Culebra gargantilla falsa	1	1	1	1	1	1	1	2	9	4.5%
Squamata	Colubridae	<i>Mastigodryas melanolomus</i>	Culebra lagartijera olivácea	1	2	1	0	2	0	0	2	8	4.0%
Squamata	no identificada	no identificada	Culebra no identificada	2	0	0	0	0	1	0	4	7	3.5%
Testudines	no identificada	no identificada	Tortuga no identificada	0	0	0	0	0	3	0	2	5	2.5%
Testudines	Kinosternidae	<i>Kinosternon</i> sp.	Tortuga candado	0	0	0	0	2	1	1	1	5	2.5%
Squamata	Corytophanidae	<i>Basiliscus plumifrons</i>	Basilisco esmeralda	0	2	2	0	0	0	0	0	4	2.0%
Squamata	Viperidae	<i>Porthidium nasutum</i>	Culebra tamagá	1	3	0	0	0	0	0	0	4	2.0%
Testudines	Geoemydidae	<i>Rhinoclemmys funerea</i>	Tortuga de bosque negra	0	0	0	0	2	2	0	0	4	2.0%
Testudines	Geoemydidae	<i>Rhinoclemmys</i> sp.	Tortuga de bosque	0	0	0	1	0	1	1	1	4	2.0%
Testudines	Chelydridae	<i>Chelydra serpentina</i>	Tortuga lagarto	0	0	0	0	2	0	0	1	3	1.5%
Squamata	Colubridae	<i>Pseustes</i> sp.	Culebra pajarera	1	0	0	0	0	0	1	1	3	1.5%
Squamata	Colubridae	no identificada	Culúbrido no identificado	2	0	0	0	0	0	0	0	2	1.0%
Squamata	Elapidae	<i>Micrurus</i> sp.	Culebra coral	1	0	0	0	1	0	0	0	2	1.0%
Squamata	Teiidae	<i>Ameiva</i> sp.	Lagartija no identificada	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0.5%
Crocodylia	Alligatoridae	<i>Caiman crocodilus</i>	Caimán	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0.5%
Squamata	Iguanidae	<i>Ctenosaura similis</i>	Garrobo	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0.5%
Squamata	Dipsadidae	<i>Enulius</i> sp.	Culebra cabeza puntiaguda	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0.5%
Squamata	Dipsadidae	<i>Imantodes cenchoa</i>	Culebra dormilona	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0.5%
Squamata	Colubridae	<i>Lepthophis mexicanus</i>	Culebra bejuquilla verde chata	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0.5%
Squamata	Colubridae	<i>Oxybelis fulgidus</i>	Culebra bejuquilla verde	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0.5%
Squamata	Elapidae	<i>Micrurus alleni</i>	Culebra coral venenosa	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0.5%

Squamata	Colubridae	<i>Pseustes poecilonotus</i>	Culebra pajarera	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0.5%
Squamata	Dipsadidae	<i>Rhadinaea</i> sp.	Culebra hojarasquera	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0.5%
Squamata	Colubridae	<i>Spilotes pullatus</i>	Culebra mica	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0.5%
				<hr/>	<hr/>	<hr/>	<hr/>	<hr/>	<hr/>	<hr/>	<hr/>	<hr/>	<hr/>
				37	36	17	15	32	15	17	30	199	100%



Las especies de reptiles registradas a través de parcelas fueron: culebra bejuquilla verde, boa, culebra coral venenosa, culebra tamagá e iguana; todas con un solo registro, así como la única lagartija de la investigación. Las especies que contaron con dos registros fueron: culebra caracolera, culebra gargantilla falsa, culebra ojos de gato, culebra terciopelo, tortuga candado, tortuga lagarto y dos culebras no identificadas. Finalmente, también se registró nueve culebras de café rojizas y cinco tortugas no identificadas.

En cuanto a la abundancia total, las principal especie de reptil fue la culebra de café rojiza con un 21.2% de los registros (n=42). Esta culebra presenta la particularidad de ser muy delgada y su color rojizo oscuro en ocasiones la hace difícil de poder ser vista (viva o muerta) desde el vehículo.

Seguidamente, los reptiles con más registros fueron la boa (15.1%) y las culebras terciopelo (9.0%) y caracolera (7.5%); así como las iguana con un 6%.

Cabe resaltar el caso de las tortugas, ya que todas las especies juntas suman un 10.5% de los registros de reptiles para lo cual se recomienda hacer un análisis más detallado y determinar las similitudes que hay en los sectores donde estén siendo atropelladas.

Los atropellos de las 30 boas y el caimán representan especies dentro del Apéndice I de CITES. A nivel de país, las boas son consideradas como especie en peligro de extinción y la tortuga lagarto, tortuga candado y el caimán están en la lista de especies con poblaciones reducidas (Reglamento a la Ley de Conservación de Vida Silvestre 2005). En la Figura 20 se muestra un boa de gran dimensión la cual se diferenció ampliamente al resto de registros obtenidos durante los recorridos.



Figura 20. Registro de la boa (*Boa constrictor*) atropellada más grande que se encontró durante los recorridos ubicada en el sector de “La Montañita de Guácimo”.



#### 4.1.1.5 Grupo Taxonómico Aves

Al igual que el resto de los otros grupos taxonómicos, los registros de aves se dieron mayoritariamente durante los recorridos en el vehículo (86.6%) y solamente 16 fueron registradas durante las parcelas. La mayoría de los datos de aves fueron colectados durante los primeros tres meses del estudio y también en el último mes (octubre) como se puede apreciar en el Cuadro 13.

Cuadro 13. Cantidad de aves registradas durante los recorridos y parcelas en la sección de la ampliación de la Ruta 32.

<b>Tipo registro</b>	<b>mar</b>	<b>abr</b>	<b>may</b>	<b>jun</b>	<b>jul</b>	<b>ago</b>	<b>sep</b>	<b>oct</b>	<b>Total</b>	<b>%</b>
Recorridos	30	21	12	5	6	5	8	16	<b>103</b>	85.6%
Parcelas	0	2	4	2	1	4	0	3	<b>16</b>	13.4%
<b>Total</b>	<b>30</b>	<b>23</b>	<b>16</b>	<b>7</b>	<b>7</b>	<b>9</b>	<b>8</b>	<b>19</b>	<b>119</b>	<b>100%</b>

Las aves fue el grupo más difícil de identificar debido a que la mayoría de las veces su pequeño cuerpo quedaba muy deteriorado debido al atropello y en ocasiones porque varios vehículos ya le habían pasado por encima al momento de registrarlo.

Principalmente con la colaboración de expertos se logró identificar al menos 26 especies de aves (cuatro de ellas hasta el nivel del género) las cuales se pueden ver en el Cuadro 12. Sin embargo, la mayoría de ellas (n=61) no se posible identificar ni siquiera a nivel de orden. También se consultaron guías de aves de Costa Rica como la de Stiles y Skuth (1989) y Garrigues y Dean (2007); así como la colaboración de expertos el Programa de Monitoreo de Aves<sup>12</sup> del CATIE. Los nombres comunes de las especies fueron los reportados por la Asociación Ornitológica de Costa Rica (2014).

Las 119 aves registradas en este estudio se enlistan en el Cuadro 14.

<sup>12</sup> Programa de Monitoreo de Aves: Programa del CATIE que desde el 2008 busca proveer a administradores y manejadores de áreas protegidas y corredores biológicos un conjunto de herramientas básicas que incrementen el valor de conservación de paisajes manejados (GAMMA 2014).

Cuadro 14. Lista completa de aves registradas durante los ocho meses de estudio de la sección de la ampliación de la Ruta 32.

Orden	Familia	Especie	Nombre común	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	Total	%
no identificada	no identificada	no identificada	Ave no identificada	15	14	8	4	3	4	2	11	61	51.3%
Passeriformes	Thraupidae	<i>Ramphocelus</i> sp.	Sargento no id.	1	0	2	0	2	2	1	2	10	8.4%
Cathartiformes	Cathartidae	no identificada	Zopilote no id.	1	2	1	0	0	0	1	1	6	5.0%
Passeriformes	Cardinalidae	<i>Saltator</i> sp.	Saltador no id.	2	0	0	0	1	1	0	0	4	3.4%
Passeriformes	Emberizidae	<i>Sporophila</i> sp.	Semillero no id.	0	0	2	0	0	0	1	1	4	3.4%
Passeriformes	Emberizidae	<i>Sporophila corvina</i>	Setillero collarejo	2	1	0	0	0	0	1	0	4	3.4%
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Myiozetetes similis</i>	Pecho amarillo	1	2	0	0	0	0	0	0	3	2.5%
Passeriformes	Thraupidae	<i>Thraupis episcopus</i>	Viudita	1	1	0	1	0	0	0	0	3	2.5%
Caprimulgiformes	Caprimulgidae	no identificada	Cuye no id.	1	0	0	0	0	0	0	1	2	1.7%
Columbiformes	Columbidae	<i>Patagioenas flavirostris</i>	Paloma morada común	1	1	0	0	0	0	0	0	2	1.7%
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Pitangus sulphuratus</i>	Cristo fue	0	0	0	1	0	1	0	0	2	1.7%
Passeriformes	Emberizidae	<i>Valatinia jacarina</i>	Brea	0	1	0	0	0	1	0	0	2	1.7%
Cathartiformes	Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote negro	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0.8%
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Empidonax</i> sp.	Mosquerito no id.	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0.8%
Passeriformes	Furnariidae	no identificada	Trepa troncos no id.	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0.8%
Passeriformes	Tyrannidae	no identificada	Mosquerito no id.	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0.8%
Caprimulgiformes	Trochilidae	<i>Florisuga mellivora</i>	Jacobino nubiblanco	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0.8%
Caprimulgiformes	Trochilidae	<i>Glaucis aeneus</i>	Ermitaño bronceado	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0.8%
Passeriformes	Icteridae	<i>Icterus prothemelas</i>	Chorcha del platanar	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0.8%
Columbiformes	Columbidae	<i>Leptotila verreauxi</i>	Paloma coliblanca	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0.8%
Gruiformes	Rallidae	<i>Porphyrio martinicus</i>	Polla de agua	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0.8%
Passeriformes	Icteridae	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0.8%
Passeriformes	Cardinalidae	<i>Saltator coerulescens</i>	Comepuntas	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0.8%
Passeriformes	Parulidae	<i>Setophaga petechia</i>	Reinita amarilla	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0.8%
Passeriformes	Thamnophilidae	<i>Thamnophilus doliatus</i>	Batará barreteado	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0.8%
Passeriformes	Thraupidae	no identificada	Tangara no id.	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0.8%
Passeriformes	Troglodytidae	<i>Troglodytes aedon</i>	Soterrey	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0.8%
Passeriformes	Turdidae	<i>Turdus grayi</i>	Yigüirro	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0.8%
				30	23	16	7	7	9	8	19	119	100%

En las parcelas las siguientes aves fueron registradas: ermitaño bronceado, mosquerito no identificado, un saltator no identificado, un sargento no identificado, un setillero collarejo y 11 aves no identificadas.

En general, los sargentos (*Ramphocelus* sp.) fueron los que tuvieron los registros más altos con un 8.4% del total, seguido por el 5.0% de los zopilotes. Se cree que estas aves carroñeras son víctimas de atropellos debido a que se alimentan de otros animales muertos en la carretera y no les da tiempo de esquivar los vehículos a alta velocidad.

Finalmente, aves del género *Saltator*, el setillero collarejo y otros setilleros obtuvieron 4 registros cada uno para un 3.4% del total de aves.

Ninguna de las aves de este estudio se encuentra dentro de los Apéndices de CITES ni en la lista de fauna con poblaciones reducidas o en peligro de extinción de SINAC.

#### 4.1.2 Similitudes con investigaciones en Costa Rica

Los estudios de fauna silvestre en carreteras en Costa Rica no pueden ser comparables entre sí debido a que difieren mucho en cuanto a esfuerzo de muestreo (extensión y frecuencia), metodología, área de estudio, entre otras cosas. Esto se pudo apreciar muy bien en el Cuadro 1 y el Cuadro 2, sin embargo, con la información disponible se realizó un cuadro donde se presentan a modo de resumen la cantidad de registros y porcentaje de cuatro grupos taxonómicos (anfibios, mamíferos, reptiles y aves) (Cuadro 15).

En algunos casos la información no estaba explícitamente expresada en la fuente consultada por lo cual se procedió a hacer el cálculo. En otros casos, los resultados aún no se han publicado oficialmente pero se obtuvo la información por otros medios: Rubí (2014) y Arévalo (2014) en presentaciones orales. Los autores Madrigal y Quirós facilitaron los resultados de su investigación a pesar de no estar publicados.

Cuadro 15. Principales resultados de investigaciones realizadas en Costa Rica sobre fauna silvestre en carreteras.

Autor (año)	Lugar (Longitud de carretera)	Total reg	Total sp	Anf	Mam	Rep	Ave
Rubí (2014)	Parque Nacional Los Quetzales (9 km)	106	s.d	0.0% *	19.8% *	0.0% *	80.2% *
Arévalo (2014)	Cañas-Liberia (39 km)	671	55	52.7% *	16.1% *	21.7% *	9.5% *
Madrigal (sin publicar)	Parque Nacional Braulio Carrillo (5.5 km)	146	s.d	10.3%	27.4%	40.4%	16.4%
Quirós, J. (sin publicar)	La Fortuna-Nuevo Arenal (16.1 km)	621	90	74.0%	8.0%	16.0%	2.0%
García-Blanco <i>et al.</i> (2014)	Costanera Sur (42 km)	291	s.d	33%	24%	30%	13%

Monge <i>et al.</i> (2013)	Parque Nacional Los Quetzales (22 km)	73	11*	0.0%	8.0%	0.0%	92.0%
Camacho y Chinchilla (2013)	Guacimal-Monteverde (s.d)	s.d	24	0.0%*	87.5%*	12.5%*	0.0%*
Pérez (2013)	Desde Orotina hasta Paso Canoas (s.d)	155	33	32.6%	41.8%	23.5%	1.3%
Pomareda (2012)	Cañas-Liberia (38.5 km)	180	40	4.0%	63.0%	17.0%	16.0%
Honda (2012)	Parque Nacional Carara (4.2 km)	5897~	s.d	95.0%*	1.5%*	2.9%*	0.6%*
Torres (2011)	PN Santa Rosa-PN Guanacaste (12 km)	277	40	2.0%	80.0%	14.0%	4.0%
Araya-Gamboa y Salom-Pérez (2011)	Subcorredor Biológico Barbilla-Destierro (14 km)	149	44	20.5%*	31.8%*	15.9%*	31.8%*
Rojas (2010)	Garita-Turrúcares, Orotina y Caldera-San José (0.8 km)	13	8*	38.5*	15.4%*	23.1%*	23.1%*
Lobo <i>et al.</i> (2008)	PN Guanacaste y PN Santa Rosa (31 km)	978	60	81.4%*	6.4%*	8.4%*	3.8%*
Carvajal y Díaz (2007)	Santa Clara-La Fortuna-Cañas-Liberia (s.d)	83	s.d	s.d	65.1%*	s.d	s.d
Sáenz <i>et al.</i> (2012)	Área de Conservación Guanacaste (12 km)	1343*	49*	63.8%*	11.7%*	18.9%*	6.6%*
Monge-Nájera (1996)	Pacífico, Valle Central y Caribe (s.d)	206*	31*	1.9%*	74.3%	7.3%	11.2%*
Artavia (2014)	Cruce de Río Frio hasta cruce de Moín (94.9 km)	1073	94	46.5%	23.7%	18.5%	11.1%

\* Datos calculados según la información disponible de la fuente consultada.

Los 17 trabajos analizados poseen resultados muy diferentes ya que sus autores perseguían diferentes objetivos y grupos de animales. Por ejemplo, las dos investigaciones realizadas en el Parque Nacional Los Quetzales fueron enfocadas a aves.

En cuanto a anfibios se refiere, siete investigaciones reportaron mayor cantidad de este grupo taxonómico al igual que sucedió con el presente trabajo. Se trata de los resultados obtenidos por Sáenz *et al.* (2012), Lobo *et al.* (2008), Rojas (2010), Honda (2012), García-Blanco *et al.* (2014), Arévalo (2014) y Quirós (sin publicar).

Por otro lado, no existen otros estudios en donde los mamíferos sean el segundo grupo más abundante en registros, aunque en varios de ellos este grupo fue el principal afectado como en el caso de Monge-Nájera 1996, Araya-Gamboa y Salom-Pérez 2011, Pomareda 2012 y Pérez 2013.

En cuanto a la cantidad de registros, la investigación llevada a cabo en el Parque Nacional Carara es sin duda la que más atropellos ha recopilado en carreteras de Costa Rica. Allí los anfibios llegaron a tener cifras muy elevadas las cuales el autor llamó de “masacres” ya que las especies: rana calzonuda (*Agalychnis callidryas*), sapo de bosque seco (*Bufo coccifer*), rana lechosa

(*Phrynohyas vemulosa*) y rana oliva (*Scinax elaeochroa*) alcanzaron números muy elevados, totalizando aproximadamente 5897 registros (Honda 2012).

Otro estudio que superó el millar de atropellos fue el desarrollado por Sáenz *et al.* (2012) en 13 km de la Carretera Interamericana entre los Parques Nacionales Santa Rosa y Guanacaste (n=1343). Un año después, Lobo *et al.* (2008) lograron registrar 978 animales silvestres atropellados en esa misma zona, lo que convierte a este estudio en el tercer lugar en cantidad de fauna reportada en carretera. Este último es el trabajo que más se asemeja a esta investigación en cuanto a cantidad de registros se refiere.

Las demás investigaciones lograron registrar menos de 200 animales a excepción del estudio en la nueva carretera Cañas-Liberia, donde Arévalo (2014) reportó 671 animales. Los estudios con menos reportes son el de 0.8 km de Rojas (2010) con solamente 13 atropellos, el llevado a cabo por Monge *et al.* (2013) enfocado a aves en el PN Los Quetzales (n=73) y el de efectuado por Carvajal y Díaz (2007) en tres carreteras de la Zona Norte (n=83).

En cuanto a la cantidad de especies reportadas, el presente estudio es el que más ha reportado con un total de al menos 94 especies diferentes, seguido por los resultados de Quirós (sin publicar) en la Ruta 142, donde el autor identificó 90 especies; en su mayoría de reptiles. Posteriormente le sigue el estudio de Lobo *et al.* (2008) con 60 especies, el de Arévalo (2014) con 55 y el de Sáenz *et al.* (2012) con 49 especies. Por otro lado, las investigaciones que han reportado menos cantidad de especies son la de Rojas (2010) con solamente ocho y la de Monge *et al.* (2013) con 11.

Con la información disponible, también se elaboró un cuadro que resume las principales especies reportadas para cada grupo taxonómico en cada una de las investigaciones (Cuadro 16).

Cuadro 16. Resumen de las principales especies de fauna silvestre reportadas en investigaciones realizadas en carreteras de Costa Rica.

Autor (año)	Lugar (Longitud)	Anfibios	Mamíferos	Reptiles	Aves
Rubí (2014)	Parque Nacional Los Quetzales (9 km)	-	<i>Sciurus granatensis</i> , <i>Sylvilagus dicei</i> , <i>Sphiggurus mexicanus</i>	-	<i>Catharus gracilirostris</i> , <i>Turdus plebejus</i> , <i>Turdus nigrescens</i> , <i>Elaenia frantzi</i>
Arévalo (2014)	Cañas-Liberia (39 km)	<i>Lithobates forreri</i> , <i>Rhinella marina</i> , anfibio no id., <i>Incilius coccifer</i> , <i>Smilisca</i> sp.	<i>Didelphis marsupialis</i> , <i>Sylvilagus floridanus</i> , mamíferos no id., <i>Procyon lotor</i> , <i>Mephites macroura</i>	Reptiles no id., <i>Leptodeira annulata</i> , <i>Boa constrictor</i> , <i>Scolecophis atrocinctus</i> , <i>Iguana iguana</i>	Aves no id., <i>Quiscalus mexicanus</i> , <i>Nyctidromus</i> sp., <i>Setophaga petectria</i> , <i>Cathartes aura</i> .
Madrigal (sin publicar)	PN Braulio Carrillo (5.5 km)	<i>Rana warschewitschii</i>	Murciélagos, <i>Didelphis marsupialis</i> , roedores	<i>Tantilla supracincta</i>	Aves no id., <i>Agelaius phoeniceus</i>
Quirós (sin publicar)	La Fortuna-Nuevo Arenal (16.1)	<i>Rhinella marinus</i> [sic], <i>Lithobates taylori</i> , <i>Smilisca phaeota</i> , <i>Smilisca sordida</i> , <i>Leptodactylus savagei</i>	<i>Nasua narica</i> , <i>Procyon lotor</i> , <i>Sylvilagus floridanus</i> , <i>Didelphis marsupialis</i> , <i>Tamandua mexicana</i> , <i>Philander opossum</i> , <i>Oryzomys</i> sp.	<i>Sibon nebulatus</i> , <i>Ninia sebae</i> , <i>Bothrops asper</i> , <i>Imantodes inornatus</i>	Passeriforme, <i>Turdus grayi</i> , <i>Arremonops</i> sp.
García-Blanco <i>et al.</i> (2014)	Costanera Sur (42 km)	s.d	<i>Conepatus semistriatus</i> , <i>Nasua narica</i> , <i>Tamandua mexicana</i> , <i>Didelphis marsupialis</i> , murciélagos	s.d	s.d
Monge <i>et al.</i> (2013)	Parque Nacional Los Quetzales (22 km)	-	<i>Sylvilagus dicei</i>	-	Aves no id., escarcheros, zeledonias, golondrinas
Pérez (2013)	Desde Orotina hasta Paso Canoas (s.d)	s.d.	<i>Didelphis marsupialis</i> , <i>Tamandua mexicana</i>	<i>Iguana iguana</i>	<i>Coragyps atrattus</i>
Pomareda (2012)	Cañas-Liberia (38.5 km)	s.d	<i>Didelphis marsupialis</i> , <i>Tamandua mexicana</i> , <i>Nasua narica</i> , <i>Procyon lotor</i> , <i>Alouatta palliata</i> ,	<i>Boa constrictor</i> , <i>Ctenosaura similis</i> , <i>Leptodeira septentrionalis</i>	<i>Quiscalus mexicanus</i> , <i>Colinus leucopogon</i> , <i>Cathartes aura</i> , <i>Pitangus</i> sp.
Honda (2012)	Parque Nacional Carara (4.2 km)	<i>Bufo coccifer</i> , <i>Agalychnis callidryas</i> , <i>Phrynohyas venulosa</i> , <i>Scinax elaeochroa</i>	Ratones, <i>Tamandua mexicana</i> , murciélagos, <i>Didelphis</i> sp., <i>Nasua narica</i> , <i>Procyon lotor</i> , <i>Potos flavus</i> , <i>Leopardus pardalis</i>	Culebras no id., <i>Ctenosaura similis</i> , <i>Norps</i> sp., <i>Boa constrictor</i> , <i>Leptodeira</i> sp., <i>Leptodactylus</i> sp., <i>Kinosternon scorpioides</i>	Aves no id., tángaras, zopilotes, colibríes,

Araya-Gamboa (2012)	Subcorredor Biológico Barbilla-Destierro (s.d)	s.d	s.d	<i>Kinosternon scorpioides</i>	s.d
Torres (2011)*	PN Santa Rosa-PN Guanacaste (12 km)	Anfibio no id, <i>Rhinella marina</i>	<i>Dayprocta puntata, Nasua narica, Agouti paca, Leopardus pardalis, Ototylomys phyllotis</i>	<i>Ctenosaura similis, Sceloporus squamosus, Kinosternon leucostomum, Rhinoclemmys pulcherrina</i>	<i>Crax rubra, Thryothorus pleurostictus</i>
Araya-Gamboa y Salom-Pérez (2011)	Subcorredor Biológico Barbilla-Destierro (14 km)	<i>Rhinella marina, Eleutherodactylus sp.</i>	<i>Procyon lotor, Dasypus novemcinctus, Sciurus granatensis, Eira barbara, Canis latrans</i>	s.d	<i>Nyctidromus albicollis, Columbina talpacoti, Zenaida asiática, Ortalis cinereiceps</i>
Rojas (2010)	Garita-Turrúcares, Orotina y Caldera-San José (0.8 km)	<i>Chaunus marinus</i>	<i>Didelphis sp.</i>	-	-
Carvajal y Díaz (2007)	Santa Clara-La Fortuna, La Fortuna-Cañas y Cañas-Liberia (s.d)	s.d	<i>Didelphis marsupialis, Tamandua mexicana, Sciurus variegatoides, Dasypus novemcinctus,</i>	s.d	s.d
Sáenz <i>et al.</i> (2012)	Área de Conservación Guanacaste (12 km)	<i>Lithobates forreri</i> , anfibios no id., <i>Incilius luetkenni, Incilius coccifer, Rhinella marina</i>	<i>Sylvilagus floridanus, Didelphis sp., Dasypus novemcinctus, Didelphis virginiana</i>	<i>Leptodeira annulata, Porthidium orphmryomegas, Trimorphodon biscutatus</i>	s.d
Monge-Nájera (1996)	Pacífico, Valle Central y Caribe (s.d)	<i>Bufo marinus</i>	<i>Canis familiaris, Felis domesticus</i> , mamíferos no id., <i>Didelphis marsupialis, Tamandua mexicana</i>	Culebras no id., <i>Iguana iguana, Bothrops asper,</i>	Aves no id., <i>Quiscalus mexicanus, Stumella militaris, Gallus gallus</i>
Artavia (2014)	Cruce de Río Frío a cruce de Moín (94.9 km)	<i>Rhinella marina, Leptodactylus savagei, Rhaebo haematiticus</i> , anuros no id., <i>Gymnopsis sp.</i>	<i>Didelphis marsupialis, murciélagos, Dasypus novemcinctus, Choloepus hoffmanni, Philander opussum, Caluromys derbianus</i>	<i>Ninia sebae, Boa constrictor</i> , tortugas, <i>Bothrops asper, Sibon nebulatus, Iguana iguana, Leptodeira annulata</i>	Aves no id., <i>Ramphocelus sp., zopilotes, Saltator sp., Sporophila sp., Sporophila corvina</i>

\*Torres (2011): Este estudio no fue realizado para determinar el impacto de la carretera en animales silvestres, sino para evaluar el uso de estructuras subterráneas como pasos de fauna.

En cuanto a estudios que se hayan realizado en carreteras cercanas a los 94.9 km estudiados de la Ruta 32, solamente se tiene información del efectuado por Madrigal (sin publicar) en 5.5 km del PN Braulio Carrillo en el sector de Quebrada González. Adicionalmente, Monge-Nájera muestreó la Ruta 32 en 1996 como parte de una evaluación de atropellos de fauna silvestre en las principales carreteras del país. Aunque se le consultó al autor sobre los resultados específicos para esta carretera, los datos no pudieron ser encontrados (Monge-Nájera 2014<sup>13</sup>).

Finalmente, cabe rescatar un inventario de fauna silvestre en el campus de 3300 ha de la Universidad EARTH (Pinto 2005) la cual se ubica sobre la Ruta 32 en el sector de Las Mercedes de Guácimo. A pesar de que este trabajo no fue enfocado a carreteras, muchos animales fueron reportados sobre carreteras de la EARTH, tanto atropelladas como vivas. Los resultados de este trabajo serán analizados más adelante.

A continuación se hace una comparación de las principales especies de fauna silvestre reportadas en este estudio y en las investigaciones recopiladas en el cuadro anterior.

#### **4.1.2.1. Anfibios**

En cuanto a anfibios se refiere, el sapo común (*R. marina*) fue parte de los principales hallazgos en los estudios de Rojas (2010), Araya-Gamboa y Salom-Pérez (2011), Arévalo (2014) y Quirós (sin publicar). Esta especie también fue la más abundante en el presente estudio con más de un tercio del total de fauna silvestre reportada (34.3%), para lo cual valdría la pena analizar más su ecología y así determinar las razones de su alto número de registros.

Dentro de la información disponible, no se determinó que la rana toro fuera una especie registrada por otros autores a excepción de la investigación de Quirós (sin publicar) en donde fue la quinta especie más abundante de anfibios. Sin embargo, Pinto (2005) menciona en su estudio que esta especie es común en las carreteras y a orillas de esta.

En el caso de los cecílicos o solda con solda (cuarta especie de anfibios más registrada en este trabajo con 16 individuos), solamente Quirós (sin publicar) reportó 7 especímenes en la Ruta 142. A pesar de que esos registros significaron solamente el 1.5% de los anfibios en su trabajo, vale la pena que se visualice que estas especies raras también son impactadas por infraestructuras como las carreteras. Pinto (2005) también reportó cinco individuos de solda con solda de la especie *Gymnopsis multiplicata*, de los cuales tres de ellos fueron atropellados en carreteras internas del campus. Todos ellos se encontraron después de intensos aguaceros, lo cual coincide con la mayoría de los solda con solda registrados en presente estudio de la Ruta 32.

---

<sup>13</sup> Monge-Nájera, J. 2014. Investigación de 1996: "Vertebrate Mortality on Tropical Highways: the Costa Rican case" (comunicación personal). Tropinature



Debido a que los cecílidos tienen hábitos fosoriales, esto hace pensar que cuando el suelo se satura con agua de lluvia, estos anfibios salen a la superficie y es ahí cuando deciden utilizar las carreteras para desplazarse con el riesgo de ser atropellados. Al igual que otras especies, valdría la pena investigar el caso de los cecílidos por aparte y tratar de entender las razones de su atropello en carreteras y cómo prevenirlo.

En el estudio de fauna silvestre en carretera más cercano (sector del PN Braulio Carrillo), no se reportan anfibios más allá de una sola especie de rana según Madrigal (sin publicar)

#### **4.1.2.2. Mamíferos**

Según el Cuadro 16, hay género de mamíferos que parece coincidir en la mayoría de los estudios en carreteras que se han llevado a cabo en Costa Rica. Se trata de las especies del género *Didelphis* las cuales estuvieron dentro de los principales registros en 12 de los 17 estudios analizados, *Didelphis marsupialis* la más común de todas (zorro pelón). Esta especie es considerada tanto terrestre como arborícola, a pesar de que la mayor parte del tiempo forrajean en el suelo en busca de insectos, pequeños vertebrados, caracoles, cangrejos, carroña y a veces depredan roedores y murciélagos. Cuando suben a los árboles comen frutas, flores y néctar (Wainright 2007).

En los momentos en que el zorro pelón se ve amenazado, se “hace el muerto”, razón por la algunos consideran que esa es una de las razones de su gran porcentaje de atropello, sin embargo esto no ha sido reportado ni estudiado concretamente. A diferencia del resto de las especies de la familia Didelphidae, este tiende a mantener más su ámbito de hogar aunque no se les considera territoriales (Fleming 1972).

Otra de las razones por las cuales podría ser que el zorro pelón sea muy comúnmente atropellado, es debido a que es una especie muy generalista y normalmente está asociada a casas, ambientes urbanos y se mantiene en zonas abiertas ya que se adapta bien a zonas naturales alteradas o en regeneración como tacotales. Este animal también conocido como “zarigüella” suele encontrarse en basureros de residencias humanas y a veces es considerada plaga ya que destruye cultivos y depreda aves de corral y sus huevos (Wainwright 2007). Todos estos hechos hacen pensar que existen más riesgos para el zorro pelón de ser atropellado que para otras especies silvestres que dependen de hábitats más conservados y con cobertura forestal.

El segundo mamífero más registrado en el presente estudio fue el armadillo (*D. novemcinctus*), sin embargo solo los estudios de Carvajal y Díaz (2007), Araya-Gamboa y Salom-Pérez (2011) y Sáenz *et al.* (2012) lo reportaron como parte de sus principales hallazgos.

Ninguno de las dos especies de perezosos que hay en el país (*C. hoffmanni* y *B. variegatus*) figura dentro de las listas de los principales mamíferos registrados en estudios de fauna en carreteras. Este hecho llama la atención ya que ambas especies poseen una amplia distribución a lo largo de Costa Rica, además de que son animales que se pueden encontrar

tanto en bosques bien conservados como en áreas alteradas (INBio 2014, Wainwright 2007). En este estudio, el perezoso de dos dedos fue el tercer mamífero con mayor cantidad de registros con un total de 17 (14 atropellos, 2 avistamientos y 1 rastro) y como se mencionó anteriormente el hecho de haber árboles a orilla de la carretera no fue una condición para que el animal cruzara en esos sectores. Como se mencionará más adelante, esta especie adquiere gran relevancia en este estudio ya que otras fuentes de información confirman la lo común que es encontrar perezosos atropellados en los 94.9 km analizados.

Por otra parte, la investigación de Madrigal (sin publicar) reportó el atropello de dos perezosos de tres dedos en el PN Braulio Carrillo, mientras que Pinto (2005) concluyó que los perezosos de dos dedos en la EARTH se ven forzados a cruzar por el suelo ciertos lugares debido a la “poca conectividad que existe entre áreas verdes”, lo cual podría ser una situación similar a la que está sucediendo en la Ruta 32.

La cuarta y quinta especie de mamíferos más registrados (todas atropelladas) fueron otras dos especies de didélfidos: el zorro gris de cuatro ojos y el zorro de balsa. La primera con hábitos principalmente terrestres y la segunda considerada como mamífero arborícola (Wainwright 2007). Se desconoce las razones por las cuales el zorro de balsa posee tantos registros (n=16) pero si se ha determinado que los sectores de la carretera donde fueron atropellados posee cobertura forestal adyacente. Solamente el estudio de Quirós (sin publicar) reporta al zorro gris de cuatro ojos dentro de sus principales hallazgos de mamíferos en carreteras.

Por otro lado, según el análisis efectuado de otras investigaciones en carreteras del país, existen tres especies de mamíferos que estuvieron dentro de las principales víctimas de las carreteras: el conejo de monte (*S. dicei* y *S. floridanus*), el mapache y el oso hormiguero.

Las dos especies de conejo de monte las reporta Sáenz *et al.* (2012), Monge *et al.* (2013), Rubí (2014) y Arévalo (2014) en sus estudios. En el caso de la sección de la ampliación de la Ruta 32, se encontró 10 atropellos de *S. brasiliensis* lo cual representa un 3.9% y según observaciones y testimonios de personas, estos animales parece ser que no saben reaccionar ante la presencia de vehículo y es común que corran en línea recta sobre la carretera por largos tramos como por ejemplo lo reportó Pinto (2005) en su investigación.

En el presente estudio el mapache obtuvo una considerable cantidad de registros (n=9). Son animales mayoritariamente nocturnos y comunes en zonas de asentamientos humanos. De las dos especies de mapaches del país, *P. lotor* es la única reportada para esta zona y su dieta es muy variada: crustáceos, peces, ranas, gusanos, aves, huevos de tortuga, frutas, insectos y en ocasiones se alimentan de pequeños vertebrados y de carroña (Wainwright 2007). Según información de la zona, Pinto (2005) menciona en su trabajo que fue común observar mapaches entre las 22:00 y 04:00 a orillas de la carretera principal de la entrada hacia el campus de la EARTH y cruzando otros caminos secundarios dentro del campus. El mapache fue una especie con importante número de atropellos en dos estudios en el trópico seco de Guanacaste: Pomareda (2012) y Arévalo (2014); así como las investigaciones de Araya-

Gamboa y Salom-Pérez (2011) y Honda (2012). Similar al caso de los perezosos, otras fuentes de información duplican la cantidad de mapaches registrados en los recorridos.

Finalmente, el caso del oso hormiguero es muy interesante porque es una de las especies que las personas comúnmente recuerdan haber visto atropellado cuando se les consulta. El oso hormiguero fue de los principales mamíferos en los estudios de Monge-Nájera (1996), Carvajal y Díaz (2007), Honda (2012), Pomareda (2012) y Pérez del 2013 (Rojas 2014). Según Wainwright (2007), esta es una especie muy versátil que se encuentra casi en todo el país, son hábiles para moverse tanto en el suelo como en los árboles y poseen hábitos diurnos y nocturnos. En el presente estudio de la Ruta 32, se registraron ocho individuos atropellados durante los recorridos y otras fuentes de información (reportes independientes y la aplicación iNaturalist) registraron 10 especímenes más.

Finalmente, Madrigal (sin publicar) registró un oso hormiguero en la entrada al Teleférico del PN Braulio Carrillo y en los resultados de Pinto (2005) se incluyen otros individuos cruzando carreteras internas del campus de la EARTH, así como en las zonas verdes a orillas de caminos.

#### **4.1.2.3. Reptiles**

En el presente estudio se encontró gran variedad de especies de reptiles (n=27), en especial de culebras (n=18) donde destacó la culebra de café rojiza (*Ninia sebae*) con un 21.2% de los registros (n=27). Esta especie también fue el principal reptil más reportado por Quirós (sin publicar) en su investigación (16.5%) en la Zona Norte del país, mientras que Madrigal (sin publicar) también la registró en la Ruta 32 en el sector del PN Braulio Carrillo.

La boa, segunda especie con más registros en este estudio (n=30; 15.1%), fue de los principales reptiles encontrados por Honda (2012), Pomareda (2012), Arévalo (2014) en sus respectivos estudios. Es una especie muy común en el país y es la de mayor tamaño y peso en Costa Rica, pudiendo llegar a los 3 m de longitud (Savage 2002). Se alimentan de mamíferos, aves y reptiles los cuales son inmovilizados con su musculoso cuerpo hasta asfixiarlos.

Las boas a menudo son confundidas como culebras venenosas y han sido sujetas de muchos mitos por parte de la gente como por ejemplo que se convierten en una especie venenosa al anochecer o que puede cruzarse con una terciopelo (*B. asper*) para parir crías venenosas. También el hecho de que las boas pueden matar y comer animales domésticos (perros, gatos, gallinas, etc.) acentúa la antipatía de las personas hacia estas culebras. Esto resulta un poco contradictorio con otras personas ya que algunos las mantienen como “mascotas” en sus casas y sus bodegas aduciendo que les generan beneficios como la eliminación de animales indeseables como roedores y murciélagos.

En este sentido, dos de las 30 boas atropelladas que se registraron en este estudio se encontraban amarradas con un mecate. Se desconoce las razones, pero según se consultó a vecinos de la zona, la hipótesis que tiene más fuerza es que la gente las amarró para dirigir las

hacia la carretera y así deshacerse de ellas. Un registro más de este tipo se obtuvo en el mes de noviembre; el cual no está incluido en los resultados de este estudio pero que en la Figura 21 se puede observar que destaca por su gran tamaño y grosor.

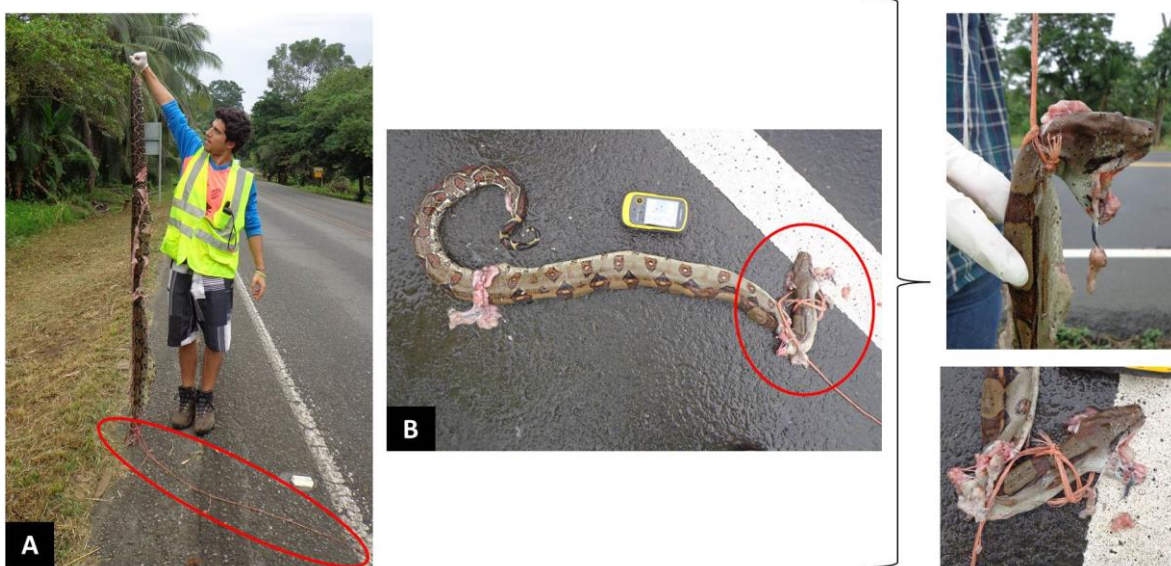


Figura 21. Boas (*Boa constrictor*) amarradas y atropelladas en la Ruta 32. A. Especimen de gran tamaño en noviembre 2014. B. Ejemplar muy cerca del Río Costa Rica registrado el 26 de julio de 2014.

Este hecho es lamentable y valdría la pena investigar más localmente sobre el asunto y consultar a otros investigadores si obtuvieron registros similares en otras carreteras del país.

La tercera especie de reptil más atropellada en este estudio fue la popular culebra terciopelo con un 9.0% ( $n=18$ ). Es probablemente la especie más conocida y temida del país y se encuentra en una gran variedad de hábitats (Savage 2002), sin embargo solamente está incluida como parte de las principales especies afectadas por carreteras en los estudios de Monge-Nájera de 1996 y de Quirós (sin publicar).

El caso de las tortugas es interesante ya que si se suman los 16 individuos de las cuatro especies identificadas y los 5 individuos de especies no identificadas, superan el 10% del total de registros de los reptiles. Solamente el estudio en el Parque Nacional Carara (Honda 212) menciona a una especie de tortuga (*Kinosternon scorpioides*) dentro de los principales registros de reptiles. En estudios cercanos a la zona de estudio no se reportan tortugas atropelladas.

Según el Cuadro 16, otros investigadores reportan iguanas y garrobos dentro de las principales víctimas de atropellos como lo es el caso de Monge-Nájera en su evaluación de carreteras a nivel de país (1996), Honda en Carara (2012), Pérez (2013) el tramo Orotina-Paso Canoas (Rojas 2014) y Pomareda (2012) y Arévalo (2014) en el tramo Cañas-Liberia. En el presente estudio, la iguana fue la quinta especie más registrada con 12 individuos (6.0%) y del garrobo solo se obtuvo un registro. Por su parte, se reportaron cuatro basiliscos esmeralda, los cuales se les suele confundir con alguna de las dos especies anteriores.

Finalmente, vale la pena recalcar la gran variedad de especies de culebras identificadas en este estudio (n=18). Aparte de las ya mencionadas, algunas de las más comunes fue la culebra caracolera con 15 registros (cuarto más alto de todos los reptiles), la ojos de gato (n=11) y la gargantilla falsa (n=9). Estas últimas tres fueron registradas también en el inventario de Pinto (2005) en la EARTH, en donde el autor menciona que en la carretera asfaltada que comunica la Ruta 32 con el campus central de esta universidad se encontraron “gran cantidad de serpientes, algunas consideradas raras, especialmente en noches lluviosas” y que en unas 150 veces de hacer este recorrido encontró “alrededor de 130 serpientes entre vivas y muertas”.

La razón por la cual las culebras utilizan la carretera es incierta. Algunas personas piensan que se debe a que quieren regular su temperatura ya que el asfalto retiene el calor especialmente en días lluviosos. Sin embargo, queda la duda al respecto acerca de si los sentidos de las culebras puedan tener relación o no con su alta tasa de atropellos en carreteras. Por un lado tienen una visión que se ve limitada al enfocar objetos (aunque tengan gran campo de visión por la posición de los ojos), pero por otro lado poseen una gran sensibilidad al movimiento gracias a su oído interno que es capaz de percibir vibraciones de baja frecuencia recibidas a través del suelo por medio de sus mandíbulas (Savage 2002). Este último hecho hace pensar que las culebras pudieran saber que un vehículo se está acercando y así por escapar de ser atropelladas.

#### **4.1.2.4. Aves**

El grupo taxonómico de las aves fue el segundo grupo más diverso en cuanto a la cantidad de especies en este estudio con al menos 26 diferentes. Los zopilotes fueron las especies más comunes tanto en este estudio (segunda especie en cantidad de atropellos) como los realizados por Pomareda (2012), Honda (2012), Pérez en 2013 (Rojas 2014), Arévalo (2014) y Rubí (2014). Como se mencionó anteriormente, una de las razones por las cuales los zopilotes tienden a ser atropellados es el hecho de que se alimentan de carroña de la carretera, hallazgo que documentó Pérez en su investigación del 2013 (Rojas 2014).

Las aves es un grupo muy diverso de animales en donde las 910 especies reportadas para Costa Rica (Asociación Ornitológica de Costa Rica 2014) se pueden encontrar en gran variedad de hábitats dependiendo de sus requerimientos ecológicos. De esta forma, es difícil que especies no generalistas atropelladas en el trópico seco de Guanacaste (dos investigaciones en carretera Cañas-Liberia y una en PN Santa Rosa y Guanacaste) sean también encontradas en el trópico húmedo del país (Ruta 32) o en las zonas altas del Cerro de la Muerte (estudios en carretera del PN Los Quetzales).

El zanate es otra especie generalista que fue reportada en tres estudios en carreteras: Monge-Nájera (1996), Pomareda (2012), Arévalo (2014). En el caso de la Ruta 32, solo se obtuvo un registro de esta especie.

#### 4.1.2. Reportes Independientes

Se denominó “reporte independiente” a la información de atropellos o avistamientos de fauna que colaboradores de la investigación realizaron sobre la sección de la ampliación de la Ruta 32. También se consideró como reporte independiente a los registros efectuados por el equipo de trabajo de este estudio en momentos en que no se estaba llevando a cabo los recorridos oficiales.

De las 21 personas que colaboraron en el proyecto, dos familias aportaron el 27.7% de todos los reportes independientes (n=83). Se trató de familias en Guácimo y en La Herediana las cuales utilizaban la Ruta 32 muy frecuentemente para desplazarse a sus lugares de trabajo. Como se puede apreciar en el Cuadro 17, desde febrero del presente año se recibieron reportes, siendo la gran mayoría de ellos atropellos.

Cuadro 17. Distribución de reportes independientes de fauna silvestre atropellada en el sector de la ampliación de la Ruta 32.

<b>Tipo registro</b>	<b>feb</b>	<b>mar</b>	<b>abr</b>	<b>may</b>	<b>jun</b>	<b>jul</b>	<b>ago</b>	<b>sep</b>	<b>oct</b>	<b>Total</b>	<b>%</b>
Atropellos	1	3	6	3	6	11	18	21	6	<b>73</b>	88.0%
Avistamientos	1	0	0	0	4	1	1	0	1	<b>8</b>	9.6%
Rastros	0	0	0	0	0	2	0	0	0	<b>2</b>	2.4%
<b>Total</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>6</b>	<b>3</b>	<b>10</b>	<b>14</b>	<b>19</b>	<b>21</b>	<b>7</b>	<b>83</b>	100%

La mayoría de los reportes independientes fueron reportados durante las giras a campo en momentos en que no se estaba realizando los recorridos (43.5%). Esto se daba ya sea en los días en que se llegaba o se dejaba la zona de estudio, o al regresar de alguno de los recorridos. Un total de 37 animales fueron reportados de esta forma y el resto fue colaboración de personas las cuales aportaron uno o más reportes durante los meses de estudio.

Como era de esperar, la gran mayoría de los reportes independientes correspondieron a mamíferos (78.6%) probablemente por ser especies más grandes, identificables y por ser el grupo taxonómico al cual las personas prestan más atención (Cuadro 18).

Cuadro 18. Cantidad y porcentaje de reportes independientes de fauna silvestre atropellada en la sección de la ampliación de la Ruta 32.

