

Estudio de caso:
Fomento del servicio
ecosistémico de control
de plagas por parte de
aves rapaces en el predio
“El Almendral” de Paine



Corredores Biológicos
de **Montaña**
Proyecto GEF

Julio 2021

Estudio de caso basado en investigación encargada a:

Ph.D. Sergio Alvarado
Ph.D. Francisco Santander
Prof. Ricardo Figueroa
Unión de Ornólogos de Chile



Edición:

Equipo Proyecto GEF Corredores Biológicos de Montaña (GEFSEC ID 5135).

Financiado por:

Proyecto GEFSEC ID 5135 “*Protegiendo la Biodiversidad y Múltiples Servicios Ecosistémicos en Corredores Biológicos de Montaña, en el Ecosistema Mediterráneo de Chile*”. Ministerio del Medio Ambiente - ONU Medio Ambiente (2016-2022).

Citar como:

MMA - ONU Medio Ambiente. 2021. *Estudio de Caso: Fomento del servicio ecosistémico de control de plagas por parte de aves rapaces en el predio “El Almendral” de Paine*. Basado en investigación encargada a: Ph.D. Sergio Alvarado, Ph.D. Francisco Santander y Prof. Ricardo Figueroa, Unión de Ornólogos de Chile. Financiado en el marco del proyecto GEFSEC ID 5135 Ministerio del Medio Ambiente - ONU Medio Ambiente. Santiago, Chile. 81pp.

Foto de portada superior: Casa nido para lechuza en predio El Almendral, Sofía Flores.

Foto de portada inferior: Plantación de almendros en predio El Almendral, Sofía Flores.



Índice de contenidos

1. Resumen ejecutivo	7
2. Introducción	8
3. Objetivos	10
3.1. Objetivo general	10
3.2. Objetivos específicos	10
4. Área de estudio	10
5. Metodología	12
5.1. Caracterización de las aves rapaces y su actividad mediante censos de aves	12
5.1.1. Distribución de puntos de conteo U, E y N	12
5.1.2. Programación de trabajo de campo	13
5.1.3. Censos de aves rapaces diurnas en el límite de la plantación y el bosque (E).	14
5.1.4. Censos de aves rapaces nocturnas (N)	15
5.1.5. Censos de aves no rapaces diurnas en la plantación (U)	15
5.1.6. Parámetros de evaluación de la biodiversidad	17
5.1.7. Determinación preliminar de áreas de actividad de rapaces.....	18
5.2. Estimación del aporte potencial de las aves rapaces al servicio de control de plagas.....	18
5.2.1. Muestreo de micromamíferos.....	18
5.3. Determinación de estructuras para propiciar el establecimiento de aves rapaces	20
5.3.1. Diseño de estructuras para aves rapaces	20
5.3.2. Instalación de estructuras para aves rapaces	21
6. Resultados y su análisis	24
6.1. Ensamble de aves rapaces y su actividad en el ambiente	24
6.1.1. Riqueza y abundancia de aves rapaces diurnas y nocturnas en el área de estudio	24
6.1.1.1. Rapaces diurnas en el área de plantaciones.....	24
6.1.1.2. Rapaces diurnas en el límite de la plantación con el bosque esclerófilo	27
6.1.1.3. Rapaces nocturnas en el área de estudio	33
6.1.2. Áreas de actividad de aves rapaces en el área de estudio.....	36
6.2. Riqueza y abundancia de aves no rapaces en área de estudio	39
6.3. Aporte potencial de las aves rapaces al servicio de control de plagas	55
6.3.1. Aves rapaces con potencial biocontrolador de roedores	55
6.3.2. Muestreo de micromamíferos.....	57
6.4. Instalación de estructuras para propiciar el establecimiento de las aves rapaces	58
6.4.1. Distribución de las estructuras instaladas	58

6.4.2. Hallazgos de ocupación y uso de estructuras por parte de aves rapaces	63
6.4.2.1. Hallazgos en casas nido	63
6.4.2.2. Hallazgos en plataformas.....	66
6.4.2.3. Hallazgos en perchas	67
7. Conclusiones.....	69
7.1. Aves rapaces en puntos de conteo al interior de plantaciones	69
7.2. Aves rapaces en puntos de conteo en límite de plantaciones y bosque	70
7.3. Estimación de presencia de aves rapaces nocturnas mediante playback.....	71
7.4. Áreas de actividad de aves rapaces	71
7.5. Riqueza y abundancia de aves no rapaces y micromamíferos en área de estudio	73
7.6. Estructuras para propiciar el establecimiento de las aves rapaces y su potencial biocontrolador	74
7.7. Reflexiones generales.....	75
8. Referencias bibliográficas.....	77
9. Apéndice	80
9.1. Recomendaciones para la mantención de las estructuras	80

Índice de cuadros

Cuadro 1. Programación de trabajo de campo.....	14
Cuadro 2. Distribución de trampas de captura de micromamíferos.	19
Cuadro 3. Riqueza de especies registradas en el Predio El Almendral a lo largo de ocho monitoreos*.....	24
Cuadro 4. Distribución de conteos de aves rapaces diurnas y nocturnas en plantaciones a lo largo de los monitoreos.	25
Cuadro 5. Distribución de conteos en puntos que limitan en plantación con el bosque esclerófilo*.....	29
Cuadro 6. Matriz de Playback-Respuesta de aves rapaces nocturnas en monitoreo 5.	34
Cuadro 7. Matriz de Playback-Respuesta de aves rapaces nocturnas en monitoreo 7.	35
Cuadro 8. Matriz de Playback-Respuesta de aves rapaces nocturnas en monitoreo 8.	36
Cuadro 9. Estimación de áreas de actividad de aves rapaces (Km ²) basadas en evidencia directa e indirecta al interior de plantaciones, entre plantaciones y bosque, y entre bosque esclerófilo y quebrada del cerro en el predio El Almendral.....	37
Cuadro 10. Listado de especies de aves no rapaces diurnas registradas en los ocho monitoreos. ...	40
Cuadro 11. Número de registros de aves no rapaces diurnas observados en cada monitoreo.....	41
Cuadro 12. Número total de registros de individuos de aves no rapaces diurnas por punto y monitoreo.	43
Cuadro 13. Registro de aves no rapaces diurnas en el monitoreo 1.	44
Cuadro 14. Registro de aves no rapaces diurnas en el monitoreo 2.	45
Cuadro 15. Registro de aves no rapaces diurnas en el monitoreo 3.	46

Cuadro 16. Registro de aves no rapaces diurnas en el monitoreo 4.	47
Cuadro 17. Registro de aves no rapaces diurnas en el monitoreo 5.	48
Cuadro 18. Registro de aves no rapaces diurnas en el monitoreo 6.	49
Cuadro 19. Registro de aves no rapaces diurnas en el monitoreo 7.	50
Cuadro 20. Registro de aves no rapaces diurnas en el monitoreo 8.	51
Cuadro 21. Índice de diversidad de Shannon (H) para cada punto de conteo por monitoreo en censos de aves no rapaces diurnas y su intervalo de confianza (IC). *: Punto con un registro y $\ln(1)=0$; **: Punto sin registro de conteo; ***: Índice de Shannon con varianza 0; # Punto no operativo.....	52
Cuadro 22. Distribución de estructuras para atraer aves rapaces a la plantación. Ce: casa nido cernícalo; Ch: casa nido chuncho; LE: casa nido lechuza; PLA: plataforma; PE: perchas.	59
Cuadro 23. Hallazgos de ocupación en casas nido. Ce: casa nido cernícalo; Ch: casa nido chuncho; LE: casa nido lechuza.....	64
Cuadro 24. Hallazgos de ocupación en plataformas.....	66
Cuadro 25. Hallazgos de ocupación en perchas.....	68

Índice de figuras

Figura 1. Localización del predio El Almendral y de la zona con plantaciones.....	11
Figura 2. Plantación de almendros en predio El Almendral.....	11
Figura 3. Distribución puntos de conteo U, E y N.....	13
Figura 4. Distribución de trampas para micromamíferos en transectas lineales y grillas. T: trampas en bodega; S: trampas en plantación y entre el límite con el bosque esclerófilo.	19
Figura 5. Distribución de casas nido (Ce, Ch y Le), plataformas (PLA) y perchas (PE) para aves rapaces.....	21
Figura 6. Instalación de plataforma y percha en punto de conteo U9.....	23
Figura 7. Ensamblado de casas nido en punto U8.....	23
Figura 8. Registros de conteo en puntos que limitan en plantación con bosque esclerófilo (E).....	30
Figura 9. Índice de diversidad de Shannon H para monitoreos de aves rapaces diurnas en puntos E1-E6.....	33
Figura 10. Territorios estimados de actividad de diez especies de aves rapaces entre plantaciones (polígono amarillo) y bosque esclerófilo en el predio El Almendral (polígono rojo) en función de juicio experto.	38
Figura 11. Número de registros de aves no rapaces diurnas observados en los monitoreos.....	42
Figura 12. Número de registros de aves no rapaces diurnas observadas en los puntos de conteo U.	43
Figura 13. Número de individuos por especie de aves no rapaces diurnas observadas en el monitoreo 1.	44
Figura 14. Número de individuos por especie de aves no rapaces diurnas observadas en el monitoreo 2.	45
Figura 15. Número de individuos por especie de aves no rapaces diurnas observadas en el monitoreo 3.	46
Figura 16. Número de individuos por especie de aves no rapaces diurnas observadas en el monitoreo 4.	47

Figura 17. Número de individuos por especie de aves no rapaces diurnas observadas en el monitoreo 5.	48
Figura 18. Número de individuos por especie de aves no rapaces diurnas observadas en el monitoreo 6.	49
Figura 19. Número de individuos por especie de aves no rapaces diurnas observadas en el monitoreo 7.	50
Figura 20. Número de individuos por especie de aves no rapaces diurnas observadas en el monitoreo 8.	51
Figura 21. Índice de diversidad de Shannon H para cada punto de conteo U por monitoreo en censos de aves no rapaces diurnas.	52
Figura 22. Índice de diversidad de Shannon H para cada punto de conteo en censos de aves no rapaces diurnas.	53
Figura 23. Índice de diversidad de Shannon H por monitoreo en censos de aves no rapaces diurnas.	53
Figura 24. Egagrópilas de peuco encontradas en perchas de puntos U4 y U5.	55
Figura 25. Restos de presas colectadas en punto U9 en cercanías de plataforma PLA14 y percha PE28.	56
Figura 26. Desplumadero de peucos en perchas PE5 y PE6 de punto U2.	56
Figura 27. Registro de chuncho en punto U6 en árboles colindantes a casa nido Ch4.	57
Figura 28. Casa nido de lechuza Le5 en punto de conteo U10.	59
Figura 29. Casa nido de lechuza Le4 en punto de conteo U6, vista en perspectiva y posterior.	60
Figura 30. Casa nido de cernícalo Ce5 en punto de conteo U10, vistas en perspectiva.	60
Figura 31. Casas nido de chuncho Ch5 en punto de conteo U10.	61
Figura 32. Plataformas de alimentación en punto de conteo U3, vista en perspectiva y posterior.	61
Figura 33. Perchas en punto de conteo U10.	62
Figura 34. Percha y casa nido de chuncho Ch4 en punto U6.	62
Figura 35. Casas nido con hallazgos de ocupación. A la izquierda: Restos de presa en techo de casa de cernícalo Ce5 en punto U10; A la derecha: plumas en entrada de casa de lechuza Le4 en punto U6.	64
Figura 36. Resto de presa (chuncho) encontrada en punto U11 en monitoreo 6.	65
Figura 37. Evidencia de plumas en plataforma producto de desplume.	66
Figura 38. Egagrópila y fecas en suelo en punto U10 del monitoreo 7.	67

1. Resumen ejecutivo

El principal objetivo de este estudio fue evaluar la contribución de la instalación de casas nido, perchas y plataformas, para aves rapaces, propiciando el aumento de la presencia de estas, contribuyendo de ese modo al servicio ecosistémico de control biológico de plagas que realizan estas especies en plantaciones.

Se trabajó en el predio El Almendral, fundo de uso agrícola que está localizado a 37 km al sureste de Santiago, en la zona preandina de la Región Metropolitana de Santiago. La superficie estimada de dicho predio es de 13 km² y la plantación de 1,5 km². La topografía del lugar comprende una zona plana y una zona montañosa atravesadas por quebradas. En la zona plana, la vegetación está constituida por plantaciones de paltos y almendros. La zona montañosa está cubierta por remanentes de bosque esclerófilo con grados de cobertura y altura variable. Las especies más comunes en el bosque esclerófilo son el boldo, peumo y quillay.

Se llevaron a cabo, en ocho monitoreos: a) censos de aves rapaces en puntos de conteo que limitan con las plantaciones y el bosque esclerófilo, b) registro de aves rapaces al interior de las plantaciones, c) censos de aves rapaces nocturnas mediante playback, d) censos de aves no rapaces y muestreo de micromamíferos que permitieran evaluar la potencial oferta de presas, y e) instalación de estructuras artificiales para el establecimiento de aves rapaces (casas nidos para cernícalo, chuncho y lechuza y plataformas de alimentación y perchas).

Se registró una riqueza de 9 de especies (S=9) de aves rapaces en el predio. En los puntos al interior de las plantaciones (U) se registraron n=26 individuos de cinco especies (S=5) de aves rapaces: águila (*Geranoaetus melanoleucus*), cernícalo (*Falco sparverius*), chuncho (*Glaucidium nana*), peuco (*Parabuteo unicinctus*) y tiuque (*Milvago chimango*), todas de hábitos diurnos, teniendo el chuncho también hábitos nocturnos. Los puntos en el límite de la plantación con el bosque esclerófilo (E) registraron 55 individuos de seis especies (S=6) de aves rapaces: águila (*Geranoaetus melanoleucus*), aguilucho común (*Buteo polyosoma*), cernícalo (*Falco sparverius*), cóndor (*Vultur gryphus*), peuco (*Parabuteo unicinctus*) y tiuque (*Milvago chimango*). Se detectaron tres especies (S=3) de rapaces nocturnas en los puntos de monitoreo nocturnos (N) mediante el uso de playback. Las especies fueron: lechuza (*Tyto furcata*), tucúquere (*Bubo magellanicus*) y chuncho (*Glaucidium nana*).

Según estimaciones preliminares de las áreas de actividad de las rapaces, algunas tienen un territorio en parte del predio y el bosque esclerófilo, en tanto la mayoría lo tienen sobre el área de plantación (paltos y almendros). Pese a ello, existió solapamiento de territorios debido a que las especies comparten recursos, lo que indirectamente da cuenta de la presión de depredación que ejercen.

Se registraron 29 especies (S=29) de aves no rapaces diurnas y el conteo alcanzó los 656 individuos en los 8 monitoreos. Estas especies representan a seis órdenes y dieciséis familias. Este ensamble es considerado como una buena oferta de alimento para las aves rapaces. En cuanto al muestro de micromamíferos, el éxito de captura fue de n=2 individuos en tres noches, correspondientes a guarén (*Rattus rattus*) y degú costino (*Octodon lunatus*). Considerando que en el predio hay presencia de ocho especies de aves rapaces con alto potencial bio-controlador, y a que se hallaron restos de presa y egagrópilas, aunque en un número no muy grande, sí hay indicio de que las aves rapaces están ejerciendo un rol de control.

Como forma de propiciar el control de plagas realizado por aves rapaces, se instalaron 40 perchas, 20 plataformas y 15 casas nido (5 para cernícalo, 5 para lechuza y 5 para chuncho) que permitieran aumentar la presencia de estas especies en zonas de conflicto para las plantaciones. La estructura que presentó mayor éxito de uso fue las perchas con un 62,5%, en segundo lugar, se tuvo a las casas nido con un 53% y, finalmente, las plataformas con un 40%. Esta ocupación indicaría que las aves rapaces estarían prefiriendo este tipo de estructuras para descanso y acecho de presas, lo que a futuro podría permitir el establecimiento de estas para que ejerzan una presión de depredación en las poblaciones de especies plaga.

El estudio llevado a cabo en el predio El Almendral deja en evidencia, a lo largo de ocho monitoreos, la importancia que tienen las aves rapaces en este tipo de ambientes destinados a la producción de frutales. Los hallazgos de este estudio en lo que respecta a diversidad de aves rapaces, áreas de actividad, sitios reproductivos y ocupación y uso de estructuras, nos permiten concluir que la experiencia fue exitosa.

2. Introducción

Las plagas de roedores son un problema en muchos ámbitos de las actividades humanas, incluyendo la agricultura, horticultura, cultivo de frutales, plantaciones forestales, almacenamiento de grano, industria de alimento y salud pública (Greaves, 1984, 1989). El principal efecto económico de las plagas de roedores es causar pérdida en la producción agrícola (Greaves, 1989). Por esta razón, es importante invertir en el diseño de programas de control de roedores plaga. Actualmente, existe una variedad de métodos de control de roedores cuyos costos económicos y nivel de eficiencia son variables (Greaves, 1989; Lazarus, 1989).

El uso de sustancias químicas para el control de roedores tiene costos económicos elevados (Greave, 1989; Lazarus, 1989) y puede llevar al envenenamiento de los depredadores naturales incluyendo aves rapaces y carnívoros. Los métodos convencionales de control de roedores incluyen trampas, cebos venenosos o la destrucción de sus túneles (Greave, 1989;

Lazarus, 1989). Estas técnicas son laboriosas y costosas, y el manejo invasivo de los hábitats de los roedores, sin un adecuado conocimiento, puede afectar a muchas especies con problemas de conservación y disminuir la biodiversidad local.

Una opción en áreas donde hay grandes poblaciones de especies plaga es atraer a sus depredadores naturales, particularmente a las aves rapaces. El atraer rapaces considera a este agente biológico como mecanismo de control de las poblaciones generadoras de daño agrícola, y por otra parte implica desarrollar una estrategia integrada de manejo de plagas, que puede reducir el costo de los métodos de control convencionales, lo que constituye una forma ecológica de reducir las poblaciones de roedores.

La instalación de casas nido en plantaciones agrícolas para atraer parejas reproductoras de aves rapaces que ejerzan presión de depredación sobre plagas, está ampliamente estudiada y la evidencia muestra el éxito de dichas intervenciones (Lambrechts *et al.*, 2012; Liebana *et al.*, 2013). Promover la reproducción de aves rapaces nativas en áreas agrícolas es una opción para el desarrollo y manejo integrado de plagas mientras se mantiene simultáneamente la biodiversidad local.

La consultoría “*Fomento del servicio ecosistémico de control de plagas por parte de aves rapaces en el predio El Almendral*” busca promover el control biológico de plagas agrícolas por parte de aves rapaces, atrayéndolas mediante la instalación de casas nido, perchas y plataformas para aumentar la presencia de las mismas, y así evitar o reducir el uso de sustancias químicas para el control de plagas que pueden llevar al envenenamiento de los depredadores naturales como aves rapaces y carnívoros.

El presente informe proporciona los resultados de 8 monitoreos realizados entre los meses de diciembre de 2019 y septiembre de 2020 en el predio El Almendral de Paine. Es un informe de carácter descriptivo que da cuenta de la presencia, riqueza y abundancia estimada para aves rapaces diurnas y nocturnas y para aves no rapaces, del muestreo de micromamíferos en cercanías de los puntos de conteo, y del número de casas nido, perchas y plataformas instaladas y los hallazgos de su ocupación.