<b>Grupo</b>	<b>feb</b>	<b>mar</b>	<b>abr</b>	<b>may</b>	<b>jun</b>	<b>jul</b>	<b>ago</b>	<b>sep</b>	<b>oct</b>	<b>Total</b>	<b>%</b>
Mamíferos	2	3	6	3	5	14	14	12	5	<b>64</b>	77.1%
Anfibios	0	0	0	0	3	0	4	3	0	<b>10</b>	12.0%
Reptiles	0	0	0	0	2	0	1	2	0	<b>5</b>	6.0%
Aves	0	0	0	0	0	0	0	2	2	<b>4</b>	4.8%
<b>Total</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>6</b>	<b>3</b>	<b>10</b>	<b>14</b>	<b>19</b>	<b>19</b>	<b>7</b>	<b>83</b>	100%

Hubo un pico de reportes independientes de mamíferos en los meses de julio, agosto y septiembre. Para el caso de los anfibios, reptiles y aves, de los 83 reportes en total, solo obtuvieron 10, 5 y 4 respectivamente posiblemente porque las personas visualizan más y tienden a detenerse principalmente para el caso de los mamíferos.

#### 4.1.2.1. Grupo Taxonómico Mamíferos

En cuanto a mamíferos, cuatro especies nuevas fueron reportadas con respecto a los recorridos (en vehículo). Se trata del manigordo, caucel (*Leopardus wiedii*), coyote (*Canis latrans*) y serafín del platanar (*Cyclopes didactylus*); todos ellos con un individuo reportado.

Para el caso del manigordo y el coyote se tiene bastante certeza de la veracidad de sus reportes: en el primer caso se obtuvo una fotografía del animal recién atropellado la cual fue facilitada por colaboradores (Figura 22). En el segundo (coyote), otras personas confirmaron avistamientos en lugares cercanos.



Figura 22. Manigordo (*Lepardus pardalis*) atropellado en el sector de “La Montañita de Guácimo” en julio del 2014. A. Animal recién atropellado muy cerca de la carretera. B. Detalle del felino una vez que se retiró de la carretera.

Créditos: Lindsay Madriz (2014)

El manigordo se encuentra en el Apéndice I de CITES y según el Reglamento a la Ley de Conservación de Vida Silvestre (2005) es una especie el peligro de extinción para Costa Rica. Este reporte es muy importante para la presente investigación ya que confirma que en los alrededores de la Ruta 32 se puede encontrar especies indicadoras como carnívoros medianos y además contribuye a determinar los sitios prioritarios de cruce de fauna silvestre.

En el caso del caucel (*L. wiedii*), fue un reporte efectuado por una persona que trabaja como transportista sobre la Ruta 32. El avistamiento se dio muy cerca de Quebrada Jade en Guápiles (Pococí) y la persona comenta que el felino trató varias veces de escalar un paredón con vegetación que se encuentra al sur de la carretera. Curiosamente, una de las personas entrevistadas aseguró haber visto un caucel en un lugar muy cercano al del reporte independiente en el mismo mes. En ambos casos las personas identificaron al animal gracias a guías ilustradas, lo cual llama mucho la atención que señalaran a un caucel y no a un manigordo que es más conocido entre las personas.



El caucel está dentro del Apéndice I de CITES y es considerado una especie con poblaciones en peligro de extinción en Costa Rica según el Reglamento a la Ley de Conservación de Vida Silvestre (2005).

Finalmente, el serafín del platanar reportado no cuenta con una fotografía que respalde su reporte. A pesar de ser animales muy raros, están presentes en la zona y se mantuvo el reporte de la persona la cual tiene experiencia en el tema de animales silvestres. La lista completa de reportes independientes de mamíferos se presenta en el Cuadro 19.



Cuadro 19. Lista completa de reportes independientes de mamíferos en la sección de la ampliación de la Ruta 32.

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Atrop	Avist	Rast	Total	%
Pilosa	Megalonychidae	<i>Choloepus hoffmanni</i>	Perezoso de dos dedos	8	2	0	10	15.6%
Didelphimorphia	Didelphidae	<i>Didelphis marsupialis</i>	Zorro pelón	10	0	0	10	15.6%
Carnivora	Procyonidae	<i>Procyon lotor</i>	Mapache	7	1	0	8	12.5%
Pilosa	Myrmecophagidae	<i>Tamandua mexicana</i>	Oso hormiguero	8	0	0	8	12.5%
Pilosa	Bradypodidae	<i>Bradypus variegatus</i>	Perezoso de tres dedos	3	0	2	5	7.8%
Rodentia	Erethizontidae	<i>Sphiggurus mexicanus</i>	Puercoespín	4	0	0	4	6.3%
Cingula	Dasypodidae	<i>Dasypus novemcinctus</i>	Armadillo	3	0	0	3	4.7%
Pilosa	no identificada	no identificada	Perezoso no identificado	2	1	0	3	4.7%
Didelphimorphia	Didelphidae	<i>Philander opossum</i>	Zorro gris de cuatro ojos	2	0	0	2	3.1%
Primates	Atelidae	<i>Alouatta palliata</i>	Mono congo	1	0	0	1	1.6%
Didelphimorphia	Didelphidae	<i>Caluromys derbianus</i>	Zorro de balsa	1	0	0	1	1.6%
Carnivora	Canidae	<i>Canis latrans</i>	Coyote	0	1	0	1	1.6%
Carnivora	Mephitidae	<i>Conepatus semistriatus</i>	Zorro hediondo	1	0	0	1	1.6%
Pilosa	Cyclopedidae	<i>Cyclopes didactylus</i>	Serafín del platanar	1	0	0	1	1.6%
Carnivora	Mustelidae	<i>Eira barbara</i>	Tolomuco	1	0	0	1	1.6%
Carnivora	Felidae	<i>Leopardus pardalis</i>	Manigordo	1	0	0	1	1.6%
Carnivora	Felidae	<i>Leopardus wiedii</i>	Caucel	0	1	0	1	1.6%
Carnivora	Procyonidae	<i>Nasua narica</i>	Pizote	1	0	0	1	1.6%
Rodentia	no identificada	no identificada	no identificada	1	0	0	1	1.6%
Lagomorpha	Leporidae	<i>Sylvilagus brasiliensis</i>	Conejo de monte	1	0	0	1	1.6%
				56	6	2	64	100%

El perezoso de dos dedos y el zorro pelón fueron los reportes más frecuentes con 10 individuos cada uno. La abundancia de estas especies concuerda con la obtenida durante los recorridos ya que estas especies ocuparon el tercer y primer lugar entre los mamíferos respectivamente. Como se presentará más adelante, estos 10 individuos de *C. hoffmanni* y los dos de *B. variegatus* fueron un complemento importante para justificar aún más los puntos calientes de mamíferos arborícolas.

Seguidamente, los mapaches y los osos hormigueros fueron las especies con mayor cantidad de reportes independientes. Con ocho reportes cada uno, estas dos especies obtuvieron casi la misma cantidad de registros en los recorridos (nueve y ocho individuos respectivamente).

Las cuatro especies anteriores confirman una vez más la importancia que tiene la información que los vecinos y usuarios de la Ruta 32 proveen a la investigación. Es muy importante en la medida de lo posible poseer una fotografía de los reportes independientes para verificar la información y estar seguros de la correcta identificación de las especies. En esta investigación se tuvo fotografía en más del 75% de este tipo de reportes.

Algunas especies poco comunes de mamíferos también fueron parte de los reportes independientes: zorro hediondo, tolucco y pizote; así como cuatro puercoespines.

#### 4.1.2.2. Grupo Taxonómico Anfibios

El 12.0% de los reportes independientes fueron anfibios, siendo el sapo común la mitad de estos (n=5). Este grupo tuvo la particularidad de que todos los reportes fueron registrados por el equipo de trabajo durante las giras de campo de este estudio.

La lista completa de las cinco especies de anfibios de los reportes independientes se muestra en el Cuadro 20.

Cuadro 20. Lista completa de reportes independientes de anfibios en la sección de la ampliación de la Ruta 32.

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Atr	Avi	Total
Anura	Bufonidae	<i>Rhinella marina</i>	Sapo común	4	1	5
Gymnophiona	Dermophidae	<i>Gymnopsis</i> sp.	Solda con solda	2	0	2
Anura	Dendrobatidae	<i>Dendrobates auratus</i>	Rana arlequín	0	1	1
Anura	Dendrobatidae	<i>Dendrobates pumilio</i>	Ranita roja venenosa	0	1	1
Anura	Bufonidae	<i>Rhaebo haematiticus</i>	Sapito de hojarasca	1	0	1
				<b>7</b>	<b>3</b>	<b>10</b>

Al igual que en los recorridos, los cecílicos (solda con solda) estuvieron presentes en los reportes independientes con dos individuos. Adicionalmente, se avistaron dos individuos de dos especies de ranas de la familia Dendrobatidae: *D. auratus* y *D. pumilio*, las cuales se encuentran en listas de especies importantes para la conservación tanto a nivel nacional como internacional (Reglamento a la Ley de Conservación de Vida Silvestre 2005, CITES 2010).

#### 4.1.2.3. Grupo Taxonómico Reptiles

Cuatro de los cinco reportes independientes de reptiles fueron obtenidos durante las giras a campo de este estudio. Como se puede ver en el Cuadro 21, se obtuvo el registro de tres culebras, una tortuga y una iguana.

Cuadro 21. Lista completa de reportes independientes de reptiles en la sección de la ampliación de la Ruta 32.

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Atrop
Squamata	Viperidae	<i>Bothrops asper</i>	Culebra terciopelo	1
Squamata	Colubridae	<i>Spilotes pullatus</i>	Culebra mica	1
Testudines	no identificada	no identificada	Tortuga no identificada	1
Squamata	Iguanidae	<i>Iguana iguana</i>	Iguana	1
Squamata	Colubridae	<i>Mastigodryas melanolomus</i>	Culebra lagartijera olivácea	1
				5

Todos los registros corresponden a atropellos y un aspecto que puede explicar su poca cantidad es el hecho de tener un menor tamaño comparado a los mamíferos por ejemplo (mayor dificultad para su detección) y al no gozar de la simpatía de las personas generalmente (en el caso de las culebras).

Cabe resaltar que la culebra mica (*Spilotes pullatus*) es una especie que no había sido reportada durante los recorridos.

#### 4.1.2.4. Grupo Taxonómico Aves

En el caso de las aves, se obtuvieron cuatro reportes independientes de individuos que no pudieron ser identificados. Dos de ellos fueron aportes de un mismo colaborador y los otros dos fueron reportes realizados por el equipo de campo.

Para concluir con el tema de reportes independientes, cabe mencionar que ocho de ellos no entraron en la base de datos de este estudio ya que su información era incompleta o poco precisa. Se trató de cinco mamíferos (perezoso de tres dedos, mapache, jaguar, zorro pelón y perezoso no identificado), un reptil (culebra no identificada) y dos anfibios (sapo común y rana toro).

### 4.1.3. Entrevistas semi-estructuradas

En total se aplicaron 123 entrevistas en varios lugares a lo largo de la sección de la ampliación de la Ruta 32 como por ejemplo: Liverpool, Pocora, Siquirres, Guácimo, cruce de Río Frío, Guápiles, Búfalo, Iroquois y Matina. Se recurrió a lugares donde se pudieran hacer varias entrevistas a la vez a personas que transitan regularmente por la sección de 94.9 km de ampliación de la Ruta 32. Por ejemplo, se visitó estaciones de buses, paradas de taxis, sodas, restaurantes, centros de poblados, entre otros. También se logró participación en reuniones organizadas por varias comunidades donde se presentó el estudio, sus resultados preliminares y se aplicaron entrevistas a los asistentes.

Los choferes de tráileres fue público muy importante al cual se le quería consultar sobre atropellos en la Ruta 32. Con la colaboración de la empresa Chiquita a través de su Reserva Forestal “Nogal” se logró tener varias sesiones de charlas con muchos de ellos en los predios de contenedores en Limón y en el cruce de Río Frío. Muchos de los entrevistados respondieron que era común ver animales atropellados pero que no ponían mucha atención a ello ni tenían la curiosidad de identificarlos. En cambio, algunas personas presentaban un interés especial al tema de atropellos y por eso se les invitó a reportar animales (atropellados o cruzando) en el futuro. De ellos, casi todos estuvieron de acuerdo (22 de 24 entrevistados) e incluso facilitaron sus números de teléfono.

El 32.5% (n=40) de las entrevistas tuvieron que ser descartadas por diferentes razones por ejemplo: aseguraron nunca habían visto ningún atropello o hacían alusión a especies que no son parte de los objetivos del estudio como perros (n=5), cangrejos (n=3) y en dos ocasiones la respuesta fue “solo perros y gatos” (Figura 23). También se descartó 11 entrevistas en las cuales los atropellos correspondían a otras carreteras o se situaban fuera de los 94.9 km de estudio (n=8) o simplemente no recordaban el lugar (n=3). De las 123 personas entrevistadas 102 fueron hombres y 21 mujeres.

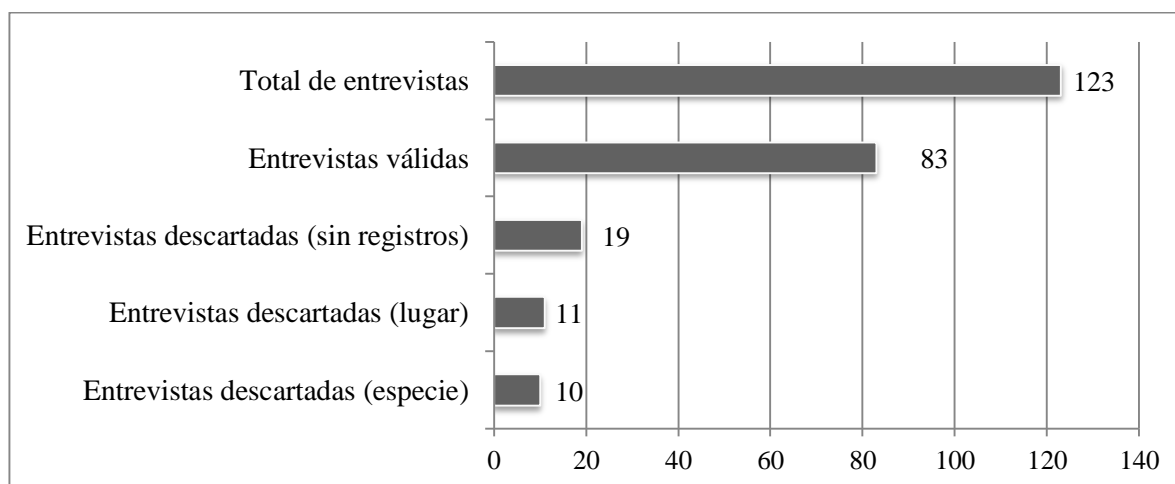


Figura 23. Cantidad de entrevistas realizadas para estudio de fauna silvestre en la sección de la ampliación de la Ruta 32.

Las 83 entrevistas con respuestas válidas generaron 229 reportes de atropellos, sin embargo no todos fueron tomados en cuenta ya que 13 de ellas eran de animales domésticos, 28 de

lugares fuera del área de estudio y en dos ocasiones no recordaron el lugar del atropello (Figura 24).

Dentro de los animales domésticos reportados en estas entrevistas están seis perros, tres “perros y gatos”, dos reportes de ganado, un gato y una gallina. De las entrevistas consideradas como válidas, 70 correspondieron a entrevistados del género masculino y 13 a entrevistados del género femenino.

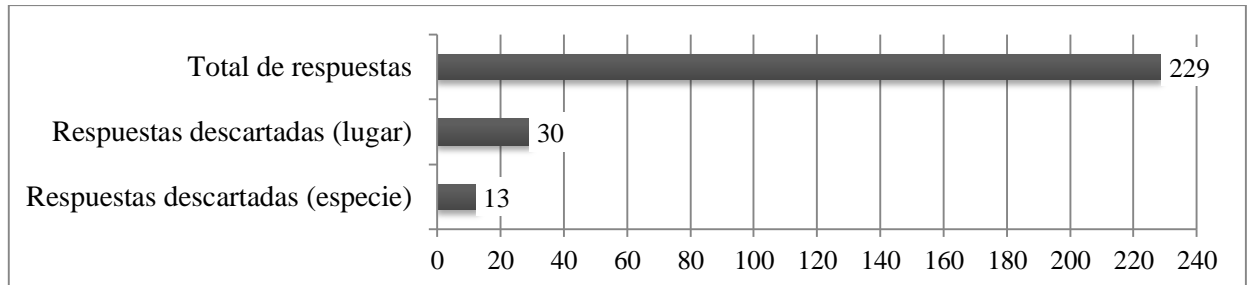


Figura 24. Cantidad de respuestas de las 83 entrevistas válidas para estudio de fauna silvestre en la sección de la ampliación de la Ruta 32.

De las 229 respuestas recibidas, el 81.2% (n=186) fueron consideradas como válidas ya que se trató de animales silvestres dentro de los 94.9 km estudiados.

El 63.9% de los entrevistados respondió que circula diariamente por este sector (n=53) donde la mayoría de estos fueron choferes de tráiler que recorren toda la Ruta 32 (desde Limón hasta San José o Sarapiquí y viceversa) y choferes de líneas de buses locales que recorren algunos kilómetros de la carretera estudiada diariamente.

Como se puede apreciar en la Figura 25, la mayoría de las respuestas de las personas entrevistadas se refirieron a mamíferos (82.8%).

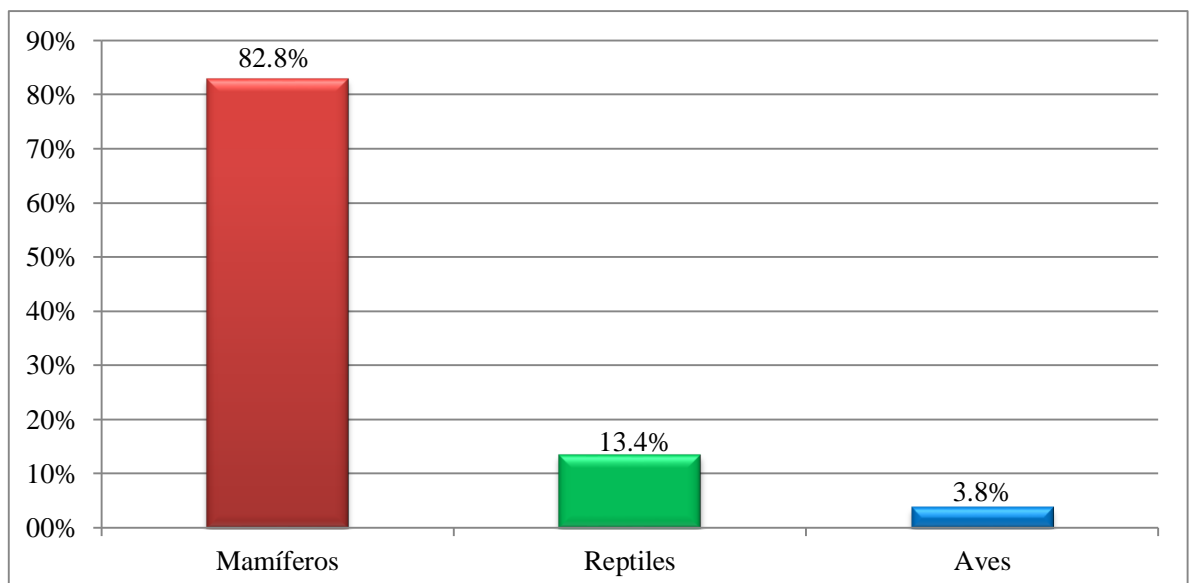


Figura 25. Porcentaje de respuestas de entrevistas sobre fauna silvestre en la sección de la ampliación de la Ruta 32 por grupo taxonómico.

Dentro de las respuestas válidas (n=186), se reportaron un total de 21 especies de mamíferos, cinco de reptiles, una de aves y ninguno de los entrevistados mencionó anfibios. Cada uno de estos grupos taxonómicos se analiza a continuación:

#### 4.1.3.1. Grupo Taxonómico Mamíferos

Se obtuvo información sobre cinco especies de mamíferos que no habían sido previamente reportadas durante los recorridos ni en los reportes independientes: dos individuos de león breñero o yaguarundi (*Puma yagouaroundi*) y uno de jaguar, mono carablanca (*Cebus capucinus*), venado y un tepezcuintle (*Agouti paca*). La lista completa de mamíferos se encuentra en el Cuadro 22.

Cuadro 22. Lista completa de especies de mamíferos reportados por las entrevistas en la sección de la ampliación de la Ruta 32.

Orden	Familia	Especie	Nombre común	n	%
Pilosa	no identificada	no identificada	Perezoso no id.	29	15.6%
Pilosa	no identificada	<i>Choloepus hoffmanni</i>	Perezoso dos dedos	27	14.5%
Carnivora	Procyonidae	<i>Procyon lotor</i>	Mapache	25	13.4%
Pilosa	Myrmecophagidae	<i>Tamandua mexicana</i>	Oso hormiguero	20	10.8%
Didelphimorphia	Didelphidae	<i>Didelphis marsupialis</i>	Zorro pelón	14	7.5%
Cingula	Dasypodidae	<i>Dasypus novemcinctus</i>	Armadillo	10	5.4%
Carnivora	Procyonidae	<i>Nasua narica</i>	Pizote	7	3.8%
Didelphimorphia	Didelphidae	no identificada	Zorro	3	1.6%
Carnivora	Mephitidae	<i>Conepatus semistriatus</i>	Zorro hediondo	3	1.6%
Carnivora	Felidae	<i>Leopardus wiedii</i>	Caucel	2	1.1%
Carnivora	Felidae	<i>Puma yagouaroundi</i>	León breñero	2	1.1%
Carnivora	Felidae	<i>Leopardus pardalis</i>	Manigordo	2	1.1%
Primates	no identificada	no identificada	Mono no id.	2	1.1%
Lagomorpha	Leporidae	<i>Sylvilagus brasiliensis</i>	Conejo de monte	1	0.5%
Carnivora	Canidae	<i>Canis latrans</i>	Coyote	1	0.5%
Carnivora	Felidae	<i>Panthera onca</i>	Jaguar	1	0.5%
Carnivora	Procyonidae	<i>Potos flavus</i>	Martilla	1	0.5%
Primates	Cebidae	<i>Cebus capucinus</i>	Mono carablanca	1	0.5%
Primates	Atelidae	<i>Alouatta palliata</i>	Mono congo	1	0.5%
Rodentia	Cuniculidae	<i>Agouti paca</i>	Tepezcuintle	1	0.5%
Artiodactyla	Cervidae	no identificada	Venado	1	0.5%

Los resultados de las entrevistas confirman el gran impacto que la Ruta 32 está teniendo en los perezosos. De las 154 respuestas sobre mamíferos, 56 hicieron referencia a estos animales (30.1%), aunque los entrevistados pudieron identificar poco menos de la mitad como alguna de las dos especies reportadas para el país. En todos los casos en que se logró identificar la especie, fue *C. hoffmanni* la respuesta de las personas, la cual es conocida localmente como “perica” o se refieren a ella como “la macha”.

Curiosamente el perezoso de tres dedos (*B. variegatus*) no fue parte de las respuestas de los entrevistados. Esto concuerda con los resultados de los recorridos donde se registraron solamente 3 individuos de esta especie mientras que de perezoso de dos dedos se obtuvo 17 registros. Caso similar ocurrió con los reportes independientes: 10 registros de *C. hoffmanni* y la mitad para *B. variegatus*.

Después de los perezosos, el mapache (n=25) y el oso hormiguero (n=20) fueron los mamíferos más reportados por las personas entrevistadas. Probablemente lo que explica esto es porque son animales grandes y muy fáciles de identificar y recordar por las personas. También se obtuvo una importante cantidad de respuestas donde se mencionaba al zorro pelón (n=14) y al armadillo (n=10). Proporcionalmente, estas últimas cuatro especies también fueron comunes en otras fuentes de información como los recorridos y los reportes independientes.

Un aspecto destacable de las entrevistas son las cinco nuevas especies de mamíferos que no fueron registradas en los recorridos ni en los reportes independientes. En cuanto a los felinos, los dos individuos de león breñero fueron reportados por una misma persona en la entrada del pueblo de La Herediana en Siquirres en el año 2012. La persona comenta que los animales cruzaron la calle juntos mientras él manejaba con dirección a Limón. Esta persona es funcionaria de un Centro de Rescate de animales silvestres, por lo que la identificación de los leones breñeros probablemente sea correcta.

El caso del jaguar fue reportado por un vecino de Guácimo cerca del puente del Río Dos Vueltas en el 2013. A pesar de que el entrevistado identificó al animal como “jaguar” (al mostrarle las ilustraciones), es poco probable que este atropello se haya dado sin que la información se haya dispersado a nivel local y nacional.

De los cuatro venados que fueron parte de las respuestas de las entrevistas, solamente uno de ellos fue dentro de la zona de estudio (en Sandoval que pertenece al ICE cerca del cruce de Moín), reportada por el chofer de tráiler.

Finalmente, el único tepezcuintle reportado de cualquiera de las fuentes de información se dio en una entrevista realizada a vecino de Iroquois que una vez vio a este roedor cruzando la calle cerca del Río Barbilla. Esta especie difícilmente sería confundida no solo por su apariencia sino por ser conocido en la zona gracias a lo apreciada que es su carne. Se cree que los atropellos de tepezcuintle y venados son poco reportados ya que las personas recogerían el animal para aprovecharlo como alimento. Incluso el CC-CVVS en su base de datos de atropellos de fauna silvestre a nivel nacional solo se tiene registrado un tepezcuintle (Pomareda 2014<sup>14</sup>).

Hubo pocas respuestas en donde se hacía alusión a especies con bajas cantidades de registros en otras fuentes de información como lo fue el caso de siete pizotes, dos zorros hediondos, un coyote, una martilla y cuatro monos. También se dio el registro de dos manigordos: uno

---

<sup>14</sup> Pomareda, E.2014. Base de datos actualizada del CC-CVVS a noviembre del 2014 (comunicación personal). San José, Costa Rica, Centro de Rescate Las Pumas.

muy cerca del puente del Río Parismina en el 2011 y otro en el sector del puente de Río Toro Amarillo en el 2004. El lugar de este último manigordo coincide con el lugar donde otro entrevistado observó un caucel en agosto del 2014; hecho que fue mencionado en la sección de reportes.

Finalmente, un hecho interesante fue que los entrevistados utilizaron ríos y zonas boscosas como puntos de referencia en sus respuestas en un 28.9% y 44.6% de las veces respectivamente. En este sentido destacan los lugares conocidos como “La Montañita de Guácimo” y “El Frijol” (Freehold de Matina) los cuales adquirieron gran importancia en la determinación de puntos calientes.

Las especies que más estuvieron relacionadas a cercanías de ríos según respuestas de las entrevistas son los dos manigordos y el 33.3% de los perezosos de dos dedos. Por su parte, las especies cuyas respuestas estaban relacionadas con zonas montañosas o con cobertura forestal inmediata a la carretera están: dos de los cuatro monos, la martilla, el 45% de los osos hormigueros, cuatro de los siete pizotes y el 55.2% de los perezosos no identificados.

#### 4.1.3.2. Grupo Taxonómico Reptiles

De las entrevistas aplicadas, un total de 25 respuestas correspondían a reptiles, siendo la mayoría de ellas reportes de iguanas (n=8) y culebras no identificadas (n=7) tal como se puede apreciar en el Cuadro 23.

Cuadro 23. Lista completa de especies de mamíferos reportados por las entrevistas sobre la sección de la ampliación de la Ruta 32.

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Cant.	%
Squamata	Iguanidae	<i>Iguana iguana</i>	Iguana	8	32.0%
Squamata	no identificada	no identificada	Culebra no id.	7	28.0%
Crocodylia	Alligatoridae	<i>Caiman crocodilus</i>	Caimán	4	16.0%
Testudines	no identificada	no identificada	Tortuga no id.	4	16.0%
Squamata	Boidae	<i>Boa constrictor</i>	Culebra boa	1	4.0%
Squamata	Viperidae	<i>Bothrops asper</i>	Culebra terciopelo	1	4.0%

Según los entrevistados, tres de los cuatro caimanes fueron reportados atropellados cerca del sector de Finca Sandoval, la cual mantiene una zona boscosa grande al sur de la carretera. Estos caimanes fueron reportados por tres choferes de tráiler pocos días después de su atropello, lo cual hace indicar que los reportes son bastante veraces.

En el caso de cuatro reportes de tortugas, dos de ellas fueron reportadas en lugares donde se mencionó al Río Madre como punto de referencia y las otras dos a zonas boscosas de La Montañita de Guácimo y Finca Sandoval.



#### 4.1.3.3. Grupo Taxonómico Aves

Las aves representaron solamente el 3.8% de los registros recopilados en las entrevistas. Por lo que se puede deducir de las entrevistas, las personas no prestan atención a atropellos de aves a menos de que sea una especie grande como probablemente sucedió con el reporte de un tucán cerca del Río Corinto. Los demás reportes de aves no pudieron ser identificados por los entrevistados (Cuadro 24).

Cuadro 24. Lista completa de especies de aves reportadas por las entrevistas sobre la sección de la ampliación de la Ruta 32.

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Cant.	%
no identificada	no identificada	no identificada	Ave	6	85.7%
Piciformes	no identificada	no identificada	Tucán no id.	1	14.3%

En general, fue muy difícil poder triangular la información de las entrevistas con la de los recorridos y los reportes independientes ya que en muchas ocasiones las respuestas eran muy amplias en cuanto a la ubicación del atropello y poco precisas en cuanto a la fecha del incidente. Sin embargo, como se ha mencionado anteriormente, solamente los registros de los recorridos en vehículo fueron utilizados para realizar los mapas de calor, los resultados de las entrevistas y otras fuentes de información solamente complementan estos mapas como se apreciará más adelante.

#### 4.1.4. Cámaras trampa

Utilizando cámaras de la marca *Bushnell* del modelo *Trophy Cam HD Hybrid* se obtuvieron 22 fotografías de especies silvestres (todas ellas mamíferos) en lugares muy cercanos a la carretera. Un total de ocho cámaras (C) fueron instaladas en lugares en los que se pensaba que podía haber tránsito de animales silvestres. Los resultados fotográficos se pueden apreciar en el Cuadro 25. La Cámara 6 (C6) fue la que más registros obtuvo (n=10) mientras que la C3 no logró capturar animal alguno.

Cuadro 25. Especies y cantidad de animales silvestres capturados en las cámaras trampa.

Especie	C1	C3	C4	C5	C6	C7	C8	Total
<i>Didelphis marsupialis</i>	1	0	4	0	5	0	1	11
<i>Dasyus novemcinctus</i>	0	0	0	1	0	0	1	2
<i>Philander opossum</i>	0	0	0	0	1	3	0	4
<i>Procyon lotor</i>	0	0	0	0	0	0	1	1
Didélfido no id.	0	0	0	0	4	0	0	4
	1	0	4	1	10	3	3	22

Las cámaras permanecieron solamente por 6 noches en el campo principalmente para evitar robos en lugares donde se hacía muy difícil hacer la socialización del proyecto y debido a las constantes lluvias que hubieran podido dañar el equipo. Algunos ejemplos de fotografías obtenidas mediante este método se muestran en la Figura 26.



Figura 26. Ejemplo de fauna silvestre captada por las cámaras trampa. A. Armadillo (*Dasybus novemcinctus*). B. Mapache (*Procyon lotor*).

#### 4.1.5. Reportes históricos

Existen reportes que se hicieron hace varios años que vale la pena mencionarlos ya que corresponden a especies raras, con poblaciones reducidas o consideradas clave para los ecosistemas adyacentes a la Ruta 32.

Uno de ellos es el atropello de un caucel en las Mercedes de Guácimo, específicamente frente a la entrada de la Universidad EARTH. El hecho se dio en marzo del 2005 y la fuente que lo registró, se trataba de un macho de 5.5 kg de peso con una longitud de 60 cm y una cola de 40 cm (Pinto 2005).

Muy cerca de allí pero en el año 2011, Panthera reportó otro caucel atropellado sobre el puente del Río Dos Novillos, aproximadamente a 1.3 km de distancia del otro individuo anteriormente mencionado (Figura 20).



Figura 27. Cauce (*Leopardus wiedii*) atropellado en puente del Río Dos Novillos, Pocora. Fuente: Araya-Gamboa (2014)<sup>15</sup>

Estos dos individuos de *L. wiedii* se suman a los registros anteriormente mencionados de esta especie: avistamiento en Guápiles (reporte independiente) y a los dos individuos reportados en las entrevistas.

Los reportes históricos se enfocaron a felinos silvestres ya que es un tipo de información más documentada y recordada por parte de las personas (vecinos e investigadores).

#### 4.1.6. Aplicación telefónica iNaturalist

Se trata de una aplicación para teléfonos inteligentes a través de la cual se pueden subir a una plataforma digital reportes de atropellos y/o avistamientos de fauna silvestre en carreteras. Los reportes se hacen en tiempo real y con la ubicación exacta (coordenadas reconocidas por el GPS del teléfono celular).

En lo que corresponde a los 94.5 km de la Ruta 32 estudiados, hasta octubre del 2014 se registraron 152 atropellos por tres diferentes usuarios: “earevalohuezo” (n=150), “karinesteinvorth” (n=1) y “estherpomareda” (n=1). Solamente dos de estos atropellos se consideraron como registros nuevos ya que los demás fueron datos que se subieron durante los recorridos parte del presente estudio. En el último caso fue un registro de perezoso de dos dedos que paralelamente la autora compartió mediante otra vía.

Ambos registros nuevos corresponden a osos hormigueros en los sectores de Guácimo (10 septiembre 2014) y Matina (9 septiembre 2014). En la Figura 28 se presenta un ejemplo de cómo se visualizan los registros subidos a la aplicación iNaturalist.

Algunos otros registros de atropellos de fauna silvestre han sido subidos al iNaturalist en carreteras cercanas a la Ruta 32, especialmente en la Ruta 4 hacia Sarapiquí.

<sup>15</sup>Araya-Gamboa, D. 2014. Atropello de cauce en Río Dos Novillos (correo electrónico). San José, Costa Rica, Panthera.

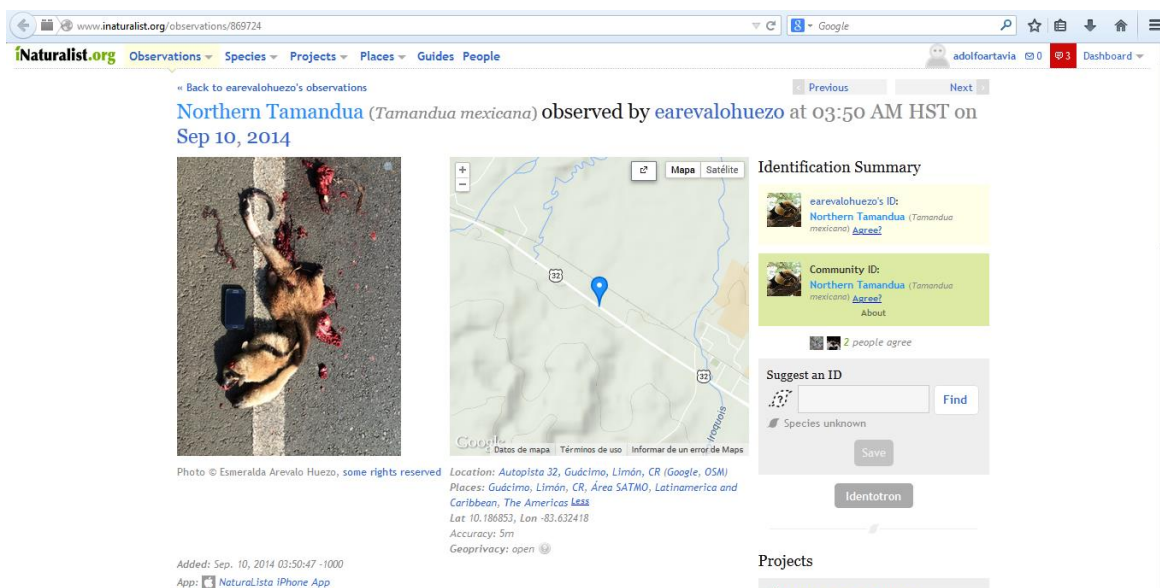


Figura 28. Registro de un oso hormiguero atropellado en la Ruta 32 subido a la aplicación telefónica de iNaturalist.

#### 4.1.7. Reportes de fauna silvestre cercanos a la zona de estudio

A continuación se presenta reportes de fauna silvestre atropellada en la Ruta 32 en áreas fuera de los 94.9 km de este estudio (desde el cruce de Río Frío hasta el cruce de Moín), ya sea en carreteras o fuera de ellas.

La mayoría de estos registros han sido proporcionados por el Comité Científico de la Comisión Vías y Vida Silvestre (2014)<sup>16</sup>, el cual en los últimos años se ha dado a la tarea de recopilar información de atropellos en carreteras. Como se aprecia en el Cuadro 26, estos reportes son principalmente de felinos y ungulados.

Cuadro 26. Registros de animales silvestres en la base de datos del CC-CVVS en la Ruta 32 fuera de la sección estudiada.

Especie	Nombre común	Fecha	Tipo de registro	Lugar
<i>Puma concolor</i>	Puma	01/01/1989	Atropello	Por el PN Braulio Carrillo (recién abierta la Ruta 32)
<i>Tapirus bairdii</i>	Danta	01/01/2006	Avistamiento	Quebrada González-PN Braulio Carrillo
<i>Leopardus wiedii</i>	Caucel	2011	Atropello	Frente a Quebrada González, PN Braulio Carrillo
<i>Mazama americana</i>	Cabro de monte	mayo 2013	Avistamiento	Frente a la estación de SINAC de Quebrada González.
<i>Mazama americana</i>	Cabro de monte	11/03/2013	Avistamiento y atropello	Cerca del puesto del tránsito PN Braulio Carrillo
<i>Tapirus bairdii</i>	Danta	12/04/2014	Avistamiento	Quebrada González-PN Braulio Carrillo

<sup>16</sup> CC-CVVS. 2014. Registros de fauna silvestre en la Ruta 32 (correo electrónico). San José, Costa Rica

<i>Puma concolor</i>	Puma	24/04/2014	Avistamiento	5km del Cruce Rio Frío subiendo al PN Braulio Carrillo
<i>Leopardus pardalis</i>	Manigordo	14/06/2014	Atropello	9 km antes de Quebrada Grande

Fuente: CC-CVVS (2014)

A 4 km de la Ruta 32, entrando hacia la Universidad EARTH, Pinto (2005) reportó en su trabajo un caucel atropellado en julio del 2003. En este caso se posee una fotografía que se muestra en la Figura 30.

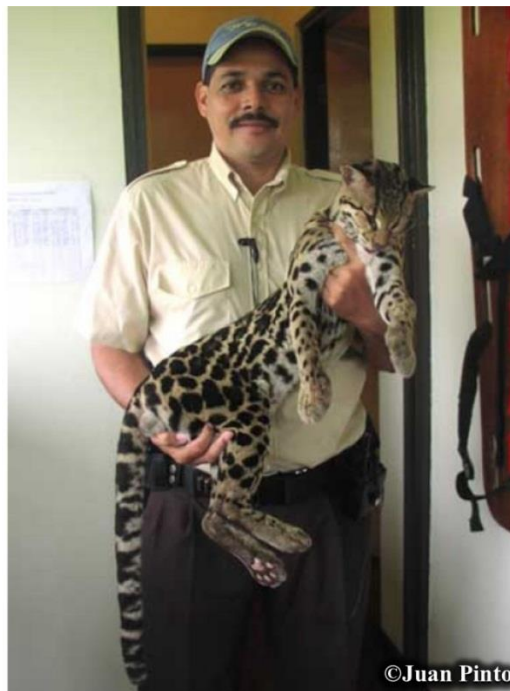


Figura 30. Caucel (*Leopardus wiedii*) atropellado en julio del 2005 en carretera dentro de la Universidad EARTH a 4 km de la Ruta 32.  
Fuente: Pinto (2005).

Este mismo autor registró gran cantidad y variedad de fauna silvestre cruzando la carretera principal que comunica la Ruta 32 con el campus central de la EARTH, así como a orillas de esta. Algunas de las especies de mamíferos reportadas por Pinto (2005) en el inventario de fauna silvestre son: mono araña (*Ateles geoffroyi*), perezoso de dos dedos, zorro hediondo, armadillo, tolomuco, manigordo, nutria, venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*), taltuza (*Orthogeomys cherriei*), jaguar, martilla, mapache, puma, león breñero, puercoespín, conejo de monte, oso hormiguero y danta.

Estos reportes son relevantes ya que son especies que pueden estar cruzando la Ruta 32 tanto sobre la carretera como por debajo de ella a través de los ríos Dos Novillos y Parismina. La lista completa de estas especies y detalles sobre su registro puede ser consultada en el Anexo 3.

Adicionalmente a los mamíferos, este estudio también reportó gran variedad de anfibios y reptiles asociados a carreteras internas de la Universidad EARTH tanto así que Pinto (2005) asegura que “con unas 150 veces de hacer el recorrido se encontraron alrededor de 130 serpientes entre vivas y muertas”.



Otro reporte importante a tomar en consideración, es el registro de huellas de jaguar en Finca Sandoval cerca del cruce de Moín<sup>17</sup> y avistamientos de jaguares y dantas en las reservas forestales de la Universidad EARTH según información suministrada por un trabajador del área forestal<sup>18</sup> y un guardaparque<sup>19</sup>.

Finalmente, un estudio llevado a cabo por Araya-Gamboa y Salom-Pérez (2011) en la Ruta 415 dentro del Subcorredor Biológico Barbilla-Destierro “Paso del Jaguar”, reportó el cruce de un jaguar macho en el sector denominado localmente como “El Mandarino” (Figura 31), sitio que se encuentra aproximadamente a 15.8 km en línea recta de la Ruta 32.



Figura 31. Jaguar macho cruzando la Ruta 415 dentro del Subcorredor Biológico Barbilla-Destierro en el 2011.

Fuente: Araya-Gamboa y Salom-Pérez (2011)

Este subcorredor biológico es parte del Corredor Biológico Volcánica Central-Talamanca el cual se encuentra muy cerca de la Ruta 32. La fotografía corresponde al mes de diciembre del 2011 a las 01:38 horas y los autores comentan que el animal “venía de un potrero arbolado y se dirigía a otro, ambos con cerca viva. Probablemente venía de la Cordillera Volcánica Central y se dirigía hacia el río Reventazón a través de una delgada franja de bosque con una marcada pendiente” (Araya-Gamboa y Salom-Pérez 2011).

Esto hace pensar que los jaguares y otros felinos podrían encontrar zonas de paso a los alrededores del complejo mosaico paisajístico de la Ruta 32 y no estar restringidos exclusivamente a bosques en buen estado de conservación.

<sup>17</sup> Pomareda, E. 2014. Reportes de felinos cerca de la Ruta 32 (comunicación personal). Cañas, Guanacaste, CC-CVVS.

<sup>18</sup> \_\_, Royer. 2014. Fauna silvestre en la reserva forestal de la EARTH (comunicación personal). Guácimo, Limón, Universidad EARTH.

<sup>19</sup> \_\_, German. 2014. Jaguares en la reserva forestal Escalera de Mono (comunicación personal). Guácimo, Limón, Universidad EARTH.

#### 4.1.8. Reportes con información incompleta

Dentro de los registros más importantes que no pudieron ser tomados en consideración en este estudio, fue el reporte de un jaguar macho que presuntamente fue atropellado en algún sector de la Ruta 32 (Figura 29).

La fotografía fue distribuida de persona en persona vía la aplicación de teléfono de “WhatsApp” (WhatsApp Inc. 2014) y a pesar que se hizo un gran esfuerzo por determinar el origen de la misma no fue posible confirmar dicho atropello. Esta situación hace dudar sobre el supuesto si el atropello en realidad se produjo en la Ruta 32 o si el animal haya muerto por otras causas.

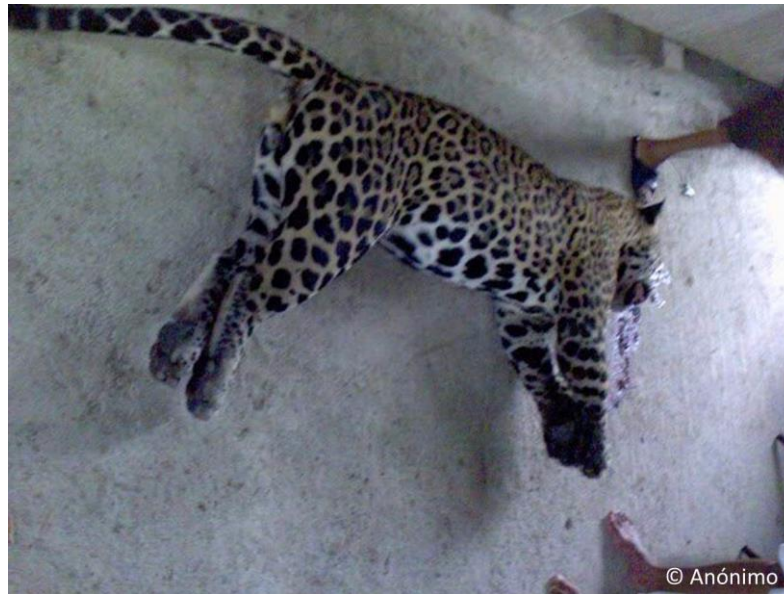


Figura 29. Jaguar macho del cual se recibió información no confirmada de ser atropellado en algún sector de la Ruta 32.

Funcionarios del SINAC también intentaron investigar este incidente pero no se tiene claro qué pasó realmente con este jaguar. La foto fue recibida el 28 de abril del 2014 y una de las posibilidades es que pocas personas tengan conocimiento de este incidente ya que en los primeros meses del año se produjo una investigación en contra de una persona que subió a la red social de “Facebook” una foto de un jaguar que aparentemente sacrificado porque el felino había depredado ganado. Esto, aunado a que recientemente todo tipo de cacería fue prohibida en Costa Rica (Asamblea Legislativa de la República de Costa Rica 2012), hace pensar que la población tiene más cuidado en matar un animal silvestre o si lo hace, evita divulgar la información.

#### 4.2. Determinación de cruces de fauna silvestre

La Ruta 32 se encuentra muy cerca de varias zonas ambientalmente frágiles como lo son ocho Áreas Silvestres Protegidas, seis Corredores Biológicos, cinco Vacíos de Conservación, dos Territorios Indígenas y varios humedales; además de atravesar cinco Rutas de Conectividad. Sin embargo, esto no garantiza que las zonas adyacentes a esta carretera posean algún tipo de cobertura forestal. Por ejemplo, al lado norte de la sección estudiada de la Ruta 32, casi no existen áreas dedicadas a la conservación y es donde está la mayoría del uso de suelo “no forestal” que según observaciones de campo corresponde principalmente a zonas urbanas y a plantaciones de piña y banano.

El porcentaje de uso de suelo al norte de la Ruta 32 considerado como “no bosque” (uso de suelo= “pastos” y “no forestal”) supera ampliamente a las áreas consideradas en este estudio como “bosque” (uso de suelo= “bosques maduros”, “bosques secundarios”, “bosque palmas” y/o “plantaciones forestales”).

Como se puede ver en el Cuadro 27, las áreas de No bosque al norte de la carretera, significan más del 69% del área en los buffers de 100, 500 y 1000 m de diámetro (Ø).

Cuadro 27. Uso de suelo al lado norte de la sección de la ampliación de la Ruta 32.