3. Objetivos

3.1. Objetivo general

Contribuir, a través de la instalación de casas nido, perchas y plataformas, para aves rapaces, al aumento de la presencia de estas, aportando de ese modo al servicio ecosistémico de control biológico de plagas, que realizan estas especies, en plantaciones del predio El Almendral de Paine.

3.2. Objetivos específicos

- 1) Caracterizar el ensamble de aves rapaces y describir la actividad de estas en el ambiente.
- 2) Describir el aporte potencial del servicio de control de plagas que prestan las aves rapaces y estimar los beneficios que prestan a las plantaciones del predio.
- 3) Propiciar el establecimiento de las aves rapaces en plantaciones del predio o en sus bordes, instalando o modificando infraestructura y/o proponiendo medidas de manejo.

4. Área de estudio

El predio El Almendral (33°46' S, 70°38' O) (Figura 1) es un predio de uso agrícola que está localizado a 37 km al sureste de Santiago, en la zona preandina de la Región Metropolitana de Santiago. La topografía del predio comprende una zona plana y una zona montañosa atravesadas por quebradas. En la zona plana, la vegetación está constituida por plantaciones de paltos y almendros (Figura 2). Debido a su carácter comercial, estas plantaciones presentan una estructura homogénea y simplificada. Dependiendo de la edad del cultivo, la altura de las plantaciones puede alcanzar los 4-5 m. La zona montañosa está cubierta por remanentes de bosque esclerófilo con grados de cobertura y altura variable (571-1080 m) (Figura 1). Las especies más comunes en el bosque esclerófilo son el boldo (*Peumus boldus*), peumo (*Cryptocarya alba*) y quillay (*Quillaja saponaria*). El clima del área es mediterráneo, con una precipitación media anual de 400 mm concentrada durante los meses de invierno y seguida de siete a ocho meses secos.

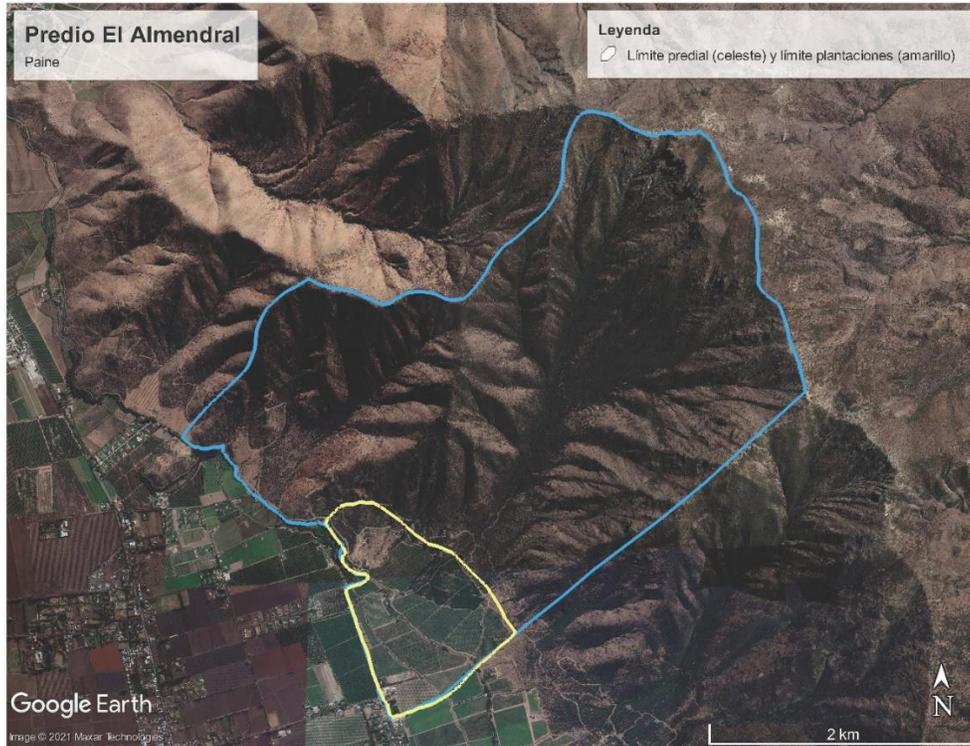


Figura 1. Localización del predio El Almendral y de la zona con plantaciones.



Figura 2. Plantación de almendros en predio El Almendral
Fotografía: Sofía Flores

5. Metodología

5.1. Caracterización de las aves rapaces y su actividad mediante censos de aves

5.1.1. Distribución de puntos de conteo U, E y N

Se distribuyeron en la zona de plantaciones del predio El Almendral n=10 puntos de conteo diseñados para aves no rapaces (U1-U10) y de radio fijo de 200 m (Figura 3). Estos se situaron de manera representativa en toda la superficie de la plantación separados por 300-500 m entre sí. Además, se definieron seis puntos de conteo (E1-E6) de radio de 1000 m para monitorear aves rapaces en el borde de la plantación que limita con el bosque esclerófilo (Figura 3). Para detectar aves rapaces nocturnas, se establecieron cuatro puntos de conteo (N1, N2, N3 y N4) (Figura 3) tratando de abarcar la periferia de la plantación y considerando el tipo de ambiente y actividad de las aves rapaces.

Debido a la estructura vegetal de las plantaciones, todos los puntos de conteo (U) quedaron bajo el dosel y con visibilidad horizontal y vertical limitada. De esta manera, el radio de conteo establecido de 200 m no fue apropiado ya que la visibilidad se perdía mucho antes de alcanzar ese radio. Por esta razón, a partir del monitoreo 4 el radio máximo para todos los puntos de conteo al interior de las plantaciones fue de 50 m, puesto que esta fue la distancia efectiva de visibilidad en los anteriores monitoreos.

Hasta el monitoreo 4 se trabajó con la totalidad de los puntos de conteo originales (U1 a U10). En el monitoreo 5, a modo de compensación, se agregó un nuevo punto denominado U11, ya que en la fecha de dicho monitoreo el personal del predio procedió a talar el paño de plantación en donde estaba el punto U7 por lo que se perdió dicho punto desde el monitoreo 5 (Figura 3). La idea de agregar el punto U11 es poder tener un punto de conteo cercano al eliminado (U7) y además poder comparar a lo largo de los 8 monitoreos los parámetros de interés del estudio trabajando con una muestra balanceada (es decir el mismo número de puntos de conteo para comparar). Así el análisis considera toda la información levantada en los 8 monitoreos especificando en cada caso los puntos considerados en el análisis.

Para los puntos de conteo de aves rapaces en el límite con el bosque esclerófilo (E), a partir del monitoreo 3 se establecieron definitivamente solo tres puntos de conteo (E1, E3 y E6) (Figura 3). Esto se debió a que la longitud de la transecta en la cual se ubicaban los seis puntos iniciales no justificaba tantos puntos, lo que podría generar dobles conteos de individuos en puntos de conteo contiguos. Se realizaron los análisis considerando la totalidad de los puntos, es decir, toda la información levantada en los 8 monitoreos especificando en cada caso los puntos incluidos en el análisis.

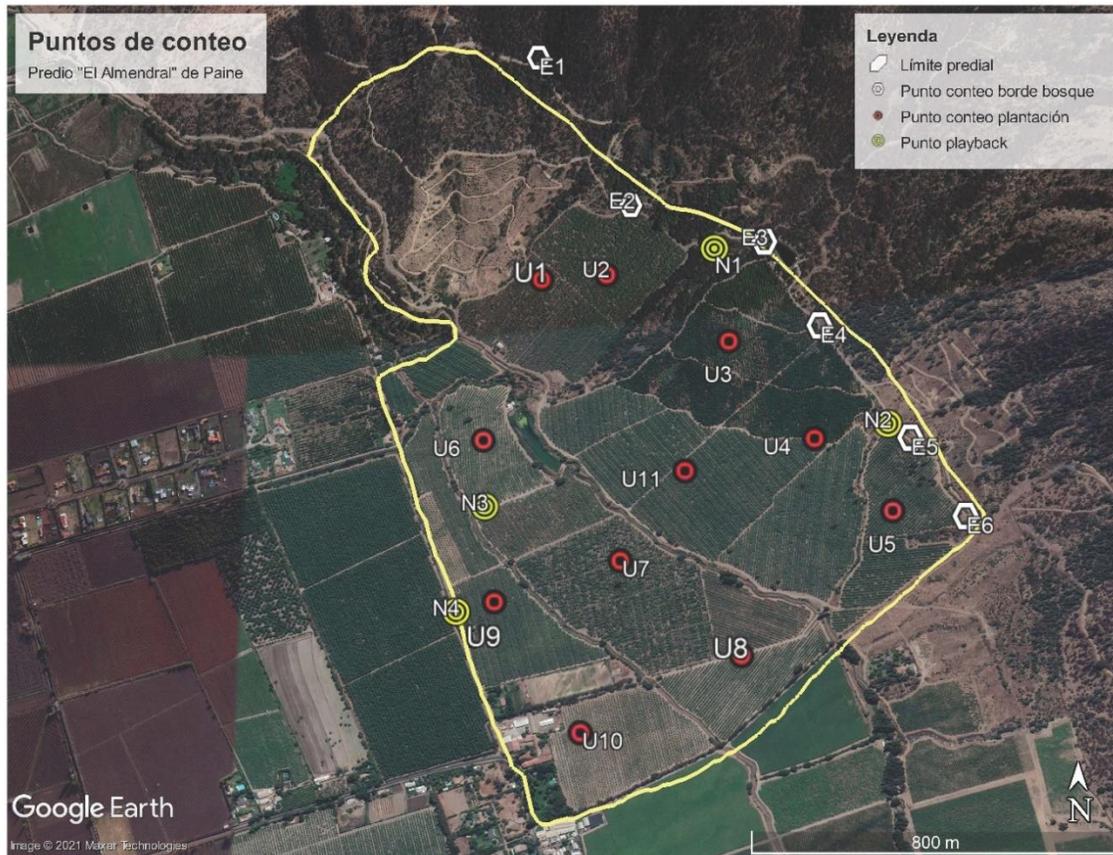


Figura 3. Distribución puntos de conteo U, E y N

5.1.2. Programación de trabajo de campo

Se realizaron 8 campañas de terreno distribuidas entre el mes de diciembre de 2019 y septiembre de 2020 (Cuadro 1). En los meses de junio y julio de 2020 no se dio continuidad al monitoreo mensual por contingencia de la pandemia por Covid 19. Para los censos de aves rapaces diurnas (E) y aves no rapaces (U) se trabajó en los 8 monitoreos. Los censos de aves rapaces nocturnas (N) se llevaron a cabo entre el monitoreo 5 y el 8, aunque en el monitoreo 6 no se realizó censo debido a que no se pudo permanecer de noche en el predio por toque de queda. El muestreo de micromamíferos se realizó solo una vez con el objeto de tener una estimación de las potenciales especies presa presentes.

Los monitoreos también estuvieron dirigidos a:

- i. Identificar zonas de presencia de aves rapaces.
- ii. Identificar perchas y dormideros.
- iii. Identificar sitios de nidificación.
- iv. Tener estimaciones de riqueza, diversidad y abundancia mediante censos en puntos de conteo dentro de la plantación (U) y en el límite con el bosque esclerófilo (E).

Cuadro 1. Programación de trabajo de campo

N° monitoreo	Mes monitoreo	Fecha	Actividad			
			Censo diurno de rapaces en el límite con el bosque (E)	Censo nocturno de rapaces (N)	Censo diurno de aves no rapaces en plantación (U)	Muestreo de micromamíferos
Monitoreo 1	Diciembre	27 diciembre 2019	X		X	
Monitoreo 2	Enero	25 enero 2020	X		X	X
Monitoreo 3	Febrero	29 febrero 2020	X		X	
Monitoreo 4	Marzo	28 marzo 2020	X		X	
Monitoreo 5	Abril	01 mayo 2020	X	X	X	
Monitoreo 6	Mayo	01 junio 2020	X		X	
-	Junio	-	-	-	-	-
-	Julio	-	-	-	-	-
Monitoreo 7	Agosto	28 agosto 2020	X	X	X	
Monitoreo 8	Septiembre	01 octubre 2020	X	X	X	

5.1.3. Censos de aves rapaces diurnas en el límite de la plantación y el bosque (E).

Desde los puntos de conteo el límite con el bosque esclerófilo (E) se tuvo una amplia visión del paisaje por lo cual se evitaron los dobles conteos, es decir, los individuos de una especie registrados una vez no volvieron a ser contados, a menos que apareciera otro diferente. Esto pues al detectar la presencia de un ejemplar de ave rapaz se registró edad y sexo (mediante dimorfismo inverso y/o patrón de coloración) y además se identificó señales conspicuas en los patrones de plumaje, lo que permitió generar un identificador o clave para cada ejemplar (por ejemplo: una pluma primaria en el ala derecha que se presentara rota, falta de pluma en la cola, etc.). Este tipo de registro e identificación permitió, en función de las actividades observadas (por ejemplo: cortejo, transporte de alimento, uso de perchas, pichones piando, etc.), definir preliminarmente territorios por especie (ver resultado en Figura 10).

Estos puntos de conteo (E) fueron localizados en pendientes que permitieran una adecuada visibilidad alrededor del radio definido (aproximadamente 650 m de altitud) (ver ubicación en Figura 3). Desde estos puntos se realizaron observaciones con binocular y telescopio al resto del predio para detectar la presencia de aves rapaces. La frecuencia de monitoreo fue de 15 minutos por punto de conteo.

5.1.4. Censos de aves rapaces nocturnas (N)

Se realizaron tres censos mediante playbacks para aves rapaces nocturnas en el monitoreo 5, monitoreo 7 y monitoreo 8, dando un $n=3$ monitoreos. El horario promedio de inicio de los censos fue a las 18:50 hrs. Se establecieron cuatro puntos de conteo (N1, N2, N3 y N4) tratando de abarcar la periferia de la plantación y considerando el tipo de ambiente y actividad de aves rapaces diurnas (ver ubicación en Figura 3). Habitualmente las rapaces nocturnas tienen territorios en áreas cercanas a territorios de rapaces diurnas (Alvarado, observación personal).

Los playbacks para rapaces nocturnas comenzaron 30 minutos después de la puesta de sol y se extendieron hasta las 20:00 hrs., horario en que se completó el censo en los cuatro puntos de conteo. Si bien el período en que los búhos vocalizan con mayor frecuencia es hasta las 00:00 hrs (Trejo *et al.*, 2011), se decidió no repetir el censo nuevamente para no generar pseudoréplicas en el conteo de individuos.

Para cada especie se hicieron tres réplicas de 30 segundos y se esperaba un minuto después de cada réplica para recibir respuesta de alguna especie de búho. En total considerando todas las especies, réplicas y tiempos de espera de respuesta, el censo duró 18 minutos por punto.

En cada punto de conteo primeramente se esperó 2 minutos en silencio para permitir que las aves se recuperaran de alguna posible perturbación que se haya producido mientras se llegaba al área. Transcurridos los 2 minutos se emitió el playback por 30 segundos girando el altavoz en 360°. Se emitió el playback con cuatro especies de búhos de manera aleatoria. Después de los 30 segundos de playback se escuchó 1 minuto una posible respuesta y a continuación, se repitió el procedimiento (adaptado de: Takats, 2001; Martínez and Jaksic, 1996; Trejo *et al.*, 2011; Ibarra *et al.*, 2014a, 2014b). En otras palabras, en cada punto se sigue una secuencia aleatoria con las cuatro especies con tres réplicas cada una.

5.1.5. Censos de aves no rapaces diurnas en la plantación (U)

Los censos de aves no rapaces en los puntos de conteo al interior de la plantación (U) (ver ubicación en Figura 3) fueron realizados los mismos días que los censos de aves rapaces diurnas en el límite con el bosque (E) ($n=8$ monitoreos).

Si bien el esfuerzo de muestreo en los puntos U estuvo orientado a aves no rapaces, de todos modos, dentro del radio se registraron todas las aves vistas o escuchadas, incluyendo aves rapaces. Aunque este radio puede limitar la probabilidad de detectar aves rapaces, e inclusive hacer que sus registros sean ocasionales, aquello es compensado con la cantidad y distribución

En los puntos U también se registraron las aves rapaces observadas, pese a que el esfuerzo de muestreo se orientó a aves no rapaces.

espacial de las unidades de muestreo. Por lo demás, los puntos E sí estuvieron diseñados para aves rapaces.

Hasta el monitoreo 3 se trabajó con un radio de 200 m y una frecuencia de 10 minutos de registro, pero debido a la modificación de los puntos de conteo, desde el monitoreo 4 se cambió el radio de conteo a 50 m por 5 minutos de conteo (Bibby *et al.*, 1992). Los conteos fueron realizados entre las 09:00-13:00 hrs. con cielo despejado y poco viento, realizándose en cada punto un solo conteo en cada punto en el cual participaron dos observadores.

Con el fin de evaluar y comparar tempranamente los cambios relacionados a la reducción del radio de conteo realizado desde el monitoreo 4, se procedió a comparar la densidad por especie entre los tres primeros monitoreos y los dos siguientes. Se decidió trabajar con densidades y no con conteos ya que la densidad indirectamente permite estandarizar y poder hacer la comparación ante el inconveniente de trabajar con conteos puntuales.

El procedimiento consistió en estimar la densidad por especie y se calculó en dos grupos, el de los monitoreos 1-3 (radio de 200 m) y el de los monitoreos 4-5 (radio de 50 m). Al momento de calcular la densidad, los monitoreos 6-8 aún no se habían realizado, y por lo mismo se decidió hacer una evaluación temprana.

Para el caso de conteos de aves dentro y más allá de un radio fijo, la densidad para una especie en particular (Bibby *et al.*, 1992), puede estimarse en base a la siguiente ecuación:

$$D = \left(\ln \left(\frac{n}{n_2} \right) \right) \left(\frac{n}{m\pi r^2} \right), \text{ en donde:}$$

n : Número total de aves contadas

n_2 : Número de aves registradas más allá del radio fijo r

n_1 : Número de aves contadas dentro del radio fijo r

$$n = n_1 + n_2$$

m : Número total de conteos

r : Radio fijo en metros

Si el radio está dado en metros, la densidad D debe ser multiplicada por 10.000 para estimar la densidad final por especie. Finalmente se generó un vector columna con 5 densidades para los conteos de radio 200 m y 4 densidades para los conteos con radio 50 m. Se procedió a hacer la comparación de densidades mediante una prueba no-paramétrica de Kruskal-Wallis considerando un nivel de significación del 5%.

5.1.6. Parámetros de evaluación de la biodiversidad

Los censos de aves en los puntos U y E consideraron la estimación de tres parámetros: la riqueza de especies (S), que corresponde al número de especies; la diversidad, que muestra además del número de especies o riqueza, el número de individuos por especie e indica la variación en el número e importancia relativa de las especies que componen la comunidad; y la abundancia, que corresponde al número de individuos por especie. El objetivo de trabajar con estos tres parámetros fue estudiar cómo se compone la comunidad de aves del predio El Almendral.

- a) **Riqueza:** El número de especies o riqueza (S) consideró el registro de especies por cada punto de conteo U y E y por cada monitoreo.
- b) **Diversidad:** El número de especies o riqueza (S), por si sola pasa por alto el hecho de que algunas especies son muy abundantes, mientras que otras son más bien raras. La diversidad es un índice que tiene en cuenta, además del número de especies de una comunidad, el número de individuos de estas. Uno de los índices de diversidad más utilizados es el de Shannon (H).