Ø buffer	Área	Bosque maduro	Bosque sec.	Plant. forestal	Bosque palmas	Pastos	No forestal	Bosque	No bosque
100 m	ha	140.5	98.6	10.2	0.00	326.4	278.3	26.2%	71.6%
	%	15.1%	10.0%	1.0%	0.0%	33.2%	38.5%		
500 m	ha	794.5	576.2	36.0	2.3	1723.1	1728.5	28.4%	69.7%
	%	16.0%	11.6%	0.7%	0.05%	34.8%	34.9%		
1000 m	ha	1509.8	1188.5	47.5	58.7	3454.5	3551.0	28.3%	70.6%
	%	15.2%	12.0%	0.5%	0.6%	34.8%	35.8%		

A pesar de que al sur de la carretera existe la gran mayoría de las áreas con algún tipo de cobertura forestal, esto no se ve reflejado tan ampliamente en el área y porcentaje de “bosque” analizado en el Cuadro 28. Con respecto al lado norte, al sur de la carretera estudiada existe solamente un 5.7% más de áreas boscosas en el *buffer* de 500 m y un 10.6% más en el *buffer* de 1000 m. En el caso del *buffer* de 100 m, inclusive el lado norte posee un 1.8% más de bosque que en el sur.

Cuadro 28. Uso de suelo al lado sur de la sección de la ampliación de la Ruta 32.

Ø buffer	Área	Bosque maduro	Bosque secundario	Plantación forestal	Pastos	No forestal	Bosque	No bosque
100 m	ha	150.4	67.4	4.2	300.5	444.9	24.4%	75.3%
	%	15.2%	6.8%	0.4%	30.4%	44.9%		
500 m	ha	1176.3	474.8	27.9	1613.0	1476.1	34.1%	62.7%
	%	23.9%	9.6%	0.6%	32.7%	30.0%		
1000 m	ha	2760.0	972.8	89.1	3073.31	2563.56	38.9%	57.41%
	%	28.1%	9.9%	0.9%	31.3%	26.1		



Finalmente, como panorama general se calculó el uso de suelo a ambos lados de la carretera en conjunto, resultando que solamente un 24.3% del buffer de 100 m posee algún tipo de bosque. Esto incrementa en el buffer de 500 m (31.3%) y en el de 1000 m llegando a ser un tercio del total del área (33.6%). En todos los casos, el bosque maduro fue el principal tipo de bosque (Cuadro 29).

Cuadro 29. Uso de suelo a ambos lados de la sección de la ampliación de la Ruta 32.

Ø buffer	Área	Bosque maduro	Bosque sec.	Plant. forestal	Bosque palmas	Pastos	No forestal	Bosque	No bosque
		100 m	ha %	298.9 15.1%	166.0 8.4%	14.4 0.7%	0.0 0.0%	626.6 31.8%	823.1 41.7%
500 m	ha %	1970.8 19.9%	1051.0 10.6%	69.9 0.6%	2.3 0.02%	3336.1 33.8%	3204.5 32.4%	<b>31.3%</b>	<b>66.2%</b>
1000 m	ha %	4269.8 21.6%	2161.3 10.9%	136.6 0.7%	58.7 0.3%	6527.9 33.1%	6114.6 31.0%	<b>33.6%</b>	<b>64.1%</b>

Con este panorama general de la Ruta 32 se puede entender mejor la importancia de estrategias de gestión territorial para la conservación en zonas donde no existen áreas silvestres protegidas pero que existe gran cantidad y variedad de fauna como lo pudo comprobar los 1073 registros de 94 especies animales silvestres que se obtuvo en este estudio.

#### 4.2.1 Mapas calientes de cruce de fauna silvestre

Utilizando los 903 registros de fauna silvestre (atropellos, avistamientos y rastros) obtenidos mediante los recorridos en vehículo, se crearon los mapas un mapa de calor utilizando la herramienta Densidad Kernel.

A continuación se detallan los siguientes mapas de calor:

- Mapa de Calor General (todos los grupos taxonómicos juntos).
- Mapa de Calor de Anfibios.
- Mapa de Calor de Mamíferos (divididos en Terrestres, Arborícolas y Voladores).
- Mapa de Calor de Reptiles.
- Mapa de Calor de Aves.

Para cada mapa de calor se analizan la características de los puntos calientes (color rojo) y semi-calientes (color naranja) descritas en la metodología.

### 4.2.1.1 Mapa de Calor General

En la Figura 32 se pueden apreciar claramente dos puntos calientes (color rojo) y dos puntos semi-calientes (color naranja) en el Mapa de Calor General donde todos los grupos taxonómicos están juntos (anfibios, mamíferos, reptiles y aves); es decir, la totalidad de los 903 registros utilizados para crear los mapas de calor.



Figura 32. Mapa de Calor General (todos los registros de todos los grupos taxonómicos) en la sección de la ampliación de la Ruta 32.

Cabe recordar que este mapa de calor no es apto para realizar recomendaciones de sitios para la inclusión de pasos de fauna ya que los cuatro grupos taxonómicos estudiados poseen características muy diferentes en cuanto a movilidad y requerimientos alimenticios y de hábitat. Sin embargo, a continuación se hace un análisis detallado de los dos puntos calientes que resultaron del Mapa de Calor General.

#### 4.2.1.1.1. Punto Caliente General N° 1

**Cantón:** Guácimo.

**Distrito:** Guácimo.

**Coordenadas:** 10,2018 Norte y -83,6764 Oeste.

**Segmento de la carretera dentro del punto caliente:** 420 m.

Como puede apreciar en la Figura 33, este punto caliente posee un parche de bosque secundario y primario al norte de la carretera que parece tener cierta conectividad con otros parches de menor tamaño al sur de la Ruta 32, principalmente a través del Río Guácimo (al oeste) y una quebrada al este.

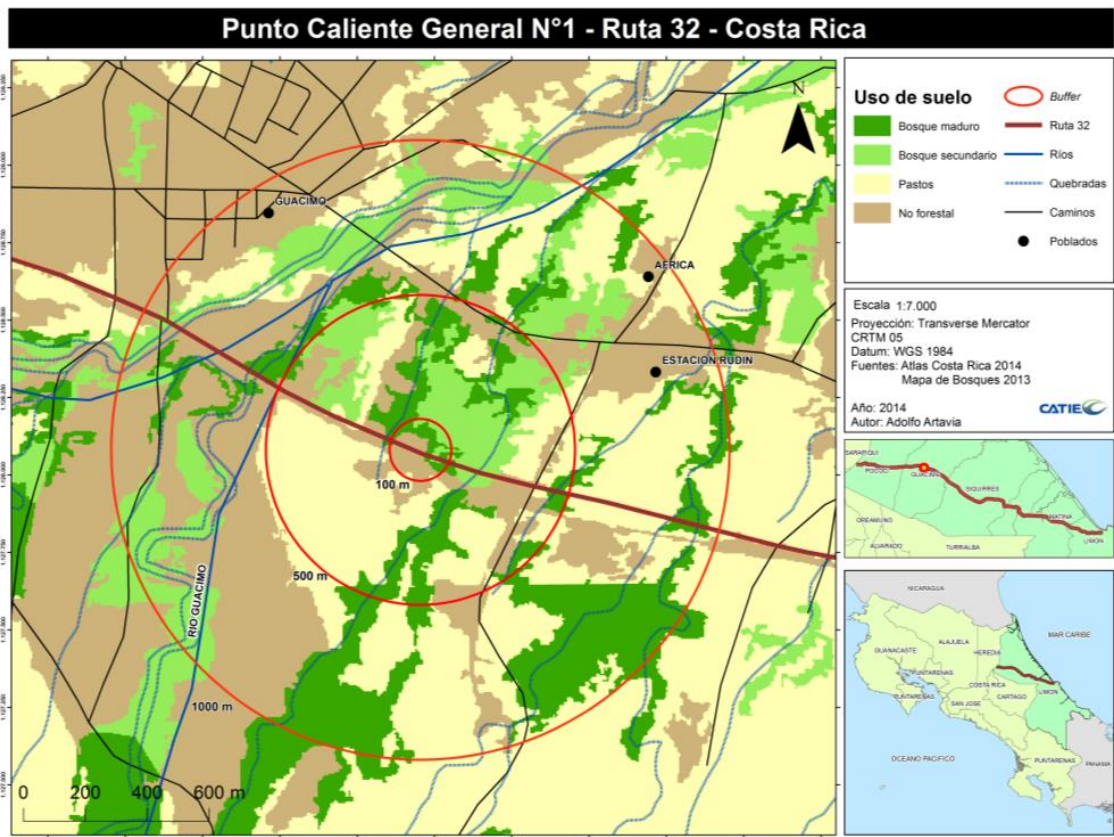


Figura 33. Ubicación y uso de suelo en el Punto Caliente General N°1 de cruce de fauna silvestre en la sección de la ampliación de la Ruta 32

La composición de especies no fue muy variada en este punto ya que está dominada principalmente por anfibios y reptiles posiblemente por la cercanía a cursos de agua (Cuadro 30). Las especies con más registros fueron el sapo común (n=7) y la culebra de café rojiza (n=6). Aparte de los 27 individuos dentro de este punto caliente, no se obtuvo registros de otros animales que hayan sido reportados por otras fuentes de información.

Cuadro 30. Composición de especies de los cuatro grupos taxonómicos dentro del Punto Caliente General N° 1.

<b>Especies registradas durante los recorridos (n=23)</b>	
<b>Anfibios (n=11)</b>	
<i>Rhinella marina</i> (n=7)	
<i>Rhaebo haematiticus</i> (n=2)	
<i>Smilisca baudinii</i> (n=2)	
<b>Reptiles (n=10)</b>	
<i>Ninia sebae</i> (n=6)	
<i>Leptodeira annulata</i>	
<i>Mastigodryas melanolomus</i>	
<i>Kinnosternon</i> sp.	
<i>Chelydra serpentina</i>	
<b>Mamíferos terrestres (n=1)</b>	
<i>Dasyopus novemcinctus</i>	
<b>Aves (n=1)</b>	
Ave no id. (Fam. Caprimulgidae)	

El uso del suelo alrededor de este punto caliente fue equilibrado dentro del *buffer* de 100 m ya que casi la mitad estaba compuesto por bosque (maduro y secundario) y la otra mitad por áreas de “no bosque”; principalmente por zonas clasificadas como “no forestal”. En la matriz del paisaje más amplia (*buffer* de 500 y 1000 m) las áreas boscosas fueron menores tal como se puede observar en el Cuadro 31.

Cuadro 31. Uso de suelo dentro de los *buffers* del Punto Caliente General N°1.

<b>Ø <i>buffer</i></b>	<b>Área</b>	<b>Bosque maduro</b>	<b>Bosque secundario</b>	<b>Pastos</b>	<b>No forestal</b>	<b>Bosque</b>	<b>No bosque</b>
100 m	ha	0.81	0.81	0.09	1.62	<b>48.6%</b>	<b>51.4%</b>
	%	24.3%	24.3%	2.7%	48.6%		
500 m	ha	14.76	14.13	33.03	16.56	<b>36.8%</b>	<b>63.2%</b>
	%	18.8%	18.0%	42.1%	21.1%		
1000 m	ha	57.51	47.88	105.93	102.96	<b>33.5%</b>	<b>66.5%</b>
	%	18.3%	15.2%	33.7%	32.8%		

Cerca de este punto caliente se pueden identificar siete cursos de agua (un río y seis quebradas) donde destaca el Río Guácimo por donde se aprecia que recorren franjas de bosque. Además no existen poblados tan cercanos, estando los únicos tres a más de 800 m del punto caliente. En cuanto a otros caminos, hay dos que atraviesan la Ruta 32 y otro paralelo a esta (Cuadro 32).



Cuadro 32. Cercanía de cursos de agua, poblados y caminos al Punto Caliente General N°1.

<b>Nombre</b>	<b>Distancia</b>	<b>Dirección</b>
<b>Ríos</b>		
Río Guácimo	501 m	Oeste
<b>Quebradas</b>		
Quebrada sin nombre	116 m	Oeste
Quebrada sin nombre	206 m	Este
Quebrada sin nombre	462 m	Este
Quebrada del Río Guacimito	570 m	Oeste
Quebrada sin nombre	842 m	Este
Quebrada del Río Reventazón	861 m	Oeste
<b>Poblados</b>		
Estación Rudín, Guácimo	801 m	Noreste
Guácimo, Guácimo	908 m	Noroeste
África, Guácimo	925 m	Noreste
	386 m	Este
<b>Caminos</b>		
	484 m	Norte (paralelo)
	916 m	Oeste

### Valoración general

Este punto caliente se ubica dentro del Corredor Biológico Guácimo en toda su parte sur y el cual también se extiende por varios kilómetros en dirección oeste.

Este punto caliente coincide con el único Punto Caliente de Reptiles y con un punto semi-caliente de anfibios. Lo anterior hace indicar que estos dos grupos taxonómicos influyeron en la determinación de este sector como Punto Caliente General N°1.

Como se mencionó anteriormente, en este caso no se brindarán recomendaciones sobre el incluir o no pasos de fauna. En la Figura 34 se puede apreciar como luce este punto caliente en el campo.



Figura 34. Fotografía panorámica del Punto Caliente General N°1.

#### 4.2.1.1.2. Punto Caliente General N° 2

**Cantón:** Matina

**Distrito:** Matina

**Coordenadas:** 10,046 Norte y 83,3119 Oeste

**Segmento de la carretera dentro del punto caliente:** 418 m.

Como se puede ver en la Figura 35, la gran mayoría de la zona en la que se encuentra este punto caliente corresponde a no bosque (áreas de pastos y no forestal). Existen parches de bosque secundario a ambos lados de la carretera pero parecen no tener conectividad entre ellos.

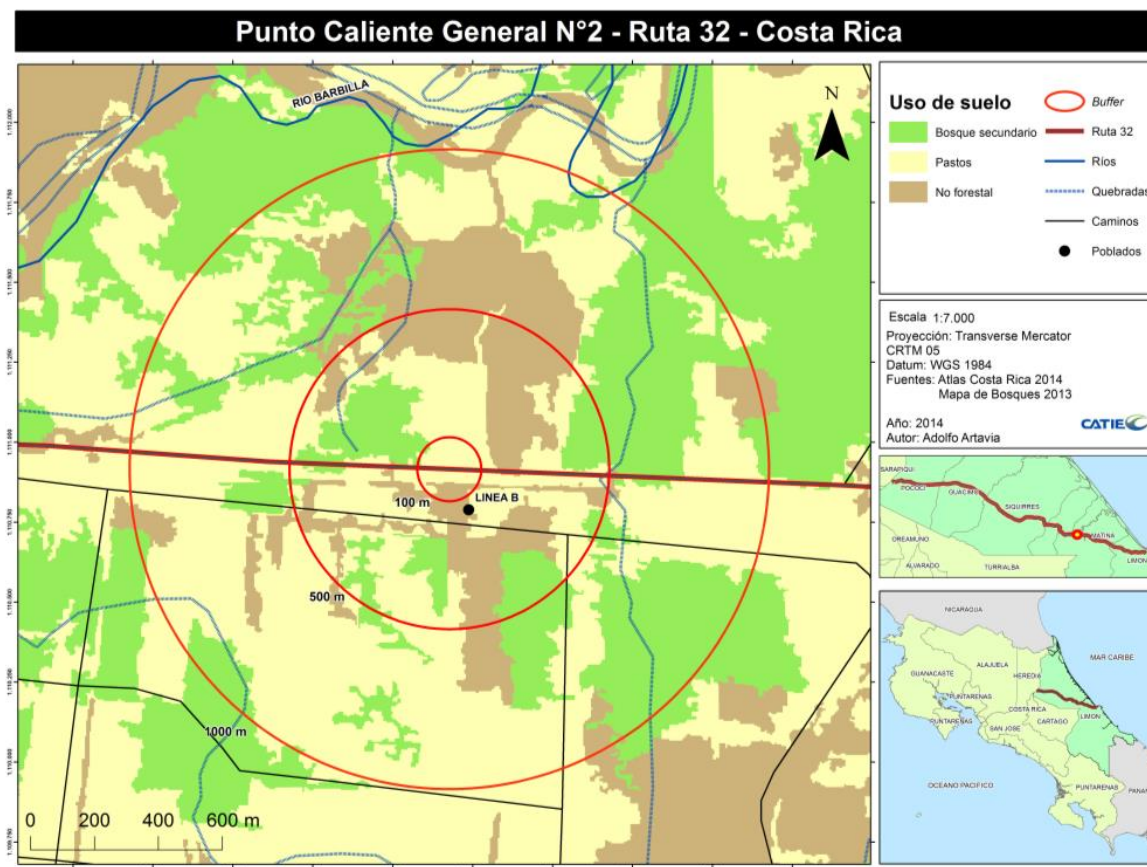


Figura 35. Ubicación y uso de suelo en el Punto Caliente General N°2 en la sección de la ampliación de la Ruta 32.

A diferencia del Punto Caliente General N°1, en este punto se encontró mayor diversidad de especies con representación de los cuatro grupos taxonómicos estudiados (Cuadro 33). Nuevamente los sapos comunes fueron mayoría mientras que también se reportó tres especies de reptiles, dos de mamíferos terrestres, un murciélago y un ave. Este en este punto caliente también se registró el atropello de dos individuos de *R. marina* producto de parcelas realizadas durante el estudio.

Cuadro 33. Cercanía de cursos de agua, poblados y caminos al Punto Caliente General N°2

<b>Especies registradas durante los recorridos (n=22)</b>
<b>Anfibios (n=15)</b> <i>Rhinella marina</i> (14) <i>Gymnopsis</i> sp.
<b>Reptiles (n=3)</b> <i>Bothrops asper</i> <i>Boa constrictor</i> Tortuga no id.
<b>Mamíferos terrestres (n=2)</b> <i>Sylvilagus brasiliensis</i> <i>Didelphis marsupialis</i>
<b>Mamíferos voladores (n=1)</b> Murciélago no id. (Fam. Vespertiniolidae)
<b>Aves (n=1)</b> Ave no id.

El Cuadro 34 confirma que el área del Punto Caliente General N°2 está dominado principalmente por pastos. No existe bosque maduro cercano y solamente un parche de bosque al este del punto caliente parece tener conectividad estructural gracias a una quebrada que atraviesa la carretera.

Cuadro 34. Uso de suelo dentro de los buffer del Punto Caliente General N°2.

<b>Ø buffer</b>	<b>Área</b>	<b>Bosque maduro</b>	<b>Bosque secundario</b>	<b>Pastos</b>	<b>No forestal</b>	<b>Bosque</b>	<b>No bosque</b>
100 m	ha	0.00	0.09	2.34	0.81	<b>2.8%</b>	<b>97.2%</b>
	%	0.0%	2.8%	72.2%	25.0%		
500 m	ha	0.00	15.75	36.00	26.91	<b>20.0%</b>	<b>80.0%</b>
	%	0.0%	0.0%	45.8%	34.2%		
1000 m	ha	0.00	96.39	161.37	56.79	<b>30.6%</b>	<b>69.4%</b>
	%	0.0%	30.6%	51.3%	18.1%		

Según las mediciones realizadas, no existen ríos ni quebradas a menos de 250 m de este punto caliente y el único camino cercano es uno en dirección sur paralelo a la Ruta 32 que comunica al poblado de Línea B (Cuadro 35). Dicho sea de paso, este centro urbano se encuentra muy cerca de este punto caliente (a 140 m en línea recta).

Cuadro 35. Cercanía de cursos de agua, poblados y caminos al Punto Caliente General N°2.

<b>Nombre</b>	<b>Distancia</b>	<b>Dirección</b>
<b>Ríos</b>		
Río Barbilla	978 m	Norte
<b>Quebradas</b>		
Quebrada sin nombre	293 m	Noroeste
Quebrada sin nombre	470 m	Este
Quebrada sin nombre	875 m	Suroeste
Quebrada sin nombre	1053 m	Noroeste
<b>Poblados</b>		
Línea B, Matina	140 m	Sur
<b>Caminos</b>		
	167 m	Sur (paralelo)
	1243 m	Este

### Valoración general

Este punto caliente se encuentra a 1153 m de una laguna en dirección norte de una laguna y coincide con un punto caliente de anfibios y un punto semi-caliente de mamíferos terrestres y voladores. En la Figura 36 se puede apreciar una visión general de dicho punto caliente.



Figura 36 Fotografía panorámica del Punto Caliente General N°2.



#### 4.2.1.2. Mapa de Calor de Mamíferos Terrestres

En el caso de los mamíferos terrestres se obtuvieron tres puntos calientes (color rojo) y cuatro puntos semi-calientes (color naranja). En la Figura 37 se puede ver la ubicación de dichos puntos a lo largo de los 94.9 km de carretera analizados.

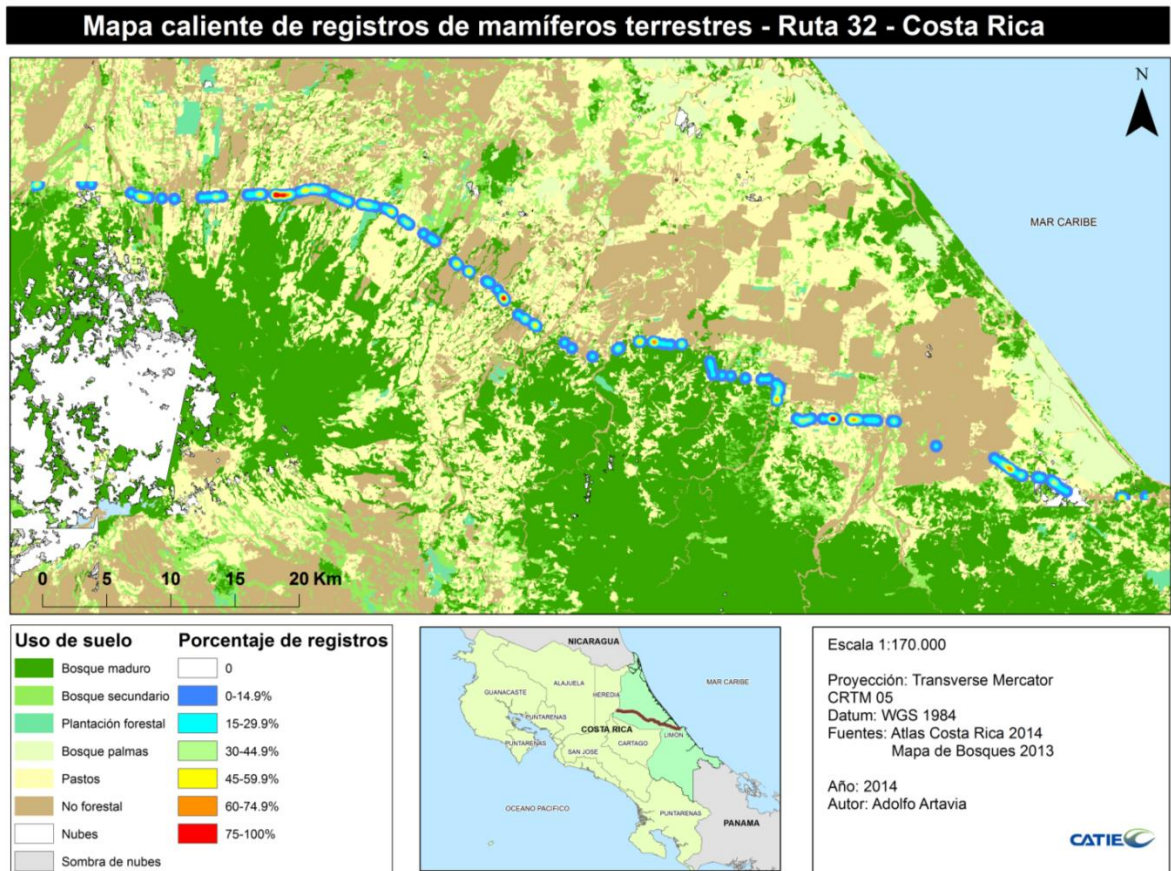


Figura 37. Mapa de calor de mamíferos terrestres en la sección de la ampliación de Ruta 32.

A continuación se describen detalladamente cada uno de estos puntos correspondientes a mamíferos terrestres los cuales incluye las siguientes especies: zorro pelón, armadillo, tolucco, roedores pequeños (ratas y ratones), pizote, taltuza, zorro gris de cuatro ojos, mapache, conejo de monte, oso hormiguero y zorro hediondo. Además de 14 mamíferos no identificados, 11 didélfidos no identificados y un prociónido no identificado.

#### 4.2.1.2.1. Punto Caliente de Mamíferos Terrestres N° 1

**Cantón:** Guácimo.

**Distrito:** Guácimo.

**Coordenadas:** 10,2051 Norte y -83,7205 Oeste.

**Segmento de la carretera dentro del punto caliente:** 987 m.

Este punto caliente está ubicado en una zona con gran cantidad de bosque maduro y secundario a ambos lados de la carretera. Estos parches de bosque coinciden con los cursos de varias quebradas locales (Figura 38).

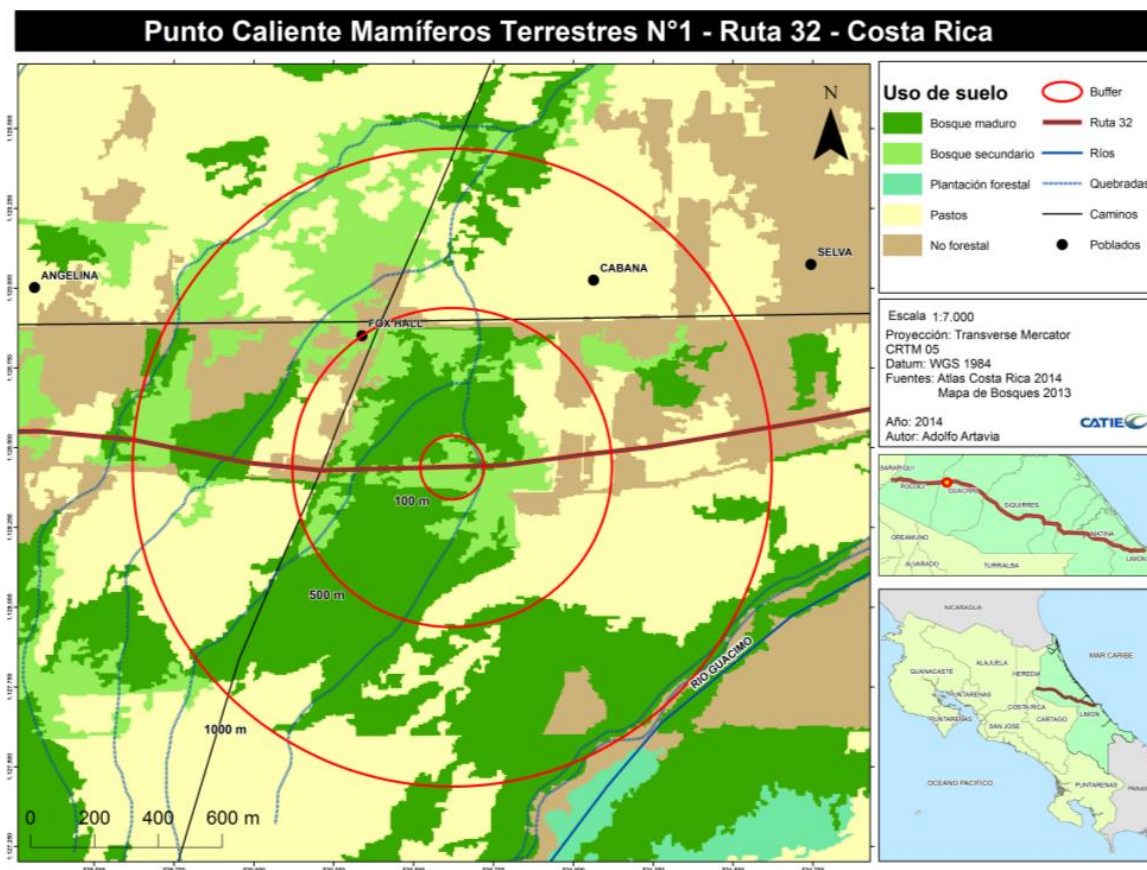


Figura 38. Ubicación y uso de suelo en el Punto Caliente de Mamíferos Terrestres N°1 en la sección de la ampliación de la Ruta 32.

Durante los recorridos se reportaron nueve individuos de mamíferos terrestres pertenecientes al menos a cinco especies (dos individuos no pudieron ser identificados) donde destaca el reporte de tres armadillos. Este es un punto caliente ideal para destacar la importancia de otras fuentes de información, ya que se obtuvo casi igual cantidad de reportes (n=7) por esta vía.

En el Cuadro 36 se puede apreciar la composición y fuente de información de cada registro, donde destaca el atropello de un manigordo reportado por una colaboradora de la zona.

Cuadro 36. Composición de especies de mamíferos terrestres en el Punto Caliente N°1 en la sección de la ampliación de la Ruta 32

<b>Recorridos (n=9)</b>	<b>Otros reportes (n=7)</b>	<b>Fuente información</b>
<i>Dasyopus novemcinctus</i> (n=3)	Didélfido no id. (n=2)	Parcela
<i>Tamandua mexicana</i>	<i>Didelphis marsupialis</i>	Parcela
<i>Orthogeomys cherriei</i>	Mamífero no id.	Parcela
<i>Didelphis marsupialis</i>	<i>Leopardus pardalis</i>	Reporte independiente
<i>Philander opossum</i>	<i>Tamandua mexicana</i>	Reporte independiente
Didélfido no id.	<i>Dasyopus novemcinctus</i>	Cámara trampa
Mamífero no id.		

En este punto caliente también fueron comunes los reportes de especies de otros grupos taxonómicos, en especial los reptiles donde todas fueron culebras a excepción de una iguana (Cuadro 37). En este punto con gran cobertura arbórea destaca el atropello de un perezoso de dos dedos y la vocalización de un mono congo.

Cuadro 37. Composición de especies de otro tipo dentro del Punto Caliente de Mamíferos Terrestres N°1

<b>Recorridos (n=12)</b>	<b>Otros reportes (n=5)</b>	<b>Fuente información</b>
<b>Reptiles</b>	<b>Reptiles</b>	
<i>Ninia sebae</i> (n=2)	<i>Ninia sebae</i> (n=3)	Parcela
<i>Matigodryas melanolomus</i> (n=2)	<i>Porthidium nasutum</i>	Parcela
<i>Micrurus</i> sp.	<i>Leptodeira annulata</i>	Parcela
<i>Boa constrictor</i>		
<i>Iguana iguana</i>		
<b>Anfibios</b>		
<i>Leptodactylus savagei</i>		
<i>Gymnopsis</i> sp.		
<b>Mamíferos arborícolas</b>		
<i>Choloepus hoffmanni</i>		
<i>Alouatta palliata</i>		
<b>Aves</b>		
Ave no id.		

Este punto caliente de mamíferos terrestres fue el único que presentó un 100% de bosque en el buffer de 100 m y es segundo con más cobertura en los otros buffer de 500 y 1000 m. En el caso del buffer de 100 m predominó el bosque secundario y en los otros dos el bosque maduro (Cuadro 38).

Cuadro 38. Uso de suelo dentro de los *buffer* del Punto Caliente de Mamíferos Terrestres N°1.

$\emptyset$ <i>Buffer</i>	Área	Bosque maduro	Bosque secundario	Pastos	No forestal	Bosque	No bosque
100 m	ha	0.90	2.25	0.00	0.00	<b>100%</b>	<b>0.0%</b>
	%	28.6%	71.4%	0.0%	0.0%		
500 m	ha	31.86	18.27	19.53	9.00	<b>63.7%</b>	<b>36.3%</b>
	%	40.5%	23.2%	24.8%	11.4%		
1000 m	ha	101.79	46.17	122.04	44.28	<b>47.1%</b>	<b>52.9%</b>
	%	32.4%	14.7%	38.3%	14.1%		

En cuanto a los cursos de agua, los ríos más cercanos a este punto caliente se ubican incluso fuera del *buffer* de 1000 m (Cuadro 39). Sin embargo existe una red de cinco quebradas tanto en dirección este como oeste. Este puede ser uno de los factores que determinen la gran cantidad de mamíferos terrestres registrados en este punto, hecho que fue muy similar al resto de puntos calientes de mamíferos terrestres.

Cuadro 39. Cercanía de cuerpos de agua, poblados y caminos al Punto Caliente de Mamíferos Terrestres N°1.

Nombre	Distancia	Dirección
<b>Ríos</b>		
Río Guácimo	1161 m	Sureste
Río Jiménez	2101 m	Oeste
<b>Quebradas</b>		
Quebrada sin nombre	91 m	Este
Quebrada sin nombre	290 m	Oeste
Quebrada sin nombre	689 m	Oeste
Quebrada Fox Hall	1050 m	Oeste
Quebrada del Río Reventazón	1069 m	Sureste
<b>Poblados</b>		
Fox Hall, Guácimo	500 m	Norte
Cabaña, Guácimo	735 m	Noreste
Selva, Guácimo	1291 m	Noreste
<b>Caminos</b>		
	401 m	Este
	462 m	Norte

### Valoración general

Toda la parte sur del Punto Caliente de Mamíferos Terrestres N° 1 está dentro del Corredor Biológico Guácimo. También se encuentra dentro del *buffer* de 1000 m de la Zona Protectora Acuíferos (a 934 m).

Además hay dos Vacíos de Conservación relativamente cerca de este punto: el denominado “Acuíferos Guácimo y Pococí” a 1881m hacia el suroeste (parcialmente protegido) y otro vacío a 1433 m en dirección sur clasificado como “no protegido”. También hay una ruta de conectividad que pasa a poco más de 3 km al suroeste de este punto.



Contrario a lo que se podría creer, este punto caliente no coincide con otros puntos calientes o semi-calientes de otros grupos taxonómicos a pesar de su gran cobertura forestal inmediata a la carretera como se aprecia en la Figura 39. A este sector se le conoce como “La Montañita de Guácimo” en la cual se pueden apreciar múltiples rótulos que incentivan su conservación y limpieza.

Este punto caliente sin duda representa hábitat para múltiple variedad de especies de mamíferos y reptiles principalmente como se pudo apreciar en la composición de especies en el Cuadro 37. Un paso de fauna inferior en esta zona probablemente sería utilizado por varias especies de diferentes grupos taxonómicos.

A pesar de que los resultados de este estudio no indicaron que este sea un punto caliente de cruce de mamíferos arborícolas, se recomienda estudiar más esta opción. Esto debido a que es de los pocos lugares en la sección de la ampliación de la Ruta 32 en donde existe una conectividad de los árboles por encima de la carretera, conectividad que se perderá cuando se realice la ampliación.



Figura 39. Fotografía panorámica del Punto Caliente de Mamíferos Terrestres N°1

#### **4.2.1.2.2. Punto Caliente de Mamíferos Terrestres N° 2**

**Cantón:** Siquirres.

**Distrito:** La Alegría.

**Coordenadas:** 10,1323 Norte y -83,5615 Oeste.

**Segmento de la carretera dentro del punto caliente:** 276 m.

Según se puede ver en el mapa de la Figura 40, este punto caliente quedó sobre un área de uso de suelo “no forestal” que corresponde en gran parte a cultivos de piña. Allí, los parches de bosque más cercanos se encuentran prácticamente sobre el diámetro del *buffer* de 500 m, coincidiendo con el curso del Río Vueltas hacia el oeste y una quebrada en dirección este.

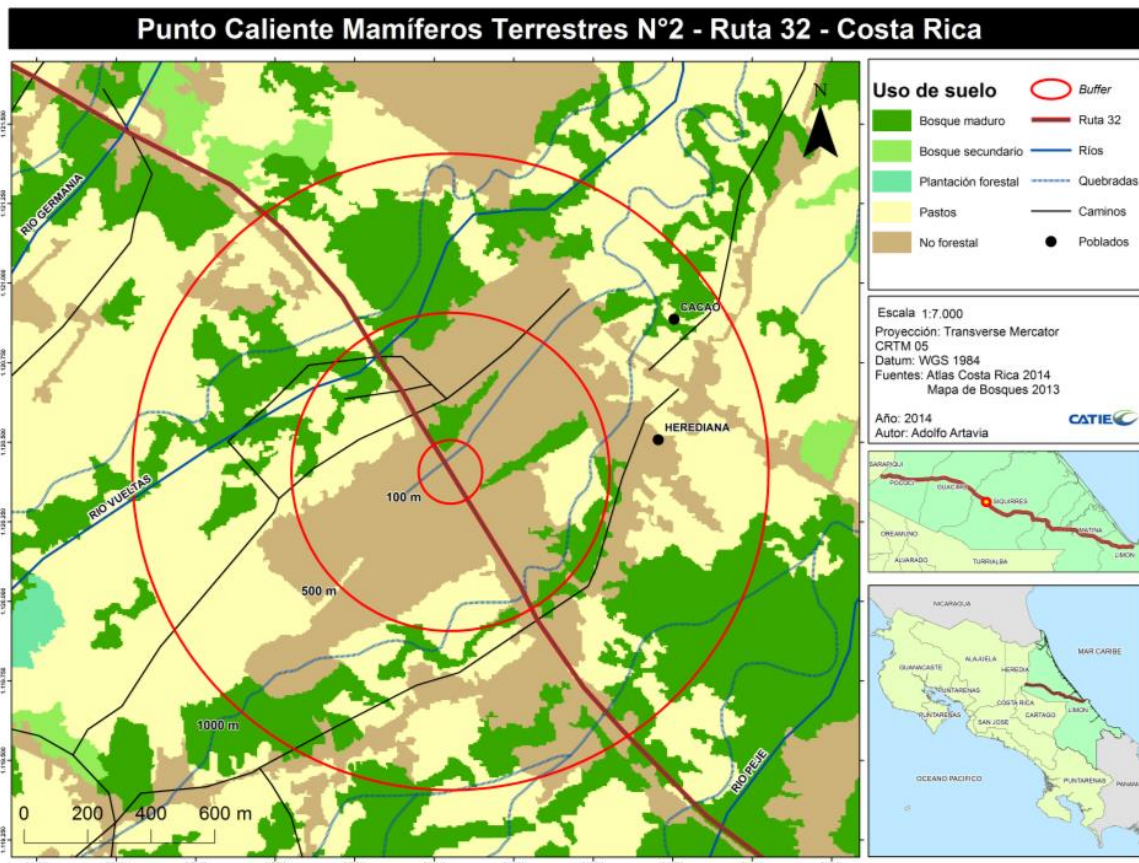


Figura 40. Ubicación y uso de suelo en el Punto Caliente de Mamíferos Terrestres N°2 en la sección de la ampliación de la Ruta 32.

Solamente dos individuos conforman este punto caliente y no se reportaron otros mamíferos terrestres a través de otras fuentes de información (Cuadro 40). Se trata de un conejo de monte y un roedor no identificado, sin embargo muy cerca del punto caliente se reportó tres individuos más: un zorro gris de cuatro ojos (oeste); además de un armadillo y un zorro pelón (al este). Estos último tres registros que se encuentran muy cerca de la zona de color rojo, colaboraron en la generación de este punto caliente.

Cuadro 40. Composición de especies de mamíferos terrestres en el Punto Caliente N°2 en la sección de la ampliación de la Ruta 32.

Recorridos (n=2)	Otros reportes (n=0)	Fuente información
<i>Silvilagus brasiliensis</i>		
Roedor no id.		

Aparte de los mamíferos terrestres, solamente un individuo de otro tipo fue reportado dentro de este punto caliente: un puercoespín (reporte independiente).

En este sector predomina el uso de suelo “no forestal” en los primeros dos *buffers*, mientras que en la *buffer* de 1000 m se incrementa el área de pastos. Curiosamente el poco bosque que se reporta es considerado “maduro” (Cuadro 41).

Cuadro 41. Uso de suelo dentro de los *buffers* del Punto Caliente de Mamíferos Terrestres N°2.

$\emptyset$ <i>Buffer</i>	Área	Bosque maduro	Pastos	No forestal	Bosque	No bosque
100 m	ha	0.18	0.00	3.06	5.6%	94.4%
	%	5.6%	0.0%	94.4%		
500 m	ha	10.98	17.19	50.4	14.0%	86.0%
	%	14.0%	21.9%	64.1%		
1000 m	ha	80.19	123.3	110.97	25.5%	74.5%
	%	25.5%	39.1%	35.3%		

Los ríos y quebradas no fueron tan abundantes en esa zona y los poblados más cercanos (Heredia y Cacao) por su lejanía parecieran ser que no tendrían influencia en la poca cantidad de mamíferos terrestres en comparación con otros puntos (Cuadro 42).

Cuadro 42. Cercanía de cuerpos de agua, poblados y caminos al Punto Caliente de Mamíferos Terrestres N°2.

Nombre	Distancia	Dirección
<b>Ríos</b>		
Río Vueltas	427 m	Noroeste
Río Peje	1410 m	Sureste
<b>Quebradas</b>		
Quebrada sin nombre	35 m	Oeste
Quebrada Herediana	392 m	Este
Quebrada del Río Vueltas	560 m	Oeste
<b>Poblados</b>		
Heredia, Bonilla	698 m	Este
Cacao, Bonilla	886 m	Noreste
<b>Caminos</b>		
	214 m	Oeste
	539 m	Este

### Valoración general

Este punto caliente no coincide con ningún otro de este estudio y se encuentra entre dos rutas de conectividad pero a más de 5.7 km al oeste y a 3.5 km al este.

Se recomienda hacer una evaluación en el campo de este punto para validar la efectividad de un posible paso de fauna en ese sector, ya que las piñeras son comunes en esta zona tal como se puede apreciar al lado izquierdo de la fotografía de la Figura 41.



Figura 41 Fotografía panorámica del Punto Caliente de Mamíferos Terrestres N°2



### 4.2.1.2.3. Punto Caliente de Mamíferos N° 3

**Cantón:** Matina.

**Distrito:** Matina.

**Coordenadas:** 10,0469 Norte y -83,3277 Oeste.

**Segmento de la carretera dentro del punto caliente:** 300 m.

Este punto caliente pertenece a un sector de Matina donde existe un gran parche de bosque secundario al sur el cual parece tener conectividad con una plantación forestal ubicada al norte de la carretera como se puede apreciar en la Figura 42. Sin embargo, la mayor parte de la matriz del paisaje está compuesta por áreas de pasto.

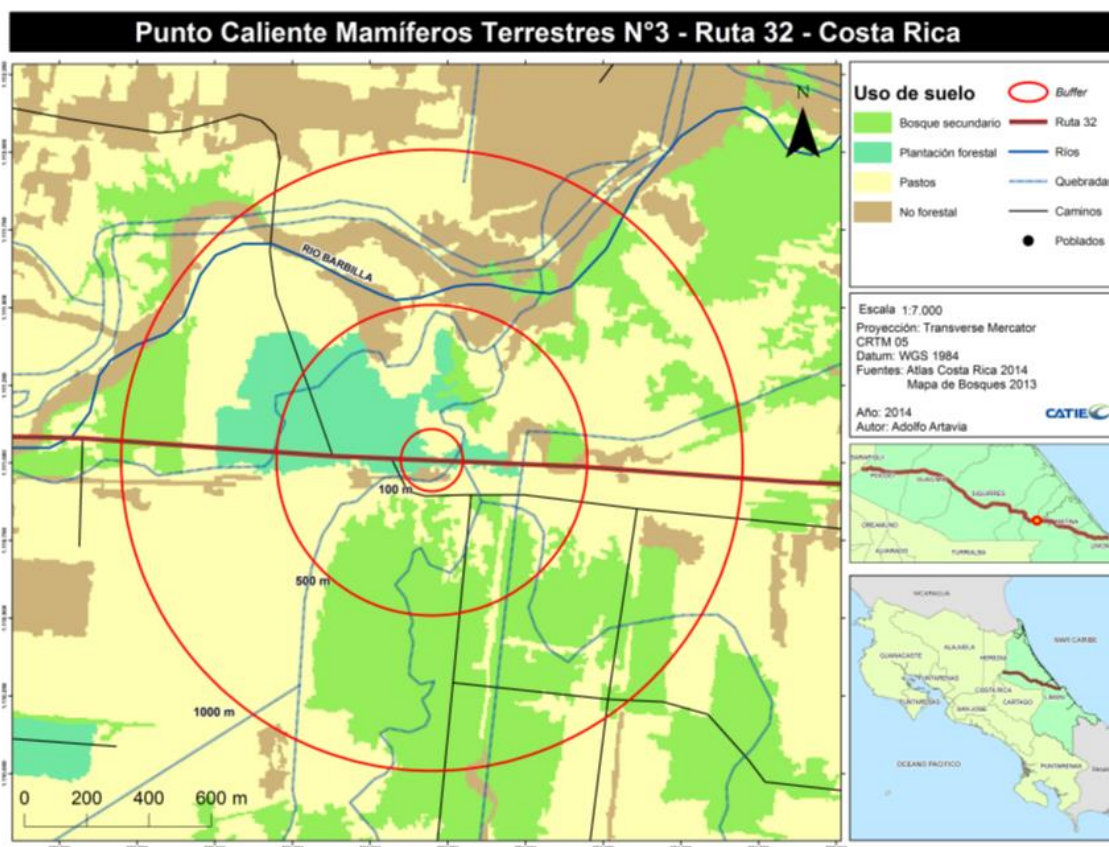


Figura 42. Ubicación y uso de suelo en el Punto Caliente de cruce de Mamíferos Terrestres N°3 en la sección de la ampliación de la Ruta 32.

Dentro de este punto caliente se registraron tres individuos mamíferos terrestres y como parte de otros reportes, un oso hormiguero fue subido a la plataforma de iNaturalist. Adicionalmente y aunque no aparezca en el Cuadro 43 de la composición de especies en este punto, muy cerca de este punto se registró el atropello de un armadillo y un zorro pelón.

Cuadro 43. Composición de especies en el Punto Caliente de Mamíferos Terrestres N° 3.

Recorridos (n=3)	Otros reportes (n=1)	Fuente información
<i>Philander opossum</i> <i>Didelphis marsupialis</i> Roedor no id.	<i>Tamandua mexicana</i>	iNaturalist



Otras especies de otro tipo fueron reportadas en este punto: seis como parte de los recorridos y dos gracias a otras fuentes. En el siguiente Cuadro 44 se detalla la composición de estas especies.

Cuadro 44. Otras especies de fauna silvestre dentro del Punto Caliente Mamíferos Terrestres N° 3.

Recorridos (n=6)	Otros reportes (n=2)	Fuente información
<b>Anfibios</b> <i>Rhinella marina</i> (n=5)	<b>Mamíferos arborícolas</b> <i>Sciurus variegatoides</i>	Parcela
<b>Reptiles</b> <i>Bothrops asper</i>	<b>Reptiles</b> <i>Mastigodryas melanolomus</i>	Reporte independiente

Cerca de la mitad del uso del suelo en el *buffer* de 100 m de diámetro está compuesto por plantación forestal, la cual se distribuye tanto al norte como al sur de la Ruta 32. En siguiente *buffer* (500 m) los porcentajes de bosque y no bosque son muy similares y en el caso del de 1000 m los pastos predominan sobre el resto del paisaje (Cuadro 45).

Cuadro 45. Uso de suelo dentro de los *buffers* del Punto Caliente de Mamíferos Terrestres N°3.

Ø <i>Buffer</i>	Área	Bosque secundario	Plantación forestal	Pastos	No forestal	Bosque	No bosque
100 m	ha	0.0	1.4	1.3	0.5	42.9%	57.1%
	%	0.0%	42.9%	40.0%	17.1%		
500 m	ha	20.0	17.8	34.9	6.0	48.0%	51.9%
	%	25.4%	22.7%	44.4%	7.5%		
1000 m	ha	91.3	26.1	159.9	38.0	37.2%	62.8%
	%	28.9%	8.3%	50.7%	12.0%		

Una particularidad de este punto es que el poblado más cercano está a casi 2 km de distancia pero hay dos caminos secundarios cerca (Cuadro 46) que podría estar afectando la presencia de mamíferos terrestres en esta zona.