Se estimó el índice de Shannon (H) para las aves rapaces en los puntos E y para las aves no rapaces en los puntos U. Para los registros de aves rapaces obtenidos en los puntos de conteo U, no se estimó el índice de diversidad debido a que estos registros fueron ocasionales, en cambio en los puntos E se propuso un diseño de muestreo que destinó esfuerzo especialmente orientado en estos puntos para dar cuenta del parámetro.

La estimación del índice de diversidad para aves no rapaces (U) se realizó por punto y por monitoreo, en tanto que para las aves rapaces (E) se realizó solo por monitoreo y no por punto. La decisión respecto a esto último se basó en que desde el monitoreo 3 en adelante se redujo el número de puntos E de seis a tres. Al realizar la estimación por punto, esta entregaría estimaciones sesgadas debido al desbalance de los tamaños de muestra por punto entre un monitoreo y otro. Al trabajarlo por monitoreo, y dado a que la transecta en la cual se ubicaron dichos puntos fue de corta longitud, y además como se tuvo delimitados algunos territorios a lo largo de dicha transecta, se estaría evaluando la diversidad temporal.

Para dar cuenta de las variaciones en la diversidad de rapaces diurnas en cada monitoreo, el índice de Shannon se estimó mediante la expresión $H = -\sum_{i=1}^M p_i \log(p_i)$. Posteriormente para tener una idea del comportamiento del índice a nivel poblacional (esto refiere a la diversidad real que existiría) se construyó intervalos de confianza del 95% considerando la varianza para el Índice de Shannon (Pardo, 2006; Salicrú *et al.*, 1993), dada por la expresión $\sigma_s^2 = \sum_{i=1}^M (\log p_i)^2 p_i - (\sum_{i=1}^M p_i \log(p_i))^2$.

En donde p_i representa la proporción de la especie i -ésima en la muestra y M el número de especies encontradas en la muestra, luego la respectiva desviación se obtiene de la raíz cuadrada de dicha expresión.

- c) **Abundancia:** Esta se calculó de forma puntual o absoluta, y en porcentaje, mediante el número de individuos detectados por punto de conteo (puntos U y E). Este tipo de medida constituye el primer paso para posteriormente entregar una estimación de la abundancia a nivel poblacional.

5.1.7. Determinación preliminar de áreas de actividad de rapaces

Aparte de registrar la presencia de aves rapaces en el área de estudio, también se determinó de manera preliminar el área de actividad de varias especies. Estas áreas se determinaron siguiendo los vuelos o desplazamientos de un individuo en particular o sobre la base de registros frecuentes hechos fuera de los puntos de conteo y en base al juicio experto con relación al ambiente frecuentado por estas (ver resultado en Figura 10).

5.2. Estimación del aporte potencial de las aves rapaces al servicio de control de plagas

5.2.1. Muestreo de micromamíferos

Se estableció un estudio de línea base de micromamíferos para identificar las especies presentes en el predio. Los trapeos fueron realizados con trampas de captura viva de tipo Sherman distribuidas a lo largo de transectos lineales y grillas. Las trampas fueron instaladas el día 24 de enero, y se consideró un esfuerzo de muestreo de tres noches (25 al 28 de enero en la mañana), simultáneo al monitoreo 2 (Cuadro 1). Las capturas se realizaron considerando todos los aspectos de bioseguridad con relación a la manipulación de micromamíferos, los que fueron indicados en la solicitud de permiso de captura al Servicio Agrícola y Ganadero y cuya autorización consta en la Resolución Exenta N° 10120/2019.

La propuesta inicial consideraba la primera noche la instalación de 10 líneas con 12 trampas cada una, una línea en cada punto de conteo en plantación (U1 a U10), y para las siguientes dos noches se reinstalarían las trampas, es decir, se removerían y se instalarían en líneas distintas de los mismos puntos (U) para así abarcar mayor área de trapeo.

Esa propuesta fue reevaluada y modificada en terreno, decidiendo instalar las trampas solo en cinco sectores (Cuadro 2 y Figura 4). En cada sector se instalaron 20 trampas por noche (100 trampas noche en total) distribuidas en transectas lineales y grillas. Además, se instalaron 12 trampas en las inmediaciones de la bodega del predio.

Cuadro 2. Distribución de trampas de captura de micromamíferos.

Ambiente	Ubicación de trampas	Unidad con casas nido asociada	Nº Trampas	Forma de distribución de trampas	Secuencia de trampas
Bodega	Bodega	Sin casas	12	Grilla	T1 a T12
Plantación	U3-U2	U3	20	Transecta	S1 a S20
	U5-U4	U5	20	Transecta	S21 a S40
	U6	Sin casas	20	Grilla	S61 a S70
	U7	U7	20	Grilla	S71 a S80
Plantación-Bosque esclerófilo	U8-U10	U10	20	Transecta	S41 a S60

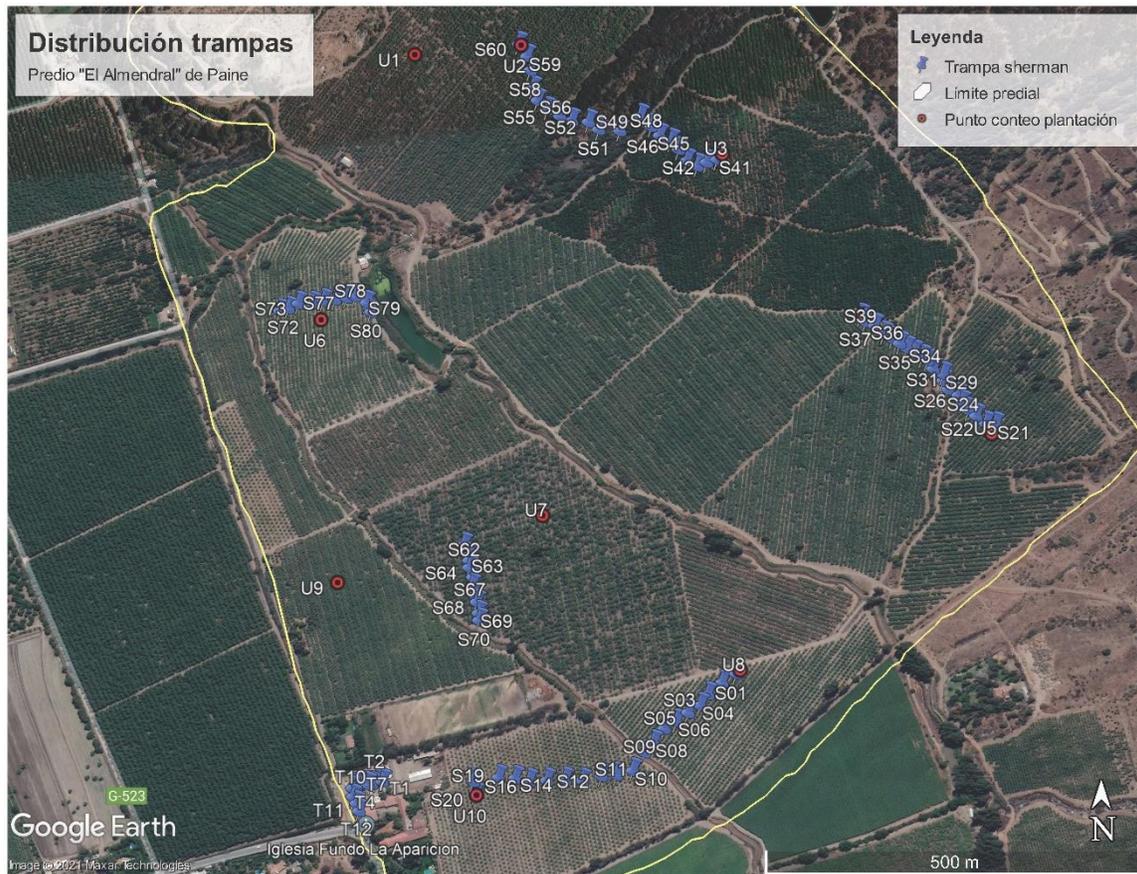


Figura 4. Distribución de trampas para micromamíferos en transectas lineales y grillas. T: trampas en bodega; S: trampas en plantación y entre el límite con el bosque esclerófilo.

Esta decisión se basó en que la nueva ubicación de los sitios de trampeo permitía “unir” pares de puntos de conteo (U2-U3; U4-U5 y U8-U10) que consideraban tres de los cinco puntos en donde se instalarían las casas nido en el diseño original. El punto U1 fue excluido (sin trampas) debido a que no alberga plantaciones y posee una amplia zona sin vegetación. Los puntos U6 y U7 fueron considerados para la instalación de grillas con el objeto de aumentar la probabilidad de captura y ver la eficiencia del trampeo.

Las trampas fueron cebadas con una mezcla de avena y vainilla y activadas a las 19:00 hrs. del día anterior a la primera noche de captura. Las trampas fueron revisadas a las 8:00 hrs. del día siguiente. Las trampas que estaban ocupadas fueron retiradas e introducidas en una bolsa plástica transparente de 50 x 50 cm. Los animales capturados fueron traspasados a la misma bolsa transparente, procediendo a determinar la especie y su edad. Posteriormente, los animales fueron liberados en el mismo punto donde fueron capturados (se estima 5 minutos de trabajo por animal antes de liberarlo). Como medida de bioseguridad, los investigadores trabajaron con doble guante de látex y máscara (respirador 3M 6200 medio rostro). Una vez finalizado el trampeo, las trampas fueron lavadas con solución de cloro al 10% y enjuagadas con agua potable. Este procedimiento fue realizado en tres baldes, un balde fue llenado con solución de cloro en donde se sumergió por 10 minutos las trampas usadas. En los otros dos baldes se enjuagó las trampas en agua potable sin cloro. Una vez que las trampas pasaron por los tres baldes se dejaron secar al sol armadas con la puerta principal abierta.

5.3. Determinación de estructuras para propiciar el establecimiento de aves rapaces

Se instalaron tres tipos de estructuras que propician el establecimiento de aves rapaces con potencial rol biocontrolador en plantaciones del predio o en sus bordes. Las estructuras correspondieron a casas anideras, perchas o posaderas y plataformas de alimentación.

5.3.1. Diseño de estructuras para aves rapaces

El diseño y dimensiones de las casas anideras consideró la experiencia de aplicación del proyecto FONDEF D02I1005 de la Universidad Austral de Chile y toma como modelos los diseños de Figueroa *et al.* (2005). La experiencia de este proyecto en relación a N = 83 instaladas para chuncho, por ejemplo, en tres tipos de ambientes: agroecosistemas (N = 36), bosque nativo (N = 24) y plantaciones de pino (N = 23), muestra que dichos agroecosistemas tienen una mayor tasa de ocupación (52,8% del total de casas), seguido de plantaciones (34,8%) y bosques (16,7%) con una tasa baja de ocupación (Ruiz *et al.*, 2007).

Las plataformas de alimentación y perchas siguieron los patrones, dimensiones y sugerencias propuestos en el trabajo de Muñoz-Pedreros (2003). Además, las perchas y plataformas de alimentación podrían atraer otras especies de rapaces diferentes a las tres escogidas.

5.3.2. Instalación de estructuras para aves rapaces

La instalación de las estructuras se proyectó en las cercanías de cada uno de los 10 puntos de conteo (U) instalados al interior de la plantación (Figura 5). La instalación de 15 casas nido se distribuyó en 5 casas por especie en 5 puntos de conteo U. Las especies fueron cernícalo (*Falco sparverius*), chuncho (*Glaucidium nana*) y lechuza (*Tyto furcata*). Además, se contempló la instalación de 40 perchas o posaderas y 20 plataformas de alimentación, las que se distribuyeron en los 10 puntos de conteo U (Figura 5).

Debido a que el paño de plantación en donde se ubicaba el punto de conteo U7 fue talado, se decidió asignar las plataformas y perchas destinadas a dicho punto, a los puntos U6 y U9, con el fin de reforzar esos lugares que presentaban mayor actividad de rapaces (cernícalo y peuco en U6 y lechuza y tucúquere en U9) respecto de los otros puntos de conteo colindantes a U7.

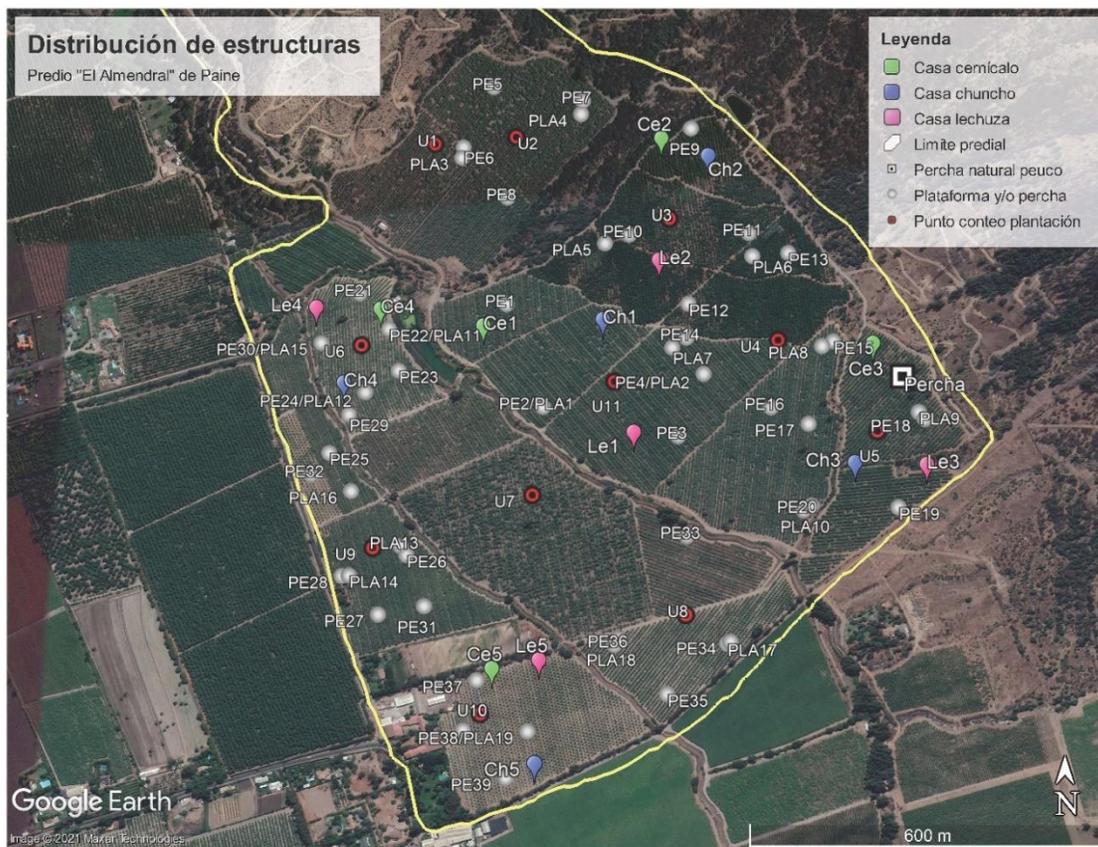


Figura 5. Distribución de casas nido (Ce, Ch y Le), plataformas (PLA) y perchas (PE) para aves rapaces.

Se destinaron en total 8 días a la compra e instalación de las estructuras en el predio. El primer día (16 de abril) se realizó la compra y traslado del material al predio y entre los días 22 a 25 de abril y 28 de abril a 01 de mayo se trabajó en la instalación, es decir inició unos días antes del monitoreo 5. Trabajaron tres maestros más los investigadores, estando las labores establecidas para cada grupo. Un maestro pintaba con carbolíneo (material que evita la putrefacción de la madera) los 75 postes de eucaliptos que medían 5 m. Los otros dos maestros se distribuyeron el trabajo, uno de ellos ensambló las estructuras a los postes que ya estaban secos del pintado y el otro se dedicó a hacer hoyos de 50 cm de profundidad para enterrar los postes.

Los postes utilizados son de eucalipto natural. Para las perchas se compraron postes de 6 m que se cortaron a la altura de 5 m permitiendo usar el trozo de 1 m para dar forma a la percha. Las plataformas y casas nido siguieron el diseño original propuesto con modificaciones en el ensamble de estas al poste (Figura 6). Todas las estructuras fueron ensambladas y fijadas a los postes con tornillos que otorgan mayor resistencia y durabilidad. A las casas nido (Figura 7) se les hizo una perforación circular de 2 centímetros para futuras instalaciones de cámaras trampa u otros medios de registro audiovisual.

Los investigadores colaboraron en la georreferenciación de los puntos y colocación de postes. Adicionalmente uno de los investigadores se dedicó a trasladar en el vehículo algunas estructuras que habían quedado a resguardo en la zona de galpones de la administración del predio.

La distribución de las estructuras a instalar en el predio consideró que estas quedaran en la línea de cultivo y no entre líneas debido a que constantemente se están haciendo faenas de limpieza con tractor. Debido a que el diseño inicial se hizo en base a imágenes del predio, al momento de instalar las estructuras se desplazaron algunas estructuras debido a cercanías de caminos, líneas de riego y actividad de remoción de plantaciones y escombros. Además, se debieron considerar algunas sugerencias del propietario.



Figura 6. Instalación de plataforma y percha en punto de conteo U9.
Fotografías: Sergio Alvarado



Figura 7. Ensamblado de casas nido en punto U8.
Fotografías: Sergio Alvarado

6. Resultados y su análisis

6.1. Ensamble de aves rapaces y su actividad en el ambiente

6.1.1. Riqueza y abundancia de aves rapaces diurnas y nocturnas en el área de estudio

La riqueza de aves rapaces encontradas en el Predio El Almendral mediante evidencia directa de conteos, escuchas y avistamientos, está representada por seis especies de hábitos diurnos y tres de hábitos nocturnos (Cuadro 3). De ellos, sólo el cóndor andino no posee rol potencial de biocontrolador debido a sus hábitos carroñeros. La base de datos puede revisarse en <https://doi.org/10.15468/33myh9>.

Cuadro 3. Riqueza de especies registradas en el Predio El Almendral a lo largo de ocho monitoreos.*

N°	Nombre común	Nombre científico	Orden	Familia	Actividad	Biocontrolador
1	Águila	<i>Geranoaetus melanoleucus</i>	Falconiformes	Accipitridae	Diurna	Si
2	Aguilucho común	<i>Buteo polyosoma</i>	Falconiformes	Accipitridae	Diurna	Si
3	Cernícalo	<i>Falco sparverius</i>	Falconiformes	Falconidae	Diurna	Si
4	Chuncho	<i>Glaucidium nana</i>	Strigiformes	Strigidae	Diurna/Nocturna	Si
5	Cóndor	<i>Vultur gryphus</i>	Falconiformes	Cathartidae	Diurna	No
6	Lechuza	<i>Tyto furcata</i>	Strigiformes	Tytonidae	Nocturna	Si
7	Peuco	<i>Parabuteo unicinctus</i>	Falconiformes	Accipitridae	Diurna	Si
8	Tiuque	<i>Milvago chimango</i>	Falconiformes	Falconidae	Diurna	Si
9	Tucúquere	<i>Bubo magellanicus</i>	Strigiformes	Strigidae	Nocturna	Si

*Considera la clasificación taxonómica utilizada en Alvarado *et al.* (2015)

6.1.1.1. Rapaces diurnas en el área de plantaciones

En los puntos de conteo al interior de las plantaciones (U) se registraron n=26 individuos de cinco especies (S=5) de aves rapaces pertenecientes a dos órdenes y tres familias (Cuadro 4). La identificación de los individuos se realizó en base a juicio experto y uso de guías de campo especializadas, además se registró para cada ejemplar observado señales o marcas llamativas en el plumaje (ejemplo: una pluma primaria quebrada, una pluma de la cola faltante, falta de una pluma en específico, etc.) que permitieron diferenciar un individuo de otro de la misma especie. Las especies corresponden a águila (*Geranoaetus melanoleucus*), cernícalo (*Falco sparverius*), chuncho (*Glaucidium nana*), peuco (*Parabuteo unicinctus*) y tiuque (*Milvago chimango*). Todas son diurnas, teniendo el chuncho también hábitos nocturnos.

Cuadro 4. Distribución de conteos de aves rapaces diurnas y nocturnas en plantaciones a lo largo de los monitoreos.

N°	Especie	U1	U2	U3	U4	U5	U6	U7	U8	U9	U10	U11	Total	Abundancia relativa
1	Águila	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	15,4%
2	Cernícalo	0	0	0	0	0	3	0	0	1	0	0	4	15,4%
3	Chuncho	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	3,8%
4	Peuco	0	1	0	0	1	0	0	5	0	2	0	9	34,6%
5	Tiuque	0	0	0	1	0	1	1	0	0	5	0	8	30,8%
Total		4	1	0	1	1	4	2	5	1	7	0	26	100%
%		15,4%	3,8%	0,0%	3,8%	3,8%	15,4%	7,7%	19,2%	3,8%	26,9%	0,0%	100%	

En el caso del águila se registraron cuatro individuos (15,4%), tres sobrevolando el punto U1 en el monitoreo 3, una hembra y un macho adulto más un ejemplar básico I o juvenil (< 1 año) que corresponde al pichón de la nidada lo que facilita la identificación de este. Este punto (U1) está en el borde de la plantación, a orillas del cerro, en dirección noreste y es un territorio reproductivo de águila. El registro adicional en el mismo punto corresponde al mismo ejemplar básico I mencionado anteriormente perchado en una torre de alta tensión en el monitoreo 4. La identificación del ejemplar se basó en tamaño y permanencia en el mismo punto (territorio de los padres).

En el caso del cernícalo, se registraron cuatro individuos (15,4%). Un individuo adulto y un polluelo en el monitoreo 1 en el punto U6 y un ejemplar adulto en el mismo punto en el monitoreo 2, además de un ejemplar adulto en el punto U9 en el mismo monitoreo. Esta especie posee un territorio reproductivo en inmediaciones del punto U6 debido a que en la primera visita a terreno (previo al inicio de los monitoreos) se pudo ver alimentación a pichones recién salidos del nido en ese territorio. Los pichones de cernícalo suelen no moverse mucho cuando son rameros (ejemplares recién salidos del nido y que andan revoloteando en cercanías del mismo) y son fieles a lugares cercanos al nido, lo que asegura en ese punto un territorio reproductivo que se corrobora con los registros del monitoreo 1 y 2.

Para el chuncho, se registró 1 individuo adulto (3,8%), en el punto U7 monitoreo 2. El punto U7 es contiguo a U6, y este último punto se asocia a registros diurnos de chuncho y mediante playback en el monitoreo de rapaces nocturnas.

En el caso del peuco se registraron nueve individuos (34,6%). Cinco en el punto U8, un macho adulto y una hembra inmadura en el monitoreo 1, un juvenil en los monitoreos 3 y 4 y un adulto en el monitoreo 7. Dos en el punto U10, un pichón en el monitoreo 3 y un juvenil en el monitoreo 4. Un juvenil en el punto U5 y monitoreo 5 y un juvenil en el punto U2 y monitoreo 1. En la zona entre U4 y U5 se ha visto una pareja de adultos junto a dos juveniles, y estos mismos ejemplares se encuentran en cercanías a los puntos E5 y E6 lo que hace pensar en un posible territorio en dicha zona. Además, se encontraron desplumes y egagrópilas en perchas de avistamiento habitual en puntos U4 y U5 (Figura 24).

Se registraron ocho tiuques adultos (30,8%), cinco en el punto U10 (tres en monitoreo 3, uno en monitoreo 6 y uno en monitoreo 5), uno en punto U6 y uno en U7 (ambos en monitoreo 2) y uno en el monitoreo 7 en punto U4. Los registros de tiuque se encuentran dentro de lo esperado y dan luces de un posible territorio en cercanías al punto U10. Cabe destacar que este punto se encuentra contiguo al predio del sector sur en donde hay un viñedo. La experiencia de los consultores indica que los tiuques visitan mucho los viñedos ya que estos les brindan perchas a baja altura como lo son las podas de las parras y desde ahí pueden acceder fácilmente al alimento.

Los registros de aves rapaces en la plantación muestran que, de las 5 especies observadas, 4 de ellas hicieron uso de esta como medio de nidificación, refugio, descanso y lugar de alimentación.

El águila siempre se vio asociada al borde del punto U1 el cual limita al cerro en donde se encuentra el tendido de alta tensión y que era el lugar de perchamiento y actividades de la pareja de águilas territoriales. Fuera de conteos se veían a las águilas pasar volando por encima de la plantación, pero sin desarrollar actividades en la plantación (por ejemplo, no bajaban a percharse a los árboles de gran altura, aunque la oferta de altura fuese la adecuada). El movimiento del águila siempre estuvo restringido al borde del cerro y por sobre el cerro en vuelos de inspección en búsqueda de alimento, además destinaban gran tiempo a descansar en la punta de las torres de alta tensión. Se piensa que la poca visibilidad que otorga la cobertura de plantación de paltos y la poca distancia en la plantación de almendros entre una línea y otra que le impide un despegue adecuado, hacen que la especie no se aproxime a estos lugares. A eso se suma que en las prospecciones no se vio conejos o liebres en esa zona, lo que podría reforzar la idea de que la zona de plantación como área de caza no es la adecuada para el águila.

Las plantaciones de paltos y almendros ofertan un adecuado sitio de nidificación y alimentación para las restantes rapaces a excepción del águila. En el caso del cernícalo se pudo identificar dos áreas reproductivas en donde se observaron entregas de presas a pichones recién salidos del nido, estos ejemplares se mantenían en árboles nativos cercanos a las plantaciones de almendros. Se les podía ver volando por sobre estos y cayendo en picado al piso de la plantación en donde realizaban la caza. El chuncho fue visto volando o perchado en ramas en cercanías a plantaciones de almendro, su presencia fue detectada por observación directa o por acoso de paseriformes que lo trataban de expulsar de territorios de estos, pero no fue visto consumiendo ni cazando presas.

El cernícalo, el chuncho, el peuco y el tiuque utilizan las plantaciones de paltos y almendros como sitio de nidificación y alimentación, pero no serían un área de caza adecuada para el águila.

El peuco presentó marcada presencia en tres lugares asociados a plantaciones de almendro, en U4 y U5 se encontró evidencia de egagrópilas, desplume y percha de descanso en un quillay, en una quebrada de bosque nativo situada entre los puntos U3 y U2 se encontró un nido en un quillay con presencia de dos individuos volantes y restos de presa. Adicionalmente se le vio caminando por el piso o perchado en ramas de almendro dentro de la plantación a una altura de 1 a 1,5 m, tras una inspección de los lugares se encontró desplume que en su gran mayoría correspondió a tórtola y codorniz. El tiuque es la rapaz más conspicua y común en agroecosistemas y plantaciones, sus características tróficas (alimentación) le permiten estar presente en muchos ambientes en donde es capaz de explotar los más variados recursos.

El tiuque es la rapaz más común en agroecosistemas debido a sus características tróficas que le permiten utilizar los más variados recursos.

La presencia de estas 4 rapaces es la esperada en ambientes de este tipo en donde se mezclan remanentes de bosque nativo con plantaciones que ofertan sitios de nidificación y perchas de descanso que quedan fuera de sus áreas de caza considerando a estas como las plantaciones. La oferta entregada por las plantaciones en lo que respecta a especies presa es muy variada tanto en tamaño de presas como en tipo de actividad de estas, además la estructura espacial de distribución de ambas plantaciones permite el desplazamiento de estas rapaces de tamaño medio a pequeño. No se encontró ninguna evidencia en la plantación de paltos, probablemente debido a que la cobertura de este tipo de árboles no es propicia por ejemplo para el peuco, tiuque y cernícalo que se caracterizan por cazar en zonas amplias y más abiertas. Este tipo de plantación sí podría entregar una buena oferta al chuncho sobre todo en lugares de resguardo desde donde acecha a sus presas.

6.1.1.2. Rapaces diurnas en el límite de la plantación con el bosque esclerófilo

En los puntos de conteo (E) que limitan la plantación con el bosque esclerófilo se registraron n=55 individuos de seis especies (S=6) de aves rapaces pertenecientes a un orden y tres familias (Cuadro 5). Las especies corresponden a águila (*Geranoaetus melanoleucus*), aguilucho común (*Buteo polyosoma*), cernícalo (*Falco sparverius*), cóndor (*Vultur gryphus*), peuco (*Parabuteo unicinctus*) y tiuque (*Milvago chimango*).

Como se indicó en la metodología, los monitoreos 1 y 2 consideraron todos los puntos (E1-E6), y desde el monitoreo 3 se realizaron conteos solo en los puntos E1, E3 y E6. En el Cuadro 5 se pueden ver las abundancias estimadas por punto de conteo y por monitoreo para las seis especies de rapaces registradas. La Figura 8 muestra la distribución del número de individuos registrados en cada monitoreo y punto, donde se puede ver que las abundancias estimadas se comportan uniformemente en los tres primeros monitoreos y quinto, en el cuarto monitoreo se presenta un aumento en el punto E6, en el monitoreo 6 y 8 presenta un comportamiento descendente y en el monitoreo 7 forma de "U".

Los conteos totales por monitoreo muestran valores esperables para especies que se sospecha que son residentes, 5, 7, 5, 11 y 6 registros, para los monitoreos 1 al 5 respectivamente. En el caso del águila está claro que existe una pareja adulta residente con un pichón de la nidada 2019-2020 y dos registros ocasionales de dos individuos probablemente errantes. En el punto E3 se ha registrado en cuatro monitoreos seis cóndores, el patrón de vuelo observado en los ejemplares avistados sugiere que están realizando un desplazamiento en el eje norte-sur siempre emprendiendo el vuelo hacia el sector de angostura de Paine, lo que sugiere que solo usan el cerro El Peral como ruta de desplazamiento. El aguilucho común observado en el punto E6 en el monitoreo 2, fue visto en visita previa al inicio de los monitoreos con otro ejemplar adulto, lo que nos podría hacer pensar en un posible territorio. A partir del tercer monitoreo no se han registrado aguiluchos y eso es consistente y concuerda con la baja frecuencia de avistamientos de aguiluchos una vez que sacan a su nidada, solo se registró en el monitoreo final en el mes de octubre lo que podría estar explicado a que ya se encontraba en su territorio en plena nidificación si se piensa en este lugar como territorio reproductivo. Los cernícalos observados en inmediaciones del punto E5 y E6 sugieren el establecimiento de un territorio reproductivo debido a los encuentros agonísticos (agresivos) con otras rapaces (por ejemplo, peuco y tiuque). Los tiuques se observaron en inmediaciones del punto E6 en torres de alta tensión. Esta especie también se ha visto en la quebrada de bosque esclerófilo subiendo por el cerro El Peral, así que este lugar podría constituirse como un posible territorio de refugio ante la presión que ejercen las águilas (se han visto persecuciones de las águilas a los tiuques). Los peucos observados corresponden a los mismos registrados en los monitoreos de las plantaciones.

Los conteos totales por monitoreo en el límite de la plantación con el bosque esclerófilo, muestran valores esperables para especies que se sospecha que son residentes.

Cuadro 5. Distribución de conteos en puntos que limitan en plantación con el bosque esclerófilo*.

Monitoreo 1									Monitoreo 5								
Especie	E1	E2	E3	E4	E5	E6	Total	%	Especie	E1	E2	E3	E4	E5	E6	Total	%
Águila	0	1	0	0	0	0	1	20,0%	Águila	2	.	0	.	.	2	4	66,7%
Aguilucho común	0	0	0	0	0	0	0	0,0%	Aguilucho común	0	.	0	.	.	0	0	0,0%
Cernícalo	0	0	0	0	1	0	1	20,0%	Cernícalo	0	.	0	.	.	1	1	16,7%
Cóndor	0	0	1	0	0	0	1	20,0%	Cóndor	0	.	1	.	.	0	1	16,7%
Peuco	0	1	0	0	1	0	2	40,0%	Peuco	0	.	0	.	.	0	0	0,0%
Tiuque	0	0	0	0	0	0	0	0,0%	Tiuque	0	.	0	.	.	0	0	0,0%
Total	0	2	1	0	2	0	5	100%	Total	2	.	1	.	.	3	6	100%
Monitoreo 2									Monitoreo 6								
Especie	E1	E2	E3	E4	E5	E6	Total	%	Especie	E1	E2	E3	E4	E5	E6	Total	%
Águila	2	0	0	0	1	0	3	42,9%	Águila	2	.	0	.	.	0	2	40,0%
Aguilucho común	0	0	0	0	0	1	1	14,3%	Aguilucho común	0	.	0	.	.	0	0	0,0%
Cernícalo	0	0	1	0	0	0	1	14,3%	Cernícalo	0	.	0	.	.	0	0	0,0%
Cóndor	0	0	1	0	0	0	1	14,3%	Cóndor	0	.	0	.	.	0	0	0,0%
Peuco	0	0	0	0	0	1	1	14,3%	Peuco	0	.	2	.	.	0	2	40,0%
Tiuque	0	0	0	0	0	0	0	0,0%	Tiuque	1	.	0	.	.	0	1	20,0%
Total	2	0	2	0	1	2	7	100%	Total	3	.	2	.	.	0	5	100%
Monitoreo 3									Monitoreo 7								
Especie	E1	E2	E3	E4	E5	E6	Total	%	Especie	E1	E2	E3	E4	E5	E6	Total	%
Águila	1	.	2	.	.	0	3	60,0%	Águila	1	.	0	.	.	2	3	75,0%
Aguilucho común	0	.	0	.	.	0	0	0,0%	Aguilucho común	0	.	0	.	.	0	0	0,0%
Cernícalo	0	.	0	.	.	0	0	0,0%	Cernícalo	0	.	0	.	.	0	0	0,0%
Cóndor	0	.	0	.	.	0	0	0,0%	Cóndor	0	.	0	.	.	0	0	0,0%
Peuco	1	.	0	.	.	1	2	40,0%	Peuco	0	.	0	.	.	1	1	25,0%
Tiuque	0	.	0	.	.	0	0	0,0%	Tiuque	0	.	0	.	.	0	0	0,0%
Total	2	.	2	.	.	1	5	100%	Total	1	.	0	.	.	3	4	100%
Monitoreo 4									Monitoreo 8								
Especie	E1	E2	E3	E4	E5	E6	Total	%	Especie	E1	E2	E3	E4	E5	E6	Total	%
Águila	2	.	1	.	.	0	3	27,3%	Águila	4	.	0	.	.	0	4	33,3%
Aguilucho común	0	.	0	.	.	0	0	0,0%	Aguilucho común	1	.	1	.	.	0	2	16,7%
Cernícalo	0	.	0	.	.	0	0	0,0%	Cernícalo	0	.	0	.	.	1	1	8,3%
Cóndor	0	.	0	.	.	0	0	0,0%	Cóndor	0	.	3	.	.	2	5	41,7%
Peuco	0	.	0	.	.	1	1	9,1%	Peuco	0	.	0	.	.	0	0	0,0%
Tiuque	1	.	0	.	.	6	7	63,6%	Tiuque	0	.	0	.	.	0	0	0,0%
Total	3	.	1	.	.	7	11	100%	Total	5	.	4	.	.	3	12	100%

*Desde el monitoreo 3 al 8 se realizaron conteos sólo en puntos E1, E3 y E6.

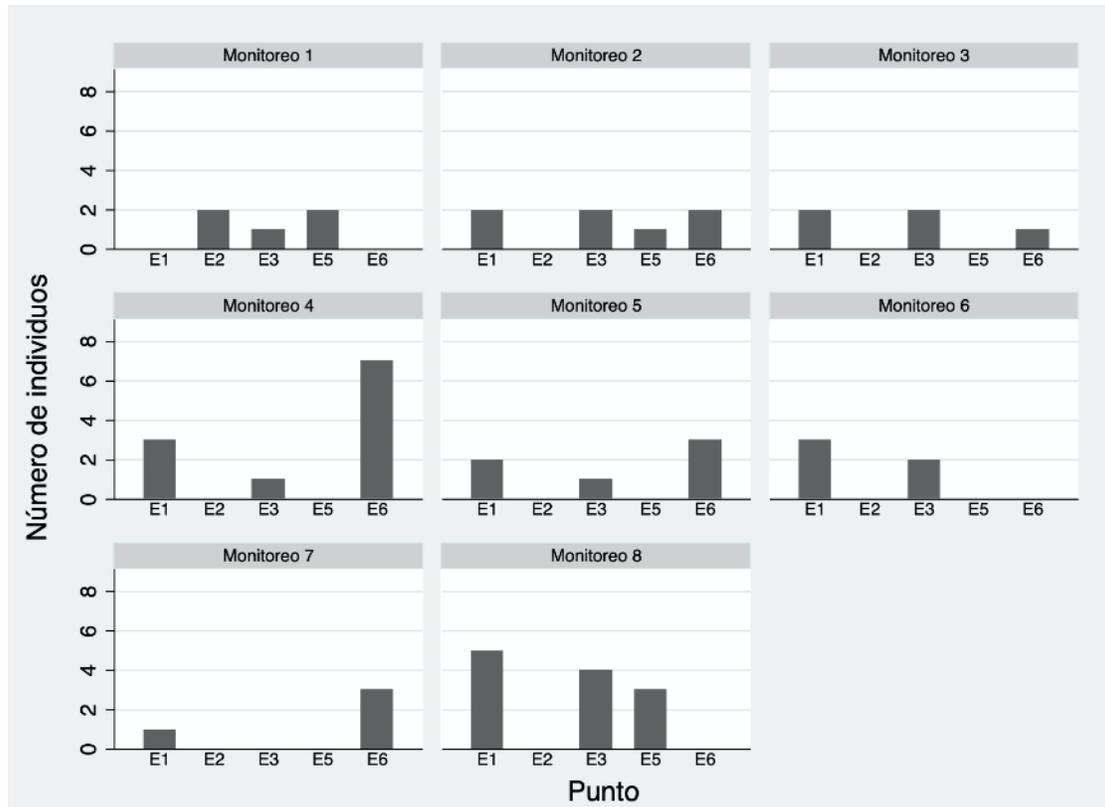


Figura 8. Registros de conteo en puntos que limitan en plantación con bosque esclerófilo (E).

Los registros en cada uno de los monitoreos se describen a continuación:

Monitoreo 1: Se registraron cuatro especies (cóndor, águila, cernícalo y peuco), con 5 ejemplares (9,1%) registrados respecto del total de individuos en los cinco monitoreos. El cóndor se observó en el borde del cerro El Peral desde el punto E3 realizando un vuelo planeado rectilíneo en dirección sureste hacia el sector de angostura de Paine. El águila corresponde a un ejemplar macho adulto en el punto E2 que posee un territorio vinculado al punto E1 en el cual tiene actividad reproductora en inmediaciones de una torre de alta tensión. El cernícalo se registró en el punto E5 en cercanías a una torre de alta tensión, este territorio (Figura 10) está identificado como sitio reproductivo ya que las conductas agonísticas desplegadas en defensa del territorio ante la intromisión de peucos o tiuques nos indica tal condición. Para el peuco, se tienen dos registros, uno en el punto E2 y el otro en punto E5, donde este último constituye un territorio (Figura 10).