Cuadro 46. Cercanía de cuerpos de agua, poblados y caminos al Punto Caliente de Mamíferos Terrestres N°3.

Nombre	Distancia	Dirección
<b>Ríos</b>		
Río Barbilla	524 m	Norte
<b>Quebradas</b>		
Quebrada sin nombre	69 m	Este
Quebrada sin nombre	293 m	Este
Quebrada Calderón	512 m	Oeste
<b>Poblados</b>		
Línea B, Matina	1802 m	Este

<b>Caminos</b>	117 m	Sur (paralelo)
	319 m	Oeste

### Valoración general

Este punto caliente se ubica cerca de la zona bananera de Matina y no existe ninguna estrategia de conservación cercana. En la Figura 43 se puede apreciar el paisaje típico de este sector.

Se pensaría que este no sería un buen lugar para recomendar un paso de fauna inferior por la poca cantidad y diversidad de especies que se registraron allí y porque el uso de suelo adyacentes está dominado en gran medida por zonas de pasto. Sin embargo, se recomienda hacer una valoración en campo y recorrer los 300 m de longitud que se obtuvo del punto caliente (zonas rojas en el mapa de calor) para dar un mejor criterio.



Figura 43 Fotografía panorámica del Punto Caliente de Mamíferos Terrestres N°3.

#### 4.2.1.2.4. Punto Semi-caliente de Mamíferos Terrestres N° 1

**Cantón:** Siquirres.

**Distrito:** Pacuarito.

**Coordenadas:** entre 10,101 N y -83,4546 O.

**Segmento de la carretera dentro del punto caliente:** 305 (color naranja).

El lado sur de este punto semi-caliente prácticamente está cubierto por bosque maduro mientras que al norte la realidad es completamente distinta, a excepción de un parche de bosque maduro al noroeste que mantiene una conectividad con el del sur (Figura 44).

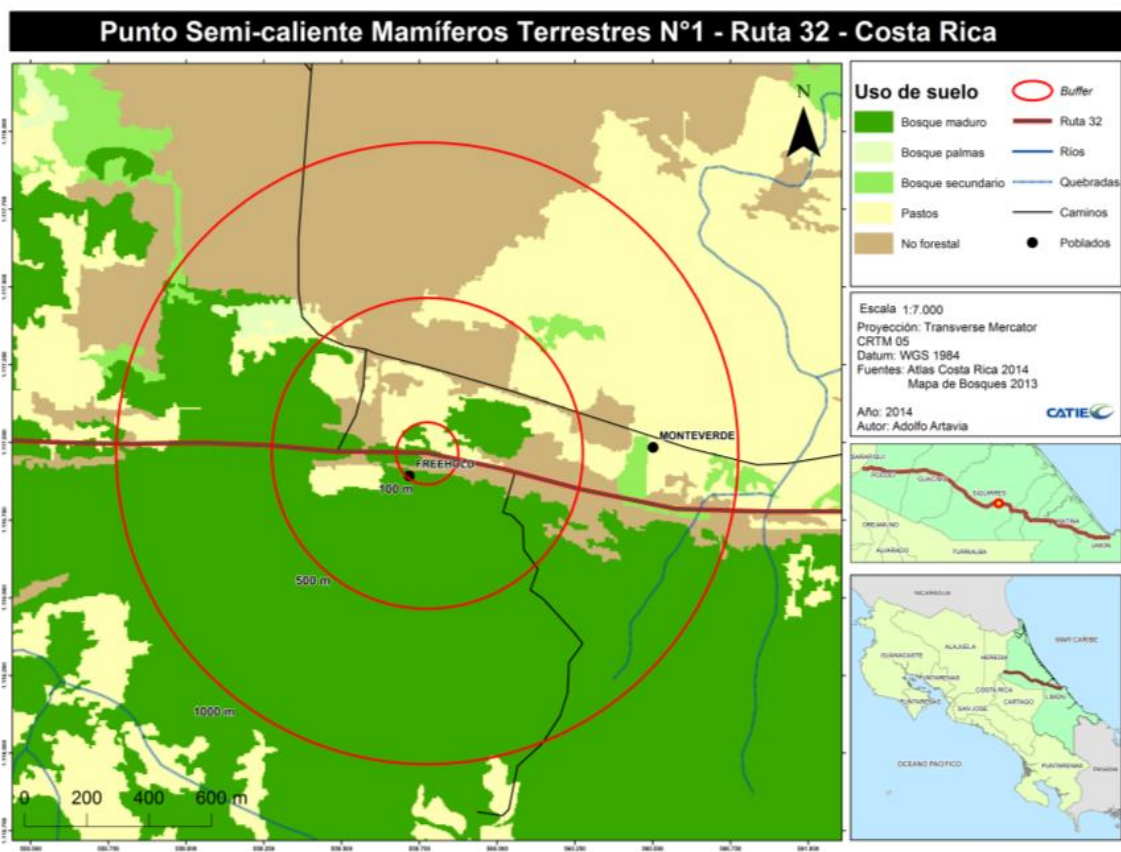


Figura 44. Ubicación y uso de suelo en el Punto Semi-caliente de cruce de Mamíferos Terrestres N°1 en la sección de la ampliación de la Ruta 32.

Como se puede ver en el Cuadro 47, tres individuos de mamíferos terrestres se registraron en este punto, todos ellos como parte de los recorridos en vehículo

Cuadro 47. Composición de especies de mamíferos terrestres dentro del Punto Semi-caliente N° 1.

Recorridos (n=3)	Otros reportes (n=0)	Fuente información
<i>Procyon lotor</i> <i>Didelphis marsupialis</i> Mamífero no id. (Fam. <i>Procyonidae</i> )		

Dos zorros de balsa y dos especies de sapos también fueron parte de los otros tipos registros en este punto semi-caliente (Cuadro 48).

Cuadro 48. Otras especies de fauna silvestre dentro del Punto Semi-caliente de Mamíferos Terrestres N° 1.

Recorridos (n=2)	Otros reportes (n=2)	Fuente información
<b>Mamíferos arborícolas</b> <i>Caluromys derbianus</i> (n=2)	<b>Anfibios</b> <i>Incillius coccifer</i> <i>Rhinella marina</i>	Parcela Parcela

Este fue el punto con mayor cantidad de bosque reportado en los *buffers* de 500 y 1000 m con 53.1 y 54.8% respectivamente según se aprecia y se desglosa en el Cuadro 49. Sin embargo esta cobertura forestal no está distribuida, sino que la mayoría se concentra al lado sur de la carretera; siendo el bosque maduro el principal tipo de bosque.

Cuadro 49. Uso de suelo Punto Semi-caliente de Mamíferos Terrestres N° 1.

$\emptyset$ Buffer	Área	Bosque maduro	Bosque secundario	Bosque de palmas	Pastos	No forestal	Bosque	No bosque
100 m	ha %	1.53 47.2%	0.0 0.0	0.0 0.0%	1.08 33.3%	0.63 19.4%	47.2%	52.8%
500 m	ha %	41.67 53%	0.09 0.1%	0.0 0.0%	16.74 21.3%	20.16 25.6%	53.1%	46.9%
1000 m	ha %	164.97 52.5%	4.59 1.5%	2.43 0.8%	66.24 21.1%	76.14 24.1%	54.8%	45.2%

El punto semi-calientes presenta la particularidad de que no existen cursos de agua cercanos. La quebrada más próxima está a 888 m en línea recta en dirección este y para encontrar el río más cercano se tendría que recorrer 1610 m hacia el norte para encontrar el Río Pacuare.

El poblado de Freehold de Matina se encuentra muy cerca del este punto y hay tres caminos a menos de 290 m de distancia (Cuadro 50).

Cuadro 50. Cercanía a cursos de agua, poblados y caminos al Punto Semi-caliente de Mamíferos Terrestres N° 1.

Nombre	Distancia	Dirección
<b>Ríos</b> Rio Pacuare	1610 m	Norte
<b>Quebradas</b> Quebrada sin nombre	888 m	Este
<b>Poblados</b> Freehold, Matina Monteverde, Matina	92 m 726m	Sur Noreste
<b>Caminos</b>	290 m 274 m 288 m	Oeste Norte (paralelo) Este

### Valoración general

Quien no conozca la zona y transite por este sector de la Ruta 32, tendría la impresión de estar pasando por un lugar similar al de “La Montañita de Guácimo” (Punto Caliente de Mamíferos Terrestres N°1): cobertura forestal a ambos lados de la carretera y con árboles conectándose sobre la vía (Figura 45).

Sin embargo, el lado norte de este punto semi-caliente solamente posee una estrecha franja de árboles inmediatos a la carretera que podrían estar usando los animales.

La recomendación en este caso es estudiar a mayor detalle este punto semi-caliente para evaluar la efectividad de uso de un posible paso de fauna, ya que otro tema que preocupa es la no presencia de cuerpos de agua cercanos que vayan a asegurar la permanencia de bosque después de la ampliación.



Figura 45 Fotografía panorámica de Punto Semi-caliente de Mamíferos Terrestres N°1.

#### **4.2.1.2.5. Punto Semi-caliente de Mamíferos Terrestres N° 2**

**Cantón:** Matina.

**Distrito:** Matina.

**Coordenadas:** entre 10, 3677 N y -83,0604 O.

**Segmento de la carretera dentro del punto caliente:** 200 m (color naranja).

Este sector de Matina cerca del Río Barbilla presenta la particularidad de en la margen de este importante río los archivos de SIG reportan áreas “no forestales” (Figura 46), a diferencia de la mayoría de ríos en los cuales suele haber cobertura sobre los cauces.

Este punto semi-caliente presente un mosaico de paisaje donde se pueden apreciar grandes masas de bosque continuo (maduro y secundario).



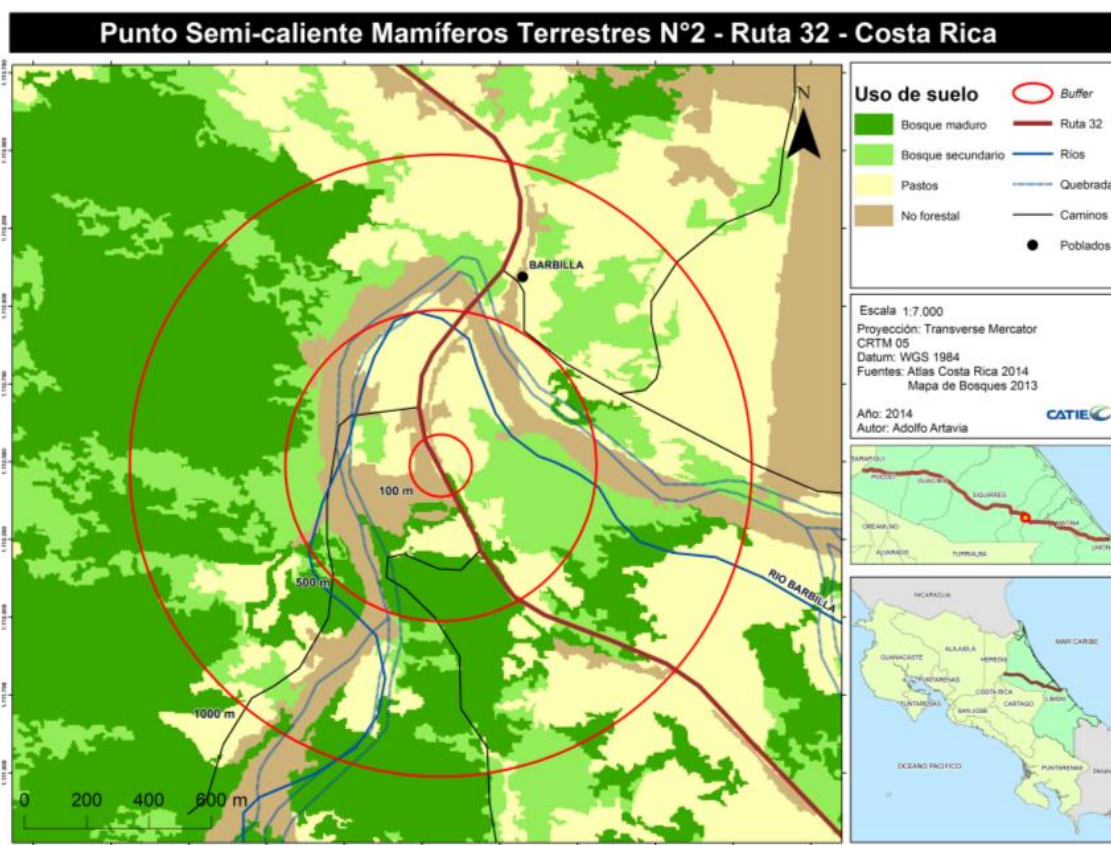


Figura 46. Ubicación y uso de suelo en el Punto Semi-caliente de cruce de Mamíferos Terrestres N°2 en la sección de la ampliación de la Ruta 32.

Durante los recorridos se logró registrar tres individuos de mamíferos terrestres y no hubo reportes de otras fuentes (Cuadro 51). Tampoco ningún otro tipo de fauna se reportó dentro de este punto semi-caliente.

Cuadro 51. Composición de especies de mamíferos terrestres dentro del Punto Semi-caliente de Mamíferos Terrestres N° 2.

Recorridos (n=3)	Otros reportes (n=0)	Fuente información
<i>Procyon lotor</i> Roedor no id. Mamíferos no id.		

Lo más destacable de este punto a nivel de paisaje, es el gran bloque de bosque anteriormente mencionado que hace que el *buffer* de 1000 m reporte un 53.5% de bosque en general (Cuadro 52). Sin embargo, en el *buffer* más inmediato a la carretera prácticamente no existe ningún tipo de bosque adyacente.

Cuadro 52. Uso de suelo Punto Semi-caliente de Mamíferos Terrestres N° 2.

Ø Buffer	Área	Bosque maduro	Bosque secundario	Pastos	No forestal	Bosque	No bosque
		ha	ha	ha	ha	%	%
100 m	ha	0.00	0.00	2.52	0.81	0.0%	100.0%
	%	0.0%	0.0%	75.7%	24.3%		

500 m	ha	13.86	17.28	24.66	25.59	38.2%	61.8%
	%	17.0%	21.2%	30.3%	31.5%		
1000 m	ha	96.39	71.64%	103.50	42.48	53.5%	46.5%
	%	30.7%	22.8%	33.0%	13.5%		

El Río Barbilla y la Quebrada del Río Barbilla rodean este punto semi-caliente (Cuadro 53), por lo cual se podría pensar que es un hábitat ideal para mamíferos terrestres y que sea posible que los animales crucen la carretera por debajo del puente y no tenga necesidad de utilizar la carretera.

Cuadro 53. Cercanía a cursos de agua, poblados y caminos al Punto Semi-caliente de Mamíferos Terrestres N° 2.

Nombre	Distancia	Dirección
<b>Ríos</b>		
Río Barbilla	246 m	Este
<b>Quebradas</b>		
Quebrada del Río Barbilla	291 m	Oeste
Quebrada Indio	517 m	Suroeste
<b>Poblados</b>		
Barbilla, Matina	661 m	Norte
	204 m	Norte
<b>Caminos</b>		
	299 m	Sur
	519 m	Noreste

### Valoración general

Resulta interesante el hecho de que este punto semi-caliente de mamíferos terrestres se ubique a 1236 m del Corredor Biológico Volcánica Central-Talamanca y a 1339 m la Reserva Forestal Río Pacuare, ambos en dirección sur.

Sumado a eso, el SINAC (2007) identificó una Ruta de Conectividad muy cerca de este punto semi-caliente, el cual cruza la Ruta 32 y está dentro del *buffer* de 500 y 1000 m de este punto semi-caliente. Además, el Punto Semi-caliente de Mamíferos Arborícolas N°2 se encuentra a menor de 1 km de este punto.

Es indispensable dar una valoración más detallada en el campo con respecto a este punto semi-caliente ya que no es muy claro si el bosque presente al sur de la carretera está teniendo una conectividad funcional con los parches de bosque del norte.

Otro detalle a tener en cuenta es que este terreno es muy quebrado conforme se acerca al Río Barbilla, lo cual podría desfavorecer a los mamíferos terrestres porque les dificulta subir hacia la línea de la carretera. Una vista de este punto se puede apreciar en la Figura 47.



Figura 47. Fotografía panorámica del Punto Semi-caliente de Mamíferos Terrestres N°2

#### 4.2.1.2.6. Punto Semi-caliente de Mamíferos Terrestres N° 3

**Cantón:** Matina.

**Distrito:** Matina.

**Coordenadas:** entre 10,0461 Norte y -83,3128 Oeste.

**Segmento de la carretera dentro del punto caliente:** 331 (color naranja).

En la Figura 48 se puede apreciar la ubicación de este punto semi-caliente, la cual es muy similar al Punto Caliente General N°2. Existen parches aislados de bosque secundario pero la mayor parte del uso del suelo corresponde a pastos.

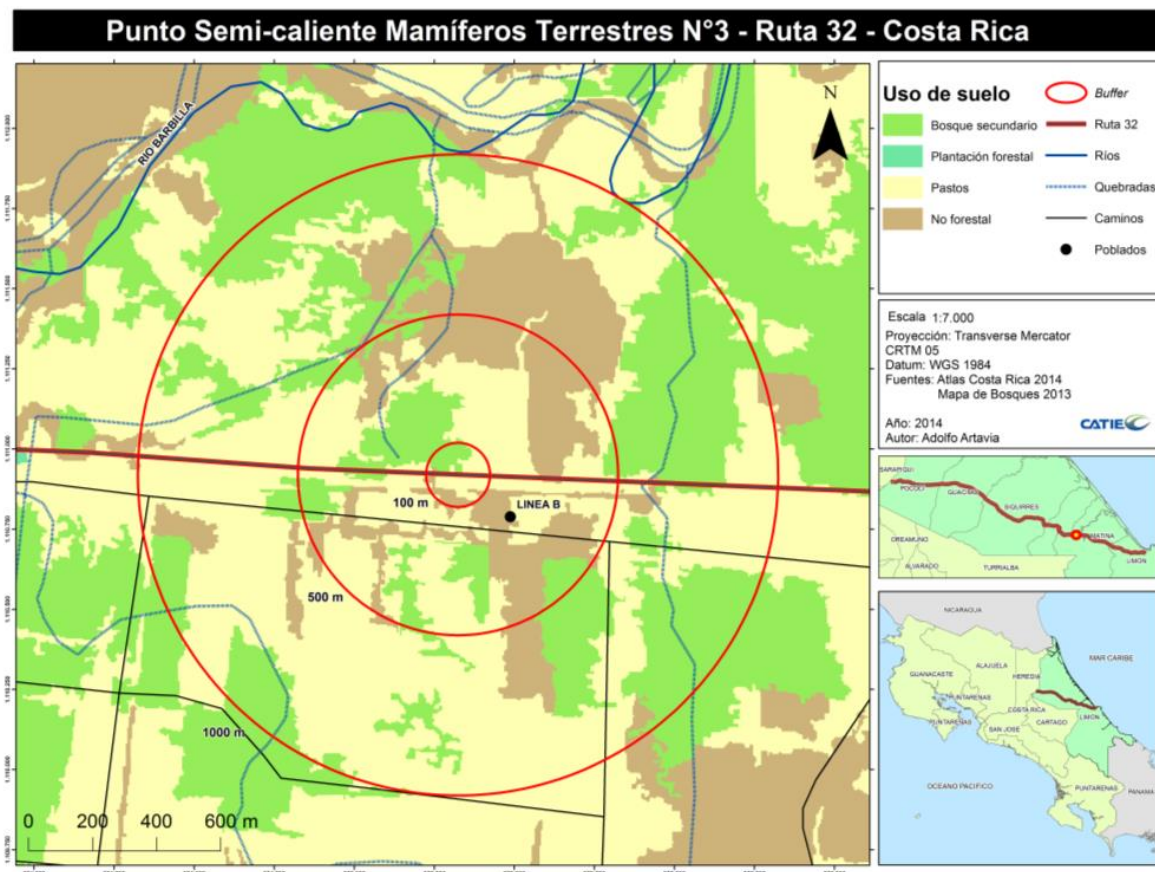


Figura 48. Ubicación y uso de suelo en el Punto Semi-caliente de Mamíferos Terrestres N°3 en la sección de la ampliación de la Ruta 32.

En cuanto a la composición de especies para este punto, solamente dos mamíferos terrestres se registraron dentro de la zona naranja de este punto (Cuadro 54).



Cuadro 54. Composición de especies de mamíferos terrestres dentro del Punto Semi-caliente N° 3.

Recorridos (n=2)	Otros reportes (n=0)	Fuente información
<i>Didelphis marsupialis</i> <i>Sylvilagus brasiliensis</i>		

En lo que respecta a otro tipo de fauna, si obtuvieron abundantes registros en este punto semi caliente, donde la mayoría correspondieron a sapos comunes (Cuadro 55).

Cuadro 55. Otras especies de fauna silvestre dentro del Punto Semi-caliente de Mamíferos Terrestres N° 3.

Recorridos (n=14)	Otros reportes (n=2)	Fuente información
<b>Mamíferos voladores</b> Murciélago no id. (Fam. Vespertilionidae) Murciélago no id. (Fam. Phyllostomidae, Subfam. Stenodermatidae)	<b>Anfibios</b> <i>Rhinella marina</i> (n=2) Parcela	
<b>Anfibios</b> <i>Rhinella marina</i> (n=11)		
<b>Reptiles</b> Tortuga no id.		

El tipo de cobertura de considerada como “no bosque” es la que predomina ampliamente en esta zona y el único tipo de bosque es el secundario, llegando a tener poco más del 30% del área del *buffer* de 1000 m de diámetro (Cuadro 56). En este sentido destaca un parche de bosque que sigue el curso de una de las quebradas que atraviesan la carretera.

Cuadro 56. Uso de suelo en el Punto Semi-caliente de Mamíferos Terrestres N° 3.

Ø <i>Buffer</i>	Área	Bosque secundario	Pastos	No forestal	Bosque	No bosque
100 m	ha	0.9	1.53	0.72	28.6%	71.4%
	%	28.6%	48.6%	22.8%		
500 m	ha	14.49	38.25	25.83	18.4%	81.6%
	%	18.4%	48.7%	32.9%		
1000 m	ha	96.66	161.64	55.80	30.7%	69.3%
	%	30.7%	51.5%	17.8%		

El único curso de agua cercano (una quebrada sin nombre) se ubica hacia el oeste de este punto semi-caliente y podría ser un lugar utilizado por los animales para cruzar la carretera. También existen varias quebradas alrededor de este punto como se puede ver en el Cuadro 57.

Cuadro 57. Cercanía a cursos de agua, poblados y caminos al Punto Semi-caliente de Mamíferos Terrestres N° 3.

<b>Nombre</b>	<b>Distancia</b>	<b>Dirección</b>
<b>Ríos</b>		
Río Barbilla	999 m	Norte
<b>Quebradas</b>		
Quebrada sin nombre	193 m	Noroeste
Quebrada sin nombre	585 m	Este
Quebrada sin nombre	599 m	Noroeste
Quebrada sin nombre	790 m	Suroeste
<b>Poblados</b>		
Línea B, Matina	209 m	Sureste
<b>Caminos</b>		
	160 m	Sur (paralelo)

### Valoración general

La conectividad estructural no es tan clara para este punto semi-caliente y la recomendación de un paso de fauna acá se descartaría. Sin embargo se requiere de una comprobación en campo para hacer mejores conclusiones al respecto.

Existe una laguna a 1149 m en dirección norte de este punto semi-caliente y la visión general de este punto se puede apreciar en la Figura 49.



Figura 49. Fotografía panorámica de Punto Semi-caliente de Mamíferos Terrestres N°3

#### 4.2.1.2.7. Punto Semi-caliente de Mamíferos Terrestres N° 4

**Cantón:** Limón.

**Distrito:** Río Blanco.

**Coordenadas:** entre 10,0117 Norte y -83,2021 Oeste.

**Segmento de la carretera dentro del punto caliente:** 473 (color naranja).

Exactamente donde se generó este punto semi-caliente no existe cobertura forestal alguna. Sin embargo, como se puede apreciar en la Figura 50, hacia el este y el oeste se pueden encontrar parches de bosque (maduro y secundario) inmediatos a la carretera por ambos lados.

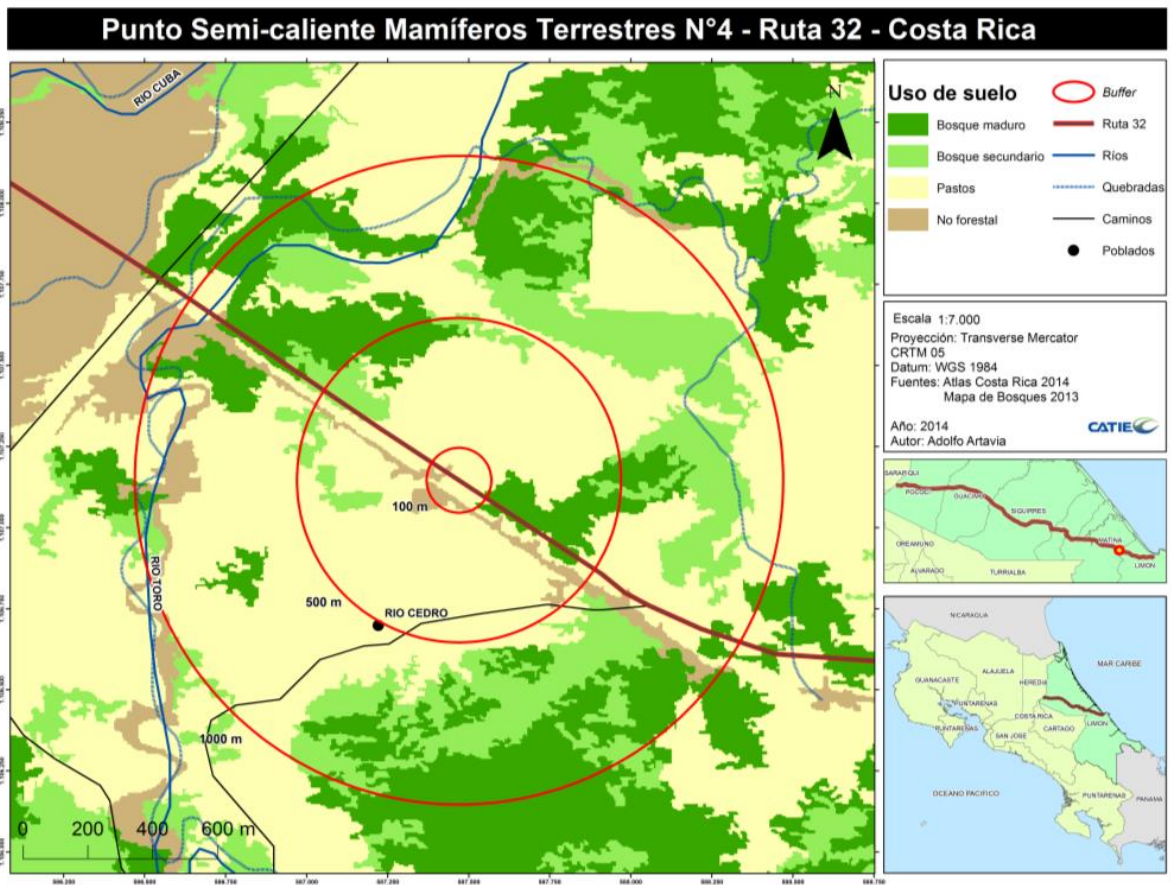


Figura 50. Ubicación y uso de suelo en el Punto Semi-caliente de cruce de Mamíferos Terrestres N°4 en la sección de la ampliación de la Ruta 32.

En este punto semi-caliente se reportó el atropello de un zorro pelón, un oso hormiguero y un zorro gris de cuatro ojos durante los recorridos (Cuadro 57).

Cuadro 58. Composición de especies de mamíferos terrestres dentro del Punto Semi-caliente N° 4.

Recorridos (n=3)	Otros reportes (n=0)	Fuente información
<i>Didelphis marsupialis</i>		
<i>Tamandua mexicana</i>		
<i>Philander opossum</i>		

Otras especies de otros grupos taxonómicos se identificaron dentro de este punto. En todos los casos se trató de sapos comunes donde dos de ellos corresponden a recorridos y cinco registros gracias a las caminatas en las parcelas.

La cobertura forestal fue muy escasa en lo *buffers* de 100 y 500 m, sin embargo para el *buffer* más grande (1000 m) el porcentaje considerado como bosque subió a 41.3%, de acuerdo a la información presentada en el Cuadro 59.

Cuadro 59. Uso de suelo Punto Semi-caliente de Mamíferos Terrestres N° 4.

$\emptyset$ Buffer	Área	Bosque maduro	Bosque secundario	Pastos	No forestal	Bosque	No bosque
100 m	ha	0.0	0.0	2.52	0.81	<b>0.0%</b>	<b>100%</b>
	%	0.0%	0.0%	75.7%	24.3%		
500 m	ha	8.46	5.58	60.66	3.6	<b>17.9%</b>	<b>82.1%</b>
	%	10.8%	7.1%	77.5%	4.6%		
1000 m	ha	65.70	64.17	171.18	13.23	<b>41.3%</b>	<b>58.7%</b>
	%	20.9%	20.4%	54.5%	4.2%		

De acuerdo al Cuadro 60, los cursos de agua (ríos y quebradas) se localizan lejos de este punto semi-caliente (más de 900 m en línea recta). Por su parte, el poblado de Río Cedro de Moín es el centro urbano más cercano a poco más de 500 m.

Cuadro 60. Cercanía a cursos de agua, poblados y caminos al Punto Semi-caliente de Mamíferos Terrestres N° 4.

Nombre	Distancia	Dirección
<b>Ríos</b>		
Río Toro	927 m	Oeste
<b>Quebradas</b>		
Quebrada sin nombre	916 m	Noreste
Quebrada del Río Toro	1012 m	Oeste
<b>Poblados</b>		
Río Cedro, Moín	512 m	Sur
<b>Caminos</b>		
	703 m	Este

### Valoración general

Este punto caliente se encuentra dentro del Corredor Biológico Cordillera a Cordillera el cual es el único que atraviesa la Ruta 32, lo cual incrementa la importancia de este punto. Sin embargo, existen sectores de la carretera que está dominado totalmente por áreas con pastos, por lo que recomienda hacer una evaluación de los 473 m de este punto caliente (e incluso más) para determinar si es un sitio candidato para un paso de fauna inferior.

Este es uno de puntos que se localiza más hacia el este de todo el estudio. Como dato adicional, existe un humedal a poco más de 3 km en dirección norte; el cual no es una distancia tan lejana para el desplazamiento de algunas especies de mamíferos.

La Figura 51 muestra el aspecto que tiene este punto en el campo.



Figura 51. Fotografía panorámica de Punto Semi-caliente de Mamíferos Terrestres N° 4.

#### **4.2.1.2.8. Sección Propuesta para Mamíferos Terrestres N° 1**

**Cantón:** Pococí

**Distrito:** Guápiles

**Ubicación:** Se han dado registros de mamíferos terrestres en 2200 m entre las siguientes coordenadas: desde 10,2063 Norte y -83,8248 Oeste hasta 10,2027 Norte y -83,8037 Oeste.

Se recomienda estudiar más allá de estos 2200 m, ya que hacia el oeste existen condiciones boscosas aptas para este tipo de animales a ambos lados de la carretera. Inclusive, el Mapa de Calor de Mamíferos Terrestres proyectó un punto color amarillo y un poco de color naranja (semi-caliente), lo cual significa que en ese sector se localizaron entre el 60 y 74.9% del total de registros.

De esta manera, esta sección propuesta quedaría mucho más amplia (aproximadamente 4453 m) con las siguientes coordenadas: desde 10,2126 Norte y -83,8424 Oeste hasta 10,2027 Norte y -83,8037 Oeste; tal como se muestra en la Figura 52.



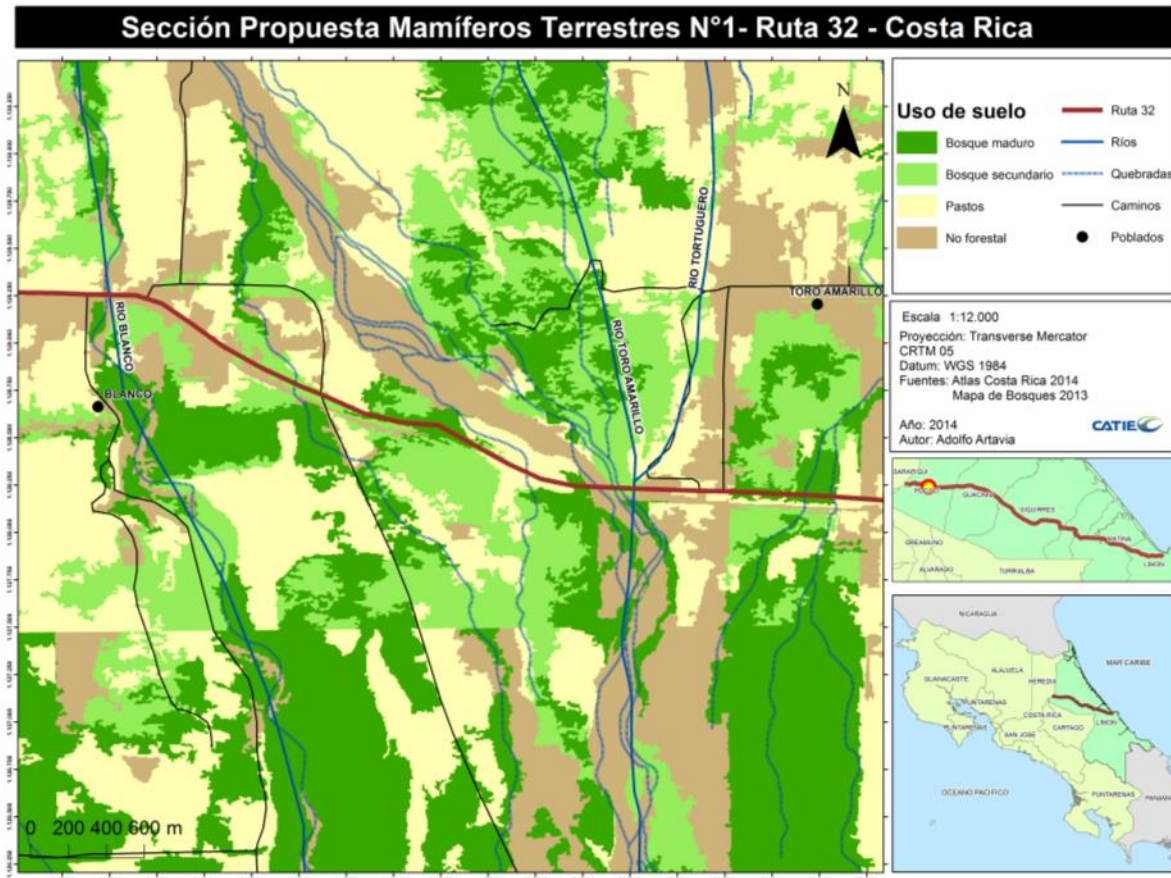


Figura 52. Ubicación y uso de suelo de la Sección Propuesta para Mamíferos Terrestres N°1.

Este punto caliente es muy amplio, por lo cual se recomienda hacer la valoración en campo para estudiar las posibilidades de proponer más de uno o varios pasos de fauna. Para ello se debe de valorar las condiciones del terreno ya que es una zona que en gran parte presenta un paredón muy alto al lado sur y depresiones pronunciadas hacia el norte.

Este fue el sector donde precisamente un colaborador reportó un caucel. El felino fue visto tratando de subir uno de los paredones con vegetación y posteriormente una entrevistada aseguró haber visto un caucel en el mismo sector. La lista completa de mamíferos terrestres reportados para este sector se detalla a continuación en el Cuadro 61.

Cuadro 61. Composición de especies de mamíferos terrestres en la Sección Propuesta N° 1.

<b>Recorridos (n=7)</b>	<b>Otros reportes (n=12)</b>	<b>Fuente información</b>
<i>Didelphis marsupialis</i> (n=3)	<i>Procyon lotor</i> (n=2)	Reporte independiente
Mamífero no id. (n=2)	<i>Didelphis marsupialis</i> (n=2)	Reporte independiente
<i>Tamandua mexicana</i>	<i>Conepatus semistriatus</i>	Reporte independiente
Ratón no id. (Fam. Muridae)	<i>Leopardus wiedii</i>	Reporte independiente
	<i>Didelphis marsupialis</i>	Cámara trampa
	<i>Leopardus wiedii</i>	Entrevista
	<i>Dasypus novemcinctus</i>	Entrevista
	<i>Didelphis marsupialis</i>	Entrevista
	<i>Nasua narica</i>	Entrevista
	<i>Canis latrans</i>	Entrevista
	<i>Leopardus pardalis</i>	Entrevista

Tanto la cantidad como la diversidad de otras especies (aparte de mamíferos terrestres) fueron notables en este sector. En total se obtuvo 43 registros (33 de recorridos y 10 de otro tipo reportes) entre los cuales están siete especies de reptiles, ocho de anfibios, uno de mamíferos arborícolas y dos de aves (Cuadro 62).

Cabe resaltar que en este sector se logró encontrar varias especies de anfibios y reptiles poco abundantes en este estudio y que suelen estar asociadas a zonas boscosas como por ejemplo *Enulius* sp., *Basiliscus plumifrons*, *Gymnopsis* sp., *Lithobates vaillanti* y *L. taylori*; además de tres tortugas y una rana de vidrio no identificada.

Cuadro 62. Otras especies de fauna silvestre dentro de la Sección Propuesta para Mamíferos Terrestres N° 1.

<b>Recorridos (n=33)</b>	<b>Otros reportes (n=10)</b>	<b>Fuente información</b>
<b>Reptiles</b>	<b>Reptiles</b>	
<i>Sibon nebulatus</i> (n=2)	Tortuga no id	Parcela
<i>Enulius</i> sp.	Tortuga no id.	Reporte independiente
<i>Basiliscus plumifrons</i>		
<i>Ninia sebae</i>	<b>Anfibios</b>	
<i>Boa constrictor</i>	<i>Gymnopsis</i> sp. (n=2)	Reporte independiente
<i>Rhinoclemmys</i> sp.	<i>Rhinella marina</i> (n=2)	Parcela
	<i>Rhinella marina</i> (n=2)	Reporte independiente
<b>Anfibios</b>	Rana de vidrio no id.	Parcela
<i>Rhinella marina</i> (n=14)	<i>Rhaebo haematiticus</i>	Reporte independiente
<i>Incilius melanochlorus</i>		
<i>Leptodactylus savagei</i>	<b>Mamíferos arborícolas</b>	
<i>Gymnopsis</i> sp.	Perezoso de dos dedos (n=3)	
<i>Lithobates vaillanti</i>		
<i>Lithobates taylori</i>		
Anuro no id.		
<b>Mamíferos arborícolas</b>		
<i>Choloepus hoffmanni</i> (2)		

<b>Aves</b> Ave no id (n=2) <i>Sporophila corvina</i> Cuye no id.	
--	--

---

### **Descripción del paisaje**

Como se pudo apreciar en la Figura 52, existen varios parches de bosque maduro y secundario que conectan ambos lados de la carretera, donde pareciera que haya una conectividad estructural con la Reserva Forestal Cordillera Volcánica Central hacia el sur. Además, todo el lado sur de la carretera es parte del Corredor Biológico Guácimo.

Dentro de los 4.13 km propuestos como sector importante para mamíferos terrestres se encuentran los ríos: Toro Amarillo, Tortuguero y Blanco. Además, ese segmento lo atraviesa un total de ocho quebradas entre las cuales están Danta, Jade y otras sin nombre; así como quebradas menores de los ríos Blanco, Toro Amarillo y San Rafael.

Comparado con otras secciones de la Ruta 32, existen pocos caminos en esa zona y no hay poblados cercanos, solamente Blanco y Toro Amarillo (Guápiles) se encuentran en los extremos suroeste y noreste de los límites definidos. La Figura 53 ilustra el paisaje típico de Sección Propuesta para Mamíferos Terrestres.



Figura 53. Fotografía panorámica de Sección Propuesta para Mamíferos Terrestres N° 1.

#### **4.2.1.2.9. Sección Propuesta para Mamíferos Terrestres N° 2**

**Cantón:** Siquirres.

**Distrito:** La Alegría.

**Ubicación:** La mayoría de los registros se han dado en una sección de 405 m entre las coordenadas 10,123 Norte y -83,5547 Oeste y 10,1206 Norte y -83,5515 Oeste.

Se recomienda ampliar este rango en dirección oeste hasta una quebrada sin nombre que atraviesa la carretera (unión de las quebradas La Linda, Herediana y Grano de Oro). En ese sector existe un mosaico de vegetación la cual incluye parches de bosque maduro a ambos lados de la carretera (Figura 54).

De esta manera, el punto caliente propuesto Entre las coordenadas 10,1282 N y -83,559 O y 10,1206 N y -83,5515 O para un total de 1169 m de carretera como sitio potencial para proponer un paso de fauna inferior. Esta sección se encuentra a 539 m del Punto Caliente de



Mamíferos Terrestres N° 2 que dicho sea de paso posee mucho menos vegetación adyacente a la carretera que esta sección.

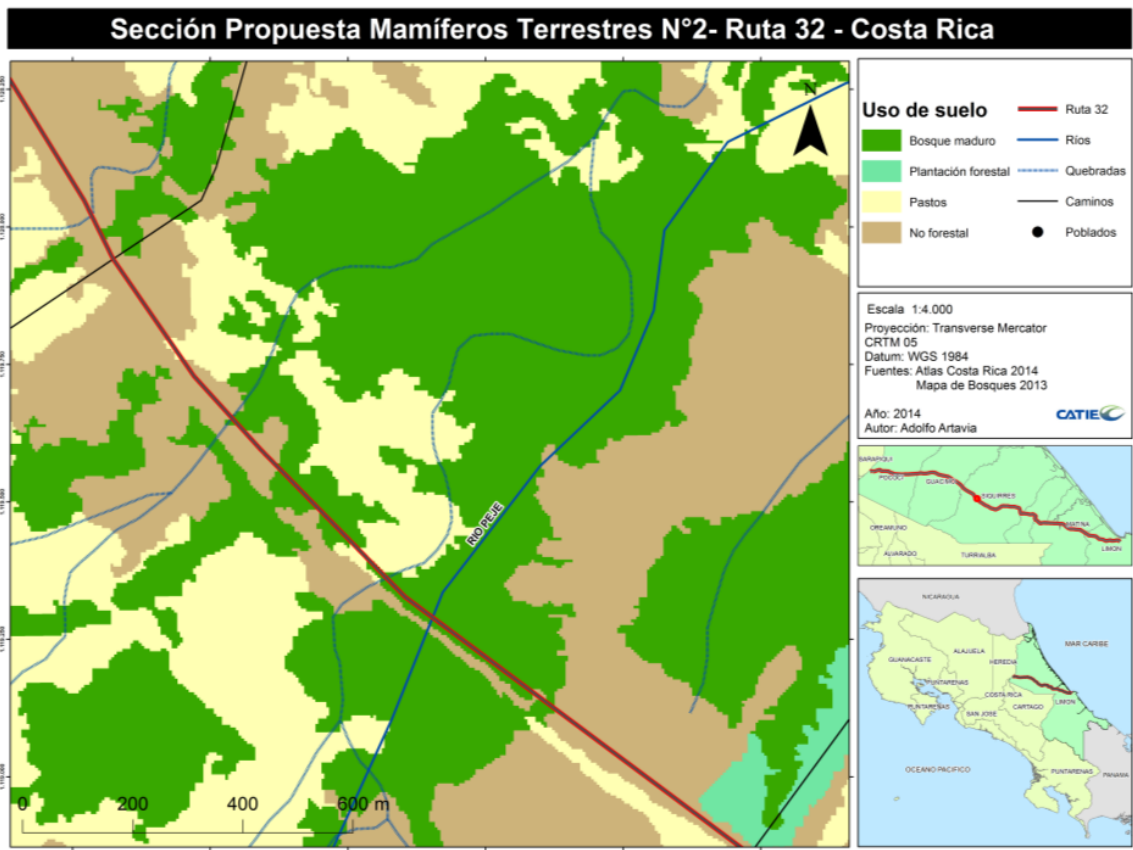


Figura 54. Ubicación y uso de suelo de la Sección Propuesta de Mamíferos Terrestres N°2.

La importancia de esta sección propuesta surgió gracias a registros de otras fuentes de información diferentes a los recorridos metodológicos en vehículo; donde inclusive no hubo registros mediante esta vía (Cuadro 63).

Cuadro 63. Composición de especies de mamíferos terrestres dentro de la Sección Propuesta N° 2.

Recorridos (n=0)	Otros reportes (n=8)	Fuente información
	<i>Procyon lotor</i>	Reporte independiente
	<i>Didelphis marsupialis</i>	Reporte independiente
	<i>Canis latrans</i>	Reporte independiente
	<i>Didelphis marsupialis</i>	Cámara trampa
	<i>Dasyurus novemcinctus</i> (n=3)	Cámara trampa
	<i>Procyon lotor</i>	Cámara trampa

Durante los ocho meses de estudio se logró registrar gran cantidad y variedad de otro tipo de especies como lo demuestra los 17 individuos descritos en el Cuadro 64.

Cuadro 64. Otras especies de fauna silvestre dentro de la Sección Propuesta para Mamíferos Terrestres N° 2.

Recorridos (n=15)	Otros reportes (n=5)	Fuente información
<b>Anfibios</b> <i>Rhinella marina</i> (n=6) <i>Rhaebo haematiticus</i> (n=2) Anuros no id (n=2) Leptodactylus savagei  <b>Mamíferos arborícolas</b> <i>Alouatta palliata</i>  <b>Aves</b> <i>Pitangus sulphuratus</i> Zopilote no id. Ave no id.	<b>Mamíferos arborícolas</b> <i>Choloepus hoffmanni</i> (n=4) <i>Sphiggurus mexicanus</i>	Reporte independiente Reporte independiente

Un hecho particular fue que tres de los cuatro registros de perezosos de dos dedos atropellados se dieron en un lapso de una semana en el mismo sector (cerca del Río Peje). Este sector posee gran cantidad de reportes independientes (mamíferos terrestres y otros) gracias a vecinos de la zonas que colaboraron con gran cantidad de registros. Esto se retomará más adelante ya que esta sección propuesta es muy cercana a otra sección propuesta para mamíferos arborícolas.

En la Figura 55 se puede apreciar cómo luce esta sección de la Ruta 32.



Figura 55. Fotografía panorámica de Sección Propuesta para Mamíferos Terrestres N° 2.

#### 4.2.1.3. Mapa de Calor de Mamíferos Arborícolas

A pesar de que no existen muchas especies de mamíferos arborícolas en la zona, se analizaron por separado con respecto a los mamíferos terrestres por la gran diferencia que tienen de hábitos y requerimientos ecológicos. Las especies contempladas en este análisis fueron: ardilla, mono congo, olingo, zorro de balsa, perezoso de dos dedos, puercoespín, martilla, chiza y perezoso de tres dedos.

Según el análisis efectuado, solamente se identificó un punto caliente para mamíferos arborícolas casi el extremo este de la sección e la ampliación de la Ruta como se puede apreciar en la Figura 56.