Monitoreo 2: Se registraron cinco especies (águila, aguilucho común, cernícalo, cóndor y peuco), con 7 individuos (12,7%) registrados en total. En el caso del águila los dos registros corresponden a una pareja reproductora que se ubica en el punto E1 y permanece gran parte del día perchada y realizando vuelos de inspección y caza en el territorio que se propone para esta especie, en el punto E5 se registró un

ejemplar adulto en el borde del cerro y que correspondía a un individuo distinto a la pareja residente observada en E1. El aguilucho común registrado en el punto E6 era un ejemplar adulto, y se encontraba volando en vuelo circular ascendente realizando un “cicleo o tornillo” sobre la ladera de exposición oeste hacia el sur del cerro El Peral. El cernícalo (ejemplar adulto) se observó en el punto E3 en el borde del cerro en vuelo planeado rectilíneo en dirección sur hacia el punto E5. Para el cóndor, se observó el mismo patrón de movimiento observado en monitoreo 1 y punto E3. El peuco se registró en el punto E6 cercano a E5, este último punto ya había registrado actividad de peuco en el monitoreo 1. En la quebrada de bosque esclerófilo entre los puntos de conteo U2 y U3 (véase [6.3.2 Muestreo de micromamíferos](#)) se encontró un nido activo de peuco con dos pichones (registro fuera de conteo). Entre los puntos de conteo U8 y U10 (véase [6.3.2 Muestreo de micromamíferos](#)), se encontró seis desplumes de tórtola atribuibles a peucos que se han visto entre las zonas U5 y U8. En el resto del predio no se encontró ningún otro tipo de signo de actividad de aves rapaces.

Monitoreo 3: Se registraron dos especies (águila y peuco), con 5 individuos (9,1%) registrados en total. En el caso del águila los dos registros corresponden a la pareja reproductora descrita en el monitoreo 1 y 2 y al ejemplar básico I que corresponde al pichón de la nidada del año 2019-2020, donde el registro se hizo en E1 y E3. Los dos peucos registrados se encontraron en los puntos E1 y E6.

Monitoreo 4: Se registraron tres especies (águila, tиюque y peuco), con 11 individuos (20%) registrados en total. En el caso del águila los dos registros corresponden a la pareja reproductora descrita en el monitoreo 1 y 2 y el ejemplar básico I que corresponde al pichón de la nidada del año 2019-2020. En esta ocasión se tuvo acercamiento a la cría y corresponde a un macho (identificación mediante dimorfismo inverso), realizando el registro en E1 y E3. Se registraron siete ejemplares de tиюque en los puntos E1 y E6 en torres de alta tensión, y un peuco en el punto E6.

Monitoreo 5: Se registraron tres especies (águila, cóndor y cernícalo), con 6 individuos (10,9%) registrados en total. Las águilas corresponden a la misma pareja con territorio comprendido entre los puntos E1 y E3, y dos ejemplares probablemente errantes en el punto E6 (una hembra con muda en plumas primarias y un macho adulto). El cóndor se observó en el borde del cerro El Peral desde el punto E3 realizando un vuelo planeado rectilíneo en dirección sureste hacia el sector de angostura de Paine. El cernícalo era una hembra adulta observada en el punto E6 (véase monitoreo 1) probablemente la hembra territorial de E5.

Monitoreo 6: Se registraron tres especies (águila, peuco y tиюque), con 5 individuos (10,9%) registrados en total. Las águilas corresponden a la misma pareja con territorio comprendido entre los puntos E1 y E3. Para el peuco, se tienen dos registros en el punto E3, cercanos a los puntos E2 y E5, vistos en el monitoreo 1,

este último punto constituye un territorio (Figura 10). Se registró un tiiuque en el punto E1 en torres de alta tensión.

Monitoreo 7: Se registraron dos especies (águila y peuco), con 4 individuos (7,3%) registrados en total. Las tres águilas corresponden a la misma pareja con territorio comprendido entre los puntos E1 y E3, pero fueron avistadas en E1 y E6 en vuelos de inspección. El peuco presenta un registro en el punto E6, cercano al punto E5 el que está identificado como territorio reproductivo.

Monitoreo 8: Se registraron cuatro especies (águila, aguilucho común, cernícalo y cóndor), con 12 individuos (21,8%) registrados en total. Las cuatro águilas corresponden a la misma pareja con territorio comprendido entre los puntos E1 y E3, más un juvenil de 2 años y una hembra subadulta de aproximadamente 4 años. Los aguiluchos comunes fueron registrados en el punto E1 y E3, en el primer punto el ejemplar avistado era un macho adulto, y el segundo punto un ejemplar adulto se encontraba perchado en árbol. Un ejemplar de cernícalo adulto en vuelo planeado rectilíneo. Los 5 cóndores realizaron un vuelo planeado rectilíneo en dirección noreste por sobre el cerro El Peral.

Las diferencias observadas por cada monitoreo y punto se podrían deber a varios factores:

- 1) Los 4 primeros monitoreos consideran parte del período reproductivo 2019-2020, además los pichones de aquellas especies que nidifican en la zona se mantienen inclusive hasta los cortejos del próximo periodo reproductivo, lo que podría estar aumentando el número de ejemplares.
- 2) Las bajas presentadas podrían deberse a movimientos en relación a recursos como alimentación, esto podría explicar en parte el comportamiento observado en los tiiuques que se desplazan a un viñedo colindante con el predio El Almendral.
- 3) Los avistamientos de cóndores se asocian a desplazamientos en el eje norte-sur en dirección a angostura de Paine por el cerro El Peral, esta ruta puede ir cambiando dependiendo de las condiciones de viento que hacen que se registren menos individuos.
- 4) Podrían estar generándose migraciones locales hacia el valle por parte de rapaces generalistas como tiiuques o cernícalos. Todos estos factores podrían influir en las fluctuaciones observadas. Se requiere mayor frecuencia de monitoreo y otro tipo de diseño de estudio que permita validar estos posibles factores.

Las estimaciones del índice de Shannon muestran una tendencia al alza desde el monitoreo 1 ($H=0,58$) al 2 ($H=0,64$), posteriormente se genera una baja en el monitoreo 3 ($H=0,29$). Luego se genera nuevamente un alza desde el monitoreo 3 al 4, y del 4 al 6 un alza de $H=0,37$ pasando a $H=0,38$ en el monitoreo 5 y $H=0,46$ el 6, luego baja en el monitoreo 7 a $H=0,24$ y un alza en el 8 a $H=0,54$ respectivamente (Figura 9), En general se podría decir que el comportamiento del índice es muy fluctuante, visualizándose una tendencia a la disminución entre el monitoreo 1 y 3, posteriormente entre el monitoreo 3 y 6 un alza para

luego descender y visualizar un alza del monitoreo 7 al 8. A nivel general, sin considerar los quiebres en cada monitoreo, se aprecia un descenso en los valores del índice. Estos cambios en las estimaciones del índice podrían deberse a la abundancia por especie, que hace que este se vea modificado debido a su detectabilidad debido a sus conductas o desplazamientos entre un punto de conteo y otro que no se pueden detectar (más conteos/menos conteos) afectando el número de individuos registrados. Otra hipótesis es que este comportamiento en el índice pueda estar afectado por los cambios estacionales que afectan la riqueza S y el número de individuos por especie. Los intervalos de confianza para los monitores 1 y 2 y 4 al 8 muestran un claro solapamiento que nos indicaría que no existen diferencias en la estimación del parámetro entre ambos grupos de monitoreos, en tanto que se ve afectada esta tendencia en el monitoreo 3.

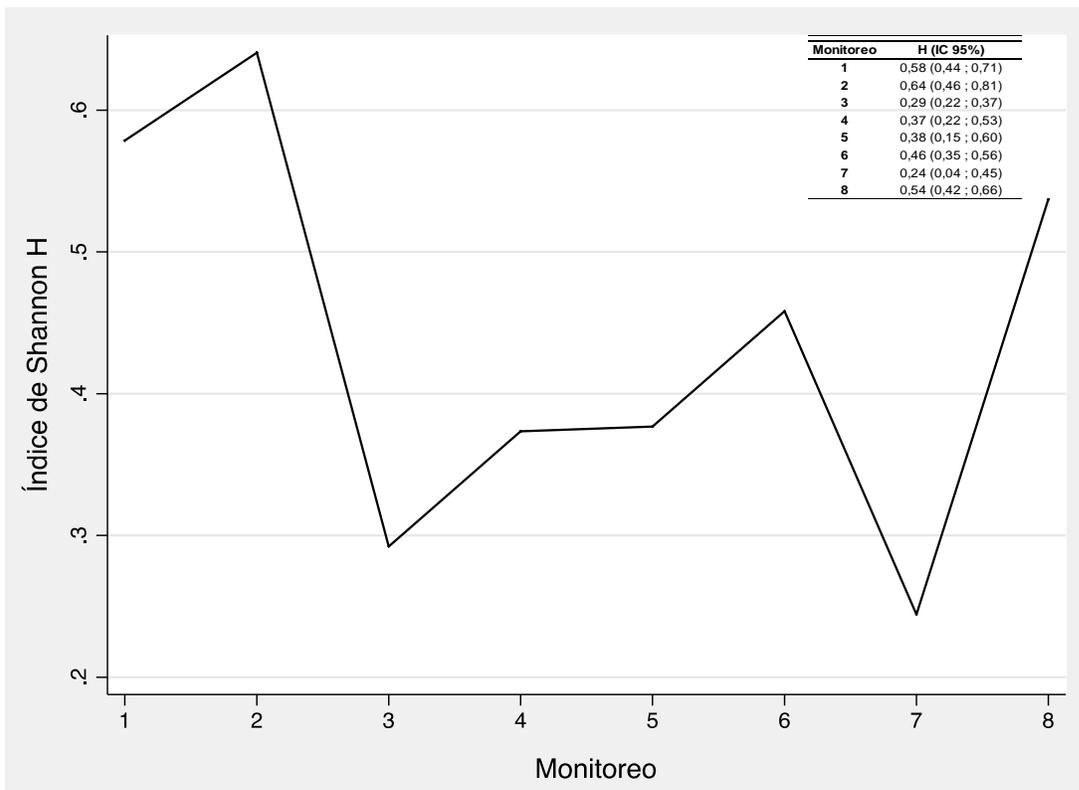


Figura 9. Índice de diversidad de Shannon H para monitoreos de aves rapaces diurnas en puntos E1-E6.

6.1.1.3. Rapaces nocturnas en el área de estudio

Los registros en cada uno de los monitoreos se describen a continuación:

Monitoreo 5: Los registros del monitoreo 5 se encuentran en el Cuadro 6. La primera secuencia de playback se hizo en N1 y la secuencia fue Chunchu-Lechuza-Concón-Tucúquere. El punto N1 no presentó respuesta, el punto N2 ante el playback de lechuza en la primera réplica respondieron dos chunchos, posteriormente ante el playback de concón

en la primera réplica respondieron los mismos dos chunchos. En el punto N3 también respondieron dos chunchos presentando el mismo patrón de respuesta a la primera réplica de tucúquere y concón. Finalmente, el punto N4 en las inmediaciones de la casa donde vive el administrador y en cercanías a una percha y plataforma instaladas (PE28 y PLA14 en punto U9), y en donde se detectó restos de presas y posible nidificación de lechuza, respondió para playback de concón (réplica 1) y tucúquere (réplica 3) la lechuza territorial antes mencionada. Para el playback de tucúquere en la réplica 1 respondió un tucúquere y en réplica 2 un chuncho. Es importante destacar que en cada punto de censo siempre respondieron los mismos individuos ante los playbacks de las distintas especies emisoras, ante ello se puede concluir que en el punto N2 y N3 detectamos 2 chunchos respectivamente y en el punto N4 detectamos 1 lechuza, 1 chuncho y 1 tucúquere.

En el punto N4, se encontró un número de 20 restos presa (egagrópilas y restos) y abundante feca que caía de la palmera. Esto permite pensar esta zona como un territorio de nidificación de lechuza. Desde este mismo punto respondió un tucúquere, esta especie habitualmente se encuentra en zonas de bosque en laderas de cerros. Se decide destinar mayor esfuerzo de muestreo en los próximos censos nocturnos para poder ver si ese ejemplar de tucúquere se desplaza desde una zona lejana hacia el punto de emisión del playback o es residente de ese lugar.

Cuadro 6. Matriz de Playback-Respuesta de aves rapaces nocturnas en monitoreo 5.

Monitoreo 5											
Punto N1			Especie respuesta			Punto N2			Especie respuesta		
Réplica	Especie	Chuncho	Lechuza	Concón	Tucúquere	Réplica	Especie	Tucúquere	Chuncho	Lechuza	Concón
1		0	0	0	0	1		0	0	0	0
2	Chuncho	0	0	0	0	2	Tucúquere	0	0	0	0
3		0	0	0	0	3		0	0	0	0
1		0	0	0	0	1		0	0	0	0
2	Lechuza	0	0	0	0	2	Chuncho	0	0	0	0
3		0	0	0	0	3		0	0	0	0
1		0	0	0	0	1		0	2	0	0
2	Concón	0	0	0	0	2	Lechuza	0	0	0	0
3		0	0	0	0	3		0	0	0	0
1		0	0	0	0	1		0	2	0	0
2	Tucúquere	0	0	0	0	2	Concón	0	0	0	0
3		0	0	0	0	3		0	0	0	0
Punto N3			Especie respuesta			Punto N4			Especie respuesta		
Réplica	Especie	Lechuza	Chuncho	Tucúquere	Concón	Réplica	Especie	Lechuza	Concón	Chuncho	Tucúquere
1		0	0	0	0	1		0	0	0	0
2	Lechuza	0	0	0	0	2	Lechuza	0	0	0	0
3		0	0	0	0	3		0	0	0	0
1		0	0	0	0	1		1	0	0	0
2	Chuncho	0	0	0	0	2	Concón	0	0	0	0
3		0	0	0	0	3		0	0	0	0
1		0	2	0	0	1		0	0	0	0
2	Tucúquere	0	0	0	0	2	Chuncho	0	0	0	0
3		0	0	0	0	3		0	0	0	0
1		0	2	0	0	1		0	0	0	1
2	Concón	0	0	0	0	2	Tucúquere	0	0	1	0
3		0	0	0	0	3		1	0	0	0

Monitoreo 7: Los registros del monitoreo 5 se encuentran en el Cuadro 7. En el N1 se obtuvieron respuestas solo de chuncho, dos ejemplares respondieron en la primera réplica de vocalización de chuncho y 2 y 3 ejemplares respondieron para las réplicas 2 y 3 de tucúquere respectivamente. En el punto N2 respondieron 1 lechuza y 1 chuncho, la lechuza respondió ante la vocalización de concón en la réplica 2 y el chuncho respondió en la réplica 2 de la vocalización de tucúquere. En el N3 respondió el chuncho ante playback de chuncho y tucúquere, por lo que se presume que es un solo ejemplar el que respondió. En el N4, respondió solo un chuncho ante el playback de concón.

Cuadro 7. Matriz de Playback-Respuesta de aves rapaces nocturnas en monitoreo 7.

Monitoreo 7											
Punto N1			Especie respuesta			Punto N2			Especie respuesta		
Réplica	Especie	Concón	Chuncho	Lechuza	Tucúquere	Réplica	Especie	Lechuza	Tucúquere	Concón	Chuncho
1		0	0	0	0	1		0	0	0	0
2	Concón	0	0	0	0	2	Lechuza	0	0	0	0
3		0	0	0	0	3		0	0	0	0
1		0	2	0	0	1		0	0	0	0
2	Chuncho	0	0	0	0	2	Tucúquere	0	0	0	1
3		0	0	0	0	3		0	0	0	0
1		0	0	0	0	1		0	0	0	0
2	Lechuza	0	0	0	0	2	Concón	1	0	0	0
3		0	0	0	0	3		0	0	0	0
1		0	0	0	0	1		0	0	0	0
2	Tucúquere	0	2	0	0	2	Chuncho	0	0	0	0
3		0	3	0	0	3		0	0	0	0
Punto N3			Especie respuesta			Punto N4			Especie respuesta		
Réplica	Especie	Lechuza	Concón	Chuncho	Tucúquere	Réplica	Especie	Concón	Lechuza	Tucúquere	Chuncho
1		0	0	0	0	1		0	0	0	0
2	Lechuza	0	0	0	0	2	Concón	0	0	0	1
3		0	0	0	0	3		0	0	0	1
1		0	0	0	0	1		0	0	0	0
2	Concón	0	0	0	0	2	Lechuza	0	0	0	0
3		0	0	0	0	3		0	0	0	0
1		0	0	0	0	1		0	0	0	0
2	Chuncho	0	0	1	0	2	Tucúquere	0	0	0	0
3		0	0	0	0	3		0	0	0	0
1		0	0	1	0	1		0	0	0	0
2	Tucúquere	0	0	0	0	2	Chuncho	0	0	0	0
3		0	0	0	0	3		0	0	0	0

Monitoreo 8: Los registros del monitoreo 5 se encuentran en el Cuadro 8. En este monitoreo no hubo respuesta en los puntos N1 y N4. En el N2 respondió un chuncho (el mismo) para todas las especies emisoras de vocalizaciones, en relación con el playback de concón respondió un ejemplar de tucúquere en las tres réplicas. El punto N3 presenta respuesta de un tucúquere ante los playbacks de tucúquere, lechuza y chuncho. Este ejemplar probablemente sea el mismo que vocalizó en el monitoreo 5 en el punto N4 debido a la cercanía de ambos puntos. Esto podría ser reforzado por el hecho que en inmediaciones de la bodega y casa patronal el cuidador ha observado tucúqueres y además se tienen registros de pichones de tucúquere. Así se piensa que el tucúquere que vocaliza en inmediaciones del punto N4 corresponde a un ejemplar adulto de dicha zona. El esfuerzo de muestreo destinado fue el mismo que para el monitoreo 5 y 7, pero el hallazgo y reporte de los trabajadores respecto a la presencia del ejemplar en inmediaciones de la casa patronal permitió estimar la distancia de desplazamiento (aproximadamente 200 m).

Cuadro 8. Matriz de Playback-Respuesta de aves rapaces nocturnas en monitoreo 8.

Monitoreo 8											
Punto N1			Especie respuesta			Punto N2			Especie respuesta		
Réplica	Especie	Lechuza	Tucúquere	Concón	Chuncho	Réplica	Especie	Tucúquere	Chuncho	Lechuza	Concón
1		0	0	0	0	1		0	0	0	0
2	Lechuza	0	0	0	0	2	Tucúquere	0	1	0	0
3		0	0	0	0	3		0	1	0	0
1		0	0	0	0	1		0	1	0	0
2	Tucúquere	0	0	0	0	2	Lechuza	0	1	0	0
3		0	0	0	0	3		0	1	0	0
1		0	0	0	0	1		0	1	0	0
2	Concón	0	0	0	0	2	Chuncho	0	1	0	0
3		0	0	0	0	3		0	1	0	0
1		0	0	0	0	1		1	1	0	0
2	Concón	0	0	0	0	2	Concón	1	1	0	0
3		0	0	0	0	3		1	1	0	0
Punto N3			Especie respuesta			Punto N4			Especie respuesta		
Réplica	Especie	Concón	Tucúquere	Lechuza	Chuncho	Réplica	Especie	Lechuza	Concón	Chuncho	Tucúquere
1		0	0	0	0	1		0	0	0	0
2	Concón	0	0	0	0	2	Lechuza	0	0	0	0
3		0	0	0	0	3		0	0	0	0
1		0	0	0	0	1		0	0	0	0
2	Tucúquere	0	0	0	0	2	Concón	0	0	0	0
3		0	1	0	0	3		0	0	0	0
1		0	1	0	0	1		0	0	0	0
2	Lechuza	0	1	0	0	2	Chuncho	0	0	0	0
3		0	1	0	0	3		0	0	0	0
1		0	1	0	0	1		0	0	0	0
2	Chuncho	0	0	0	0	2	Tucúquere	0	0	0	0
3		0	0	0	0	3		0	0	0	0

6.1.2. Áreas de actividad de aves rapaces en el área de estudio

En el sitio de estudio se estimó el área de actividad en kilómetros cuadrados para siete especies (águila, aguilucho común, cernícalo, chuncho, lechuza, peuco, tiuque y tucúquere). Los registros de cóndor se consideraron como ocasionales ya que el sector constituye un tramo del rango de movimiento norte-sur de la especie. Se incluyó en el listado al pequito y el concón en base a registros indirectos de perchas y fecas en zonas de sotobosque asociados a bosque esclerófilo, pero sin haber registrado avistamientos ni respuesta ante playback de ambas especies. Se consideró preliminarmente el criterio de juicio experto para asignar el área de presencia para ambas especies.

Durante las observaciones, las especies que poseen una estimación de área de actividad mantuvieron patrones de movimiento y perchado ya sea dentro de las plantaciones o entre las plantaciones y el bosque esclerófilo y fuera del área de plantaciones en bosque esclerófilo y quebrada del cerro el Peral (Cuadro 9). Sin embargo, es necesaria más información para determinar si ellas residen o solo se desplazan dentro del área de estudio. La extensión de las áreas de actividad varió ampliamente entre especies. La estimación de territorio de lechuza y tucúquere se hizo en base a la información histórica reportada por los habitantes del predio y por revisión con binoculares de la actividad de ocupación de las casas instaladas en las inmediaciones de la administración en relación a evidencia de nidificación y movimiento en la zona. Esto se hizo ya que ambas especies son de difícil detección en los monitoreos diurnos y es más fácil acceder a registros de actividad

históricos. Recién en el cuarto monitoreo se detectó otra zona de ocupación de lechuzas en el punto de conteo U9.

Cuadro 9. Estimación de áreas de actividad de aves rapaces (Km²) basadas en evidencia directa e indirecta al interior de plantaciones, entre plantaciones y bosque, y entre bosque esclerófilo y quebrada del cerro en el predio El Almendral.

Especies	Interior plantaciones	Entre plantaciones y bosque	Bosque esclerófilo y quebrada de cerro
Águila	-	4	-
Aguilucho común	-	-	3
Cernícalo	0,3	0,22	-
Chuncho	0,1	-	-
Concón	-	-	2
Lechuza	0,1	-	-
Peuco	0,33	0,65	-
Peuquito	-	-	2
Tiuque	0,36	-	-
Tucúquere	0,4	-	-

Las estimaciones de áreas de actividad muestran ciertos solapamientos entre especies, dado por el uso compartido de los recursos disponibles. Se aprecia una segregación espacial entre rapaces que no están asociadas a agroecosistemas como el águila, aguilucho común y cóndor (Figura 10) y el resto de las especies presentes en el área de estudio. Así se tiene que el águila y aguilucho común presentan grandes territorios de 4 km² y 3 km² en sectores de bosque en faldeos de cerro. Las restantes rapaces observadas comparten los recursos tanto tróficos como también el uso de árboles perchas, sitios de nidificación y abrevaderos naturales. Esto podría deberse a que las actividades agrícolas podrían estar influenciado un aumento en la oferta de presas y por ende un incremento en el número de rapaces observadas, lo que hace que se superpongan sus territorios.

Los territorios del águila, el aguilucho común y el cóndor no estarían asociados a agroecosistemas. Para el resto de las aves rapaces observadas existiría solapamiento de áreas de actividad en la plantación debido a que comparten los recursos.

Por ejemplo, el peuco presenta una superficie de área de actividad menor al interior de las plantaciones de 0,33 km² en comparación a los 0,65 km² de superficie entre plantaciones y bosque esclerófilo. Esto podría deberse a que en el sector de plantaciones y bosque debe recorrer mucho más en vuelos de inspección (observado en los monitoreos) buscando presas como codornices, conejos, liebres en espacios como matorral abierto, en cambio en el interior de plantaciones el área disminuye casi a la mitad lo que nos indicaría que la especie se mueve menos en este sector lo que se corrobora con las observaciones de caza al acecho en perchas en almendros a baja altura. El tiuque generalmente se observó en plantaciones y la estimación de la superficie del área de actividad se basó en los límites de los puntos más extremos de desplazamientos observados. De igual forma se realizó con

lechuza, tucúquere y chuncho, cuya estimación de área se basó también en el límite más extremo, pero en relación con la respuesta a los playbacks emitidos.

Para el cernícalo la estimación en interior de plantación y entre plantaciones y bosque se basó en los registros de puntos de nidificación, vuelos de caza, vuelos de agresión a intrusos (peuco, tiuque y águila) y lugares de visualización de perchas. Se aprecia mayor superficie de área de actividad al interior de plantación de 0,3 km² en comparación a los 0,22 km² de superficie de área de actividad entre plantaciones y bosque, donde este último valor se refiere a un territorio reproductivo observado en cercanías del punto E6.

Las estimaciones de superficie para áreas de actividad para concón y pequito en bosque esclerófilo y quebrada del cerro se basaron en base a juicio experto y por evidencia indirecta de perchas y fecas en zonas de sotobosque asociado a bosque esclerófilo. La experiencia indica que estas especies especialistas de hábitos forestales generalmente desarrollan sus actividades de caza dentro del bosque y manifiestan una fuerte dependencia de algún tipo de hábitat en particular. En el caso del pequito, en muy pocas ocasiones se puede ver en vuelos fuera del bosque a gran altura o sobrevolando el dosel del bosque, en tanto que el concón solo es detectable en la noche ya que gran parte del día permanece escondido en lo más profundo de las quebradas y puede observarse cuando vuela o responde a la presencia de un intruso, por lo que la estimación de 2 km² de superficie de área de actividad se asocia a todo el parche de bosque de la quebrada, superficie suficiente para que puedan desarrollar todas sus actividades de caza y nidificación.

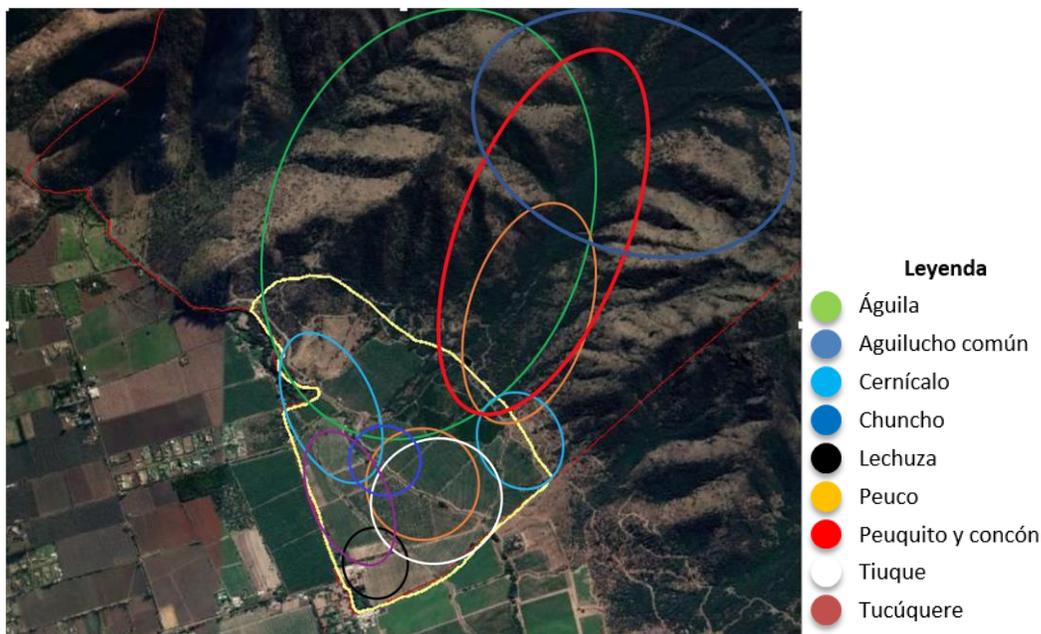


Figura 10. Territorios estimados de actividad de diez especies de aves rapaces entre plantaciones (polígono amarillo) y bosque esclerófilo en el predio El Almendral (polígono rojo) en función de juicio experto.

Pequito y concón: en base a evidencia indirecta (fecas y perchas); Cóndor: no se especifica área de actividad ya que sus registros se consideraron ocasionales.

6.2. Riqueza y abundancia de aves no rapaces en área de estudio

Debido a que se generaron cambios metodológicos en el conteo de aves por punto U pasando de un radio de 200 m a uno de 50 m, se procedió a hacer una comparación de densidades entre los tres primeros monitoreos y los dos siguientes. No se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre las densidades que consideraban distintos radios ($H_{KW}=0,24$; $p=0,624$). Esto permitió liberar el supuesto de la no comparación de conteos por monitoreo ante el cambio metodológico.

Al interior de las plantaciones se registró $S=29$ especies de aves no rapaces diurnas (Cuadro 10) y $n=656$ registros en el total de monitoreos (Cuadro 11). Estas especies representan a seis órdenes y dieciséis familias. La base de datos puede revisarse en <https://doi.org/10.15468/33myh9>.

El monitoreo 5 registró el mayor número de individuos ($n=134$; 20,4%) seguido del monitoreo 4 ($n=104$; 15,9%), el monitoreo 8 presentó el número de individuos registrados más bajo ($n=43$; 6,6%) (Cuadro 11 y Figura 11). Esto podría relacionarse a que por la fecha del monitoreo 5 se estaba talando una zona del predio lo que genera un amplio movimiento de insectos y semillas lo que podría propiciar el establecimiento de aves en esa zona, especialmente en bandadas pues al agruparse tienen mayor eficiencia de forrajeo y disminuyen el riesgo de depredación. La baja en los registros desde el monitoreo 5 en adelante podría estar explicada probablemente por el desplazamiento natural de aquellos individuos que nacieron en el periodo reproductivo 2019-2020 (ejemplares de paseriformes por ejemplo buscan territorios en otras zonas) o probablemente por especies que comparten recursos agregados como por ejemplo los tordos que reclutan a estos individuos. A su vez es importante considerar a aquellos pichones de rapaces que se agregan a las parejas residentes hasta aproximadamente el mes de octubre (observación personal), aumentando la presión en la depredación, lo que podría generar dicha baja.

Cuadro 10. Listado de especies de aves no rapaces diurnas registradas en los ocho monitoreos.

N°	Orden	Familia	Nombre común	Nombre científico
1	Apodiformes	Trochilidae	Picaflor	<i>Sephanoides sephanoides</i>
2	Charadriiformes	Charadriidae	Queltehue	<i>Vanellus chilensis</i>
3	Columbiformes	Columbidae	Paloma	<i>Columba livia</i>
4	Columbiformes	Columbidae	Paloma alas blancas	<i>Zenaida meloda</i>
5	Columbiformes	Columbidae	Tórtola	<i>Zenaida auriculata</i>
6	Columbiformes	Columbidae	Tortolita cuyana	<i>Columbina picui</i>
7	Columbiformes	Columbidae	Torcaza	<i>Patagioenas araucana</i>
8	Galliformes	Odontophoridae	Codorniz	<i>Callipepla californica</i>
9	Passeriformes	Emberizidae	Chincol	<i>Zonotrichia capensis</i>
10	Passeriformes	Fringillidae	Jilguero	<i>Spinus barbatus</i>
11	Passeriformes	Furnariidae	Canastero	<i>Pseudasthenes humicola</i>
12	Passeriformes	Furnariidae	Rayadito	<i>Aphrastura spinicauda</i>
13	Passeriformes	Furnariidae	Tijeral	<i>Leptasthenura aegithaloides</i>
14	Passeriformes	Icteridae	Loica	<i>Leistes loyca</i>
15	Passeriformes	Icteridae	Tordo	<i>Curaeus curaeus</i>
16	Passeriformes	Mimidae	Tenca	<i>Mimus thenca</i>
17	Passeriformes	Rhinocryptidae	Turca	<i>Pteroptochos megapodius</i>
18	Passeriformes	Thraupidae	Diuca	<i>Diuca diuca</i>
19	Passeriformes	Thraupidae	Yal	<i>Phrygilus fruticeti</i>
20	Passeriformes	Thraupidae	Cometocino	<i>Phrygilus gayi</i>
21	Passeriformes	Turdidae	Zorzal	<i>Turdus falcklandii</i>
22	Passeriformes	Troglodytidae	Chercán	<i>Troglodytes aedon</i>
23	Passeriformes	Tyrannidae	Diucón	<i>Xolmis pyrope</i>
24	Passeriformes	Tyrannidae	Fío-fío	<i>Elaenia albiceps</i>
25	Passeriformes	Tyrannidae	Cachudito	<i>Anairetes parulus</i>
26	Passeriformes	Tyrannidae	Viudita	<i>Colorhamphus parvirostris</i>
27	Passeriformes	Hirundinidae	Golondrina	<i>Tachycineta leucopyga</i>
28	Piciformes	Picidae	Carpinterito	<i>Veniliornis lignarius</i>
29	Piciformes	Picidae	Pitío	<i>Colaptes pitius</i>

Cuadro 11. Número de registros de aves no rapaces diurnas observados en cada monitoreo.

Especie	Monitoreo 1	Monitoreo 2	Monitoreo 3	Monitoreo 4	Monitoreo 5	Monitoreo 6	Monitoreo 7	Monitoreo 8	Total	%
Cachudito	0	0	0	0	3	1	0	0	4	0,6%
Canastero	0	0	1	0	0	1	0	0	2	0,3%
Carpinterito	1	0	1	1	0	0	0	0	3	0,5%
Chercán	0	0	4	4	4	4	4	1	21	3,2%
Chincol	0	2	0	2	8	0	5	1	18	2,7%
Codorniz	6	2	6	17	5	4	0	6	46	7,0%
Cometocino	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0,2%
Diuca	0	0	7	2	0	0	0	0	9	1,4%
Diucón	0	0	0	0	8	2	1	0	11	1,7%
Fío-fío	21	8	1	0	0	0	0	3	33	5,0%
Golondrina	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0,2%
Jilguero	2	1	0	0	6	0	2	0	11	1,7%
Loica	0	1	3	4	0	3	2	0	13	2,0%
Paloma	0	24	20	30	29	7	0	0	110	16,8%
Paloma alas blancas	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0,2%
Picaflor	0	0	1	3	0	3	7	0	14	2,1%
Pitío	3	1	0	6	4	4	4	1	23	3,5%
Queltehue	0	7	8	7	3	3	10	3	41	6,3%
Rayadito	0	0	0	0	0	2	1	1	4	0,6%
Tenca	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0,2%
Tijeral	0	0	0	0	0	0	1	1	2	0,3%
Torcaza	0	0	0	0	0	0	3	0	3	0,5%
Tordo	1	10	12	11	27	21	14	5	101	15,4%
Tórtola	16	6	7	9	17	3	1	1	60	9,1%
Tortolita cuyana	0	7	15	2	6	2	2	10	44	6,7%
Turca	0	0	1	0	0	1	1	2	5	0,8%
Viudita	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0,2%
Yal	0	0	0	0	12	0	0	0	12	1,8%
Zorzal	16	12	4	6	2	11	3	7	61	9,3%
Total	66	81	92	104	134	72	64	43	656	100,0%
%	10,1%	12,3%	14,0%	15,9%	20,4%	11,0%	9,8%	6,6%	100%	

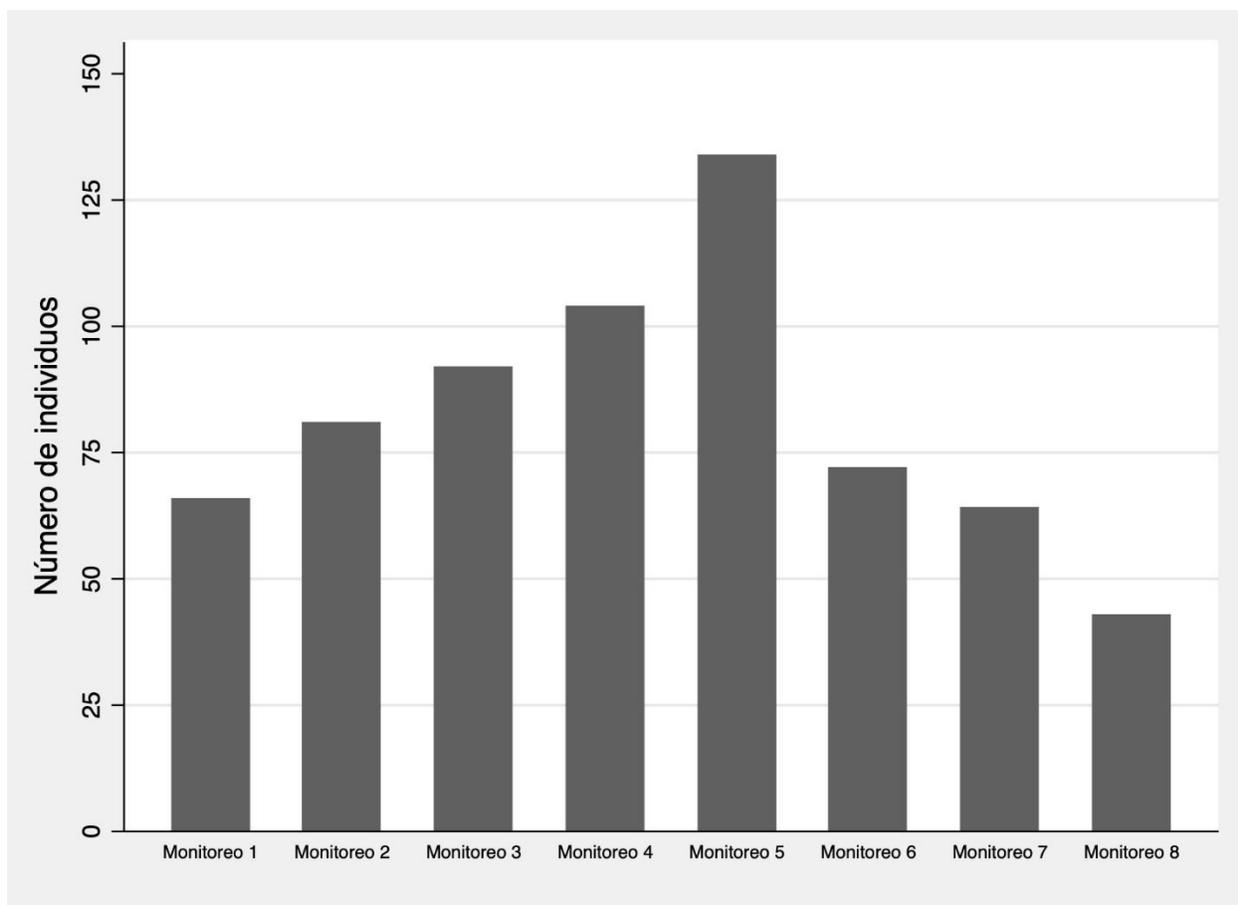


Figura 11. Número de registros de aves no rapaces diurnas observados en los monitoreos.