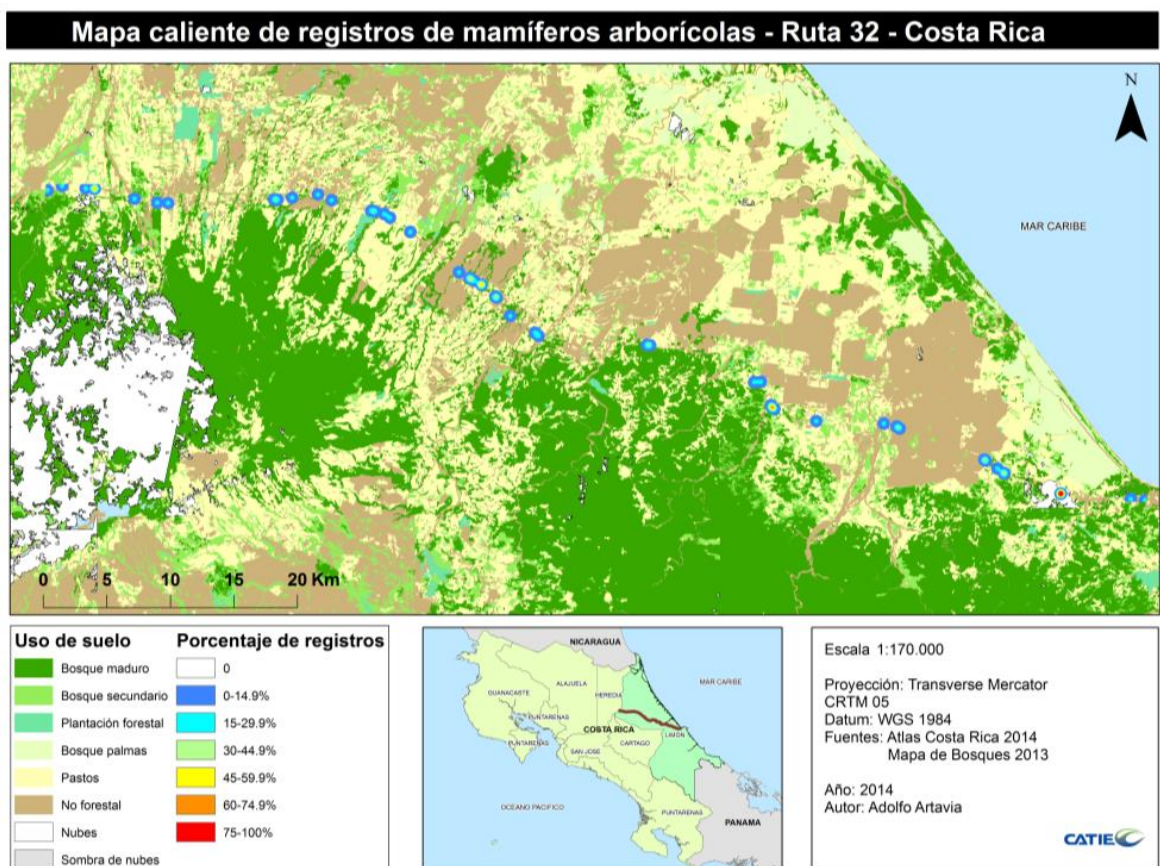


Figura 56. Mapa de calor de Mamíferos Arborícolas en la sección de la ampliación de la Ruta 32.

### 4.2.1.3.1 Punto Caliente de Mamíferos Arborícolas

**Cantón:** Limón.

**Distrito:** Río Blanco.

**Coordenadas:** 9,9952 Norte; -83,1587 Oeste.

**Segmento de la carretera dentro del punto caliente:** 359 m.

Los archivos de SIG que se utilizaron para elaborar los mapas, el Mapa de Tipos de Boques 2013 (SIREFOR 2014), presentan precisamente en esta zona un vacío de información producto de “nubes” y “sombra de nubes” como se puede apreciar en la Figura 57. Es por eso que no fue posible obtener el porcentaje de bosque y de no bosque para este punto caliente.

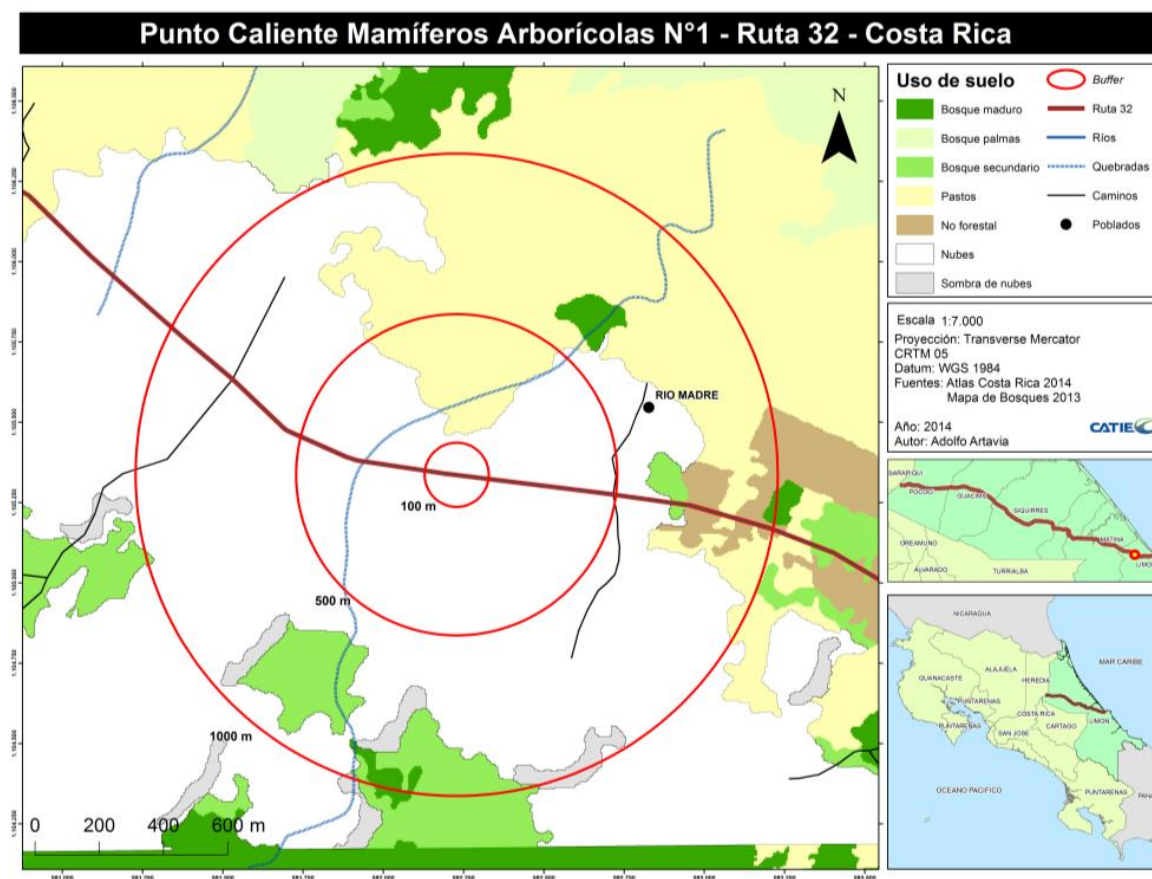


Figura 57. Ubicación y uso de suelo en el Punto Caliente de Mamíferos Arborícolas.

Como se puede apreciar en el Cuadro 65, en este punto caliente solamente se reportó el avistamiento de tres martillas y dos perezosos de dos dedos.

Cuadro 65. Composición de especies de mamíferos arborícolas dentro del en el Punto Caliente N° 1.

Recorridos (n=5)	Otros reportes (n=0)	Fuente información
<i>Potos flavus</i> (n=3)		
<i>Choloepus hoffmanni</i> (n=2)		



En dos ocasiones se observó a dos martillas utilizar el cableado eléctrico para pasar de un árbol a otro pero sin cruzar la carretera. Estos acontecimientos se ilustran en la Figura 58.



Figura 58. Dos individuos de martillas (*Potos flavus*) en árboles adyacentes a la Ruta 32 en el sector del Río Madre.

Según recorridos y otros reportes, solamente dos especies más se encuentran dentro del Punto Caliente de Mamíferos Arborícolas, se trata de una rana toro y un ave no identificada. Este punto caliente es muy focalizado con respecto al resto ya que se centra en un árbol donde fueron avistados los cinco animales reportados: Esto en definitiva alteró los resultados del Análisis Kernel y creó un punto caliente al haber tantos registros en prácticamente las mismas coordenadas geográficas.

Esto hizo que para el caso de los mamíferos arborícolas el análisis proyectara solamente un punto caliente, por lo que se tuvo que hacer un análisis más profundo en áreas “semi-calientes” del mismo mapa (colores naranja y amarillo). También se propuso dos secciones de la carretera que mostraron condiciones paisajísticas y registros de mamíferos arborícolas para ser analizadas y evaluar la posible inclusión de pasos de fauna superiores.

Como se puede apreciar en el Cuadro 66, la lejanía de ríos grandes, poblados y otros caminos es una característica a resaltar para este punto caliente.

Cuadro 66. Cercanía de cursos de agua, poblados y caminos al Punto Caliente de Mamíferos Arborícolas.

Nombre	Distancia	Dirección
<b>Ríos</b>		
Río Blanco	3242 m	Este
<b>Quebradas</b>		
Quebrada del Río Madre	288 m	Oeste
Quebrada sin nombre	1210 m	Oeste

<b>Poblados</b>		
Río Madre, Río Banano	667 m	Noreste
<b>Caminos</b>		
	486 m	Oeste
	763 m	Este

### Valoración general

Según observaciones de campo, al parecer existe una continuidad de bosque sobre la quebrada del Río Madre que valdría la pena estudiar antes de proponer un paso de fauna superior. Por ejemplo, el uso del suelo adyacente al sur de la carretera no presenta árboles cerca en los cuales poder anclar este tipo de pasos de fauna (Figura 59); por lo que se recomienda valorar la inclusión o no de estas medidas. Una opción que pudiera implementarse es impulsar un plan de reforestación o la instalación de estructuras artificiales las cuales hagan posible el cruce de animales de lado a lado de la carretera.

Hay dos quebradas cercanas a este punto caliente que desembocan en el gran humedal Zona Caribe Norte el cual se extiende hasta Tortuguero. El mismo se encuentra a 1077 m en línea recta desde este punto caliente.

El Corredor Biológico Cordillera a Cordillera ocupa gran parte de esta zona, siendo el único corredor biológico que abarca zonas a ambos lados de la sección de la Ruta 32 en estudio. Este punto caliente también se encuentra relativamente cerca del Corredor Biológico Moín-Tortuguero (2032 m en línea recta).

Algo que hay que tomar en cuenta y para lo cual se necesitaría estudios más detallados, es que es posible que las martillas y los perezosos se mantengan si cruzar la carretera. Finalmente se recomienda hacer un análisis más detallado sobre la influencia de las plantaciones de banano en la conectividad estructural de los parches de bosque cercanos a este punto.



Figura 59. Fotografía panorámica del Punto Caliente de Mamíferos Arborícolas.

#### 4.2.1.3.2. Punto Semi-caliente de Mamíferos Arborícolas N° 1

**Cantón:** Siquirres.

**Distrito:** La Alegría.

**Coordenadas:** entre 10,1444 Norte y -83,5742 Oeste.

**Segmento de la carretera dentro del punto caliente:** 41 m (color naranja).

Este punto semi-caliente se caracteriza por no tener mucha cobertura forestal ya que se restringe solamente a franjas de bosque maduro que recorren por las mismas zonas de ríos y quebradas del paisaje adyacente (Figura 60).

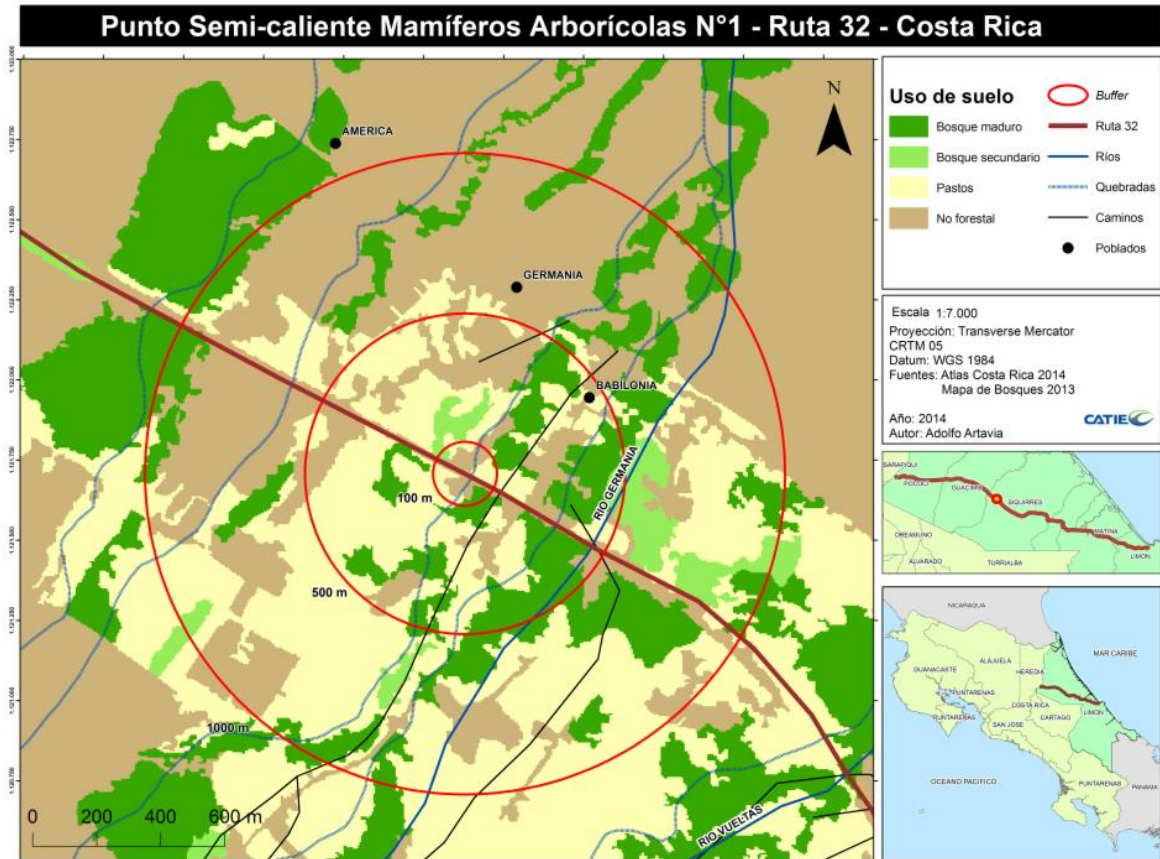


Figura 60. Ubicación y uso de suelo en el Punto Semi-caliente de Mamíferos Arborícolas N°1.

A pesar de que este punto semi-caliente es bastante corto (solamente 41 m de carretera en color naranja), se dieron registros de cinco mamíferos arborícolas de cuatro especies como se puede apreciar en el Cuadro 67.

Cuadro 67. Composición de especies en el Punto Semi-caliente de Mamíferos Arborícolas N° 1.

Recorridos (n=3)	Otros reportes (n=2)	Fuente de información
<i>Sphiggurus mexicanus</i>	<i>Sciurus variegatoides</i>	Parcela
<i>Choloepus hoffmanni</i>	<i>Choloepus hoffmanni</i>	Reporte independiente
<i>Alouatta palliata</i>		



A manera de información complementaria, también se reportó cuatro animales silvestres de otro tipo cercanos este punto semi-caliente (Cuadro 68).

Cuadro 68. Otras especies de fauna silvestre dentro Punto Semi-caliente de Mamíferos Arborícolas N° 1.

Recorridos (n=2)	Otros reportes (n=2)	Fuente información
<b>Mamíferos terrestres</b> <i>Philander opossum</i>	<b>Anfibios</b> <i>Dermophis</i> sp.	Parcela
<b>Anfibios</b> <i>Rhinella marina</i>	<i>Rhinella marina</i>	Parcela

Este punto semi-caliente presenta la particularidad de estar rodeado principalmente de áreas de no bosque (pastos y áreas no forestales), lo cual es algo que no se esperaría para ser un sitio de cruce de mamíferos arborícolas. En el Cuadro 69 se puede apreciar que el porcentaje de bosque de los tres *buffers* no supera ni un tercio del área total.

Cuadro 69. Uso de suelo Punto Semi-caliente de Mamíferos Arborícolas N° 1.

Ø Buffer	Área	Bosque maduro	Bosque secundario	Pastos	No forestal	Bosque	No bosque
100 m	ha	0.27	0.18	1.25	1.44	<b>14.3%</b>	<b>85.7%</b>
	%	8.6%	5.7%	39.8%	45.86%		
500 m	ha	18.72	2.52	35.82	21.15	<b>27.2%</b>	<b>72.8%</b>
	%	23.9%	3.2%	45.8%	27.04%		
1000 m	ha	59.22	11.79	110.97	132.39	<b>22.6%</b>	<b>77.4%</b>
	%	18.8%	3.8%	35.3%	42.11%		

Es probable que gran parte de las áreas clasificadas como “no forestal” en esta zona sean piñeras, el cual es una actividad muy común en Siquirres y Pocora.

Al existir cobertura forestal sobre el curso de los ríos y quebradas, es posible que sea un sitio de cruce de mamíferos terrestres. La quebrada Germania se encuentra muy cerca de este punto semi-calientes (8 m) y además existen otros cursos de agua importantes dentro de 1000 m de *buffer* (Cuadro 70).

Cuadro 70. Cercanía a cursos de agua, poblados y caminos al Punto Semi-caliente de Mamíferos Arborícolas N° 1.

Nombre	Distancia	Dirección
<b>Ríos</b>		
Río Germania	453 m	Este
Río Vueltas	1520 m	Este

<b>Quebradas</b>		
Quebrada de Río Germania	8 m	Este
Quebrada de Río Babilonia	306 m	Este
Quebrada América	623 m	Oeste
<b>Poblados</b>		
Babilonia, Bonilla	416 m	Norte
Germania, Bonilla	560 m	Norte
América, Bonilla	1080 m	Noreste
<b>Caminos</b>		
	128 m	Este
	311 m	Norte
	489 m	Este

### Valoración general

La composición de especies de mamíferos arborícolas en este punto hace pensar que valdría la pena proponer pasos de fauna superiores en este sector. Sin embargo se recomienda hacer una evaluación en campo para tratar de estudiar el éxito de su posible uso y la viabilidad según los árboles disponibles los cuales no son muy abundantes según la Figura 61.

Antes de hacer la recomendación final se deben de tomar en cuenta dos temas: la gran cantidad de piñeras en la zona las cuales mantienen muy pocos árboles en sus fincas y la remoción de árboles que se hará al lado sur producto de la construcción de dos carriles más.



Figura 61. Fotografía panorámica de Punto Semi-caliente de Mamíferos Arborícolas N° 1.

#### 4.2.1.3.3. Punto Semi-caliente de Mamíferos Arborícolas N° 2

**Cantón:** Matina.

**Distrito:** Matina.

**Coordenadas:** entre 10,0566 N y -83,3656 O.

**Segmento de la carretera dentro del punto caliente:** 262 m (color naranja).

En la Figura 62 se muestra el Punto Semi-caliente de Mamíferos Arborícolas N°2 el cual coincide parcialmente con el Punto Semi-caliente de Mamíferos Terrestres N°2. Se localiza rodeado por el Río Barbilla y por parches de bosque maduro y secundario que parecen tener una continuidad que atraviesa la Ruta 32.

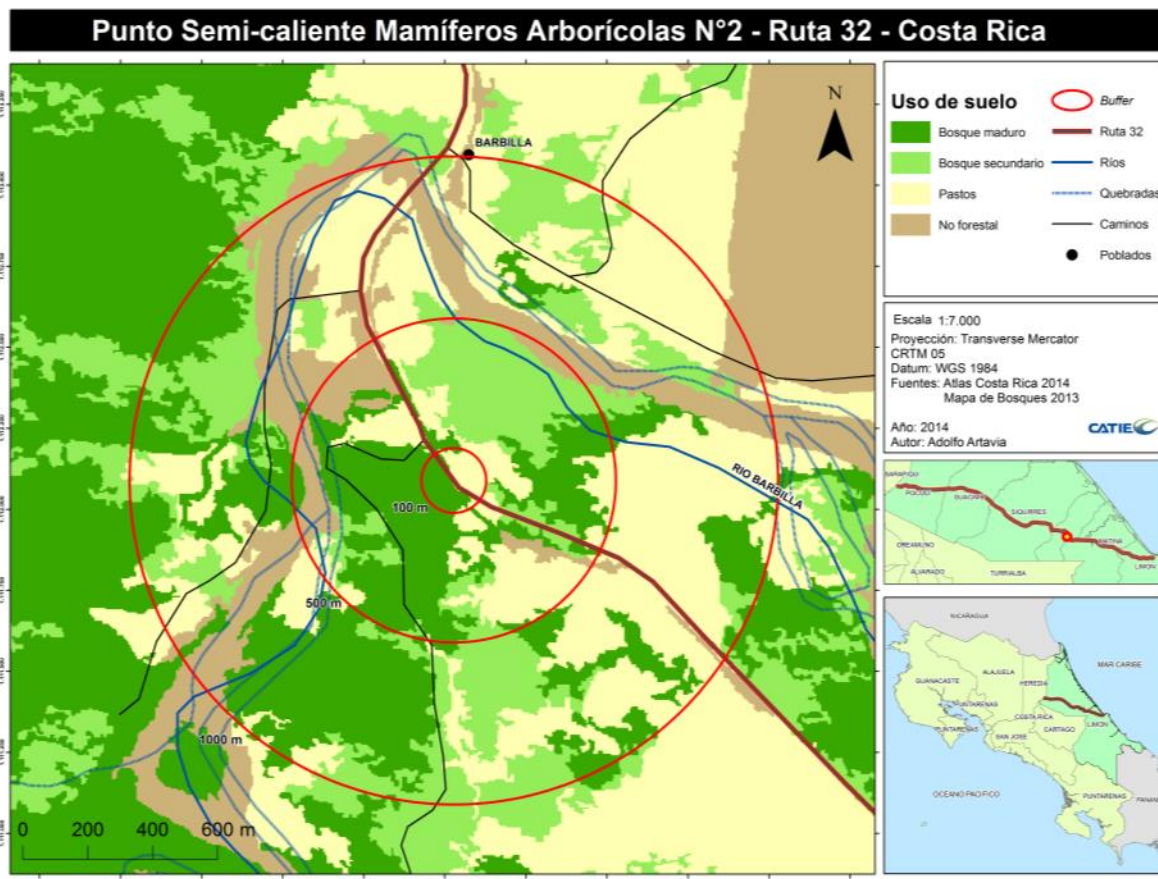


Figura 62. Ubicación y uso de suelo en el Punto Semi-caliente de Mamíferos Arborícolas N°2

Como se puede ver en el Cuadro 71, la composición de especies en este punto se basó en el zorro de balsa (tres de los cuatro registros). Sería muy interesante hacer una investigación detallada sobre este sector y las razones por las cuales el zorro de balsa se mantiene y cruza la zona.

Cuadro 71. Composición de especies de mamíferos arborícolas dentro del Punto Semi-caliente N° 2.

Recorridos (n=4)	Otros reportes (n=0)	Fuente información
<i>Caluromys derbianus</i> (n=3) <i>Bradypus variegatus</i>		

Este punto presenta la particularidad de que aparte de los cuatro individuos descritos, no hubo otros reportes de mamíferos arborícolas ni de otras especies: anfibios, reptiles, aves, mamíferos terrestres o mamíferos voladores.

Sin embargo, dentro de la información precisa que si es posible rescatar de las entrevistas, algunas personas reportan “cerca del Río Barbilla” a las siguiente especies: armadillo, pizote, mapache, una culebra, perezoso y un ave. También destaca el reporte de un tepezcuintle (*Agouti paca*) atropellado, el cual es un animal silvestre que las personas identifican con facilidad y es poco probable que lo confundan con otro. Esta información es importante ya

que es una especie que suele considerarse como indicadora de ecosistemas equilibrados además de ser presa de felinos grandes (jaguar y puma).

Este punto caliente está rodeado por el Río Barbilla tanto al noreste como al sureste; además de dos de sus quebradas. La distancia en línea recta de este punto a dichos cursos de agua se presenta en el Cuadro 72.

Cuadro 72. Cercanía a cursos de agua, poblados y caminos del Punto Semi-caliente de Mamíferos Arborícolas N° 2.

<b>Nombre</b>	<b>Distancia</b>	<b>Dirección</b>
<b>Ríos</b>		
Río Barbilla	402 m	Noreste
Río Barbilla	481 m	Sureste
<b>Quebradas</b>		
Quebrada de Río Barbilla	389 m	Oeste
Quebrada de Río Barbilla	531 m	Noreste
<b>Poblados</b>		
Barbilla de Matina	997 m	Oeste
<b>Caminos</b>		
	169 m	Oeste
	743 m	Norte (paralelo)

### Valoración general

Este punto semi caliente se encuentra a 1187 m en línea recta del Área Protegida Río Pacuare en el cual parece haber una conectividad con los bloques de bosque maduro y secundario que se encuentran al sur de este punto caliente.

Además, un hecho muy destacable es que este punto semi-caliente se encuentra dentro de una de las Rutas de Conectividad y como se mencionó al inicio, coincide parcialmente con el segundo punto semi-caliente de mamíferos terrestres.

Todos estos argumentos la dan mucha fuerza a recomendar un paso de fauna superior en este punto. Sin embargo, se debe de analizar muy bien cuál sería el lugar exacto para implementar esta medida. El panorama característico de estos 262 m de punto semi-caliente se puede apreciar en la Figura 63.



Figura 63. Fotografía panorámica de Punto Semi-caliente de Mamíferos Arborícolas N° 2.

#### 4.2.1.3.4. Sección Propuesta para Mamíferos Arborícolas N° 1

**Cantón:** Siquirres.

**Distrito:** El Cairo.

**Ubicación:** Se recomienda valorar la zona entre las coordenadas 10,1443 Norte y -83,5746 Oeste y 10,135 Norte y -83,5631 Oeste ya que en esos 1633 m se produjo el reporte de cuatro mamíferos arborícolas y además fueron registrados otros cinco animales durante recorridos.

Esta sección está muy cerca del Punto Semi-caliente de Mamíferos Arborícolas N° 1 pero valdría la pena analizar las condiciones del lugar para recomendar un paso de fauna superior a pesar de estar muy cerca de este otro punto semi-caliente. Tal como se muestra en la Figura 64 es común encontrar bosque (maduro o secundario) adyacente en buena parte de la sección.

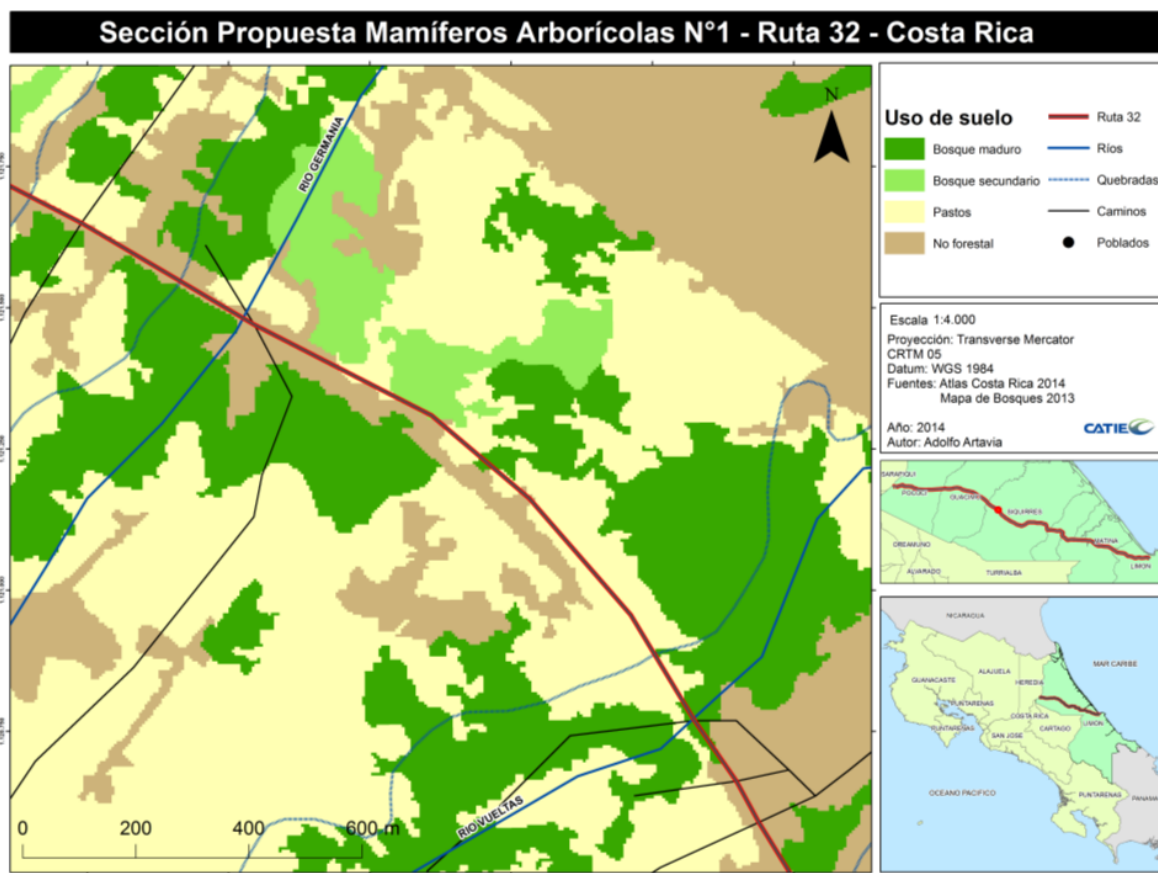


Figura 64. Ubicación y uso de suelo de la Sección Propuesta para Mamíferos Arborícolas N°1.

En total se tuvieron nueve registros para este punto, de los cuales cinco fueron durante los recorridos y el resto de reportes independientes. En este corto tramo se logró registrar la mayoría de especies arborícolas que se registraron en este estudio, las cuales se detallan en el Cuadro 73.



Cuadro 73. Composición de especies en la Sección Propuesta para Mamíferos Arborícolas N° 1.

<b>Recorridos (n=5)</b>	<b>Otros reportes (n=4)</b>	<b>Fuente información</b>
<i>Sphiggurus mexicanus</i> (n=2)	<i>Choloepus hoffanni</i> (n=2)	Reportes independientes
<i>Choloepus hoffmanni</i>	<i>Sphiggurus mexicanus</i>	Reporte independiente
<i>Caluromys derbianus</i>	<i>Cyclopes didactylus</i>	Reporte independiente
<i>Alouatta paliatta</i>		

Además de los mamíferos arborícolas, gran cantidad y variedad de fauna silvestre fue reportada en esta sección propuesta. Allí se registraron 18 individuos recorridos y los nueve animales mediante otras fuentes de información (Cuadro 74).

Cuadro 74. Otras especies de fauna silvestre dentro de la Sección Propuesta para Mamíferos Arborícolas N° 2.

<b>Recorridos (n=18)</b>	<b>Otros reportes (n=9)</b>	<b>Fuente información</b>
<b>Anfibios</b>	<b>Anfibios</b>	
<i>Rhinella marina</i> (n=6)	<i>Rhinella marina</i> (n=3)	Parcelas
<i>Leptodactylus savagei</i> (n=3)	<i>Incilius melanochlorus</i>	Parcela
<i>Rhaebo haematiticus</i>		
<i>Lithobates vaillanti</i>	<b>Mamíferos terrestres</b>	
Anuro no id.	<i>Dasyopus novemcinctus</i>	Reporte independiente
	<i>Didelphis marsupialis</i>	Reporte independiente
<b>Mamíferos terrestres</b>	<b>Aves</b>	
<i>Didelphis marsupialis</i> (n=2)	Ave no id (n=2)	Reporte independiente
<i>Philander opossum</i>		
<b>Reptiles</b>	<b>Mamíferos voladores</b>	
<i>Rhinoclemmys</i> sp.	Murciélago no id.	Parcela
	(Fam. Vespertilionidae)	
<b>Aves</b>		
Ave no id.		
<b>Mamíferos voladores</b>		
Murciélago no id.		

Los límites de esta sección propuesta están definidos prácticamente por la quebrada del Río Germania (al oeste) y el Río Vueltas (al este), los cuales albergan parches de bosque maduro y secundario que se pueden apreciar en la Figura 64. Estos no son bloques muy anchos pero al parecer si mantienen una conectividad hacia las zonas más alejadas de la carretera, principalmente sobre las quebradas y ríos.

Otros cursos de agua importantes dentro de esta sección de 1633 m son la quebrada del Río Babilonia, el Río Germania y el Río Vueltas (Porvenir). La red de caminos es escasa y es un área con muy pocos asentamientos humanos; siendo el poblado más cercano es Babilonia de Bonilla.

Para el caso de esta sección propuesta, es importante verificar en campo la presencia de áreas dedicadas al cultivo de la piña ya la cobertura forestal existente a orilla de la carretera ya que esta se corta abruptamente a poco más de 500 m del lado norte de la Ruta 32 (área “no forestal”). Sin embargo, los Ríos Germania y Vueltas mantienen franjas de bosque maduro que se extienden a lo largo del paisaje tanto al norte como al sur de la carretera estudiada. Esto puede estar explicando el atropello de varias especies de mamíferos arborícolas y justificar la construcción de un paso de fauna para ellos.

La fotografía de la Figura 65 ilustra dicha sección propuesta en el sector del Río Vueltas.



Figura 65. Fotografía panorámica de Sección Propuesta para Mamíferos Arborícolas N° 1.

#### **4.2.1.3.5. Sección Propuesta para Mamíferos Arborícolas N° 2**

**Cantón:** Siquirres.

**Distrito:** El Cairo.

**Longitud de la sección propuesta:** 821 m.

**Coordenadas:** entre 10,1256 Norte y -83,5571 Oeste y 10,1206 Norte y -83,5516 Oeste.

Esta sección coincide con la Sección Propuesta para Mamíferos Terrestres N° 2 donde existen parches de bosque maduro inmediatos a la carretera tanto al norte como al sur (Figura 66). Para esta zona, los reportes de informantes clave fueron constantes durante los ocho meses.



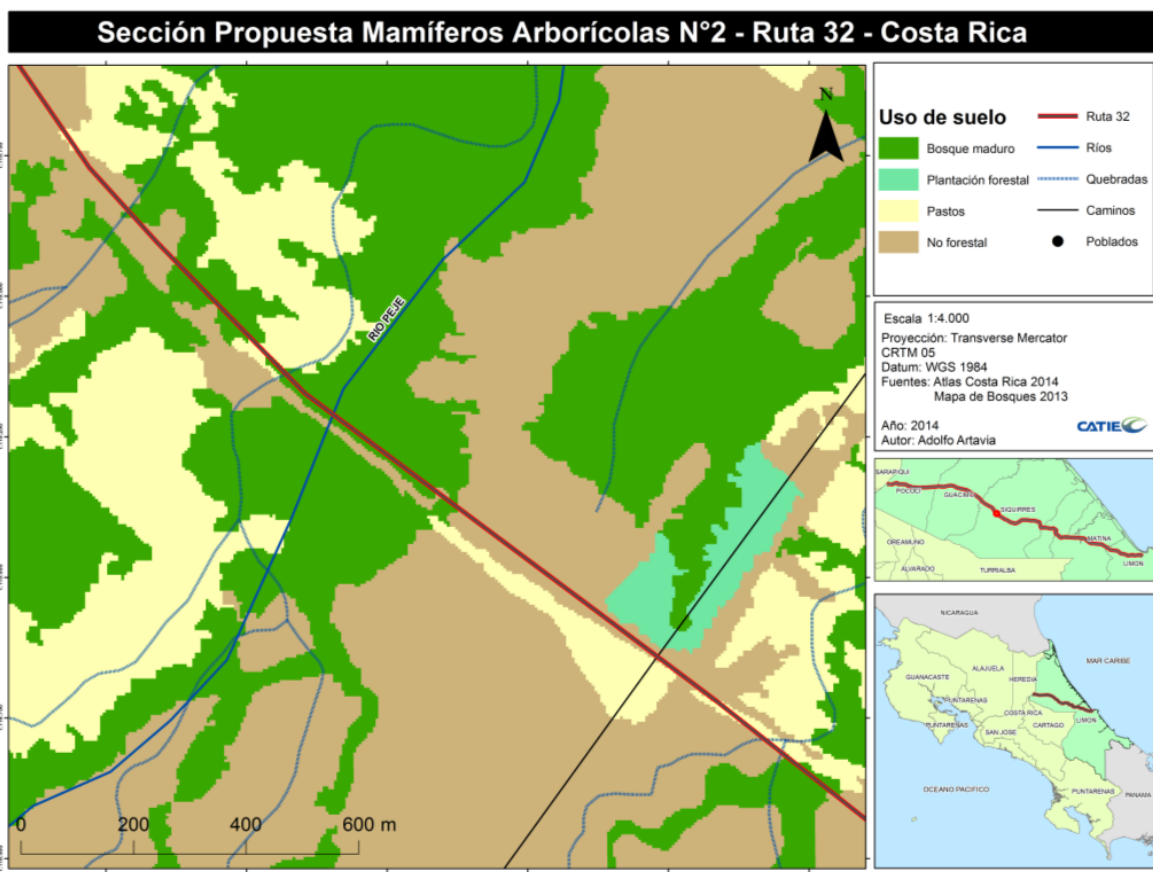


Figura 66. Ubicación y uso de suelo de la Sección Propuesta para Mamíferos Arborícolas N°2.

En esta zona se dio el atropello de cuatro perezosos de dos dedos, así como un puerco espín. Esto datos fueron facilitados por colaboradores del estudio. La composición de especies completa de esta sección se presenta en el Cuadro 75.

Cuadro 75. Composición de especies de mamíferos arborícolas en la Sección Propuesta N° 2.

Recorridos (n=1)	Otros reportes (n=5)	Fuente información
<i>Alouatta palliata</i>	<i>Choloepus hoffmanni</i> (n=4) <i>Sphiggurus mexicanus</i>	Reporte independiente Reporte independiente

Cabe resaltar que tres de los perezosos de este punto fueron atropellados en el mes de octubre en un lapso de aproximadamente una semana. Estos casos fueron reportados por la misma familia la cual es vecina del lugar y en los cuales se obtuvieron fotografías que lo confirman. El caso del mono congo registrado en los recorridos fue una vocalización escuchada muy temprano en la mañana al norte de la carretera.

Esta parece ser una zona con un ecosistema saludable debido a la gran variedad de especies de mamíferos terrestres registrados en tan corta distancia gracias a otras fuentes de información (Cuadro 76).

Cuadro 76. Otras especies de fauna silvestre dentro de la Sección Propuesta para Mamíferos Arborícolas N° 2.

Recorridos (n=11)	Otros reportes (n=8)	Fuente información
<b>Anfibios</b>	<b>Mamíferos terrestres</b>	
<i>Rhinella marina</i> (n=3)	<i>Dasyopus novemcinctus</i> (n=3)	Cámara trampa
<i>Rhaebo haematiticus</i> (n=2)	<i>Procyon lotor</i>	Reporte Independiente
Anuros no id. (n=2)	<i>Canis latrans</i>	Reporte Independiente
<i>Leptodactylus savagei</i>	<i>Didelphis marsupialis</i>	Reporte Independiente
	<i>Didelphis marsupialis</i>	Cámara trampa
<b>Aves</b>	<i>Procyon lotor</i>	Cámara trampa
<i>Pitangus sulphuratus</i>		
Zopilote no id.		
Ave no id.		

Los cursos de agua son abundantes en esta zona. El límite norte propuesto coincide con una quebrada sin nombre que cruza la carretera (unión de las quebradas La Linda, Herediana y Grano de Oro) y en dirección oeste se encuentra la quebrada el Río Peje. Además, valdría la pena analizar en campo otro parche de bosque cercano que se encuentra detrás de la empresa Fructa, el cual es atravesado por la quebrada Mr. Wilson. Esta área forestal (bosque maduro y plantación) al parecer no posee conectividad estructural con los bosques de la Sección Propuesta para Mamíferos Arborícolas N° 2, pero podría haber conectividad funcional de algunas especies.

De esta forma y según el análisis que se realizó anteriormente, en esta zona se recomendaría valorar la inclusión de pasos de fauna tanto para mamíferos arborícolas como terrestres. Esta zona propuesta se ubica aproximadamente a 2.5 km de una Ruta de Conectividad que está relacionada con el Río Reventazón. Una fotografía del sitio se puede apreciar en la Figura 67.



Figura 67. Fotografía panorámica de Sección Propuesta para Mamíferos Arborícolas N° 2.

#### 4.2.1.4. Mapa de Calor de Mamíferos Voladores

De los 24 murciélagos que se registraron en el estudio, el siguiente mapa de calor (Figura 68) se elaboró con solamente 17 porque el resto fueron encontrados atropellados en lugares donde se hacían parcelas.

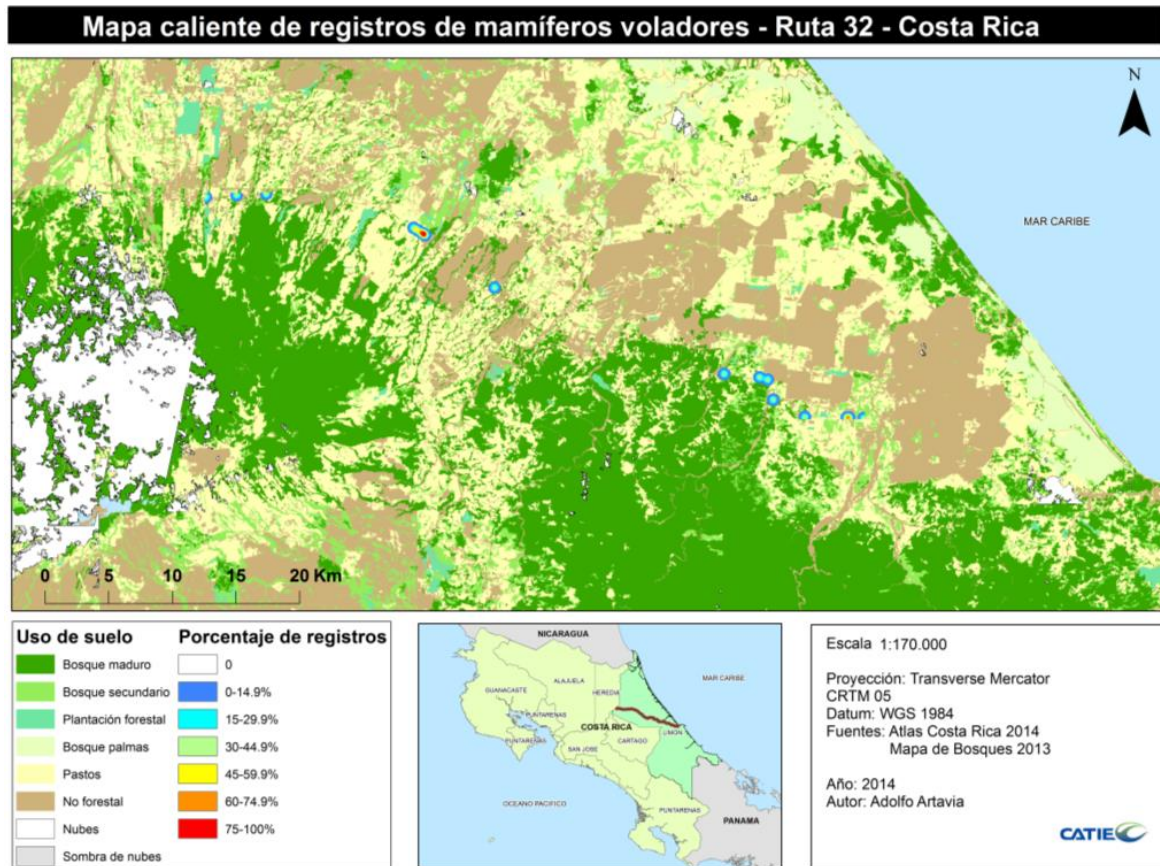


Figura 68. Puntos calientes según el porcentaje de todos los registros de cruce de mamíferos voladores obtenidos en la sección de la ampliación de la Ruta 32.

Solamente se obtuvo un punto caliente (color rojo) el cual será analizado similar a lo efectuado para mamíferos terrestres y arborícolas. La excepción es que no se proponen medidas de mitigación ya que son un grupo de animales para los cuales se dificulta disminuir el impacto de la carretera y los vehículos sobre ellos.



#### 4.2.1.4.1. Punto Caliente para Mamíferos Voladores

**Cantón:** Guácimo.

**Distrito:** Las Mercedes.

**Coordenadas del punto caliente:** 10.177 Norte y 83.6174 Oeste.

**Segmento de la carretera dentro del punto caliente:** 469 m.

El único punto caliente se generó debido a la cercanía que se tuvo con tres registros de atropellos de murciélagos muy cerca de donde se ubica la Universidad EARTH. Como se puede apreciar en la Figura 69, existe un gran bloque de bosque maduro y secundario al lado norte de la carretera, mientras que al sur predomina el uso de suelo “no forestal”.

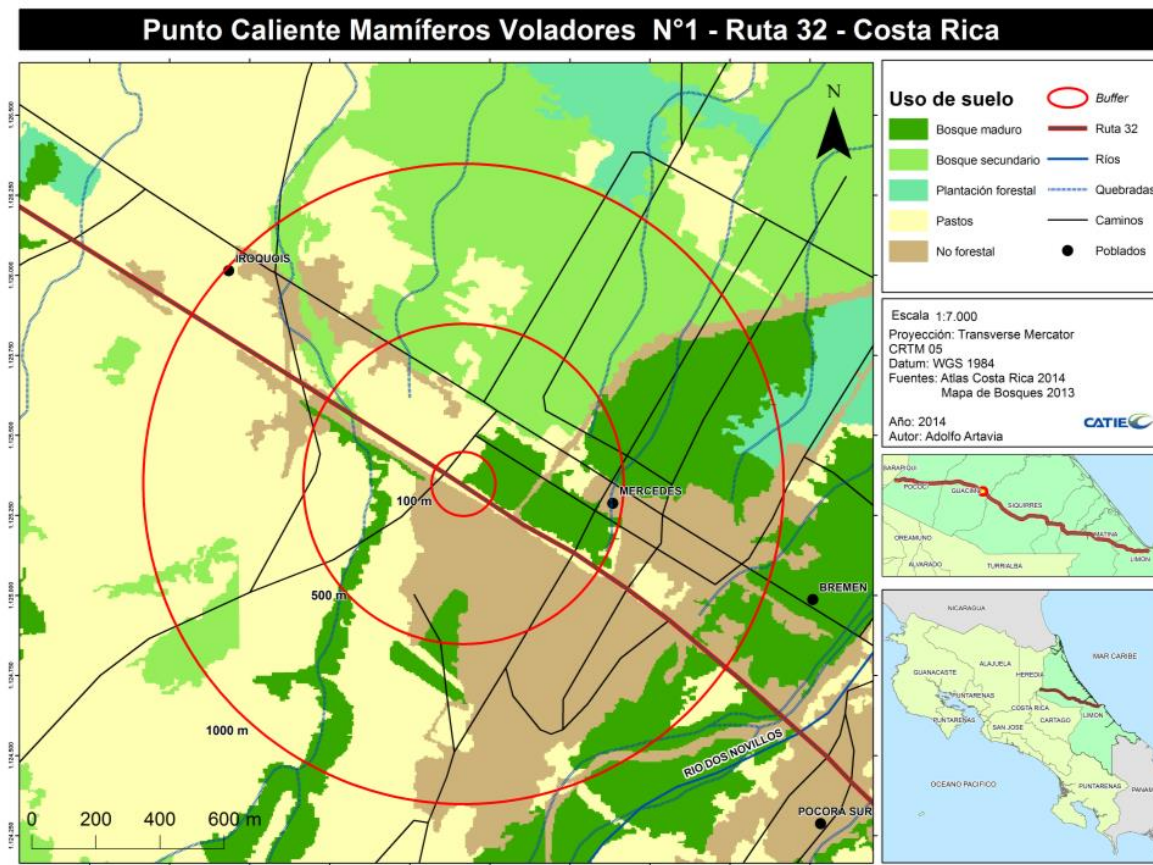


Figura 69. Ubicación y uso de suelo en el Punto Caliente de Mamíferos Voladores.

Aunque no se pudo determinar la especie ninguno de los murciélagos, si se determinó que dos de ellos pertenecían a la Familia Phyllostomidae (Cuadro 77).

Cuadro 77. Composición de especies de mamíferos voladores en el Punto Caliente.

Recorridos (n=3)	Otros reportes (n=0)	Fuente información
Murciélago no id. (n=2) Murciélago no id. (Fam. <i>Phyllostomidae</i> )		

A manera de información, en esta zona también se registró 17 animales silvestres de otros tipos en los recorridos y cuatro mediante otras fuentes de información (Cuadro 78).

Cuadro 78. Otras especies de fauna silvestre dentro del Punto Caliente de Mamíferos Voladores.

Recorridos (n=17)	Otros reportes (n=4)	Fuente de información
Anfibios: <i>Rhaebo haematiticus</i> (n=8) <i>Smilisca baudinii</i> <i>Rhinella marina</i>	Aves: Ave no id. (n=2)	Parcela
Reptiles: <i>Boa constrictor</i> (n=3) <i>Ninia sebae</i> (n=2)	Anfibios: <i>Rhinella marina</i>	Parcela
Aves: <i>Thraupis episcopus</i>	Reptiles: <i>Ninia sebae</i>	Parcela
Mamíferos terrestres: <i>Didelphis marsupialis</i>		

Como se puede apreciar en el Cuadro 79, en su mayoría, el uso del suelo cercano a este punto caliente fue considerado como “no bosque”; especialmente en el *buffer* de 100 m de diámetro. Al sur de este punto se encuentra una finca grande que anteriormente se dedicaba a la producción de piña y que actualmente posee plantas ornamentales.

Cuadro 79. Uso de suelo en el Punto Caliente de Mamíferos Voladores.

Ø Buffer	Área	Bosque maduro	Bosque secundario	Plantación forestal	Pastos	No forestal	Bosque	No bosque
100 m	ha	0.81	0.00	0.00	1.26	1.08	25.7%	74.3%
	%	25.7%	0.0%	0.0%	40.0%	34.3%		
500 m	ha	14.76	12.87	0.00	28.26	22.68	35.2%	64.8%
	%	18.7%	16.5%	0.0%	35.9%	28.9%		
1000 m	ha	52.38	64.44	1.71	114.12	81.72	37.7%	62.3%
	%	16.7%	20.5%	0.5%	36.3%	26.0%		

Existen gran cantidad de quebradas cerca de este punto caliente tal como se puede apreciar en el Cuadro 80. Los poblados más cercanos se ubican a más de 450 m y existe una red de caminos secundarios que principalmente conducen a fincas de la zona.

Cuadro 80. Cercanía a cursos de agua, poblados y caminos al Punto Caliente de Mamíferos Voladores.

<b>Nombre</b>	<b>Distancia</b>	<b>Dirección</b>
<b>Ríos</b>		
Río Dos Novillos	1295 m	Este
<b>Quebradas</b>		
Quebrada sin nombre	320 m	Noroeste
Quebrada Río Iroquois	408 m	Oeste
Quebrada sin nombre	426 m	Noreste
Quebrada sin nombre	466 m	Noreste
Quebrada sin nombre	843 m	Noreste
Quebrada Acequia	854 m	Este
<b>Poblados</b>		
Las Mercedes, Guácimo	468 m	Noreste
Iroquois, Guácimo	997 m	Noroeste
<b>Caminos</b>		
	69 m	Oeste
	153 m	Norte (paralelo)
	265 m	Norte (paralelo)
	409 m	Este

Una de las Rutas de Conectividad propuestas en Grúas II está dentro del *buffer* de 1000 m de este punto caliente. Además todo el margen sur de la carretera en este punto pertenece al Corredor Biológico Guácimo.

Este punto caliente coincide con el Punto Semi-caliente de Anfibios N°2 y en la Figura 70 se puede observar el aspecto que tiene este punto en campo.



Figura 70. Fotografía panorámica de Punto Caliente para Mamíferos Voladores N° 1.

#### 4.2.1.6. Mapa de Calor de Anfibios

El Mapa de Calor de Anfibios fue realizado con los 405 registros obtenidos solamente a través de los recorridos en vehículo. Como se puede apreciar en la Figura 71, resultó haber dos puntos calientes (color rojo) y tres puntos semi-calientes (color naranja).



Figura 71. Mapa de calor de Anfibios en la sección de la ampliación de la Ruta 32.

A continuación se hará un análisis de cada punto caliente y semi-caliente de anfibios el cual incluye ubicación, mapa, composición de especies, uso del suelo y cercanía a cuerpos de agua, poblados y caminos. Finalmente se hará una valoración general de cada punto la cual servirá como punto de partida para una segunda fase de esta investigación.

##### 4.2.1.6.1. Punto Caliente de Anfibios N° 1

**Cantón:** Guácimo.

**Distrito:** Pocora.

**Coordenadas del punto caliente:** 10,1655 Norte y -83,6032 Oeste.

**Segmento de la carretera dentro del punto caliente:** 446 m.

Este punto caliente se ubica muy cerca a la entrada del poblado de Pocora que ha mostrado un gran crecimiento urbano y comercial en los últimos años sobre la Ruta 32 (obs pers). La cobertura vegetal es nula en las zonas inmediatas a la carretera (Figura 72) y solamente se



logran identificar franjas de bosque dentro del buffer de 1000 m sobre el Río Dos Novillos (al oeste) y el Río Destierro (al este).

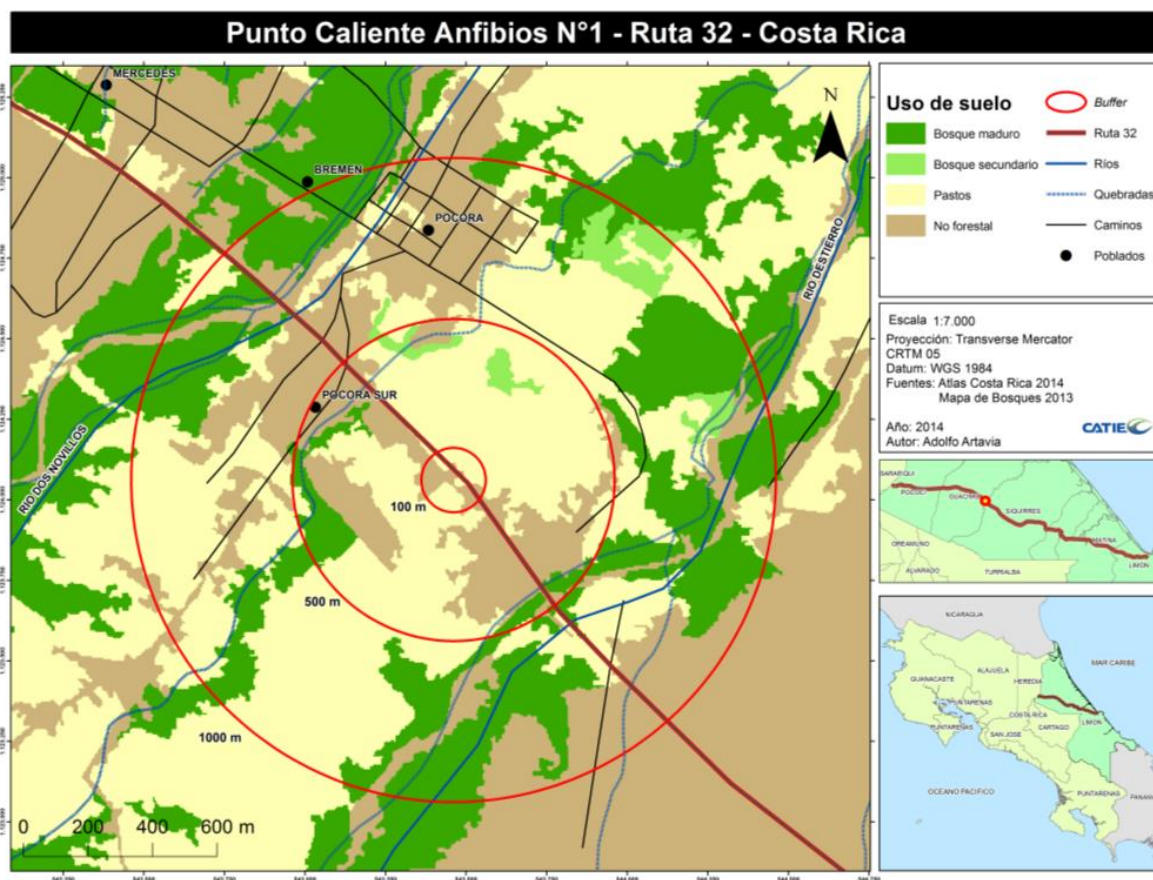


Figura 72. Ubicación y uso de suelo en el Punto Caliente N°1 de cruce de anfibios en la sección de la ampliación de la Ruta 32.

La mayoría de los registros en este punto caliente fueron sapos comunes (Cuadro 81), la cual es una especie muy generalista que no es exigente en cuanto a buenas condiciones de hábitat e incluso es común en zonas pobladas.

Cuadro 81. Composición de especies de anfibios en el Punto Caliente N°1

Recorridos (n=15)	Otros reportes (n=5)	Fuente información
<i>Rhinella marina</i> (n=12)	<i>Rhinella marina</i> (n=3)	Parcelas
<i>Incilius melanochlorus</i> (n=2)	Anuros no id (n=2)	Parcelas
<i>Rhaebo haematiticus</i>		

La poca diversidad de anfibios de este punto caliente coincide con los pocos registros de otras especies de animales dentro del punto caliente. No se registraron mamíferos ni reptiles dentro del punto caliente; solamente el caso de un ave no identificada a través de los recorridos y otra ave no identificada mediante información obtenida a través de una parcela.

La predominancia de zonas urbanas y la poca cobertura forestal en este lugar podría explicar la escasa biodiversidad encontrada en este punto caliente. Como se desglosa en el Cuadro

82, el porcentaje de bosque en los primeros 500 m a la redonda es de apenas 9.3%. El sector está dominado principalmente por zonas consideradas como pasto.

Cuadro 82. Uso del suelo Punto Caliente de Anfibios N° 1.

Ø Buffer	Área	Bosque maduro	Bosque secundario	Pastos	No forestal	Bosque	No bosque
		100 m	ha %	0.00 0.0%	0.00 0.0%	2.16 64.9%	1.17 35.1%
500 m	ha %	5.13 6.5%	2.16 2.8%	47.97 61.1%	23.22 29.6%	9.3%	90.7%
1000 m	ha %	79.11 25.2%	7.74 2.5%	138.78 44.1%	88.74 28.2%	27.6%	72.4%

Como se puede apreciar en el Cuadro 83, el curso de agua más cercano está ubicado a casi 400 m de este punto caliente, lo cual hace pensar que los ríos y quebradas no tienen influencia directa sobre las poblaciones de anfibios.

Cuadro 83. Cercanía a cursos de agua, poblados y caminos al Punto Caliente de Anfibios N° 1.

Nombre	Distancia	Dirección
<b>Ríos</b>		
Río Destierro	573 m	Oeste
Río Dos Novillos	712 m	Este
<b>Quebradas</b>		
Quebrada Santa Emilia	398 m	Oeste
Quebrada del Río Destierro	430 m	Este
Quebrada del Río Dos Novillos	780 m	Oeste
Quebrada sin nombre	837 m	Este
<b>Poblados</b>		
Pocora Sur, Guácimo	480 m	Sureste
Pocora, Guácimo	779 m	Noroeste
Bremen de Guácimo	1030	Noroeste
<b>Caminos</b>		
	486 m	Oeste
	527 m	Norte (paralelo)
	753 m	Este

### Valoración general

A pesar de que el Punto Caliente de Anfibios N° 1 se encuentra dentro del Corredor Biológico Guácimo, de acuerdo al análisis efectuado se considera que no es un sitio apropiado para la recomendación de un paso de fauna específico para anfibios. Es probable que la gran cantidad de sapos comunes se ha explicado por la presencia de charcos que se forman en las zonas urbanas adyacentes a la Ruta 32 en las cercanías de Pocora, así como una acequia abierta que se encuentra al norte la carretera frente a la tienda agrícola El Colono.

Este punto caliente se encuentra a 550 m de una de las Rutas de Conectividad que está asociada al Rio Dos Novillos hasta el oeste. En la Figura 73 se muestra cómo se ve este punto caliente en el campo.



Figura 73. Fotografía panorámica del Punto Caliente de Anfibios N° 1.

#### **4.2.1.6.2. Punto Caliente de Anfibios N° 2**

**Cantón:** Matina.

**Distrito:** Matina.

**Coordenadas del punto caliente:** 10,046 Norte y -83,3119 Oeste.

**Segmento de la carretera dentro del punto caliente:** 358 m.

Este es un sector que se describió anteriormente ya coincide con otros dos puntos calientes como se analizará en la sección de “Valoración general” de este punto.

Este sector cercano al poblado de Línea B se encuentra dominado por pastos y áreas no forestales como se aprecia en la Figura 74. Sin embargo aún se pueden encontrar parches de bosques secundarios a ambos lados de la carretera, principalmente asociados a las quebradas cercanas.

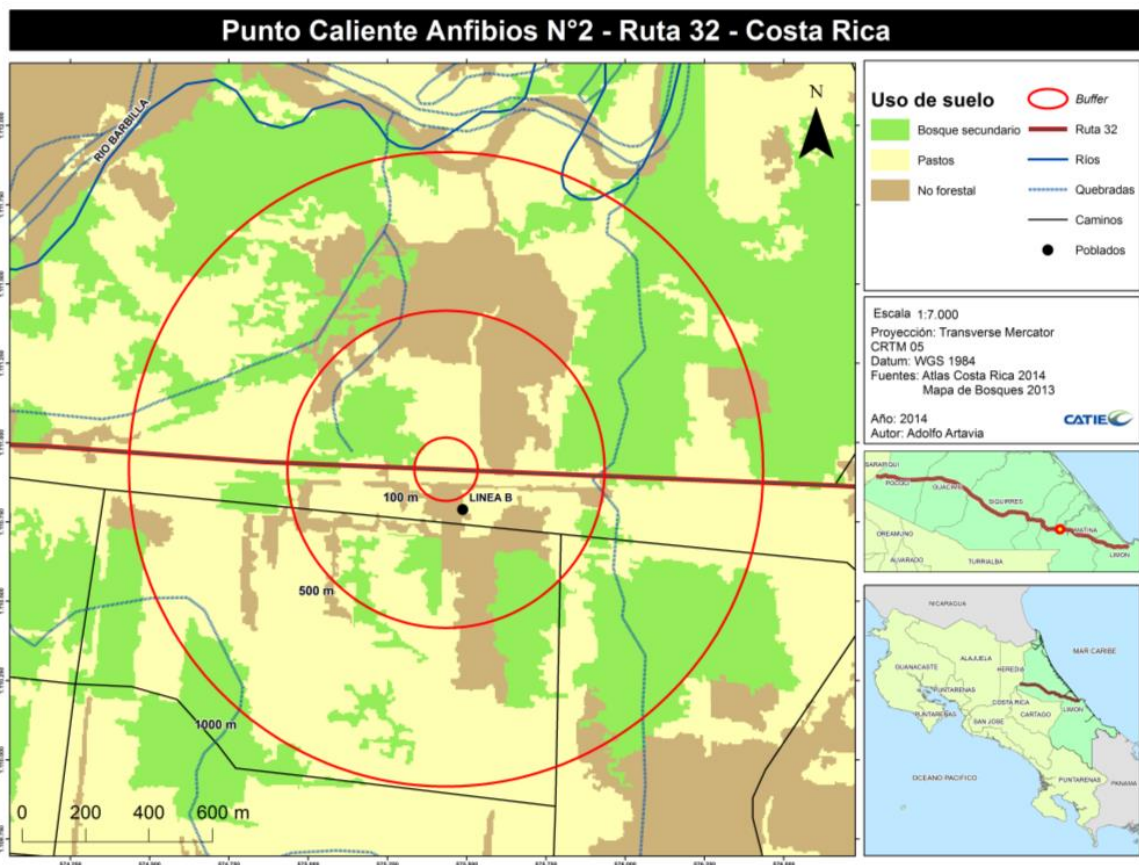


Figura 74. Ubicación y uso de suelo en el Punto Caliente N°2 de cruce de anfibios en la sección de la ampliación de la Ruta 32.

La composición de especies en este punto caliente es muy particular ya que de los 16 registros de anfibios, 15 de ellos fueron sapos comunes (Cuadro 84).

Cuadro 84. Composición de especies de anfibios en el Punto Caliente N°2.

Recorridos (n=14)	Otros reportes (n=2)	Fuente de información
<i>Rhinella marina</i> (n=13) <i>Gymnopsis</i> sp.	<i>Rhinella marina</i> (n=2)	Parcelas

Como se puede apreciar en el Cuadro 85, un total de seis animales de otros grupos taxonómicos se registraron en este punto caliente: tres reptiles, dos mamíferos y un ave; todos ellos registrados durante recorridos.

Cuadro 85. Otras especies de fauna silvestre dentro del Punto Caliente de Anfibios N° 2.

Recorridos (n=6)	Otros reportes (n=0)	Fuente información

<p><b>Reptiles</b>  <i>Bothrops asper</i>  <i>Boa constrictor</i>  Tortuga no id.</p> <p><b>Aves</b>  Ave no id.</p> <p><b>Mamíferos terrestres</b>  <i>Sylvilagus brasiliensis</i></p> <p><b>Mamíferos voladores</b>  Murciélago no id.  (Fam. Vespertilionidae)</p>	
---	--

En el Cuadro 86 se analiza el uso de suelo en este punto caliente. La cobertura forestal en el *buffer* de 100 m es nula, mientras que para los otros dos *buffers* la áreas consideradas como bosque aumentaron paulatinamente de 20.2% (*buffer* de 500 m) a 30.5% (*buffer* de 1000 m). En cuanto a las áreas de no bosque, los pastos fueron notablemente más abundante; llegaron a ser poco más de la mitad en el *buffer* de 1000 m.

Cuadro 86. Uso de suelo Punto Caliente de Anfibios N° 2.

Ø <i>Buffer</i>	Área	Bosque secundario	Pastos	No forestal	Bosque	No bosque
100 m	ha	0.00	2.34	0.81	0.0%	100%
	%	0.0%	74.3%	25.7%		
500 m	ha	15.84	36.10	26.6	20.2%	79.8%
	%	20.2%	45.9%	33.9%		
1000 m	ha	95.85	161.46	56.70	30.5%	69.5%
	%	30.5%	51.4%	18.1%		

Los cursos de agua no estuvieron tan cerca de este punto caliente y es de resaltar el poblado de Línea B que se encuentra muy cerca del punto (apenas a 137 m en línea recta); así como un camino paralelo a 168 m en dirección sur (Cuadro 87).

Cuadro 87. Cercanía a cursos de agua, poblados y caminos al Punto Caliente de Anfibios N° 2.

Nombre	Distancia	Dirección
<b>Ríos</b>		
Río Barbilla	1006 m	Norte
<b>Quebradas</b>		
Quebrada sin nombre	301 m	Oeste
Quebrada sin nombre	462 m	Este



<b>Poblados</b>		
Línea B, Matina	137 m	Sur
<b>Caminos</b>	168 m	Sur (Paralelo)
	1205 m	Este

### Valoración general

A 1137 metros en dirección norte de este punto caliente se encuentran cuatro lagunas. La más próxima a la carretera es del tipo “permanente” y las otras tres son “intermitentes”. El mapa de la Figura 74 parece concordar con la fotografía de la Figura 75, ya que al sur se da un uso de uso de suelo “no forestal” (extremo izquierdo de la fotografía) y en el norte predominan los pastos (extremo derecho).

Preliminarmente se cree que este no sería un lugar adecuado para proponer un paso de fauna específico para anfibios. Sin embargo se recomienda estudiar detalladamente si existen condiciones de hábitat ideales para anfibios más demandantes en cuanto a requerimientos que el sapo común.

Este sector también resultó ser un punto caliente general y un punto caliente para mamíferos terrestres, sin embargo pareciera ser que este no es un lugar idóneo para pasos de fauna inferiores.



Figura 75. Fotografía panorámica del Punto Caliente de Anfibios N°2.

#### 4.2.1.6.3. Punto Semi-caliente para Anfibios N° 1

**Cantón:** Guácimo.

**Distrito:** Guácimo.

**Coordenadas:** 10,2018 Norte y -83,6766 Oeste.

**Longitud de punto sobre la carretera (color naranja):** 250 m.

Este punto semi-caliente de anfibios presenta mucha más presencia zonas boscosas que los puntos calientes analizados anteriormente, principalmente en el lado sur (Figura 76).



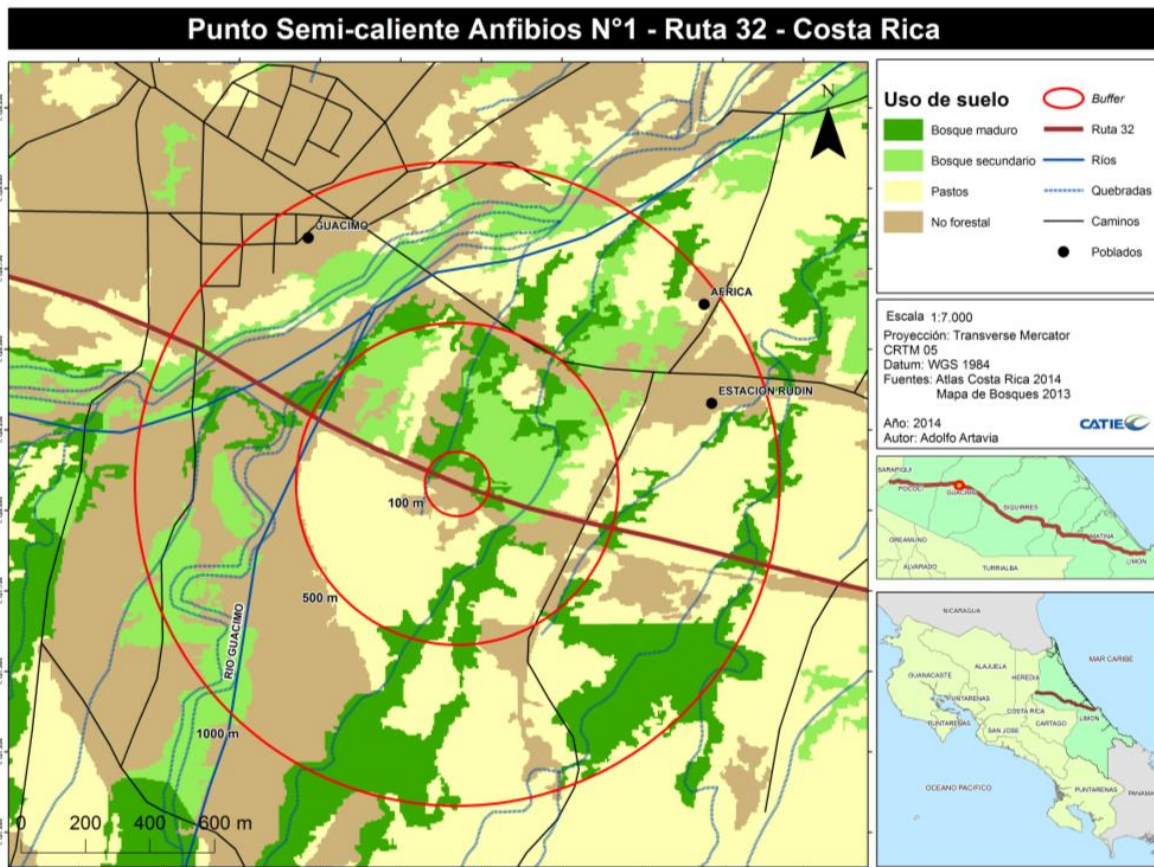


Figura 76. Ubicación y uso de suelo en el Punto Semi-caliente N°1 de cruce de anfibios en la sección de la ampliación de la Ruta 32.

En cuanto a la composición de especies en este punto, el sapo común fue el que de igual forma dominó los registros (Cuadro 88). De los nueve anfibios que se contabilizaron durante los recorridos, cinco de ellos fueron individuos de *R. marina*.

Cuadro 88. Composición de especies de anfibios en el Punto Semi-caliente N° 1.

Recorridos (n=9)	Otros reportes (n=0)	Fuente información
<i>Rhinella marina</i> (n=5)		
<i>Rhaebo haematiticus</i> (n=2)		
<i>Smilisca baudinii</i> (n=2)		

En este punto semi-caliente también se registraron 10 individuos de reptiles que incluyen tres especies de culebras y dos de tortugas (Cuadro 89); así como un armadillo y un cuyeo.

Cuadro 89. Otras especies de fauna silvestre dentro del Punto Semi-caliente de Anfibios N° 1.

Recorridos (n=12)	Otros reportes (n=0)	Fuente información
<b>Reptiles</b> <i>Ninia sebae</i> (n=6) <i>Chelydra serpentina</i> <i>Kinosternon</i> sp. <i>Leptodeira annulata</i> <i>Mastigodryas melanolomus</i>		
<b>Mamíferos terrestres</b> <i>Dasyopus novemcinctus</i>		
<b>Aves</b> Cuyeño no id.		

Este punto semi-caliente presenta una cobertura forestal de un 39.0% y 37.0% en sus *buffers* de 100 y 500 m respectivamente; lo cual contrasta con la cobertura que hay en los puntos calientes de anfibios. Sin embargo, el área de no bosque es mayoría (Cuadro 90).

Cuadro 90. Uso de suelo Punto Semi-caliente de Anfibios N° 1.

Buffer	Área	Bosque maduro	Bosque secundario	Pastos	No forestal	Bosque	No bosque
100 m	ha	1.17	0.09	0.18	1.80	39.0%	61.0%
	%	36.1%	2.8%	5.5%	55.5%		
500 m	ha	14.04	15.03	32.58	16.92	37.0%	63.0%
	%	17.9%	19.1%	41.5%	21.5%		
1000 m	ha	56.43	46.89	105.57	105.48	32.9%	67.1%
	%	17.9%	14.9%	33.6%	33.5%		

Estos bosques (principalmente secundarios) se encuentran adyacentes a la carretera en especial hacia el lado norte donde parece haber una conectividad estructural sobre las márgenes del Río Guácimo. Como se puede ver en el Cuadro 91, existe gran cantidad de quebradas (n=7) en un radio menor a 1000 m, lo cual puede explicar que sea un sitio con gran abundancia de anfibios y algunos reptiles.

Cuadro 91. Cercanía a cursos de agua, poblados y caminos al Punto Semi-caliente de Anfibios N° 1.

Nombre	Distancia	Dirección
<b>Ríos</b>		
Río Guácimo	473 m	Oeste
Río Guácimo	704 m	Oeste
<b>Quebradas</b>		
Quebrada sin nombre	89 m	Oeste
Quebrada sin nombre	234 m	Este

Quebrada sin nombre	490 m	Este
Quebrada del Río Guacimito	530 m	Oeste
Quebrada del Río Reventazón	835 m	Oeste
Quebrada sin nombre	835 m	Este
Quebrada Precipicio	958 m	Este
<b>Poblados</b>		
Estación Rudín, Guácimo	749 m	Noreste
África, Guácimo	896 m	Noreste
Guácimo, Guácimo	983 m	Noroeste
<b>Caminos</b>		
	307 m	Este
	487 m	Norte (paralelo)
	1022 m	Oeste

### Valoración general

Aunque se requiere un análisis más profundo en campo, el hecho de que no haya poblados ni caminos en un radio de casi 500 m hace pensar que la inclusión de un paso de fauna específico para anfibios (y reptiles) sea más viable aquí que en los puntos calientes de anfibios anteriormente descritos. Sin embargo se cree que el costo-beneficio de un paso de fauna específico no sea favorable en este punto.

Este sector coincide con el único Punto Caliente de Reptiles que se analizará más adelante. No obstante este punto no cumpliría el escenario ideal de paso de fauna, el cual pretende que sea utilizado por la mayor cantidad de grupos taxonómicos (solamente un mamífero terrestre fue registrado allí).

Finalmente cabe resaltar que el Corredor Biológico Guácimo se ubica hacia el sur de la carretera en este punto semi-caliente, el cual corresponde al extremo izquierdo de la Figura 77.



Figura 77. Fotografía panorámica del Punto Semi-caliente para Anfibios N° 1.

#### 4.2.1.6.4. Punto Semi-caliente para Anfibios N° 2

**Cantón:** Guácimo.

**Distrito:** Las Mercedes.

**Coordenadas:** 10,1769 Norte y -83,6172 Oeste.

**Longitud de punto sobre la carretera (color amarillo):** 531 m.

Este punto semi-caliente de anfibios se encuentra en una zona con gran área de bosque maduro y secundario al norte pero con solamente una franja de bosque maduro que recorre

una quebrada en dirección oeste de este punto (Figura 78). Al norte de la carretera se encuentra la entrada a la Universidad EARTH y al sur una finca de plantas ornamentales.

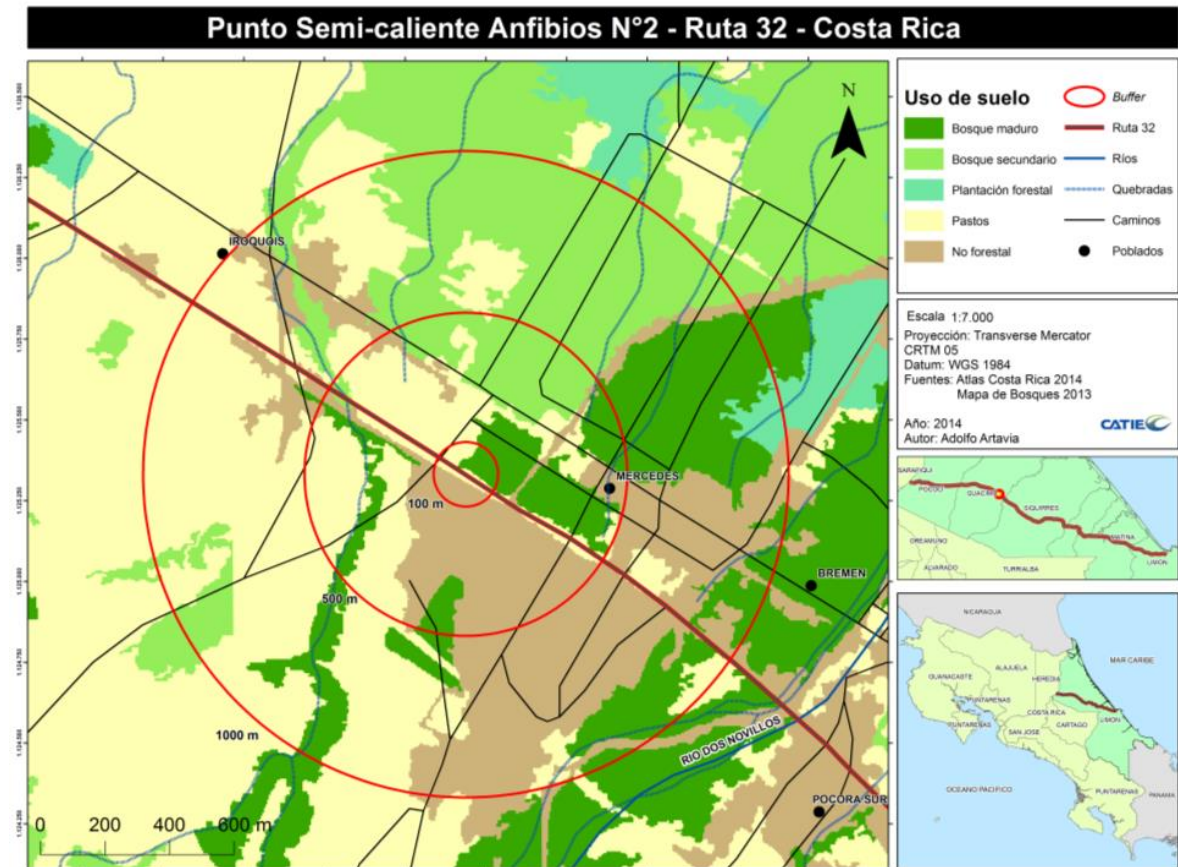


Figura 78. Ubicación y uso de suelo en el Punto Semi-caliente de Anfibios N°2 en la sección de la ampliación de la Ruta 32.

Al contrario de los anteriores tres puntos relacionados a anfibios, en el Punto Semi-caliente de Anfibios N°2 no predomina la especie de sapo común sino el sapito de hojarasca tal como se aprecia en el Cuadro 92.

Cuadro 92. Composición de especies de anfibios en el Punto Semi-caliente N° 2.

Recorridos (n=10)	Otros reportes (n=1)	Fuente información
<i>Rhaebo haematiticus</i> (n=8)	<i>Rhinella marina</i> (n=1)	Parcela
<i>Rhinella marina</i> (n=1)		
<i>Smilisca baudinii</i> (n=1)		

En cuanto a fauna silvestre de otros grupos taxonómicos, se encontró 10 individuos donde destacan tres boas durante recorridos (Cuadro 93). Por su parte, cinco registros fueron recabados por medio de otras fuentes de información, incluyendo dos cauceles que fueron mencionados anteriormente.



Cuadro 93. Otras especies de fauna silvestre dentro del Punto Semi-caliente de Anfibios N° 2.

Recorridos (n=10)	Otros reportes (n=5)	Fuente información
<b>Reptiles</b> <i>Ninia sebae</i> (n=2) <i>Boa constrictor</i> (n=3)	<b>Reptiles</b> <i>Ninia sebae</i>	Parcela
<b>Mamíferos voladores</b> Murciélago no id. (n=2) Murciélago no id. (Fam. Phyllostomidae)	<b>Aves</b> Ave no id. (n=2)	Parcela
<b>Mamíferos terrestres</b> <i>Didelphis marsupialis</i>	<b>Mamíferos terrestres</b> <i>Leopardus wiedii</i> (n=2)	Registro histórico
<b>Aves</b> <i>Thraupis episcopus</i>		

El porcentaje de cobertura de bosque para los tres *buffers* es muy similar como se puede apreciar en el Cuadro 94. El área no forestal ubicada al sur de la carretera anteriormente fue una plantación de piña y actualmente se desarrollan proyectos con plantas ornamentales.

Cuadro 94. Uso de suelo punto semi-caliente Anfibios N°2.

Ø Buffer	Área	Bosque maduro	Bosque sec.	Plantación forestal	Pastos	No forestal	Bosque	No bosque
100 m	ha %	0.99 30.5%	0.00 0.0%	0.00 0.0%	1.17 36.1%	1.08 33.3%	<b>30.5%</b>	<b>69.5%</b>
500 m	ha %	14.85 19.0%	11.52 14.7%	0.00 0.0%	27.90 35.7%	23.85 30.5%	<b>33.8%</b>	<b>66.2%</b>
1000 m	ha %	54.18 17.3%	62.55 19.9%	2.34 0.74%	111.2 35.5%	83.34 26.6%	<b>37.9%</b>	<b>62.1%</b>

Un único río atraviesa la Ruta 32 dentro del *buffer* de 1000 m de este punto semi-caliente (quebrada del Río Iroquois) y los otros cinco cursos de agua dentro de este radio se ubican en dirección norte sin cruzar la carretera.

Además existe una red de caminos secundarios muy extensa a menos de 600 m del punto semi-caliente que conduce principalmente a fincas privadas (Cuadro 95).

Cuadro 95. Cercanía a cursos de agua, poblados y caminos al Punto Semi-caliente de Anfibios N° 2.

Nombre	Distancia	Dirección
<b>Ríos</b>		
Río Dos Novillos	1281 m	Este
<b>Quebradas</b>		
Quebrada sin nombre	335 m	Noroeste
Quebrada del Río Iroquois	431 m	Oeste
Quebrada sin nombre	407 m	Noreste
Quebrada sin nombre	472 m	Noreste
Quebrada sin nombre	821 m	Noreste
Quebrada Acequia	822 m	Noroeste
<b>Poblados</b>		
Las Mercedes, Guácimo	448 m	Noreste
Iroquois, Guácimo	1016 m	Oeste
<b>Caminos</b>		
	93 m	Oeste
	129 m	Norte (paralelo)
	255 m	Norte (paralelo)
	340 m	Norte (paralelo)
	380 m	Este
	604 m	Oeste
	580 m	Este

### Valoración general

Este sector de la Ruta 32 limita en su lado sur con el Corredor Biológico Guácimo y hacia el norte existe una de las Reservas Forestales Privadas de la EARTH (Reserva del Tigre). Además, a 527 m en dirección sureste se encuentra una Ruta de Conectividad. Este punto semi-caliente de anfibios coincide con el único punto caliente de mamíferos voladores y con un punto semi-caliente general.

En resumen, a pesar de que este punto semi-caliente de anfibios se encuentra a menos de 2 km del Punto Caliente para Anfibios N°1, las condiciones del paisaje, la cercanía a cursos de agua y la composición de especies, hacen de este un lugar más adecuado para proponer medidas de mitigación de impacto de fauna por atropello. Sin embargo, no se está claro de los beneficios reales de hacer un paso de fauna específico para anfibios en este sector; para lo cual se recomienda hacer una evaluación en campo. El panorama típico de este punto semi-caliente se puede observar en la Figura 79.



Figura 79. Fotografía panorámica del Punto Semi-caliente para Anfibios N° 2.



#### 4.2.1.6.5. Punto Semi-caliente para Anfibios N° 3

**Cantón:** Matina.

**Distrito:** Matina.

**Coordenadas:** 10,0455 Norte y -83,3494 Oeste.

**Longitud de punto sobre la carretera (color amarillo):** 557 m.

A continuación en la Figura 80 se presenta el Punto Semi-caliente de Anfibios N°3 en donde se puede apreciar una muy marcada diferencia entre el norte y sur de la carretera: bloques de bosque maduro y secundario por un lado y zonas dominadas casi por completo por pastos.



Figura 80. Ubicación y uso de suelo en el Punto Semi-caliente N°3 de cruce de anfibios en la sección de la ampliación de la Ruta 32.

Este punto es muy poco diverso en cuanto a la composición de especies (Cuadro 96). De igual forma, otros reportes cercanos a este punto semi-caliente que no aparecen en el siguiente cuadro, aportaron información solamente de sapos comunes.

Cuadro 96. Composición de especies de anfibios en el Punto Semi-caliente de Anfibios N° 3

Recorridos (n=10)	Otros reportes (n=1)	Fuente información
<i>Rhinella marina</i> (n=9)	<i>Rhinella marina</i>	Reporte independiente
<i>Incilius melanochlorus</i>		

En el caso de otro tipo de fauna dentro de este punto, se registraron 6 especímenes como parte de los recorridos y solamente uno por medio de otras fuentes (Cuadro 97).

Cuadro 97. Otras especies de fauna silvestre dentro del Punto Semi-caliente de Anfibios N° 3.

Recorridos (n=6)	Otros reportes (n=1)	Fuente información
<b>Mamíferos terrestres</b> <i>Didelphis marsupialis</i> <i>Procyon lotor</i> <i>Philander opossum</i>	<b>Reptiles</b> <i>Spillotes pullatus</i>	Reporte Independiente
<b>Reptiles</b> <i>Sibon nebulatus</i> Reptil no id.		
<b>Aves</b> Ave no id.		

Tanto el buffer de 100, 500 y 1000 m poseen bosque maduro y secundario, sin embargo toda la parte sur adyacente de la carretera predomina los pastos, llegando a ser de hasta poco más de la mitad del uso del suelo en el buffer de mayor diámetro (Cuadro 98).

Cuadro 98. Uso de suelo del Punto Semi-caliente Anfibios N° 3.

Ø Buffer	Área	Bosque maduro	Bosque secundario	Pastos	No forestal	Bosque	No bosque
100 m	ha	0.00	1.80	1.17	0.27	55.5%	44.5%
	%	0.0%	55.5%	36.2%	8.3%		
500 m	ha	9.81	14.31	35.82	18.63	30.7%	69.3%
	%	12.5%	18.2%	45.6%	23.7%		
1000 m	ha	42.84	62.46	166.41	42.66	33.4%	66.6%
	%	13.6%	19.9%	53.0%	13.6%		

Este punto semi-caliente presenta la particularidad de estar alejado de caminos y poblados, siendo Davao de Matina el más próximo a casi 1600 m de distancia en dirección noreste (Cuadro 99). En cuanto a cursos de agua, una quebrada que al parecer tiene su nacimiento en un parche de bosque al suroeste, recorre paralelamente la carretera hasta cruzarla en un sector al este de este punto.

Cuadro 99. Cercanía a cursos de agua, poblados y caminos al Punto Semi-caliente de Anfibios N° 3.

Nombre	Distancia	Dirección
Ríos Río Barbilla	559 m	Norte

<b>Quebradas</b>		
Quebrada sin nombre	74 m	Sur
Quebrada Calderón	235 m	Sur
Quebrada sin nombre	694 m	Norte
<b>Poblados</b>		
Davao, Matina	1577 m	Noreste
<b>Caminos</b>	646 m	Este

### Valoración general

Este punto semi-caliente no coincide con otros puntos de importancia de otros grupos taxonómicos ni tampoco se acerca de alguna unidad de conservación a excepción de una Ruta de Conectividad a poco menos de 1.5 km en dirección noroeste (cerca del Río Barbilla).

Este punto parece ser no prioritario en cuanto a la conservación de anfibios ya que la mayoría de los registros correspondieron a sapos comunes. Tampoco existe una gran cantidad de mamíferos terrestres ni reptiles que justificaran la inclusión de un paso de fauna inferior.

Se recomienda hacer una valoración más detallada del bosque al norte de la carretera y verificar si los animales prefieren mantenerse en esas áreas con cobertura sin cruzar la carretera. Existen parches de bosque maduro y secundario más alejados que podrían favorecer la conectividad funcional de algunas especies no solo de anfibios, sino también de reptiles y mamíferos terrestres.

La Figura 81 proporciona una idea de cómo se ve este punto semi-caliente en campo.



Figura 81. Fotografía panorámica del Punto Semi-caliente para Anfibios N° 3.

#### 4.2.1.6. Mapa de Calor de Reptiles

En el Mapa de Calor de Reptiles solamente se generó un punto caliente (color rojo) y curiosamente ningún punto semi-caliente como se aprecia en la Figura 82. Esto puede haberse sucedido porque los registros de reptiles fueron muy distribuidos a lo largo de los 94.9 km de carretera estudiados.



Figura 82. Puntos calientes según el porcentaje de todos los registros de cruce de reptiles obtenidos en la sección de la ampliación de la Ruta 32.

A continuación se hace el análisis del Punto Caliente de Reptiles que se produjo luego de analizar los 165 animales correspondientes a registros de reptiles mediante el método de los recorridos.



#### 4.2.1.6.1. Punto Caliente de Reptiles

**Cantón:** Guácimo.

**Distrito:** Guácimo.

**Coordenadas:** 10,2017 Norte y -83,6763 Oeste.

**Longitud de punto sobre la carretera:** 403 m.

Ubicado en Guácimo, este punto es similar a otros dos puntos ya analizados: Punto Caliente General N°1 y Punto Semi-caliente de Anfibios N°1. Como se puede ver en el mapa de la Figura 83, parece existir conectividad boscosa entre el norte y sur de la carretera a través de varias quebradas y del Río Guácimo.

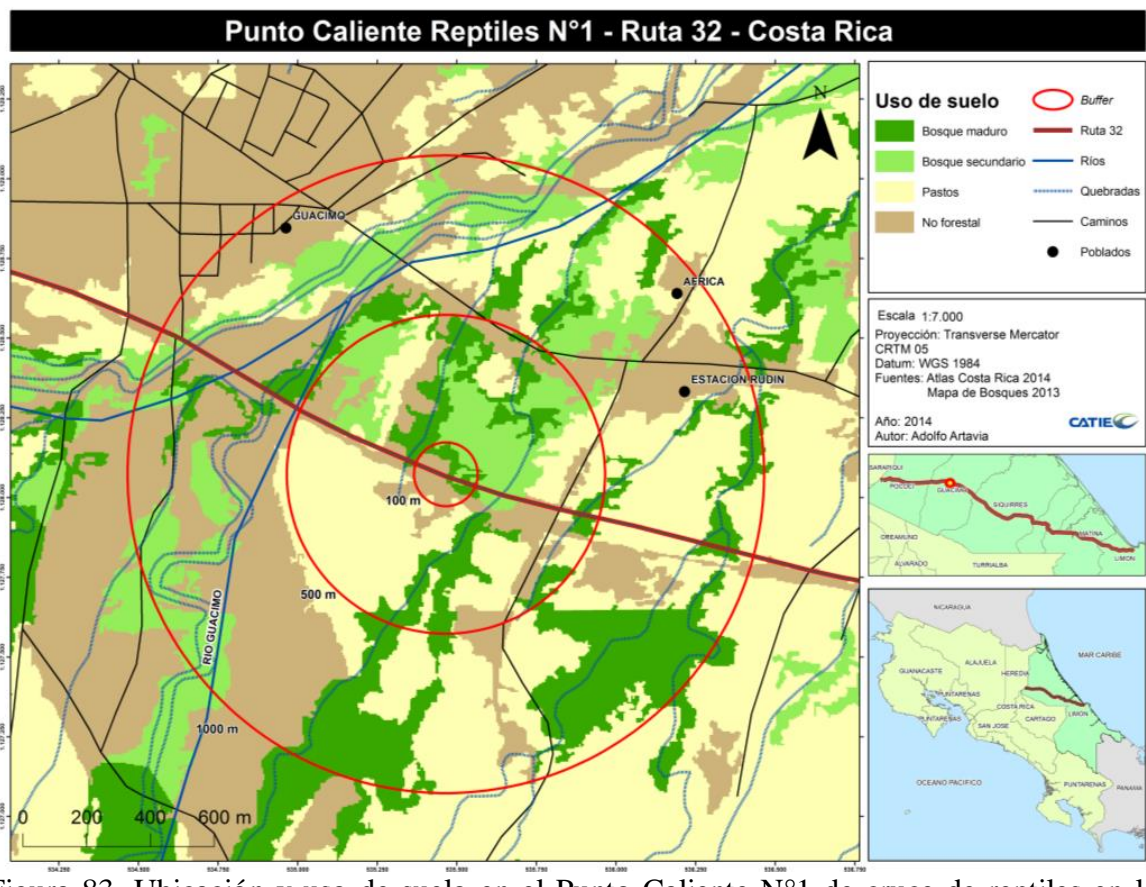


Figura 83. Ubicación y uso de suelo en el Punto Caliente N°1 de cruce de reptiles en la sección de la ampliación de la Ruta 32.

La culebra de café rojiza fue la especie más abundante en este punto caliente con siete de los 10 atropellos registrados. Además en los recorridos se contabilizó dos especies de culebras más y una tortuga (Cuadro 100).

Cuadro 100. Composición de especies de anfibios en el Punto Caliente Reptiles N° 1.