Los puntos de conteo en donde se registró el mayor número de individuos corresponden a U10 (n=195; 29,7%) y U1 (n=79; 12,0%) (Cuadro 12 y Figura 12). El punto U10 se encuentra en inmediaciones de las instalaciones de bodega en donde se realizan las faenas de procesamiento de los productos que elabora el Predio El Almendral. Este punto está contiguo al camino por el cual se desplazan las maquinarias como carros colosos de tractores que acarrear los frutos de almendros y paltos. Además, a 50 metros del punto U10 se encuentra la zona en donde se realiza el proceso de secado de las almendras en el piso, en donde se distribuyen a la intemperie. En general en este punto se veían muchos paseriformes probablemente atraídos por este recurso de alimento. Se destacan las palomas y tordos que se encontraban en árboles cercanos esperando la oportunidad para comer restos de estas o picotear las cáscaras, desde el monitoreo 2 al 6 ambas especies presentan el mayor número de registros. Estas especies generalmente realizaban vuelos desde la zona de secado de almendras al terreno contiguo del predio hacia el sur en donde se encuentra un viñedo. Este alto número de registros podría explicarse por el uso de recursos agregados como alimento lo que hace que se incremente el número de registros de individuos observados.

Cuadro 12. Número total de registros de individuos de aves no rapaces diurnas por punto y monitoreo.

	U1	U2	U3	U4	U5	U6	U7	U8	U9	U10	U11	Total	%
Monitoreo 1	8	2	3	14	12	0	7	6	5	9	.	66	10,1%
Monitoreo 2	2	4	3	5	5	17	6	6	2	31	.	81	12,3%
Monitoreo 3	6	3	3	6	7	6	6	18	3	34	.	92	14,0%
Monitoreo 4	22	5	5	5	6	7	6	6	5	37	.	104	15,9%
Monitoreo 5	23	7	4	7	5	5	.	11	16	47	9	134	20,4%
Monitoreo 6	6	1	5	3	8	3	.	14	2	25	5	72	11,0%
Monitoreo 7	6	7	5	10	10	8	.	6	3	5	4	64	9,8%
Monitoreo 8	6	5	2	4	3	4	.	4	4	7	4	43	6,6%
Total	79	34	30	54	56	50	25	71	40	195	22	656	100,0%
%	12,0%	5,2%	4,6%	8,2%	8,5%	7,6%	3,8%	10,8%	6,1%	29,7%	3,4%	100,0%	

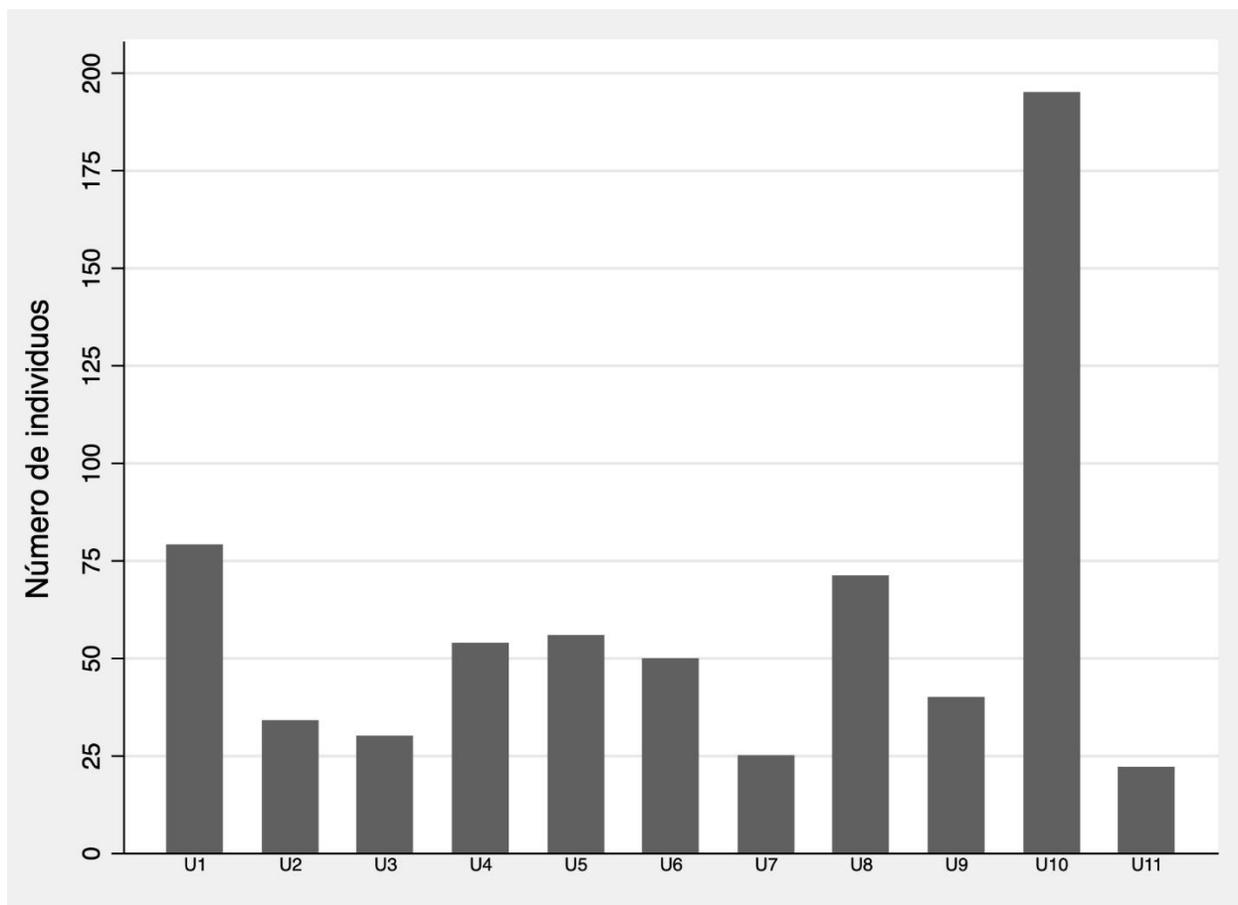


Figura 12. Número de registros de aves no rapaces diurnas observadas en los puntos de conteo U.

Los registros en cada uno de los monitoreos se describen a continuación:

Monitoreo 1: Se registraron S=8 especies, entre las más frecuentes destacan el fio-fío (n=21; 31,8%) y la tórtola y el zorzal (con n=16; 24,2% cada uno). Los puntos que registraron el mayor número de individuos son U4 y U5 [(n=14; 21,2%), (n=12; 18,2%) respectivamente] (Cuadro 13, Figura 13).

Cuadro 13. Registro de aves no rapaces diurnas en el monitoreo 1.

N°	Especie	U1	U2	U3	U4	U5	U6	U7	U8	U9	U10	U11	Total	Abundancia relativa (%)
1	Carpinterito	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	.	1	1,5%
2	Codorniz	0	0	0	2	2	0	0	2	0	0	.	6	9,1%
3	Fío-fío	4	0	2	6	3	0	1	1	2	2	.	21	31,8%
4	Jilguero	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	.	2	3,0%
5	Pitío	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	.	3	4,5%
6	Tordo	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	.	1	1,5%
7	Tórtola	1	2	0	4	0	0	4	1	0	4	.	16	24,2%
8	Zorzal	1	0	1	1	4	0	1	2	3	3	.	16	24,2%
Total		8	2	3	14	12	0	7	6	5	9	.	66	100%
%		12,1%	3,0%	4,5%	21,2%	18,2%	0,0%	10,6%	9,1%	7,6%	13,6%	.	100%	

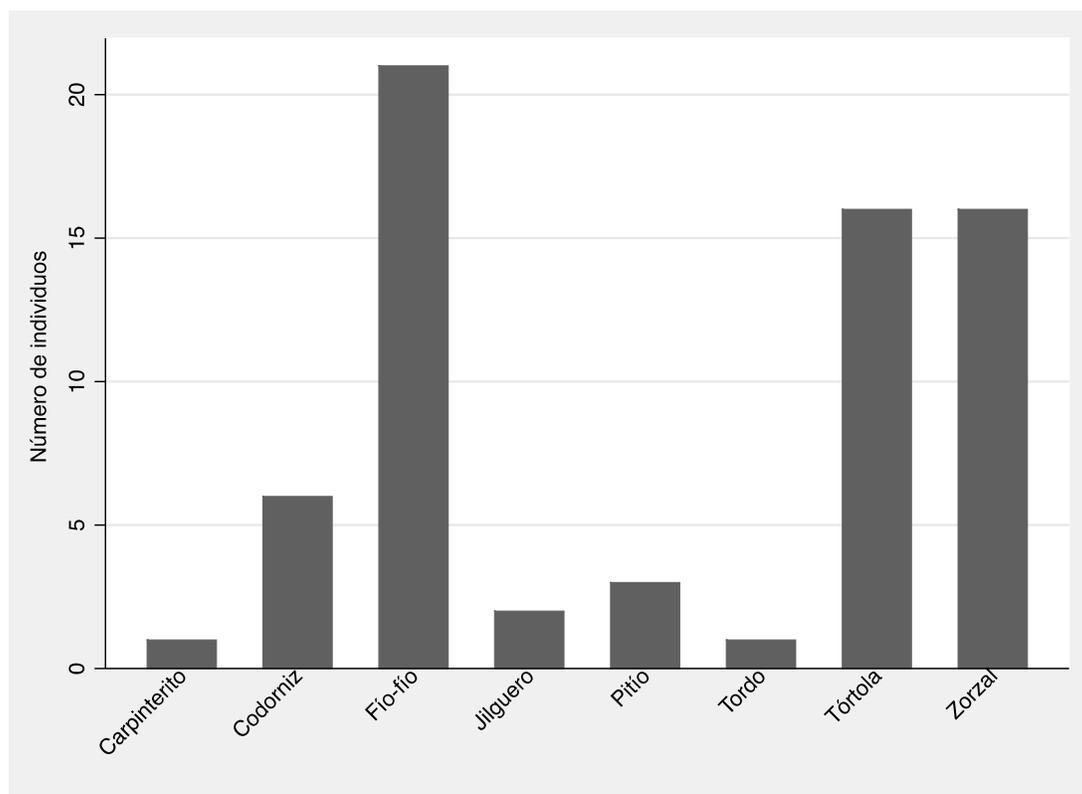


Figura 13. Número de individuos por especie de aves no rapaces diurnas observadas en el monitoreo 1.

Monitoreo 2: Se registró una riqueza de S=12 especies. Se destacan la paloma (n=24; 29,6%), el zorzal (n=12; 14,8%) y el tordo (n=10; 12,3%). Los puntos que presentaron mayor número de individuos fueron U10 (n=31; 38,3%) y U6 (n=17; 21%) (Cuadro 14, Figura 14).

Cuadro 14. Registro de aves no rapaces diurnas en el monitoreo 2.

N°	Especie	U1	U2	U3	U4	U5	U6	U7	U8	U9	U10	U11	Total	Abundancia relativa (%)
1	Chincol	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	.	2	2,5%
2	Codorniz	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	.	2	2,5%
3	Fío-fío	1	2	2	1	0	0	2	0	0	0	.	8	9,9%
4	Jilguero	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	.	1	1,2%
5	Loica	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	.	1	1,2%
6	Paloma	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24	.	24	29,6%
7	Pitío	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	.	1	1,2%
8	Queltehue	0	0	0	0	0	1	0	1	0	5	.	7	8,6%
9	Tordo	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	.	10	12,3%
10	Tórtola	0	0	0	0	1	1	1	1	0	2	.	6	7,4%
11	Tortolita cuyana	0	2	1	0	0	2	1	0	1	0	.	7	8,6%
12	Zorzal	0	0	0	3	3	0	2	4	0	0	.	12	14,8%
Total		2	4	3	5	5	17	6	6	2	31	.	81	100%
%		2,5%	4,9%	3,7%	6,2%	6,2%	21,0%	7,4%	7,4%	2,5%	38,3%	.	100%	

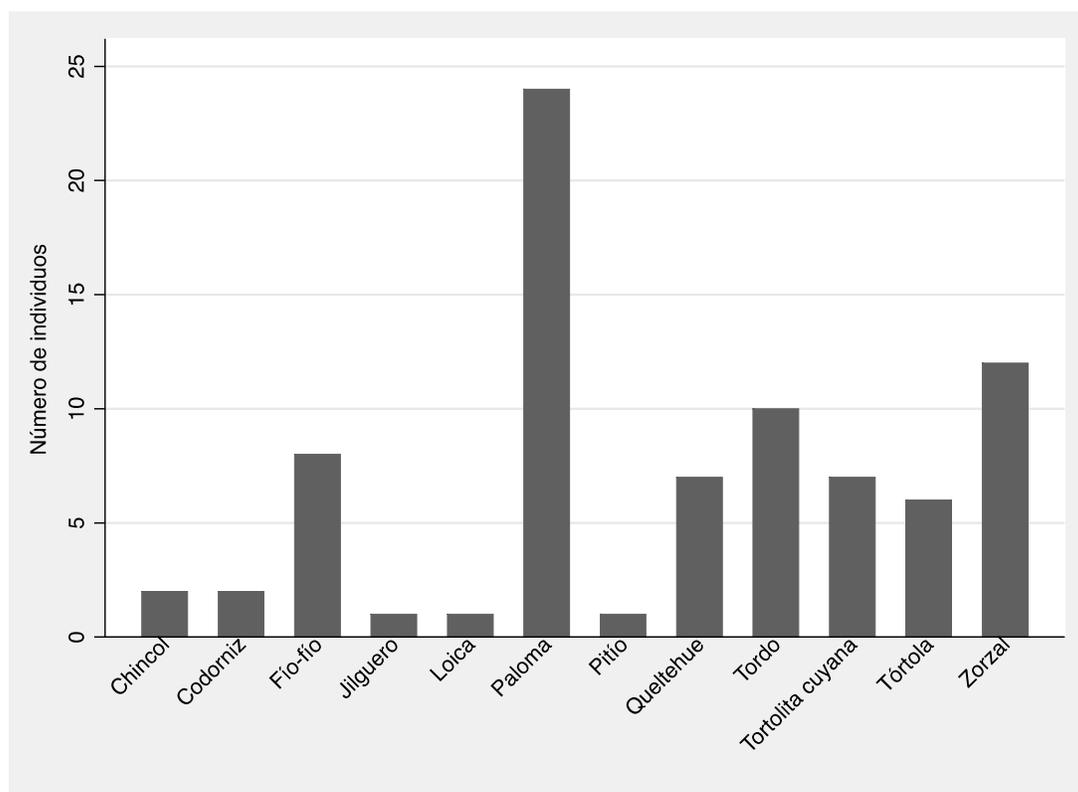


Figura 14. Número de individuos por especie de aves no rapaces diurnas observadas en el monitoreo 2.

Monitoreo 3: Se registraron S=16 especies. Se destacan la paloma (n=20; 21,7%), la tortolita cuyana (n=15; 16,3%) y el tordo (n=12; 13%). Los puntos que presentan mayor número de conteos son U10 (n=34; 37,0%) y U8 (n=18; 19,6%) (Cuadro 15, Figura 15).

Cuadro 15. Registro de aves no rapaces diurnas en el monitoreo 3.

N°	Especie	U1	U2	U3	U4	U5	U6	U7	U8	U9	U10	U11	Total	Abundancia relativa (%)
1	Canastero	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	.	1	1,1%
2	Carpinterito	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	.	1	1,1%
3	Chercán	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	.	4	4,3%
4	Codorniz	2	1	0	0	2	0	1	0	0	0	.	6	6,5%
5	Diuca	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	.	7	7,6%
6	Fío-fío	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	.	1	1,1%
7	Loica	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	.	3	3,3%
8	Paloma	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	.	20	21,7%
9	Paloma alas blancas	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	.	1	1,1%
10	Picaflor	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	.	1	1,1%
11	Queltehue	0	0	0	0	2	0	0	0	0	6	.	8	8,7%
12	Tordo	0	0	0	3	1	2	3	3	0	0	.	12	13,0%
13	Tórtola	0	0	0	0	0	2	0	0	0	5	.	7	7,6%
14	Tortolita cuyana	0	0	1	3	1	1	0	5	1	3	.	15	16,3%
15	Turca	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	.	1	1,1%
16	Zorzal	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	.	4	4,3%
Total		6	3	3	6	7	6	6	18	3	34	.	92	100%
%		6,5%	3,3%	3,3%	6,5%	7,6%	6,5%	6,5%	19,6%	3,3%	37,0%	.	100%	

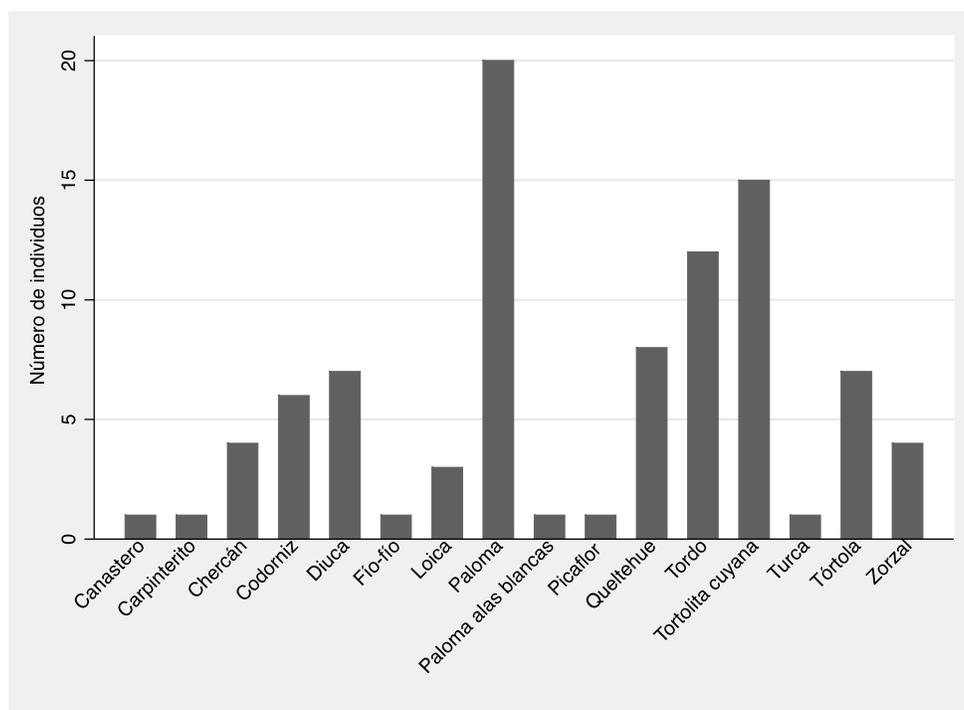


Figura 15. Número de individuos por especie de aves no rapaces diurnas observadas en el monitoreo 3.

Monitoreo 4: Se registraron S=14 especies, y las que presentan mayor número de conteos son la paloma (n=30; 28,8%) seguida de la codorniz (n=17; 16,3%). Los puntos de conteo con mayor número de observaciones son U10 (n=37; 35,6%) y U1 (n=22; 21,2%) (Cuadro 16, Figura 16).