Recorridos (n=10)	Otros reportes (n=0)	Fuente información
<i>Ninia sebae</i> (n=7) <i>Chelydra serpentina</i> <i>Leptodeira annulata</i> <i>Mastigodryas melanolomus</i>		

Como parte de otro tipo de fauna en este punto, destaca el registro de 10 anfibios; algo lógico debido a que como ya se mencionó, esta zona coincide con punto semi-caliente de registros de anfibios. Todos ellos fueron parte de la información que se colectó en los recorridos (Cuadro 101).

Cuadro 101. Otras especies de fauna silvestre dentro de la Sección Propuesta para Reptiles N° 1.

Recorridos (n=12)	Otros reportes (n=0)	Fuente información
<b>Anfibios</b> <i>Rhinella marina</i> (n=8) <i>Rhaebo haematiticus</i> <i>Smilisca baodini</i>		
<b>Aves</b> <i>Cuyo</i> no id.		
<b>Mamíferos terrestres</b> <i>Dasypus novemcinctus</i>		

A pesar de que en el *buffer* de 100 m el uso de suelo considerado como “bosque” fue cercano a la mitad del área, este fue disminuyendo conforme se alejaba del punto caliente, llegando a ser solamente del 33.4% en el *buffer* de 1000 m de diámetro. Como se observa en el Cuadro 102, el porcentaje de bosque maduro y secundario fue muy similar para los tres *buffers*.

Cuadro 102. Uso de suelo en el Punto Caliente Reptiles

Ø <i>Buffer</i>	Área	Bosque maduro	Bosque secundario	Pastos	No forestal	Bosque	No bosque
100 m	ha	0.9	0.63	0.09	1.53	48.6%	51.4%
	%	28.6%	20.0%	2.9%	48.6%		
500 m	ha	14.8	14.13	33.21	16.38	36.9%	63.1%
	%	18.9%	18.0%	42.3%	20.8		
1000 m	ha	58.86	46.26	107.55	101.70	33.4%	66.6%
	%	18.7%	14.7%	34.2%	32.4%		

Los cursos de agua en este punto son abundantes: un río (Guácimo) y seis quebradas en menos de 900 m de distancia en línea recta (Cuadro 103).

Los tres poblados más cercanos se encuentran relativamente lejos de este punto caliente y existe un camino paralelo a la Ruta 32 a 474 m en dirección norte.



Cuadro 103. Cercanía a cursos de agua, poblados y caminos al Punto Caliente de Reptiles N° 1.

<b>Nombre</b>	<b>Distancia</b>	<b>Dirección</b>
<b>Ríos</b>		
Río Guácimo	521 m	Oeste
<b>Quebradas</b>		
Quebrada sin nombre	130 m	Oeste
Quebrada sin nombre	323 m	Este
Quebrada sin nombre	449 m	Este
Quebrada del Río Guacimito	525 m	Oeste
Quebrada sin nombre	814 m	Este
Quebrada del Río Reventazón	887 m	Oeste
<b>Poblados</b>		
Estación Rudín, Guácimo	793 m	Noreste
África, Guácimo	921 m	Noreste
Guácimo, Guácimo	917 m	Noroeste
	370 m	Este
<b>Caminos</b>		
	474 m	Norte (paralelo)
	933 m	Oeste

### Valoración general

Toda la parte sur de la carretera de este punto caliente de reptiles se encuentra dentro del Corredor Biológico Guácimo y como se mencionó anteriormente, este punto caliente coincide con el Punto Caliente General N°1 y el Punto Semi-caliente de Anfibios N°1.

Pareciera ser que un paso de fauna exclusivo para reptiles (y anfibios) no sería muy justificable en este punto tomando en cuenta de que los recursos son limitados y se debe deben de aprovechar al máximo los pasos de fauna que se recomendarán en un siguiente paso.

Esta es una zona donde en la mayoría de los 403 m de punto caliente no existe cobertura forestal al sur de la carretera y en el que no se visualiza un éxito tan grande en caso de colocarse un paso de fauna. La fotografía de la Figura 84 ilustra el aspecto que tiene este punto caliente.



Figura 84. Fotografía panorámica del Punto Caliente de Reptiles.

#### 4.2.1.7. Mapa de Calor de Aves

El caso de las aves es completamente diferente al resto de fauna analizada en este estudio ya que existen muy pocas alternativas de mitigación del impacto de una carretera en este grupo taxonómico. Sin embargo, también se realizó un análisis del paisaje adyacente para cada uno de los cinco puntos calientes que el análisis proyectó.

En la Figura 85 se puede apreciar el Mapa de Calor de Aves para el cual se utilizó 103 registros que se obtuvieron durante los recorridos en vehículo.

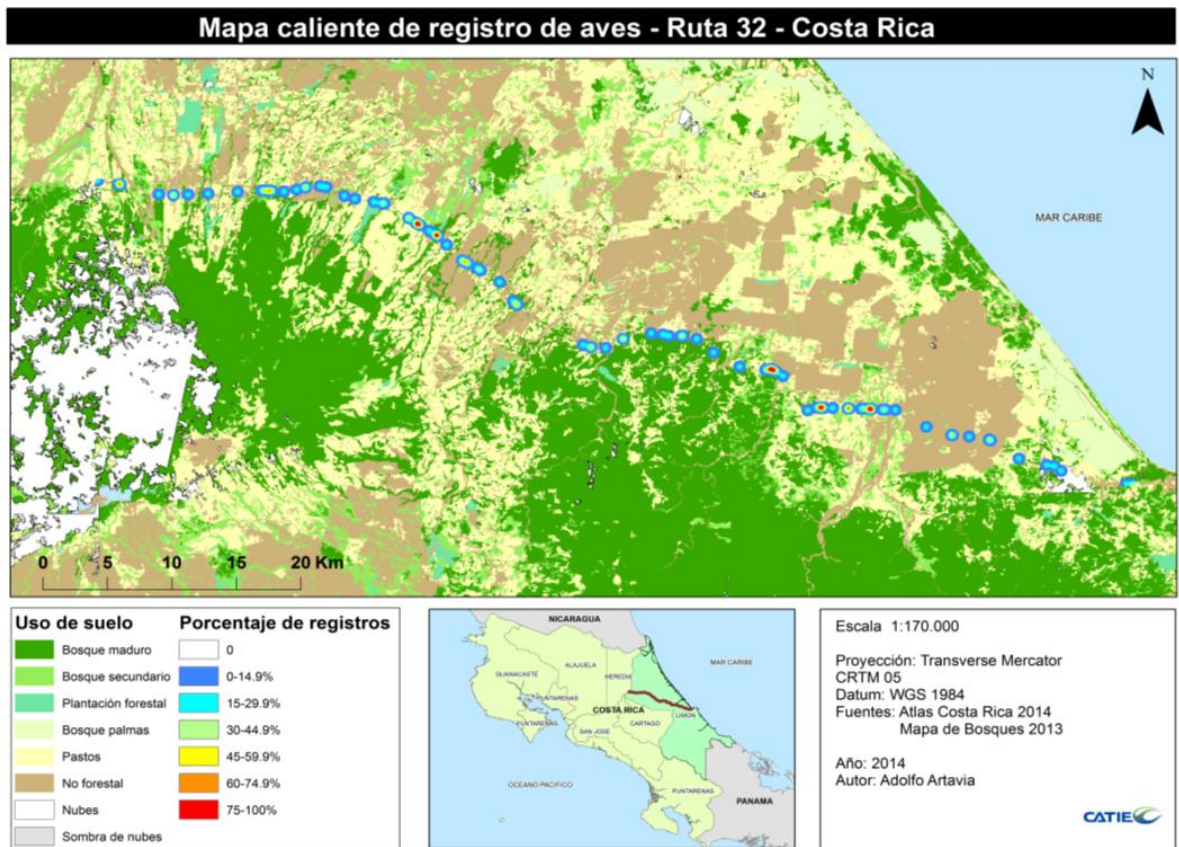


Figura 85. Puntos calientes según el porcentaje de todos los registros de cruce de aves obtenidos en la sección de la ampliación de la Ruta 32.

Como lo denota el mapa, el atropello de aves fue común a lo largo de toda la sección de la ampliación de la Ruta 32, teniendo registros muy focalizados y en la mayoría de los casos aislados.

Similar a lo que se hizo para los mamíferos voladores, a continuación se realiza un análisis de cada uno de los cinco puntos calientes de aves: sin proveer una valoración final que recomiende medidas que disminuyan su atropello o choque.

#### 4.2.1.7.1. Punto Caliente para Aves N° 1

**Cantón:** Guácimo.

**Distrito:** Las Mercedes.

**Coordenadas:** 10,1813 Norte y -83,6242 Oeste.

**Longitud de punto sobre la carretera:** 383 m.

Este primer punto caliente de aves se ubicó en una zona donde predominan pastos. En dirección este se puede encontrar un gran bloque de bosque secundario (Figura 86).

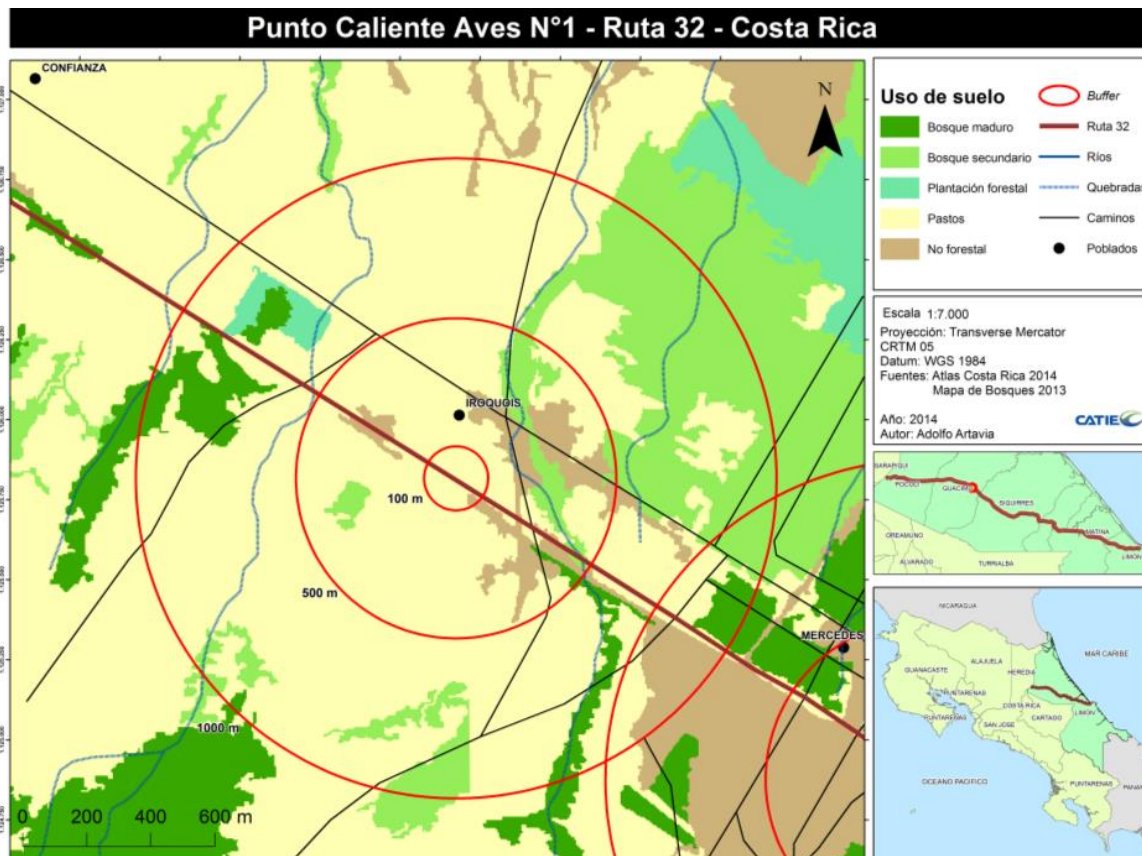


Figura 86. Ubicación y uso de suelo en el Punto Caliente N°1 de cruce de aves en la sección de la ampliación de la Ruta 32.

Solamente se registraron cuatro aves atropelladas en este punto caliente, donde dos de ellas fueron zopilotes (Cuadro 104).

Cuadro 104. Composición de especies de aves en el Punto Caliente N° 1.

Recorridos (n=3)	Otros reportes (n=1)	Fuente información
Zopilote no id. (n=2) <i>Sporophila corvina</i>	Ave no id.	Parcela

Además se reportó cinco animales de otros grupos taxonómicos: dos culebras, un sapo común, un zorro de balsa y un murciélago (Cuadro 105).

Cuadro 105. Otras especies de fauna silvestre dentro del Punto Caliente para Aves N° 1.

Recorridos (n=5)	Otros reportes (n=0)	Fuente información
<b>Reptiles</b> <i>Ninia sebae</i> <i>Mastigodryas melanolomus</i>		
<b>Anfibios</b> <i>Rhinella marina</i>		
<b>Mamíferos terrestres</b> <i>Caluromys derbianus</i>		
<b>Mamíferos voladores</b> Murciélago no id.		

Como se puede apreciar en el Cuadro 106, el porcentaje de lo considerado como “no bosque” fue muy superior en este punto comparado con lo considerado como “bosque”; siendo el pasto la mayor cantidad de área.

Cuadro 106. Uso de suelo del Punto Caliente de Aves N°1.

Ø Buffer	Área	Bosque maduro	Bosque sec.	Plantación forestal	Pastos	No forestal	Bosque	No bosque
100 m	ha	0.0	0.0	0.0	3.06	0.18	<b>0.0%</b>	<b>100.0%</b>
	%	0.0%	0.0%	0.0%	94.4%	5.56%		
500 m	ha	1.8	7.2	0.0	59.49	11.61	<b>9.4%</b>	<b>90.6%</b>
	%	0.2%	9.2%	0%	75.8%	14.79%		
1000 m	ha	0.12	49.95	31.5	219.06	13.14	<b>18.6%</b>	<b>81.4%</b>
	%	0.04%	17.5%	1.1%	76.7%	4.6%		

En cuanto a los cursos de agua, el río más cercano está ubicado a casi 2 km de distancia sobre la carretera pero hay cuatro quebradas a menos de 1 km (Cuadro 107). El poblado más cercano es Iroquois.

Cuadro 107. Cercanía a cursos de agua, poblados y caminos al Punto Caliente de Aves N° 1.

Nombre	Distancia	Dirección
<b>Ríos</b>		
Río Dos Novillos	1995 m	Este
<b>Quebradas</b>		
Quebrada del Río Iroquois	183 m	Noreste
Quebrada Calzada	504 m	Oeste
Quebrada sin nombre	537 m	Noreste
Quebrada sin nombre	974 m	Oeste



<b>Poblad</b>		
Iroquois, Guácimo	197 m	Norte
	283 m	Este
<b>Caminos</b>	243 m	Norte (paralelo)
	560 m	Oeste
	811 m	Este

Este punto caliente se encuentra dentro del Corredor Biológico Guácimo al sur de la Ruta 32, además de estar a 1308 m de la Ruta de Conectividad asociada a Río Dos Novillos (dirección este).

En la Figura 87 se muestra un segmento típico de este punto caliente.



Figura 87. Fotografía panorámica del Punto Caliente para Aves N° 1.

#### 4.2.1.7.2. Punto Caliente para Aves N° 2

**Cantón:** Guácimo.

**Distrito:** Las Mercedes.

**Coordenadas:** 10,1727 Norte y -83,6108 Oeste.

**Longitud de punto sobre la carretera:** 267 m.

Este punto posee bosque maduro a ambos lados de la carretera siguiendo cursos de ríos y quebradas, sin embargo también existe muchas áreas “no forestales” que corresponden principalmente a zonas urbanas y cultivos. Como se puede ver en la Figura 88, este punto se encuentra cerca de los poblados de Mercedes, Bremen y Pocora y Pocora Sur.

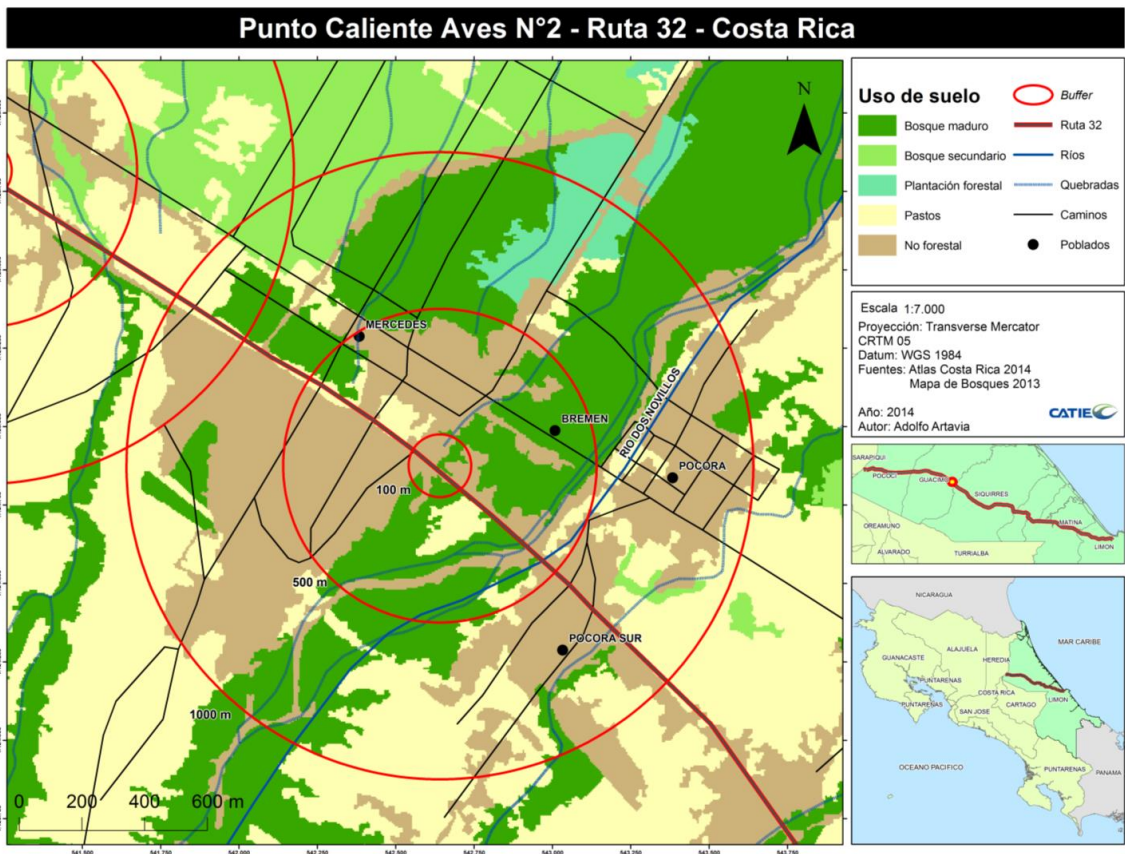


Figura 88. Ubicación y uso de suelo en el Punto Caliente N°2 de cruce de aves en la sección de la ampliación de la Ruta 32.

En total cuatro aves de por lo menos tres especies fueron reportadas en este lugar a través de los recorridos (Cuadro 108).

Cuadro 108. Composición de especies de aves en el Punto Caliente N° 2.

Recorridos (n=4)	Otros reportes (n=0)	Fuente de información
<i>Sporophila corvina</i>		
<i>Patagioenas flavirostris</i>		
<i>Ramphocelus</i> sp.		
Ave no id.		

En cuanto a otros grupos taxonómicos, se registró siete animales más en recorridos (Cuadro 109) y un registro histórico de un caucel atropellado sobre el puente del Río Dos Novillos el cual ya ha sido mencionado anteriormente.



Cuadro 109. Otras especies de fauna silvestre dentro del Punto Caliente de Aves N° 2.

Recorridos (n=7)	Otros reportes (n=1)	Fuente información
<b>Anfibios</b> <i>Rhinella marina</i> (n=2) <i>Leptodactylus savagei</i> <i>Rhaebo haematiticus</i>	<b>Mamíferos terrestres</b> <i>Leopardus wiedii</i>	Registro histórico
<b>Reptiles</b> <i>Porthidium nasutum</i> <i>Boa constrictor</i>		
<b>Mamíferos terrestres</b> <i>Didelphis marsupialis</i>		

El uso de suelo es principalmente “no forestal” en todos los *buffers* aunque existe una franja al parecer ininterrumpida que cruza la carretera al lado en el sector del Río Dos Novillos (Cuadro 110). El principal tipo de bosque que se encuentra en este punto es el maduro.

Cuadro 110. Uso del suelo en el Punto Caliente de Aves N°2.

Ø Buffer	Área	Bosque maduro	Bosque secundario	Plantación forestal	Pastos	No forestal	Bosque	No bosque
100 m	ha	0.99	0	0	0	2.16	31.4%	68.6%
	%	31.4%	0.0%	0.0%	0.0%	68.6%		
500 m	ha	32.13	0	0	7.02%	39.24	41.0%	59.0%
	%	41.0%	0.0%	0.0%	9.0%	50.0%		
1000 m	ha	102.96	11.79	8.82	63.09	127.53	39.3%	60.7%
	%	32.8%	3.8%	2.8%	20.1%	40.6%		

La haber cuatro poblados cercanos, existe también una gran red de caminos aledaños a este punto caliente (Cuadro 111). También destacan cinco quebradas y un río a menos de 800 m de distancia

Cuadro 111. Cercanía a cursos de agua, poblados y caminos al Punto Caliente de Aves N° 2.

Nombre	Distancia	Dirección
<b>Ríos</b>		
Río Dos Novillos	443 m	Este
<b>Quebradas</b>		
Quebrada Acequia	63 m	Norte
Quebrada del Río Dos Novillos	355 m	Este
Quebrada sin nombre	381 m	Noroeste
Quebrada sin nombre	435 m	Noroeste
Quebrada sin nombre	696 m	Noroeste
Quebrada Santa Emilia	755 m	Este

<b>Poblados</b>		
Bremen, Guácimo	384 m	Noreste
Las Mercedes, Guácimo	485 m	Noroeste
Pocora Sur, Guácimo	706 m	Sureste
Pocora, Guácimo	743 m	Noreste
<hr/>		
	93 m	Oeste
	170 m	Noroeste
	257 m	Oeste
<b>Caminos</b>	276 m	Norte (paralelo)
	562 m	Este
	669 m	Este
	931 m	Oeste

El Punto Caliente de Aves N°2 se encuentra dentro del Corredor Biológico Guácimo al lado sur de la carretera y a escasos 66 m de una de las Rutas de Conectividad que cruzan la Ruta 32 en su sección de la ampliación.

En la Figura 89 se puede apreciar cómo luce este punto en el campo.



Figura 89. Fotografía panorámica del Punto Caliente para Aves N° 2.

#### 4.2.1.7.3. Punto Caliente para Aves N° 3

**Cantón:** Matina.

**Distrito:** Batán.

**Coordenadas:** 10,0751 Norte y -83,374 Oeste.

**Longitud de punto sobre la carretera:** 577 m.

En los alrededores de este punto caliente se puede encontrar una gran variedad de uso de suelo que hacia el noreste colinda con una de las grandes fincas bananeras del Caribe tal como se puede observar en el mapa de la Figura 90.

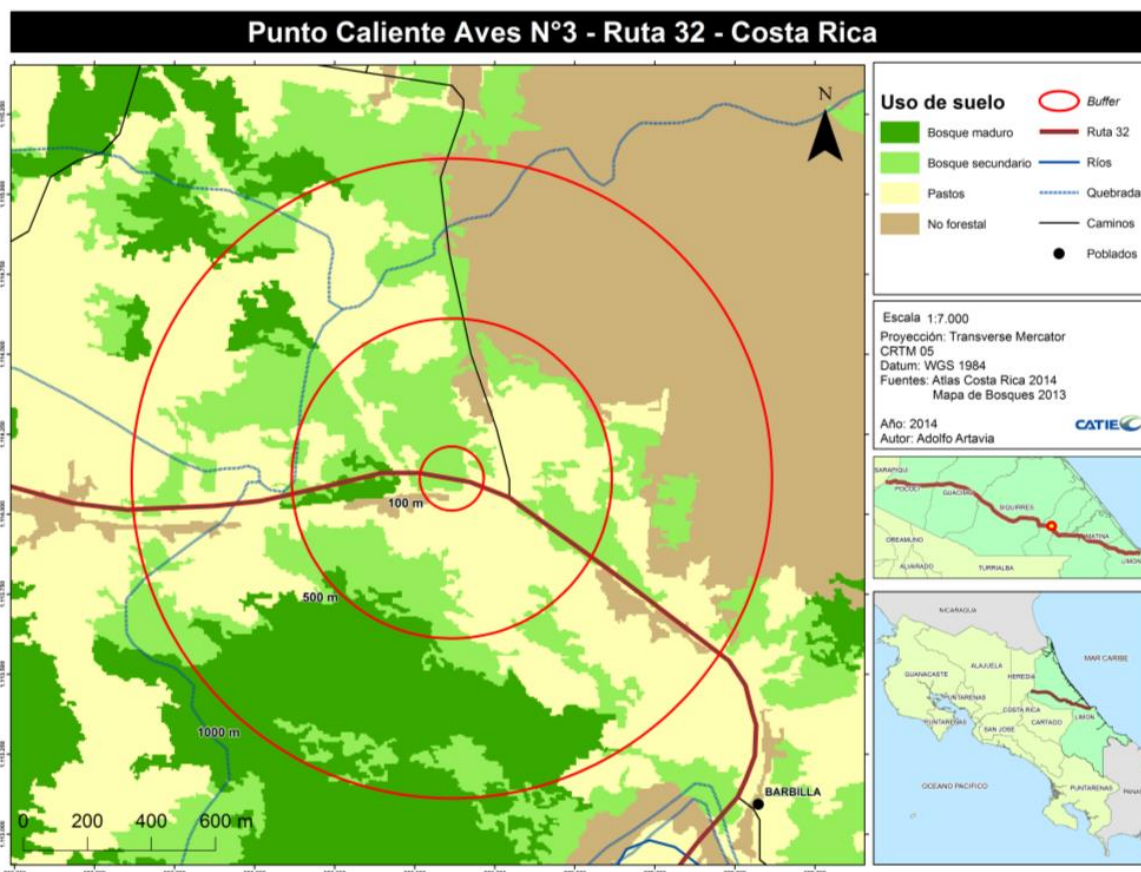


Figura 90. Ubicación y uso de suelo en el Punto Caliente N°3 de cruce de aves en la sección de la ampliación de la Ruta 32.

En este punto caliente se identificó cuatro especies de aves: viudita, soterrey, un saltador no identificado y un sargento. Mientras que otro tipo de fauna también estuvo presente con el registro de un sapo común, una culebra terciopelo, un perezoso de dos dedos. Contrario al lado norte de la carretera, hacia el sur de esta se puede apreciar una gran masa forestal donde se esperaría que habitaran gran cantidad de fauna. Estos bosques se ubican principalmente en el *buffer* de 1000 m de diámetro (Cuadro 112).

Cuadro 112. Uso del suelo en el Punto Caliente de Aves N°3.

$\emptyset$ Buffer	Área	Bosque maduro	Bosque sec.	Plantación forestal	Pastos	No forestal	Bosque	No bosque
100 m	ha	0	1.26	0	0.9	0.99	<b>40.0%</b>	<b>60.0%</b>
	%	0.0%	40.0%	0.0%	28.6%	31.4%		
500 m	ha	0.63	18.36	0	39.06	20.25	<b>24.2%</b>	<b>75.8%</b>
	%	0.8%	23.4%	0.0%	49.9%	25.9		
1000 m	ha	22.86	51.21	1.89	163.98	57.06	<b>29.6%</b>	<b>70.4%</b>
	%	7.3%	16.3%	6.0%	52.2%	18.2%		

Según los cálculos efectuados, el poblado más cercano se ubica a 1.4 km de distancia en línea recta y el río más cercano (Barbilla) a casi 1.3 km (Cuadro 113). Sin embargo existen dos quebradas que al parecer no tienen una cobertura forestal muy marcada.

Cuadro 113. Cercanía a cursos de agua, poblados y caminos al Punto Caliente de Aves N° 3.

<b>Nombre</b>	<b>Distancia</b>	<b>Dirección</b>
<b>Ríos</b>		
Río Barbilla	1281 m	Sureste
<b>Quebradas</b>		
Quebrada sin nombre	500 m	Oeste
Quebrada Salsipuedes	611 m	Norte
<b>Poblados</b>		
Barbilla, Matina	1397 m	Sureste
<b>Caminos</b>		
	190 m	Este

Ningún tipo de unidad de conservación se localiza cerca de este punto el cual se ilustra con la fotografía de la Figura 91.



Figura 91. Fotografía panorámica del Punto Caliente para Aves N° 3.

#### 4.2.1.7.4. Punto Caliente para Aves N° 4

**Cantón:** Matina.

**Distrito:** Matina.

**Coordenadas:** 10,0475 Norte y -83,3393 Oeste.

**Longitud de punto sobre la carretera:** 326 m.

Este punto caliente se ubica muy cerca del Río Barbilla en donde predomina el uso de suelo no forestal y los pastos (Figura 92). Hace el noroeste del punto se puede apreciar un bloque grande de bosques maduros y secundarios. Se destaca la gran cantidad de quebradas tanto al norte como al sur del punto.



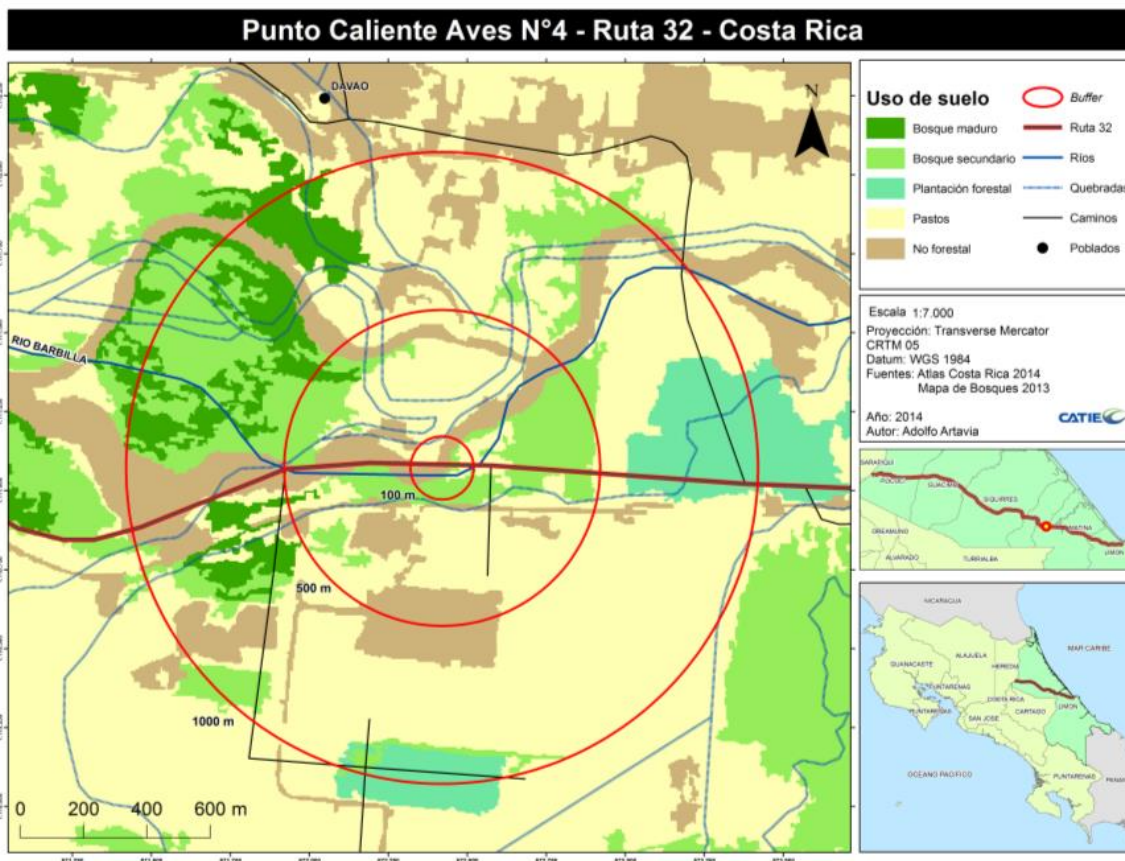


Figura 92. Ubicación y uso de suelo en el Punto Caliente N°4 de cruce de aves en la sección de la ampliación de la Ruta 32.

En este punto caliente se registró tres individuos de aves los cuales no pudieron ser identificados y muy cerca del área roja de este punto se registró un individuo de pecho amarillo y otro de sargento. Otros grupos taxonómicos estuvieron ausentes a excepción de un sapito de hojarasca.

El porcentaje de bosque y no bosque fue muy similar en los tres *buffers* analizados (Cuadro 114). Sin embargo los bloques de bosque se concentran muy concentrados prácticamente en un solo punto, mientras que los pastos están distribuidos alrededor del punto caliente.

Cuadro 114. Uso de suelo en el Punto Caliente de Aves N°4.

Ø Buffer	Área	Bosque maduro	Bosque secundario	Plantación forestal	Pastos	No forestal	Bosque	No bosque
100 m	ha	0	1.89	0	1.08	0.27	<b>58.3%</b>	<b>41.7%</b>
	%	0.0%	58.3%	0.0%	33.3%	8.3%		
500 m	ha	3.69	33.03	0	36.72	5.13	<b>46.7%</b>	<b>53.3%</b>
	%	4.7%	42.0%	0.0%	46.7%	6.5%		
1000 m	ha	51.21	79.29	0	110.70	73.26	<b>41.5%</b>	<b>58.5%</b>
	%	16.3%	25.2%	0.0%	35.2%	23.3%		

Como ya se mencionó, este punto lo cruza el Río Barbilla el cual también recorre la carretera paralelamente en gran parte de los 326 m de longitud de dicho punto caliente. Como se puede

ver en el Cuadro 115, el poblado más cercano se encuentra incluso fuera del *buffer* de 1000 m de diámetro.

Cuadro 115. Cercanía a cursos de agua, poblados y caminos al Punto Caliente de Aves N° 4.

<b>Nombre</b>	<b>Distancia</b>	<b>Dirección</b>
<b>Ríos</b>		
Río Barbilla	23 m	Sur
<b>Quebradas</b>		
Quebrada del Río Barbilla	89 m	Norte
Quebrada Calderón	114 m	Sur
<b>Poblados</b>		
Davao, Matina	1227 m	Norte
<b>Caminos</b>		
	154 m	Este
	495 m	Oeste
	906 m	Este
	963 m	Sur (paralelo)

En el la Figura 93 se puede apreciar una vista característica de este punto caliente.



Figura 93. Fotografía panorámica de Punto Caliente para Aves N° 4.

#### 4.2.1.7.5. Punto Caliente para Aves N° 5

**Cantón:** Matina.

**Distrito:** Matina.

**Coordenadas:** 10,0456 Norte y -83,3043 Oeste.

**Longitud de punto sobre la carretera:** 359 m.

El último punto caliente para aves se encuentra en un lugar donde los pastos dominan por completo el primer *buffer* de 100 m de diámetro como se puede ver en la Figura 94. Por su parte, existen bloque de bosque secundario a ambos lados de la carretera y una quebrada muy cercana al punto caliente en dirección oeste.



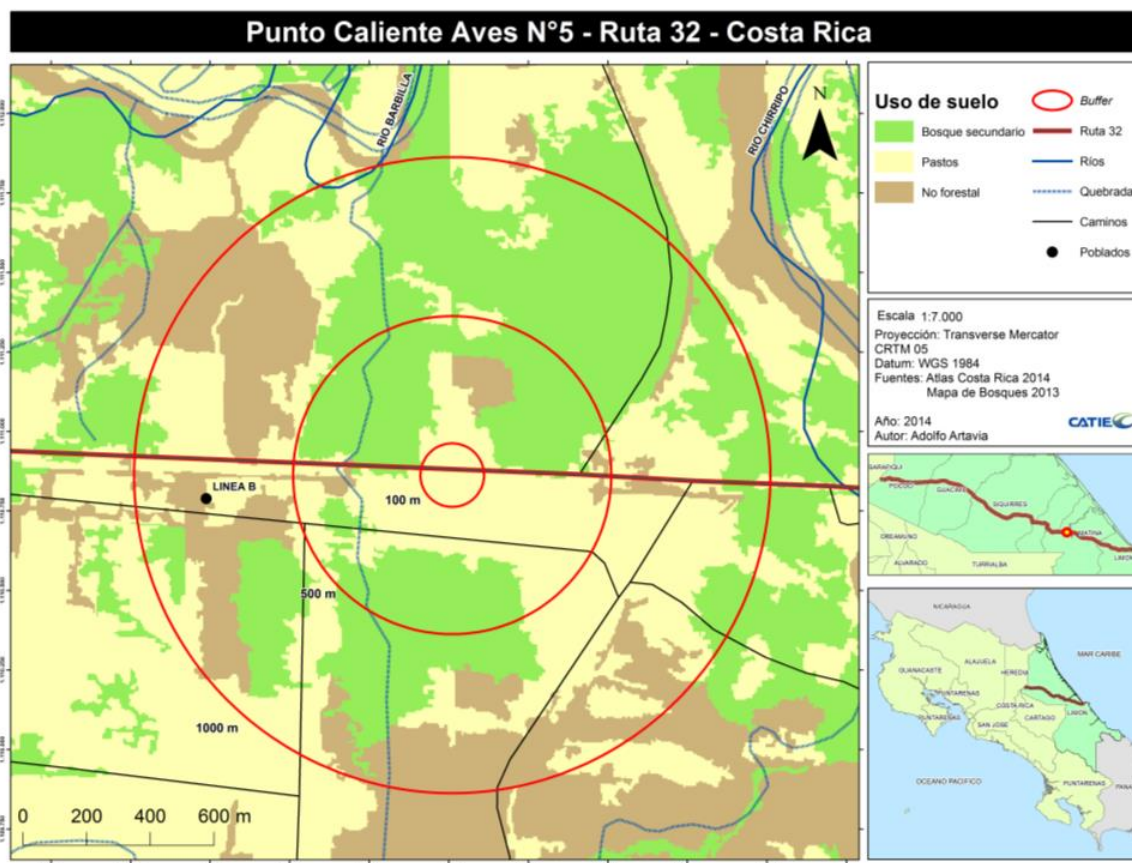


Figura 94. Ubicación y uso de suelo en el Punto Caliente N°5 de Aves sección de la ampliación de la Ruta 32.

Este es el punto caliente de ave que posee más registro con un total de cinco, todos ellos registrados durante los recorridos en vehículo (Cuadro 116).

Cuadro 116. Composición de especies de aves en el Punto Caliente N° 5.

Recorridos (n=5)	Otros reportes (n=0)	Fuente información
Ave no id. (n=2) <i>Ramphocelus</i> sp. Ave no id. (Fam. Thraupidae)		

En cuanto a otro tipo de fauna dentro de este punto caliente, solamente se registró tres sapos comunes y un zorro pelón.

El uso de suelo considerado como bosque aumentó de 0 a poco más de 51% del *buffer* de 100 m al de 500 m (Cuadro 117). El único tipo de bosque alrededor de este punto caliente fue el secundario

Cuadro 117. Uso del suelo en el Punto Caliente de Aves N°5.

<i>Buffer</i>	<i>Área</i>	<b>Bosque secundario</b>	<b>Pastos</b>	<b>No forestal</b>	<b>Bosque</b>	<b>No bosque</b>
100 m	ha	0	3.15	0	<b>0.0%</b>	<b>100.0%</b>
	%	0.0%	3.15	0.0%		
500 m	ha	40.41	33.84	4.05	<b>51.6%</b>	<b>57.4%</b>
	%	51.6%	43.2%	5.17%		
1000 m	ha	134.91	119.07	60.30	<b>43.0%</b>	<b>57.0%</b>
	%	43.0%	37.9%	19.12%		

Solamente hay un curso de agua cerca del punto caliente. Se trata de una quebrada sin nombre y para encontrar al río más cercano se tendría que viajar más de 1200 m hacia el este (Cuadro 118).

Cuadro 118. Cercanía a cursos de agua, poblados y caminos al Punto Caliente de Aves N° 5.

<b>Nombre</b>	<b>Distancia</b>	<b>Dirección</b>
<b>Ríos</b>		
Río Chirripó	1236 m	Este
<b>Quebradas</b>		
Quebrada sin nombre	349 m	Oeste
<b>Poblados</b>		
Línea B, Matina	776 m	Suroeste
<b>Caminos</b>		
	197 m	Sur (paralelo)
	399 m	Este
	755 m	Este

Ningún otro punto caliente o semi-caliente coincide con el Punto Caliente de Aves N° 5. Una vista de este punto en el campo se puede apreciar en la Figura 95 y finalmente vale resaltar que existe una red de lagunas permanentes que se ubican en dirección norte de este punto que podrían tener influencia en las aves de la zona



Figura 95. Fotografía panorámica del Punto Caliente para Aves N° 5.

### 4.3. Registros de fauna silvestres según topografía de la carretera

Como se explicó en la sección de Metodología, para cada registro de fauna silvestre (atropellos, avistamientos y rastros) se obtuvo la información de cuál era la posición de la carretera con respecto a la vegetación. Se utilizaron solamente los 903 registros obtenidos mediante los recorridos y se descartaron los 170 registros de las parcelas para no crear un sesgo en los porcentajes.

Los resultados de los seis tipos de topografía para los cuatro grupos taxonómicos se pueden apreciar en la Figura 96.

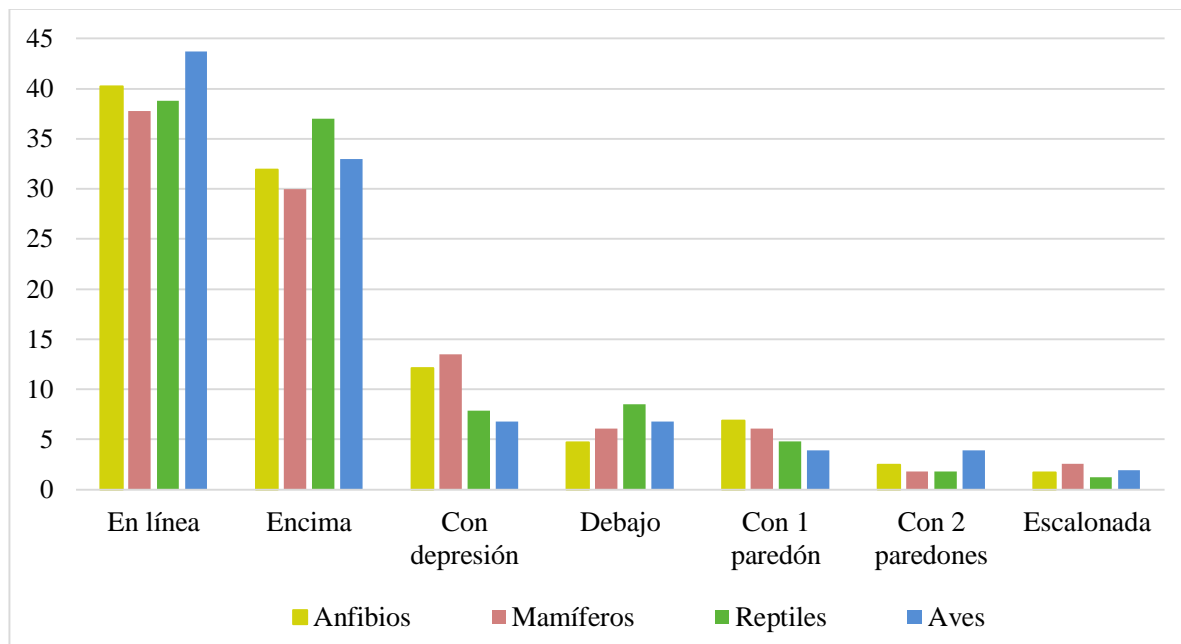


Figura 96. Porcentaje de registros de fauna silvestre según la topografía de la carretera con respecto a la vegetación.

Los cuatro grupos taxonómicos presentan un comportamiento similar en cuanto a la topografía en donde fueron tomados sus registros. La mayoría de ellos se dieron en partes donde la carretera se encontraba en línea con la vegetación y encima de esta, lo cual coincide con el estudio de Sáenz *et al.* (2012) en la zona de Guanacaste. Sin embargo, se deben de hacer estudios más detallados para determinar si la topografía de la carretera influye en los lugares donde los animales cruzan la carretera, así como posibles preferencias entre especies. También valdría la pena hacer un estudio general de la carretera estudiada para determinar qué tipo de topografía predomina en la zona y evaluar si esto influye o no en los registros.

#### 4.4. Registros de fauna silvestre según curvatura de la carretera

La relación entre los atropellos de fauna silvestre y la curvatura de la carretera en ese punto ha sido un poco más estudiada por algunos investigadores. En el presente trabajo, la amplia mayoría de los registros se dieron en rectas tal como se puede apreciar en la Figura 97.

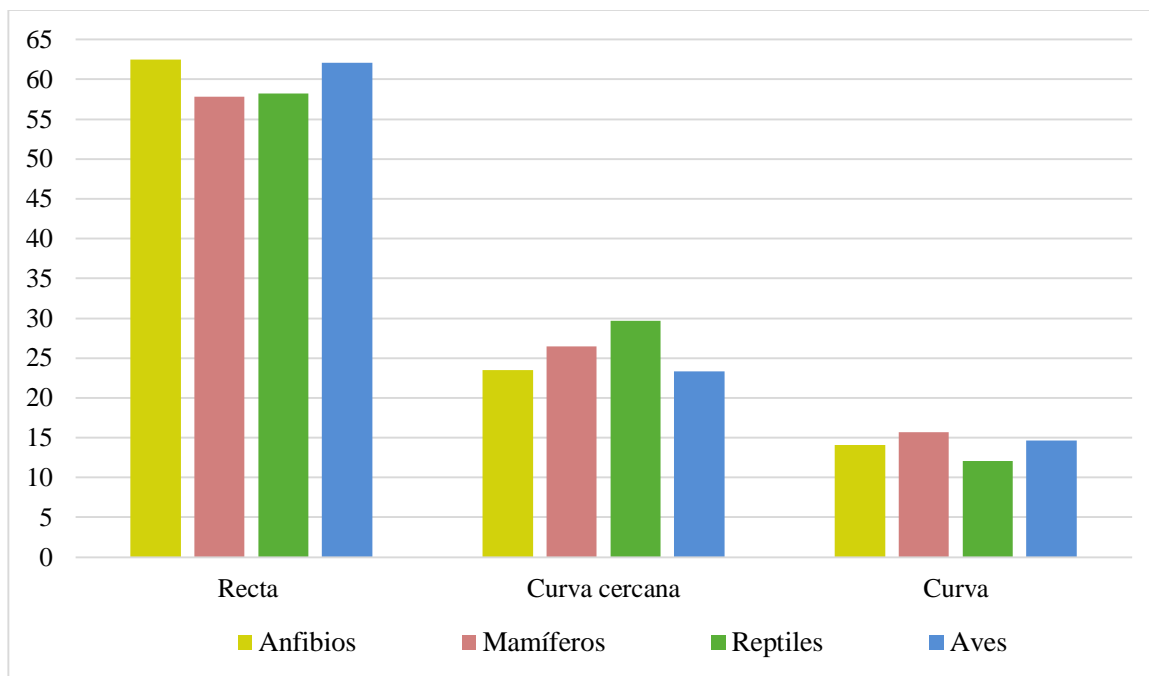


Figura 97. Porcentajes de registros de fauna silvestre con respecto a la curvatura de la carretera.

Según resultados en las investigaciones de García *et al.* (2014) en la Costanera Sur y de Sáenz *et al.* (2012), la mayoría de los registros (principalmente atropellos) también se dan en rectas para todos los grupos taxonómicos. La única excepción es en el caso de los anfibios en Guanacaste, en donde hubo alrededor de 6 registros más en secciones con curvas cercanas (menos de 200 m) que en secciones de rectas.

Una investigación llevada a cabo por la Universidad de Costa Rica a cargo de Carlos Pérez concluyó que “la alta velocidad es la responsable de los atropellos, por eso mueren animales en línea recta, en donde los conductores se sienten más seguros y manejan más rápido” (Rojas 2014).

En el caso de la sección de la ampliación de la Ruta 32, el hecho de que hubiera más registros en rectas puede estar influenciado a que la mayoría de los 94.9 km estudiados poseen pocas curvas.

Se recomienda estudiar más a fondo este fenómeno para determinar si existe una relación directa de los registros de fauna con la curvatura, o de esta con otras variables como el uso del suelo a ambos lados de la carretera, la topografía o los cursos de agua que cruzan la carretera.

#### 4.5. Registros de fauna silvestre según el uso del suelo adyacente a la carretera

Como se mencionó anteriormente, cada vez que se tomaba un registro de un animal silvestre se anotaba cuál era el uso de suelo inmediato a ambos lados de la carretera. Esta información será importante en análisis futuros para determinar si los animales tienen preferencias sobre el uso del suelo adyacente en los lugares de cruce.

Como se puede apreciar en la Figura 98, la mayoría de los atropellos se produjeron en zonas con tacotal y potrero. Este tipo de uso de suelo también es el que predomina a lo largo de los 94.9 km estudiados, por lo que no se podría asegurar que este tenga influencia directa en los lugares donde cruzara la fauna silvestre registrada.

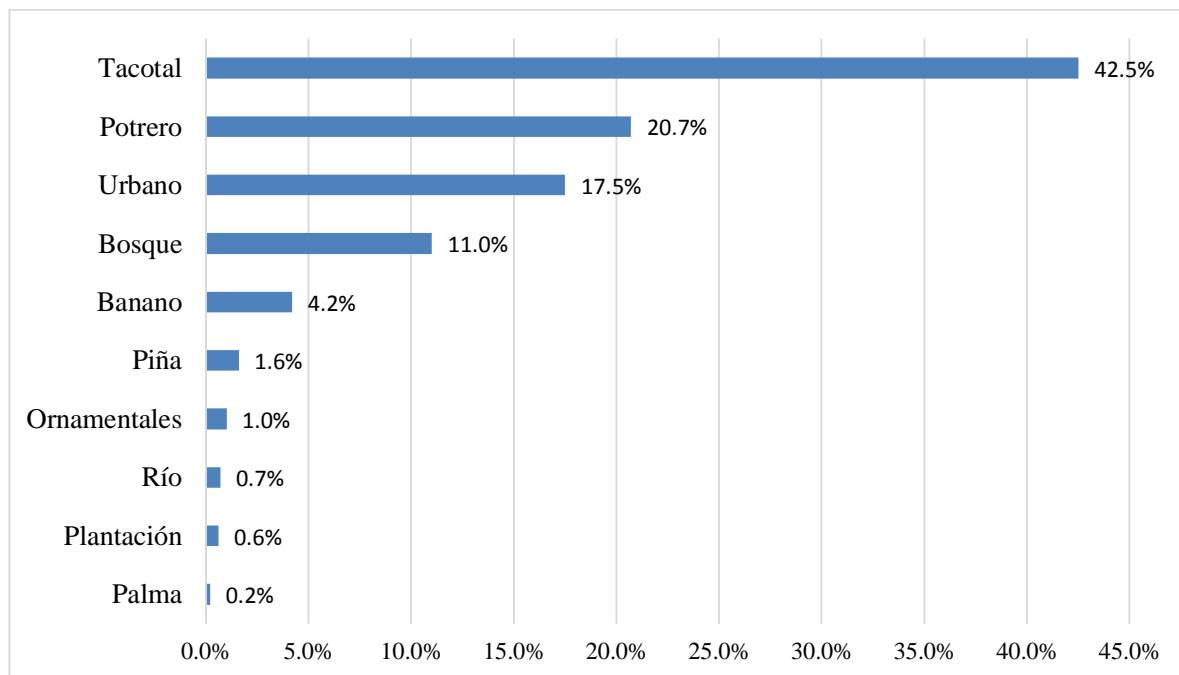


Figura 98. Porcentaje de registros de fauna silvestre en cada uso de suelo en la sección de la ampliación de la Ruta 32.

## **5. ANÁLISIS DE LA EXPERIENCIA, DE LOS ALCANCES Y LIMITACIONES DE LOS RESULTADOS**

A pesar de que el tema de fauna silvestre en carretera ha sido estudiado desde hace casi tres décadas en varias partes del mundo, parece no existir una metodología estándar en la que los investigadores estén de acuerdo.

Como se ha mencionado a través del trabajo, cada proyecto obedece a sus propios objetivos y recursos disponibles. De esta manera, hay investigaciones que realizan recorridos en la carretera en busca de atropellos de animales varios días cada semana por varios meses o incluso años, así como estudios muy generales en donde los recorridos son mucho menores en cantidad, frecuencia y extensión.

Si por si fuera poco la metodología de toma de datos en campo es muy variable de investigación a investigación, la forma de analizar los resultados es un tema aún más complicado. Existen múltiples maneras de hacerlo y no hay una más válida que otra siempre y cuando se justifiquen las razones. Así como existen modelos matemáticos y estadísticos para tratar de explicar los resultados de una investigación de fauna en carreteras, el análisis que ofrece la herramienta Densidad Kernel resulta fácil de aplicar y entender para la mayoría de las personas. Otra de sus ventajas es que ofrece resultados prácticos que permiten enfocar los esfuerzos de conservación en las zonas prioritarias o “puntos calientes”. Sin embargo hay que tener mucho cuidado porque es una herramienta muy versátil la cual el usuario puede manipular de muchas maneras, por lo cual es indispensable siempre reportar cómo se utilizó y por qué.

Por ejemplo, una de las consideraciones que se tomó en este trabajo fue confeccionar los mapas calientes de cruces de fauna solamente con datos registrados bajo una metodología constante; en este caso, los recorridos en vehículo. Se consideró que otro tipo de registros como por ejemplo los reportes independientes, las entrevistas o las parcelas, provocarían un sesgo en los mapas que podría crear puntos calientes en lugares de la carretera donde hubo un esfuerzo mayor de muestreo o de colaboración por parte de terceras personas.

Otro punto que es importante de aclarar es que los resultados de esta investigación son válidos para el momento en que se obtuvieron. Es decir, las condiciones cambiantes del paisaje y del clima puede ser que alteren los patrones de movimiento de los animales en pocos meses o incluso semanas. Es posible que cuando se inicien las obras de ampliación de la Ruta 32 y después de su construcción, las animales hayan variado su comportamiento con respecto a la carretera y eviten acercarse por un tiempo. Es por esto que los expertos recomiendan que se mantenga un monitoreo constante de la fauna en carretera y a sus alrededores después de finalizadas las obras.

A pesar de que se hizo grandes esfuerzos por compartir e incluir a personas de los poblados locales, el poco tiempo que se tenía durante las giras de campo y un ajustado presupuesto para gastos de combustible limitó la interacción con actores clave que pudieran enriquecer el trabajo con información.



En la zona de estudio es un hecho que ocurrieron más atropellos de los que fueron registrados. Se realizó un gran esfuerzo durante los ocho meses de este trabajo para tratar de obtener la mayor cantidad de los atropellos que realmente ocurren en la carretera tanto en los días de recorridos como en días fuera de campo. Esto se logró gracias a una red muy importante de colaboradores.

El hecho de que una carretera se encuentre muy cerca del hábitat de animales silvestres es algo de que se debería de estudiar para mitigar su impacto, ya sea una obra nueva o una mejora como por ejemplo la ampliación de la Ruta 32. El flujo vehicular en esta importante carretera para el país es muy alto y constante; además de que muchos de los usuarios de la vía son vehículos grandes, pesados y con contenedores largos que tienen una capacidad de frenado limitada.

Todo esto hace cuestionar si es mejor permitir la permeabilidad de una carretera por parte de los animales o por el contrario desincentivar a estos a cruzarla. En el primer caso la conectividad estructural y funcional se mantendría, pero en el segundo caso se estaría evitando muertes de fauna por atropello. Estas son dos posibilidades muy complicadas de estudiar biológica y ecológicamente, aunque el hecho de que las carreteras “llegaron después” puede inclinar la balanza para decir que los animales tienen el derecho de moverse por su hábitat original.

## 5.1 Utilización de los resultados por parte la organización solicitante

Este documento pretende ser la base sobre la cual el Comité Científico de la Comisión Vías y Vida Silvestre recomiende medidas específicas para la reducción del impacto de la sección de la ampliación de la Ruta 32 sobre la fauna silvestre.

Tanto los puntos calientes, los puntos semi-calientes y algunas zonas propuestas han sido descritas con gran detalle para que en una etapa posterior se valide en el campo la posible efectividad y la viabilidad de la inclusión de pasos de fauna superiores e inferiores en cada punto.

Sin embargo, se debe de analizar cada caso en específico porque es posible que algunas zonas adyacentes a la carretera que son importantes para la fauna hayan quedado fuera de los mapas de calor. Caso contrario se da cuando un punto caliente no necesariamente sea un sitio de importancia prioritaria para la fauna silvestre. Esto tomando en cuenta que los mapas de calor se realizaron con resultados de abundancia de especies y no la composición o prioridad ecológica de las mismas. Este parece ser el caso del Punto Caliente de Anfibios N°1 el cual estuvo compuesto básicamente por sapos comunes (*R. marina*) los cuales son especies generalistas y de poca preocupación para la conservación. Prueba de ello es que este punto caliente se ubicó en la entrada del poblado de Pocora (Guácimo) en donde hay un 0% de bosque en el *buffer* de 100 m de diámetro y solamente un 9.3% de cobertura forestal en su *buffer* de 500 m. De ahí la importancia de complementar la composición de especies con las otras fuentes de información.

A pesar de que se considera que el esfuerzo efectuado es muy valioso y que se obtuvieron muchos y muy interesantes resultados, siempre será deseable realizar la mayor cantidad y frecuencia de recorridos posibles. Sin embargo, se debe de hacer un balance entre la inversión de tiempo y recursos disponibles para establecer un plan que cumpla con los objetivos de la investigación y principalmente que sea un trabajo práctico que sirva para la toma de decisiones.

## 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES GENERALES

### 6.1 Conclusiones sobre mortalidad de fauna en carretera

- Esta investigación significa un primer acercamiento para conocer el impacto real que el tránsito vehicular tiene sobre la fauna silvestre del Caribe costarricense. Esto debido a que hay atropellos no están siendo registrados en los días que no se realizan los recorridos, hay personas que no reportan estos casos y porque en ocasiones el animal muere en lugares donde no pueden ser vistos.
- Tanto la cantidad (n=1073) como la variedad de especies (n=94) registradas fueron cifras muy altas las cuales no se esperan tener. Las implicaciones de perder tanta fauna silvestre son desconocidas por el momento, pero esto podría estar provocando un desequilibrio en poblaciones de animales como los perezosos de dos dedos.
- La mayoría de las especies más registradas son de hábitos nocturnos. No se está claro si esto se debe más a razones que relacionadas al comportamiento animal o a factores vehiculares: tránsito a mayor velocidad en las noches y menor visibilidad para conductores y animales.
- Al parecer se da un incremento en el atropello de anfibios en los días en que llueve. Esto fue particularmente evidente en el caso del sapo común y los cecílicos.
- Los didélfidos fueron especies de mamíferos muy registrados en el estudio. El zorro pelón, el zorro gris de cuatro ojos y el zorro de balsa ocuparon el primer, cuarto y quinto lugar respectivamente.
- El hecho de que especies de mamíferos arborícolas estén siendo atropelladas en lugares sin la presencia de árboles en uno o ambos lados de la carretera, hace concluir que se requieren estudios detallados para determinar las razones. Tal fue el caso de los perezosos de dos dedos y los zorros de balsa.
- El zorro pelón es la especie de mamífero más afectado por las carreteras tanto en este estudio como en varios de los realizados en Costa Rica. Su versatilidad y condición de especie generalista lo hace estar presente en gran variedad de ecosistemas; incluyendo zonas urbanas.
- Los registros obtenidos con la metodología de parcelas solamente significaron el 15.8% del total. Sin embargo, es información importante que en la mayoría de los casos no hubiera podido haber sido registrada ya sea por su tamaño o localización (a orillas de la carretera).
- A pesar de no ser comparables, esta investigación y otras realizadas en Costa Rica presentan la similitud de que las siguientes especies Figuran dentro de las más registradas: zorro pelón, la boa y el armadillo.
- A diferencia de varias investigaciones en el país, el oso hormiguero no figuró dentro de los principales mamíferos registrados en esta investigación (noveno lugar de 25 especies). Sin embargo los registros obtenidos por medio de reportes independientes duplicó la

cantidad de individuos de los recorridos. Caso similar ocurrió con el mapache, perezoso de tres y de dos dedos, puercoespín y pizote, lo cual confirma aún más la importancia que tienen las otras fuentes de información.

- Según los resultados obtenidos, el perezoso de dos dedos es una especie para la cual se deben de priorizar los esfuerzos de conservación en la zona de estudio. En promedio más de dos perezosos fueron atropellados por mes en los 94.9 km estudiados.
- Después de ocho meses de estudio, 32 recorridos de la carretera y 3036.8 km monitoreados, se concluye que en los días que fueron realizados los recorridos, cada 3.3 km se registró un animal silvestre en la sección de la ampliación de la Ruta 32.

## **6.2 Conclusiones sobre determinación de cruces de fauna silvestre**

- Los 94.9 km analizados de la Ruta 32 presenta un mosaico muy variado de tipos de uso de suelo. A pesar de que se necesitaría hacer un análisis más detallado, los registros de fauna silvestre no presentaron un patrón definido con respecto a la presencia o no de algún tipo de cobertura forestal. A manera general, los animales están siendo atropellados indistintamente a lo largo de la carretera.
- La cercanía a cuerpos de agua (río y quebradas) si fue una condición generalizada en el caso de los tres puntos calientes de mamíferos terrestres que se generaron en el mapa de calor correspondiente; así como la inexistencia de poblados a menos de 500 m. Sin embargo no se obtuvo relación alguna en cuanto a la presencia o no de bosque adyacente a la carretera.
- En cuanto a anfibios, los puntos calientes (n=2) y semi-calientes (n=3) parecen no presentar las características ideales para recomendar pasos de fauna específicos para este grupo taxonómico. Esto debido a la composición de especies en esos puntos (en la mayoría sapos comunes) y porque las condiciones locales dificultarían la construcción de un paso de fauna inferior. Sin embargo, esto deberá de analizarse a profundidad en una siguiente etapa del proyecto.
- El único punto caliente de reptiles coincidió con un punto caliente de anfibios, para lo cual aplica una situación similar: poca diversidad de especies y lugar rodeados de áreas nos forestales y pastos.
- Por lo general, los ríos y quebradas poseen cobertura forestal en sus márgenes, lo que podría significar rutas utilizadas por los animales y por donde cruzan la carretera. En algunos casos se logró comprobar esto, sin embargo se debe de hacer un análisis en campo sobre este tema.
- Las fuentes de información secundarias como los reportes independientes y las parcelas suministraron registros de gran importancia para la validación de varios puntos calientes. También permitieron proponer secciones a considerar para la recomendación de pasos de fauna inferiores y superiores.

- Se debería de procurar que los pasos de fauna inferiores sean utilizados por la mayor cantidad de organismos posible. De esta forma, pasos de fauna para mamíferos terrestres también servirían para el cruce de anfibios y reptiles.

### 6.3 Recomendaciones

- Realizar otro tipo de análisis para comparar puntos calientes. En el caso de esta investigación se utilizó abundancia de animales para determinar los puntos prioritarios de cruce de fauna en la carretera. Sin embargo, se recomienda realizar un análisis ponderando la importancia ecológica de cada especie.
- Actualmente es incierta la calidad de los hábitats adyacentes a la carretera. Es probable que en algunos sitios en uno de los lados de la carretera haya presencia de animales y que estos no tengan la necesidad de cruzar. Por otro lado, también está la posibilidad de que los bosques aledaños no estén satisfaciendo las necesidades de la fauna o no presenten las características ideales para su permanencia. Por estas razones se recomienda un estudio de las zonas adyacentes a la carretera.
- Analizar las condiciones del tiempo a través del año con los atropellos para así determinar si existe una relación entre la frecuencia e intensidad de las lluvias con los atropellos de fauna silvestre en la sección de la ampliación de la Ruta 32.
- Evaluar la efectividad de realizar o no las parcelas. Esto tomando en cuenta los objetivos del estudio, la longitud de la carretera, la cantidad de vegetación adyacente a la vía y la metodología a utilizar, ya que se podría priorizar otro tipo de esfuerzos. Además, las caminatas en las parcelas significan un inversión en tiempo, recursos y conlleva un riesgo mayor para el equipo de campo.
- Estudiar detalladamente especies muy particulares para determinar si los hábitats a niveles muy locales poseen influencia sobre su cruce de la carretera o su presencia cerca de ella. Tal puede ser el caso de las tortugas, los cecílidos, perezosos de dos dedos y boas. También hacer estudios más profundos sobre la ecología de estas especies como por ejemplo: tipo de desplazamiento, edad, sexo, migraciones, dieta, hábitos, influencia de la luna, entre otros.
- Es importante manejar de manera muy cuidadosa la información que se obtiene de las personas. Ya sea en las entrevistas o reportes independientes, la información no siempre es muy precisa en cuanto a la especie o al lugar del atropello. Se recomienda recordar a las personas obtener una fotografía del animal (en el caso de los reportes independientes) y describir el lugar lo más detallado posible para posteriormente ir a georeferenciar el sitio. No se debe desestimar ningún tipo de información pero tampoco utilizarla como un hecho concreto para ofrecer recomendaciones.
- Utilizar fotos satelitales lo más actuales posibles para determinar detalles que en los *shapefiles* no son posibles de observar. Ejemplo de esto es poder caracterizar cada una de las zonas consideradas como “no forestal” en el SIG y estudiar franjas de bosque muy delgadas o cercas vivas como posibles rutas de animales tanto terrestres como arborícolas. También determinar si existe infraestructura humana ya que los *shapefiles* no proveen esa información, como por ejemplo casas, fincas, portones, establos, etc.

- Analizar el posible uso que especies de otros grupos taxonómicos podrían dar a pasos de fauna diseñados para mamíferos terrestres. Esto para que así se maximice los beneficios de su construcción.
- Una vez que se dé la ampliación y durante la construcción de la obra, las condiciones de la carretera van a cambiar también: ruido, luminosidad, flujo vehicular, alteraciones en el hábitat adyacente a la carretera e incluso un posible cambio en el microclima. Se recomienda realizar un monitoreo constante de la fauna en carretera el cual incluye un plan de rescate y en los casos que se amerite, la relocalizaciones de animales.
- Realizar el estudio tanto en meses secos como lluviosos para determinar si es un factor que provoque que los animales se alejen o se acerquen a la carretera.
- La estacionalidad y los eventos climáticos cortos e intensos podrían generar registros masivos que a la postre genere sitios de la carretera con puntos calientes donde en realidad no lo son a lo largo del año. Por ejemplo, lluvias muy intensas y prolongadas durante dos días podría elevar los registros de anfibios por atropellos en algunos lugares de la carretera.
- Realizar combinaciones de factores que pudieran estar afectando al atropello de fauna en la sección de la carretera estudiada: topografía, curvatura, uso del suelo, cercanía a cursos de agua, etc. Por ejemplo, comparar si una curva con bosque adyacente conlleva más o menos riesgo que una recta con zonas de pastos.
- Realizar un análisis para verificar si la vegetación inmediata a la carretera (malezas) afecta o el atropello de los animales. Determinar si es un factor que impide la visibilidad de los conductores y los animales.

## **7. LECCIONES APRENDIDAS**

- Al iniciar el trabajo, nunca se pensó la gran cantidad de fauna silvestre atropellada que iba a haber en este segmento de la Ruta 32 ya que en términos generales atraviesa muy pocas áreas en las que se puede ver cobertura boscosa. Se considera que es una lección muy valiosa no subestimar
- De cierto modo se logró visibilizar un problema muy poco perceptible que ocurre en las carreteras de Costa Rica que la gran cantidad de muertes que una vía significa. Muchas veces los conductores ni si quiera piensan en eso (como fue perceptible en las entrevistas) y otros que si están conscientes del problema tal vez no dimensionan sus proporciones reales.
- Un estudio como este conlleva mucho trabajo y de análisis de la información, por lo cual tener una red de colaboradores es muy importante para poder llevar a cabo todas las actividades de forma satisfactoria. También se incurre en muchos gastos de diferente tipo por lo que se recomienda establecer alianzas de colaboración con personas y empresas antes y durante el proyecto para poder suplir las necesidades de diferente tipo de la investigación: logística, materiales y equipo, colaboradores, etc.



- En el caso de la sección de la ampliación de la Ruta 32, fue difícil utilizar otro tipo de metodologías como por ejemplo cámaras trampa para registrar el movimiento de fauna silvestre en sectores inmediatos a la carretera. Esto por varias razones: existían muy pocas zonas boscosas inmediatas a la carretera, el equipo corre el riesgo de poder dañarse producto de la lluvia constante de la zona, las cámaras están muy expuestas a robos por parte de personas que caminen por esos lugares y se dificultaba muchísimo hacer una divulgación de la información del proyecto a tantos poblados y comunidades para comunicar sobre la presencia de cámaras en lugares adyacentes a la carretera. Una de las cámaras que se instalaron fue robada en cuestión de dos días. Este método pareciera ser más efectivo en carreteras menos transitadas y en lugares más rurales.
- Fue un punto clave contar con colaboración de muchas personas y organizaciones para realizar el trabajo. Son muchos los requerimientos de un trabajo de este tipo y sin muchos tipos de ayuda que se obtuvo no hubiera sido posible llevar a cabo la investigación.

### **7.1 Consideración final**

Para que este esfuerzo cumpla con su objetivo de ser “práctico” para la “conservación de la biodiversidad”, se deben articular esfuerzos para poder hacer todo lo posible para que las recomendaciones finales (la más importante: pasos de fauna) puedan ser recibidas y aprobadas por el Gobierno de Costa Rica.

Hasta hora se han tenido varias reuniones y existe un interés por parte de instituciones como CONAVI, MOPT, MINAE y SINAC para implementar dichas medidas en pro de la fauna costarricense que está muriendo todos los días en esta carretera.

El primer paso ya está hecho: identificación de los sitios prioritarios para cada grupo taxonómico. Se espera que pronto se den las recomendaciones finales específicas y acompañar el proceso confiando en que el Gobierno sabrá tomar la mejor decisión.

## 8. BIBLIOGRAFÍA

- Araya-Gamboa, D; Salom-Pérez, R. 2011. Método para la identificación de pasos de fauna sobre la Ruta 415, dentro del Subcorredor Biológico Barbilla-Destierro “Paso del Jaguar”. Cartago, Costa Rica, Panthera. 39 p.
- ArcGIS. 2014a. Esri Maps for SharePoint: Mapas de Calor (en línea). Consultado 28 jul. 2014. Disponible en: <http://doc.arcgis.com/es/maps-for-sharepoint/arcgis-map-web-part/heat-maps.htm>
- ArcGIS. 2014b. Shapefiles (en línea). Consultado 28 jul. 2014. Disponible en: <http://doc.arcgis.com/es/arcgis-online/reference/shapefiles.htm>
- Arévalo, E. 2014. Impacto de la Carretera Interamericana Norte: resultados preliminares (Presentación en Power Point en: Celebración 30 Aniversario ICOMVIS). Heredia, Costa Rica, ICOMVIS (Instituto Internacional en Conservación y Manejo de Vida Silvestre).
- Arévalo-Huezo, E.; Pomareda-García, E. 2013. El Impacto de la Carretera Interamericana Norte Sector Cañas-Liberia en la Mortalidad de Fauna Silvestre antes y durante la Ampliación a Cuatro Carriles. Resultados preliminares. Guanacaste, Costa Rica. En MEMORIA I SIMPOSIO ECOLOGÍA DE CAMINOS: Por vías amigables para la fauna silvestre en Costa Rica. Comisión Vías y Vida Silvestre. UNED. Costa Rica. 48 p.
- Asamblea Legislativa de la República de Costa Rica. Ley no.7317 de Conservación de la Vida Silvestre 2012.
- Asociación Ornitológica de Costa Rica. 2014. Lista Oficial de las Aves de Costa Rica 2014: Versión Online (en línea). San José, Costa Rica. Consultado 13 nov. 2014. Disponible en: <http://listaoficialavesdecostarica.wordpress.com/lista-oficial/lista-oficial-online/>
- Berthinussen, A.; Altringham, J. 2012. The effect of major road on bat activity and diversity. *Journal of Applied Ecology*. 49: 82-89.
- Carrillo, E.; Wong, G.; Sáenz, J. 1999. Mamíferos de Costa Rica Mammals. Santo Domingo, Heredia, Costa Rica, INBio (Instituto Nacional de Biodiversidad). 248 p.
- Carvajal, V. y Díaz, F. 2013. Atropello de mamíferos silvestres en la ruta de acceso al cantón de Liberia, Guanacaste, Costa Rica. *Revista Ventana* (1): 12-14.
- CC-CVVS (Comité Científico-Comisión Vías y Vida Silvestre). 2013. Metodología para la identificación de pasos de fauna en carreteras amigables con la vida silvestre en Costa Rica. San José, Costa Rica. 7 p.
- CC-CVVS (Comité Científico-Vías y Vida Silvestre). 2013. Avances y Logros para Vías Amigables con la Vida Silvestre (presentación en Power Point). San José, Costa Rica.
- CITES (Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres). 2010. Apéndices I, II, III: en vigor a partir del 14 de octubre del 2010. Ginebra, Suiza, UNEP. 42 p.
- CITES (Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora). 2013. ¿Qué es la CITES? (en línea). UNEP. Consultado 14 jun. 2014. Disponible en: <http://www.cites.org/esp/disc/what.php>.
- Clevenger, A.; Chruszcz, B.; Gunson, K. 2003. Spatial patterns and factors influencing small vertebrate fauna road-kill aggregations. *Biology Conservation* 109:15–26.

- Clevenger, T. (2007). "Highways through habitats: The Banff Wildlife Crossings Project". *Transportation Research News* 249: 14–17.
- Collinson, W.; Parker, D.; Bernard, R.; Reilly, B.; Davies-Mostert, H. 2014. Wildlife road traffic accidents: a standardized protocol for counting flattened fauna. *Ecology and Evolution*. 4(15): 3060-3071.
- CONAVI (Consejo Nacional de Vialidad). 2012a. Documento de Evaluación Ambiental D1: Proyecto Ampliación de la Ruta Nacional No. 32. San José, Costa Rica. 92 p.
- CONAVI (Consejo Nacional de Vialidad). 2012b. Proyecto de Ampliación Ruta 32: Documentos de Construcción (en línea). San José, Costa Rica. Consultado 20 abr. 2014. Disponible en: <http://www.conavi.go.cr/wps/portal/CONAVI>
- CONAVI (Consejo Nacional de Vialidad). 2103. Proyecto de Ampliación Ruta 32. San José, Costa Rica. 71 p.
- Echandi, E. 2010. Recomendaciones para ejecutar un plan de reforestación en las zonas municipales de Tamarindo y Langosta con el fin de crear corredores biológicos y enriquecer parches boscosos de utilidad para la fauna silvestre. Tamarindo, Guanacaste, Asociación SalveMonos. 28 p.
- ESRI Inc. (Environmental Systems Research Institute). 2014. ArcGIS (programa de cómputo). Versión 12.1. Redlands, CA, Estados Unidos.
- Estado de la Región. 2013. Estadísticas de Centroamérica (2013): Indicadores sobre desarrollo humano sostenible. Pavas, Costa Rica, Programa Estado de la Nación. 108 p.
- Fernández, E. 2013. Carretera es motor y prioridad para la economía costarricense. *El Financiero*. San José, Costa Rica; dic. 8.
- Fleming, T. 1972. Aspects of the population dynamics of three especies of opossums in the Panama Canal Zone. *Journal of Mammology* 54: 619-623.
- Forman, R.; L. Alexander. 1998. Roads and Their Major Ecological Effects. *Annual. Rev. Ecol. Syst.* 1998. 29:207–31.
- Fournier, M. 2013. Impacto de la red de carreteras del Plan Mesoamérica (resumen en Memoria I Simposio Ecología de Caminos). San José, Costa Rica, UNED (Universidad Estatal a Distancia).
- GAMMA (Programa Ganadería y Manejo del Medio Ambiente). 2014. Programa de Monitoreo de Aves (en línea). CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza). Consultado 8 oct. 2014. Disponible en: <http://gamma.catie.ac.cr/pma/es/>
- García-Blanco, S; Espeja, S.; Romero, M.; Martos, R.; Velasco, H.; PRASCOSUR. 2014. Proyecto PRASCOSUR: Protejamos los Animales de la Costanera Sur, informe semestral. Bahía Ballena, Osa, Costa Rica.
- Garrigues, R.; Dean, R. 2007. *The Birds of Costa Rica: A Field Guide*. Ithaca, Nueva York, Zona Tropical Publications. 416 p.
- Gutiérrez, T. 2014. Casa Presidencial analizará convenio Ruta 32: Mopt y embajador de China participarán. *CR Hoy*, San José, Costa Rica; may. 28.
- Hels T. and Buchwald E. 2001. The effect of road kills on amphibian populations. *Biol. Conserv.* 99: 331–340

- Honda, W. 2012. Informe final de actividades de voluntariado en el Parque Nacional Carara 2010-2012. 70 p.
- iNaturalist. 2014. A Community of Naturalists (en línea). California Academy Sciences. Consultado 3 may. 2014. Disponible en: <http://www.inaturalist.org/>
- INBio (Instituto Nacional de Biodiversidad). 2014. Biodiversidad de Costa Rica (en línea). Heredia, Costa Rica. Consultado 11 oct. 2014. Disponible en: <http://atta2.inbio.ac.cr/neoportal-web>
- JAPDEVA (Junta de Administración Portuaria y de Desarrollo Económico de la Vertiente Atlántica). 2008. Proyectos Regionales.
- Kapelle, M. 2008. Diccionario de la Biodiversidad. Santo Domingo, Heredia, Costa Rica, Instituto Nacional de Biodiversidad (INBio). 385 p.
- Kearney M.; Phillips, B.; Tracy, C.; Christian, K.; Betts, G.; Porter, W. 2008. Modelling species distributions without using species distributions: the cane toad in Australia under current and future climates. *Ecography* 31: 423-434.
- Köhler, G. 2008. Reptiles of Central America. 2 ed. Offenbach, Alemania, Herpeton Verlag Elke Kohler. 400 p.
- Köhler, G. 2011. Amphibians of Central America. Offenbach, Alemania, Herpeton Verlag Elke Kohler. 379 p.
- Konstantopoulos, P., Chapman, P.; Crundall, D. 2010. Driver's visual attention as a function of driving experience and visibility. Using a driving simulator to explore drivers' eye movements in day, night and rain driving. *Accident Analysis and Prevention*. 42:827-834.
- Langen, T.; Machniak, A.; Crowe, E.; Mangan, C.; Marker, D.; Liddle, N.; Roden, B. 2007. Methodologies for Surveying Hepetofauna Mortality on Rural Highways. *The Journal of Wildlife Management* 71(4): 1361-1368.
- Langen, T. 2009. Predictive models of herpetofauna road mortality hotspots in extensive road networks: three approaches and a general procedure for creating hotspot models that are useful for environmental managers. *Adapting to Change* 223: 475-486.
- Langen, T.; Ogden, K.; Schwarting, L. 2009. Predicting Hot Spots of Herpetofauna Road Mortality Along Highway Networks. *The Journal of Wildlife Management* 73(1): 104-114.
- Leenders, T. 2001. A Guide to Amphibians and Reptiles of Costa Rica. Miami, Florida, Zona Tropical Publications. 305 p.
- Llewelyn J.; Phillips B.; Shine R. 2009. Sublethal costs associated with the consumption of toxic prey by snakes. *Austral Ecology*, 34, 179-184.
- Lobo, H.; Langen, T.; Sáenz, J. 2008. Mortalidad de fauna silvestre por colisión de vehículos en la Carretera Interamericana Norte que atraviesa el Área de Conservación Guanacaste. Heredia, Costa Rica, Universidad Nacional y Clarkson University.
- Madrigal, G. 2014. Determinación del impacto por atropello de la fauna silvestre en el Parque Nacional Braulio Carrillo, sector Quebrada González, en la Ruta Nacional No. 32, con el fin de proponer acciones de mitigación ambiental. Bachillerato Manejo de Recursos Naturales (Práctica Dirigida). San José, Costa Rica, Universidad Estatal a Distancia. 136 p. Sin publicar.

- Maldonado, T. 1997. Uso de la tierra y fragmentación de bosques: algunas áreas críticas en el Área de Conservación Osa, Costa Rica. San José, Costa Rica, Fundación Neotrópica. 71 p.
- Microsoft Corporation. 2010. Excel (programa de cómputo). Versión Office 2010. Redmond, WA, Estados Unidos.
- Monge, F.; Víquez, J.; Fallas, M. 2013. Mortalidad y conservación de aves y mamíferos en carretera Interamericana Sur, límite con el Parque Nacional Los Quetzales. Tarrazú, Costa Rica, Liceo de Tarrazú. 46 p.
- Monge-Nájera, J. 1996. Vertebrate mortality on tropical highways: the Costa Rican case. *Vida Silvestre Neotropical* 5(2): 154-156.
- MOPT (Ministerio de Obras Públicas y Transportes). 2014a. Información Estación Búfalo: Volumen Vehicular. Unidad de Estudios de Tráfico e Investigación, Dirección de Planificación Sectorial. San José, Costa Rica.
- MOPT (Ministerio de Obras Públicas y Transportes). 2014b. Información Estación Búfalo: Velocidad Vehicular. Unidad de Estudios de Tráfico e Investigación, Dirección de Planificación Sectorial. San José, Costa Rica.
- Museo de Zoología Universidad de Michigan. 2014. Didelphidae (en línea). Consultado 9 sept. 2014. Disponible en: [animaldiversity.org/accounts/Didelphidae/](http://animaldiversity.org/accounts/Didelphidae/)
- Panthera. 2010. Iniciativa del Corredor del Jaguar: Creando un paso seguro para los jaguares en el presente y hacia el futuro. Nueva York, Estados Unidos. 8 p.
- Pinto, J. 2005. Inventario e historia natural de la vida silvestre vertebrada en EARTH. Proyecto de Graduación Lic. Ing. Agr. Gúacimo, CR, Universidad EARTH. 200 p.
- Pomareda, E. 2012. Atropello de fauna Silvestre y su rescate en Cañas, Guanacaste (presentación en Power Point en: I Simposio Ecología de Caminos). San José, Costa Rica, UNED (Universidad Estatal a Distancia).
- Pomareda, E. 2013. Avances y logros para vías amigables con la vida silvestre en Costa Rica. San José, Costa Rica, Comité Científico de la Comisión de Vías y Vida Silvestre. 23 p.
- Programa Nacional de Corredores Biológicos de Costa Rica. 2010. Concepto: Definición oficial de Corredores Biológicos (en línea). San José, Costa Rica. Consultado 11 may. 2014. Disponible en: <http://www.sinac.go.cr/corredoresbiologicos/conceptos.html>
- Quirós, J. 2014. Identificación de rutas de paso utilizadas por fauna silvestre relacionando el uso del suelo y las complejidades estructurales de la carretera en el área de influencia norte del Parque Nacional Volcán Arenal. Licenciatura Manejo Recursos Naturales. San José, Costa Rica, UNED (Universidad Estatal a Distancia). Sin publicar.
- Rajvanshi, A; Mathur, V; Teleki, G; y Mukherjee, S. 2001. Roads, sensitive habitats and wildlife, environmental guidelines for India and south Asia. Wildlife Institute of India, Canadian environmental collaborative Ltd. Toronto. 215p.
- Ramírez, O.; Vaughan, C.; Herrera, G.; Guries, R. 2011. Dinámica de movimientos y ámbito de acción de dos especies de perezosos (*Choloepus hoffmanni* y *Bradypus variegatus*) en una plantación de cacao de Costa Rica. *Revista Mesoamericana*. 15 (1): 61-72

- Reglamento a Ley de Conservación de Vida Silvestre. Diario Oficial La Gaceta. San José, Costa Rica, 20 sep. 2005.
- Ríos, Y. 2013. Carreteras Amigables con la Vida Silvestre: Taller Institucional. San José, Costa Rica, SINAC (Sistema Nacional de Áreas de Conservación). 2 p.
- Rojas, E. 2011. Atropello de vertebrados en una carretera secundaria en Costa Rica. Centro de Rescate de Tortufauna. Research Journal of the Costa Rica Distance Education University. 3(1). 81-84.
- Rojas, L.; Chavarría, M. 2005. Corredores biológicos de Costa Rica. San José, Costa Rica, Corredor Biológico Mesoamericano: sección Costa Rica.
- Rojas, P. 2014. Conductores y carreteras nacionales se ensañan contra iguanas, zorros y zopilotes, señala estudio. Crhoy. San José (Costa Rica); oct. 20.
- Rosell, C.; Álvarez, G.; Cahill, C.; Campeny, C.; Rodríguez, A.; Séiler, A. 2003. COST 341: La fragmentación del hábitat en relación con las infraestructuras de transporte en España. Madrid, España, O.A. Parques Nacionales-Ministerio de Medio Ambiente. 317 p.
- Rosen, P.C., and C.H. Lowe. 1994. Highway mortality of snakes in the Sonoran Desert of southern Arizona. *Biological Conservation* 68:143–148
- Rubí, J. 2014. Atropello de aves en la zona del Parque Nacional Los Quetzales (presentación en Power Point en: Simposio Impacto de la Infraestructura en Fauna Silvestre). San José, Costa Rica, UNED (Universidad Estatal a Distancia).
- Sáenz, J.; Langen, T.; Torres, L. 2012. Atropellamientos de vertebrados y posibles medidas de mitigación en el Área de Conservación Guanacaste (Presentación en PDF en: Memoria I Simposio Ecología de Caminos). San José, Costa Rica, UNED (Universidad Estatal a Distancia). 70 p.
- Santos, S. M., F. Carvalho, and A. Mira. 2011. How long do the dead survive on the road? Carcass persistence, probability and implications for road-kill monitoring surveys. *PLoS ONE* 6:9.
- Savage, J. 2002. The amphibians and reptiles of Costa Rica: a herpetofauna between two continents, between two seas. Chicago, Estados Unidos, University of Chicago. 934 p.
- Shaffer, J.; Juterbock, E. 1994. Night driving. Pages 163-166 in *Measuring and monitoring biological diversity: Standard methods for amphibians* (W. R. Heyer, M. A. Donnelly, R. W. McDiarmid, L. C. Hayek and M. S. Foster, eds). Smithsonian Institution Press, Washington, DC.
- SINAC (Sistema Nacional de Áreas de Conservación). 2007. GRUAS II: Propuesta de Ordenamiento Territorial para la Conservación para la conservación de la biodiversidad de Costa Rica. Volumen 1: Análisis de Vacíos de la Representatividad e Integridad de la Biodiversidad Terrestre. San José, Costa Rica. 100 p.
- SIREFOR (Sistema de Información de Recursos Forestales). 2014. Mapa de Tipos de Bosque de Costa Rica 2013. San José, Costa Rica.
- Slater, F. 2002. An assessment of wildlife road casualties: the potential discrepancy between numbers counted and numbers killed. *Web Ecology* 3: 33-42.
- Soto, J. 2013. Especialistas cuestionan viabilidad ambiental de proyecto de ruta 32. CR Hoy. San José, Costa Rica; dic. 11.



- Stiles, G; Skuth, A. 1989. A Guide to the Birds of Costa Rica. Ithaca, Nueva York, Comstock Publishing Associates. 632 p.
- TEC (Instituto Tecnológico de Costa Rica). 2014. Atlas Digital de Costa Rica 2014. 3 ed. Cartago, Costa Rica.
- Torres, L. 2011. Funcionalidad de estructuras subterráneas como pasos de fauna en la carretera Interamericana Norte que cruza el Área de Conservación Guanacaste, Costa Rica. Turrialba, Costa Rica, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). 115 p.
- Trombulak, S; Frissell, C. 2000. Review of ecological effects of roads on terrestrial and aquatic communities. *Conservation Biology* 14:18-30.
- UNED (Universidad Estatal a Distancia). 2014. Cuña radial en: Onda UNED. 101.5 FM. San José, Costa Rica.
- Valerio, C. 2006. Costa Rica: ambiente y biodiversidad. 2 ed. Santo Domingo, Heredia, Costa Rica, Editorial INBio. 151 p.
- Wainwright, M. 2002. The Natural history of Costa Rican mammals. Miami, Florida, Zona Tropical Publications. 383 p.
- Wainwright, M. 2007. The Mammals of Costa Rica: A Natural History and Field Guide. Ithaca, Nueva York, Zona Tropical Publications. 454 p.
- WhatsApp Inc. 2014. WhatsApp (aplicación telefónica). Mountain View, CA, Estados Unidos.

## 9. ANEXOS

Anexo 1. Entrevista utilizada para obtener información de animales silvestres atropellados en la sección de la ampliación de la Ruta 32.

### ENTREVISTA ANIMALES SILVESTRES EN LA RUTA 32

Entrevistador: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_ Hora: \_\_\_\_\_ Lugar: \_\_\_\_\_

Vecino de Trabaja en: \_\_\_\_\_ Frecuencia en R32: \_\_\_\_\_

Fecha	Animal (id con guía)	Lugar (lo más exacto posible)

¿Colaboraría reportando animales? \_\_\_\_ Contacto/Otros: \_\_\_\_\_  
Nombre entrevistado: \_\_\_\_\_

Anexo 2. Permiso de Investigación otorgado por SINAC para el desarrollo de la investigación



Ministerio del Ambiente y Energía  
Sistema Nacional de Áreas de Conservación  
**PASAPORTE CIENTÍFICO**  
*Scientific Passport*

Artavia Rodríguez Adolfo  
Apellidos / Last name •• Nombre / Name

401910215  
N° Identificación / Identification N°

ACTo 4149-14  
N° Pasaporte  
Passport N°

Costa Rica  
Nacionalidad  
Nationality

16/05/1986  
Fecha de Nacimiento  
Date of Birth

**Título de la Investigación:** \_\_\_\_\_  
Determinación de medidas ambientales para minimizar los impactos sobre la vida silvestre en la Ruta 32

**Área de Conservación donde se autoriza:**

- Área de Conservación Cordillera Volc. Central (ACCVC)
- Área de Conservación Tortuguero (ACTo)
- Área de Conservación La Amistad Caribe (ACLA-C)
- Área de Conservación La Amistad Pacífico (ACLA-P)
- Área de Conservación Osa (ACOSA)
- Área de Conservación Pacífico Central (ACOPAC)
- Área de Conservación Arenal-Tempisque (ACA-T)
- Área de Conservación Arenal-Huetar Norte (ACA-HN)
- Área de Conservación Guanacaste (ACG)
- Área de Conservación Tempisque (ACT)
- Área de Conservación Marina Isla del Coco (ACMIC)

1

**Período Autorizado:**  
03/11/2014 30/03/2015  
Inicio Final

**Cantidad y Material autorizado a coleccionar:**  
Colecta y manipulación temporal de organismos atropellados para la toma de datos

Resolución N° D-RES 26-2014

Fecha de entrega informe final 30/04/2015

Nombre funcionario/a que autoriza  
Laura Rivera Q.  
Firma

03/11/2014  
Fecha

Anexo 3. Lista de algunos de los mamíferos silvestres reportados por Pinto (2005) en la Universidad EARTH en las Mercedes de Guácimo, Limón.

<b>Especie</b>	<b>Nombre común</b>	<b>Detalle</b>
<i>Ateles geoffroyi</i>	Mono araña	“Afuera de la reserva forestal es difícil de encontrar y únicamente lo he visto a orillas del Río Dos Novillos”.
<i>Choloepus hoffmanni</i>	Perezoso de dos dedos	“Se observan con sorprendente frecuencia arrastrándose por el pasto de áreas verdes, o hasta cruzando pasillos. La poca conectividad que existe entre áreas verdes puede ser la razón por la que estos animales se vean forzados a cruzar por el suelo”.
<i>Conepatus semistriatus</i>	Zorro hediondo	“Se ve con mayor periodicidad a las orillas de la carretera que va hacia el portón”. Se reportaron huellas en caminos secundarios.
<i>Dasyopus novemcinctus</i>	Armadillo	Observado en áreas verdes y cruzando pasillos.
<i>Eira barbara</i>	Tolomuco	Fue observado varias veces en diferentes lugares del campus pero no cruzando caminos.
<i>Leopardus pardalis</i>	Manigordo	Se identificaron varias letrinas en construcciones abandonadas.
<i>Lontra longicaudis</i>	Nutria	Se encontraron excrementos sobre piedras y troncos de los ríos Destierro y Dos Novillos y huellas en el Río Parismina. Dos individuos observados en el Río Dos Novillos y un grupo de seis nutrias cruzan un camino secundario y la pista de aterrizaje del campus.
<i>Odocoileus virginianus</i>	Venado cola blanca	“Estos animales eran considerados como muy raros hace tan sólo unos 10 años y ahora se consideran muy comunes”.
<i>Orthogeomys cherriei</i>	Taltuza	“Podría encontrarse en los bosques de la universidad, pero en poblaciones muy bajas”.
<i>Panthera onca</i>	Jaguar	Observado por vaqueros en potreros adyacentes al Río Dos Novillos en octubre del 2004. Posiblemente depredó una potranca en el lugar. Se sacó un molde de yeso con su huella. Según Pinto (2005), “aunque difícilmente este animal habite permanentemente en EARTH distintos reportes de observaciones parecen indicar que en efecto el campus es parte de su territorio”.
<i>Potos flavus</i>	Martilla	“Son bastante comunes en el campus”.
<i>Procyon lotor</i>	Mapache	Es común observarlos después de las 10:00 pm, a 4:00 a.m. a orillas de la carretera al portón y cruzando las carreteras de lastre entre las fincas.
<i>Puma concolor</i>	Puma	Un funcionario de la lechería asegura haber visto al animal tomando el sol en medio de un camino. Dos guardabosques lo reportaron a orillas del Río Dos Novillos hace varios años.
<i>Puma yagouaroundi</i>	León breñero	“El felino más comúnmente observado en EARTH”. Fue visto en las cercanías del Río Dos Novillos. “Sus huellas se pueden observar a menudo en los charcos de los caminos”.
<i>Sphiggurus mexicanus</i>	Puerco espín	Observado cruzando la carretera.
<i>Sylvilagus brasiliensis</i>	Conejo de monte	“Se pueden observar con relativa frecuencia después de las 10:00 p.m., al lado de los caminos de la bananera”. Comúnmente hubo reportes de conejos a los lados de la carretera principal alimentándose de la vegetación.
<i>Tamandua mexicana</i>	Oso hormiguero	“Es animal relativamente común en EARTH. Se ha observado repetidas veces en el kilómetro 4 carretera al portón cruzando la calle o en sus orillas”.

<i>Tapirus bairdii</i>	Danta	“Fue observada hace más de 10 años en la Reserva Escalera del Mono por el profesor Bert Kohlmann. No cabe duda que esta especie ya no habita el campus”.
------------------------	-------	--

Fuente: Pinto (2005)