Cuadro 16. Registro de aves no rapaces diurnas en el monitoreo 4.

N°	Especie	U1	U2	U3	U4	U5	U6	U7	U8	U9	U10	U11	Total	Abundancia relativa (%)
1	Carpinterito	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	.	1	1,0%
2	Chercán	0	0	2	1	0	0	0	0	0	1	.	4	3,8%
3	Chincol	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	.	2	1,9%
4	Codorniz	14	1	0	1	0	0	0	1	0	0	.	17	16,3%
5	Diuca	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	.	2	1,9%
6	Loica	0	0	0	1	1	1	0	1	0	0	.	4	3,8%
7	Paloma	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	.	30	28,8%
8	Picaflor	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	.	3	2,9%
9	Pitío	1	0	1	1	1	0	0	1	0	1	.	6	5,8%
10	Queltehue	0	3	0	0	0	0	1	1	0	2	.	7	6,7%
11	Tordo	1	1	1	0	2	0	5	0	0	1	.	11	10,6%
12	Tórtola	3	0	0	0	1	4	0	0	1	0	.	9	8,7%
13	Tortolita cuyana	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	.	2	1,9%
14	Zorzal	1	0	0	0	1	1	0	0	3	0	.	6	5,8%
Total		22	5	5	5	6	7	6	6	5	37	.	104	100%
%		21,2%	4,8%	4,8%	4,8%	5,8%	6,7%	5,8%	5,8%	4,8%	35,6%	.	100%	

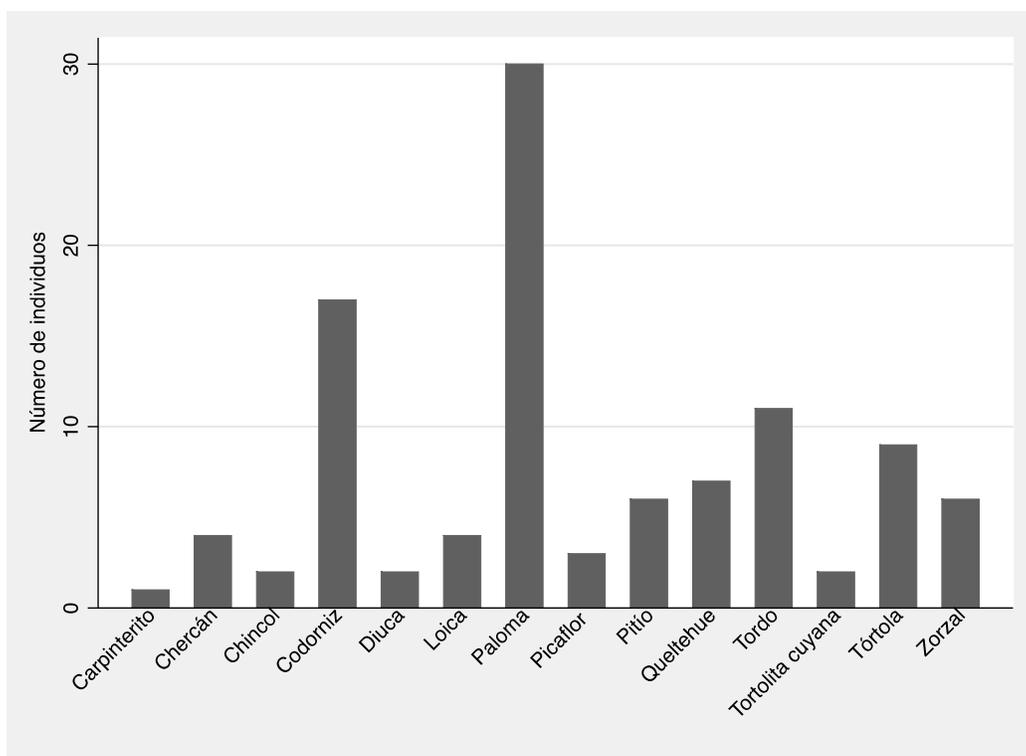


Figura 16. Número de individuos por especie de aves no rapaces diurnas observadas en el monitoreo 4.

Monitoreo 5: Se registró una riqueza de S=14 especies, se destacan la paloma (n=29; 21,6%), el tordo (n=27; 20,1%) y la tórtola (n=17; 12,7%). Los puntos con mayor número de conteos son U10 (n=47; 35,1%), y U1 (con n=23; 17,2%) (Cuadro 17, Figura 17).

Cuadro 17. Registro de aves no rapaces diurnas en el monitoreo 5.

N°	Especie	U1	U2	U3	U4	U5	U6	U7	U8	U9	U10	U11	Total	Abundancia relativa (%)
1	Cachudito	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	3	2,2%
2	Chercán	0	0	1	0	1	0	0	0	1	1	0	4	3,0%
3	Chincol	3	0	0	0	2	1	0	0	0	0	2	8	6,0%
4	Codorniz	0	1	0	1	0	0	0	0	3	0	0	5	3,7%
5	Diucón	0	0	0	0	0	2	1	3	1	1	1	8	6,0%
6	Jilguero	0	2	0	0	2	1	0	0	0	1	0	6	4,5%
7	Paloma	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29	0	29	21,6%
8	Pitío	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	4	3,0%
9	Queltehue	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	3	2,2%
10	Tordo	6	3	0	0	0	0	8	0	0	6	4	27	20,1%
11	Tórtola	0	0	0	6	0	0	2	5	4	4	0	17	12,7%
12	Tortolita cuyana	0	0	1	0	0	0	0	3	2	0	0	6	4,5%
13	Yal	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	9,0%
14	Zorzal	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	1,5%
Total		23	7	4	7	5	5	11	16	47	9		134	100,0%
%		17,2%	5,2%	3,0%	5,2%	3,7%	3,7%	8,2%	11,9%	35,1%	6,7%		100,0%	

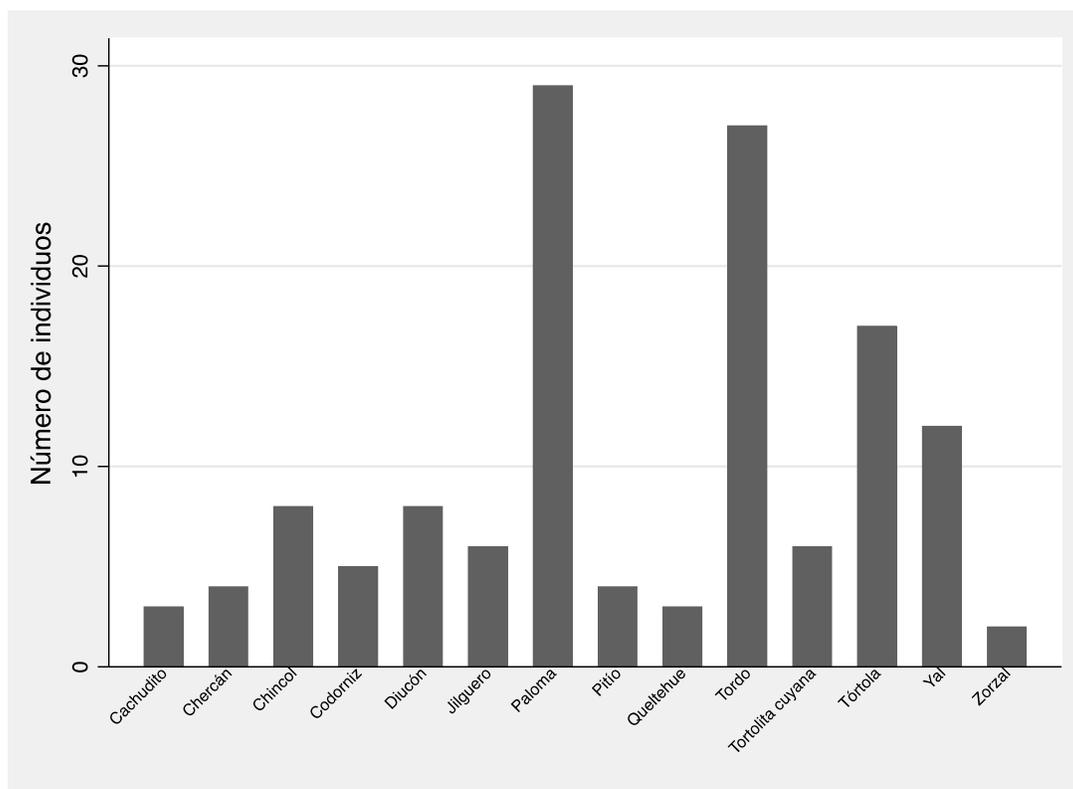


Figura 17. Número de individuos por especie de aves no rapaces diurnas observadas en el monitoreo 5.

Monitoreo 6: Se registró una riqueza de S=16 especies, se destacan el tordo (n=21; 29,2%) y el zorzal (n=11; 15,3%). Los puntos con mayor número de conteos son U10 (n=25; 34,7%), y U8 (con n=14; 19,4%) (Cuadro 18, Figura 18).

Cuadro 18. Registro de aves no rapaces diurnas en el monitoreo 6.

N°	Especie	U1	U2	U3	U4	U5	U6	U7	U8	U9	U10	U11	Total	Abundancia relativa (%)
1	Cachudito	0	0	0	1	0	0	.	0	0	0	0	1	1,4%
2	Canastero	0	0	0	0	0	0	.	0	0	1	0	1	1,4%
3	Chercán	0	0	2	1	0	0	.	0	0	1	0	4	5,6%
4	Codorniz	3	0	0	0	0	1	.	0	0	0	0	4	5,6%
5	Diucón	2	0	0	0	0	0	.	0	0	0	0	2	2,8%
6	Loica	0	0	0	0	0	0	.	2	0	0	1	3	4,2%
7	Paloma	0	0	0	0	0	0	.	0	0	7	0	7	9,7%
8	Picaflor	0	1	0	0	0	0	.	1	0	1	0	3	4,2%
9	Pitío	0	0	1	0	2	0	.	0	0	0	1	4	5,6%
10	Queltehue	0	0	0	0	0	0	.	0	0	2	1	3	4,2%
11	Rayadito	0	0	1	0	0	1	.	0	0	0	0	2	2,8%
12	Tordo	1	0	0	0	3	0	.	7	0	10	0	21	29,2%
13	Tórtola	0	0	0	0	1	0	.	1	1	0	0	3	4,2%
14	Tortolita cuyana	0	0	0	0	0	0	.	1	0	0	1	2	2,8%
15	Turca	0	0	1	0	0	0	.	0	0	0	0	1	1,4%
16	Zorzal	0	0	0	1	2	1	.	2	1	3	1	11	15,3%
Total		6	1	5	3	8	3	.	14	2	25	5	72	100%
%		8,3%	1,4%	6,9%	4,2%	11,1%	4,2%	.	19,4%	2,8%	34,7%	6,9%	100%	

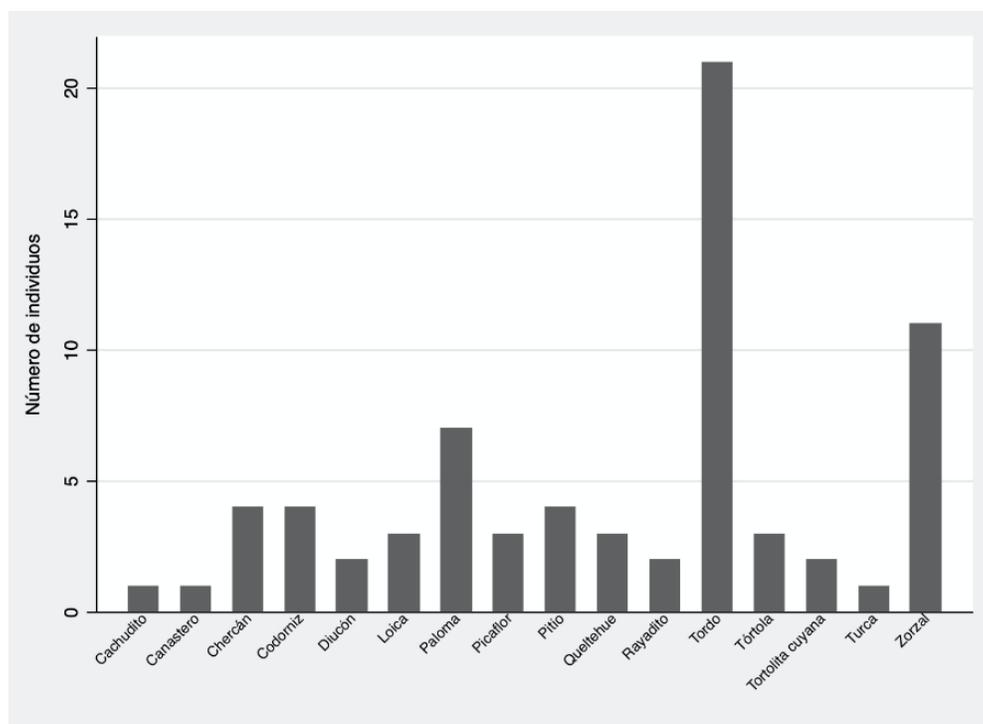


Figura 18. Número de individuos por especie de aves no rapaces diurnas observadas en el monitoreo 6.

Monitoreo 7: Se registró una riqueza de S=19 especies, se destacan el tordo (n=14; 21,9%) y el queltehue (n=10; 15,6%). Los puntos con mayor número de conteos son U4 y U5 (n=10; 15,6%), y U6 (n=10; 15,6%) (Cuadro 19, Figura 19).

Cuadro 19. Registro de aves no rapaces diurnas en el monitoreo 7.

N°	Especie	U1	U2	U3	U4	U5	U6	U7	U8	U9	U10	U11	Total	Abundancia relativa (%)
1	Chercán	1	1	1	0	0	1	.	0	0	0	0	4	6,3%
2	Chincol	0	0	2	1	1	0	.	1	0	0	0	5	7,8%
3	Cometocino	0	0	0	1	0	0	.	0	0	0	0	1	1,6%
4	Diucón	0	1	0	0	0	0	.	0	0	0	0	1	1,6%
5	Jilguero	1	0	0	1	0	0	.	0	0	0	0	2	3,1%
6	Loica	0	0	0	0	2	0	.	0	0	0	0	2	3,1%
7	Picaflor	1	1	0	3	0	1	.	0	0	0	1	7	10,9%
8	Pitío	0	2	0	0	1	0	.	1	0	0	0	4	6,3%
9	Queltehue	0	0	0	0	2	3	.	2	0	2	1	10	15,6%
10	Rayadito	0	0	0	0	0	0	.	0	0	0	1	1	1,6%
11	Tenca	0	0	0	0	0	1	.	0	0	0	0	1	1,6%
12	Tijeral	0	0	0	0	0	0	.	0	0	1	0	1	1,6%
13	Torcaza	0	2	0	1	0	0	.	0	0	0	0	3	4,7%
14	Tordo	0	0	2	3	3	2	.	0	2	2	0	14	21,9%
15	Tórtola	1	0	0	0	0	0	.	0	0	0	0	1	1,6%
16	Tortolita cuyana	0	0	0	0	0	0	.	1	1	0	0	2	3,1%
17	Turca	0	0	0	0	0	0	.	0	0	0	1	1	1,6%
18	Viudita	1	0	0	0	0	0	.	0	0	0	0	1	1,6%
19	Zorzal	1	0	0	0	1	0	.	1	0	0	0	3	4,7%
Total		6	7	5	10	10	8	.	6	3	5	4	64	100%
%		9,4%	10,9%	7,8%	15,6%	15,6%	12,5%	.	9,4%	4,7%	7,8%	6,3%	100%	

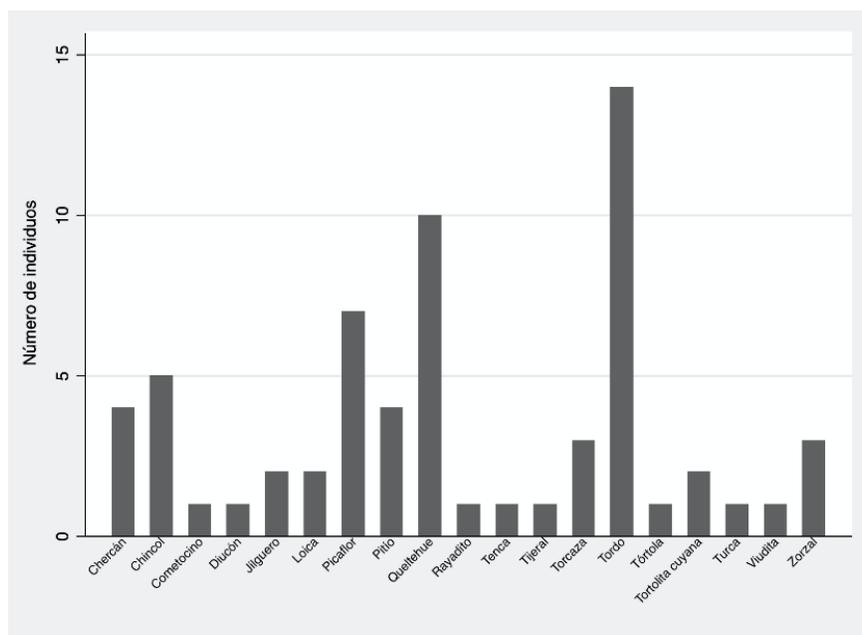


Figura 19. Número de individuos por especie de aves no rapaces diurnas observadas en el monitoreo 7.

Monitoreo 8: Se registró una riqueza de S=14 especies, se destacan la tortolita cuyana (n=10; 23,3%) y el zorzal (n=7; 16,3%). Los puntos con mayor número de conteos son U10 (n=7; 16,3%), y U1 (n=6; 14,0%) (Cuadro 20, Figura 20).

Cuadro 20. Registro de aves no rapaces diurnas en el monitoreo 8.

N°	Especie	U1	U2	U3	U4	U5	U6	U7	U8	U9	U10	U11	Total	Abundancia relativa (%)
1	Chercán	0	0	0	0	0	0	.	0	1	0	0	1	2,3%
2	Chincol	0	0	0	0	0	0	.	0	0	0	1	1	2,3%
3	Codorniz	1	1	1	0	1	0	.	0	0	1	1	6	14,0%
4	Fío-fío	0	1	0	0	0	0	.	0	1	0	1	3	7,0%
5	Golondrina	0	0	0	0	0	1	.	0	0	0	0	1	2,3%
6	Pitío	0	0	1	0	0	0	.	0	0	0	0	1	2,3%
7	Queltehue	0	0	0	0	1	0	.	0	0	2	0	3	7,0%
8	Rayadito	0	0	0	0	0	0	.	1	0	0	0	1	2,3%
9	Tijeral	0	0	0	0	0	0	.	0	0	1	0	1	2,3%
10	Tordo	0	2	0	1	0	1	.	0	0	1	0	5	11,6%
11	Tórtola	0	1	0	0	0	0	.	0	0	0	0	1	2,3%
12	Tortolita cuyana	4	0	0	1	1	1	.	1	0	1	1	10	23,3%
13	Turca	1	0	0	1	0	0	.	0	0	0	0	2	4,7%
14	Zorzal	0	0	0	1	0	1	.	2	2	1	0	7	16,3%
Total		6	5	2	4	3	4	.	4	4	7	4	43	100%
%		14,0%	11,6%	4,7%	9,3%	7,0%	9,3%	.	9,3%	9,3%	16,3%	9,3%	100%	

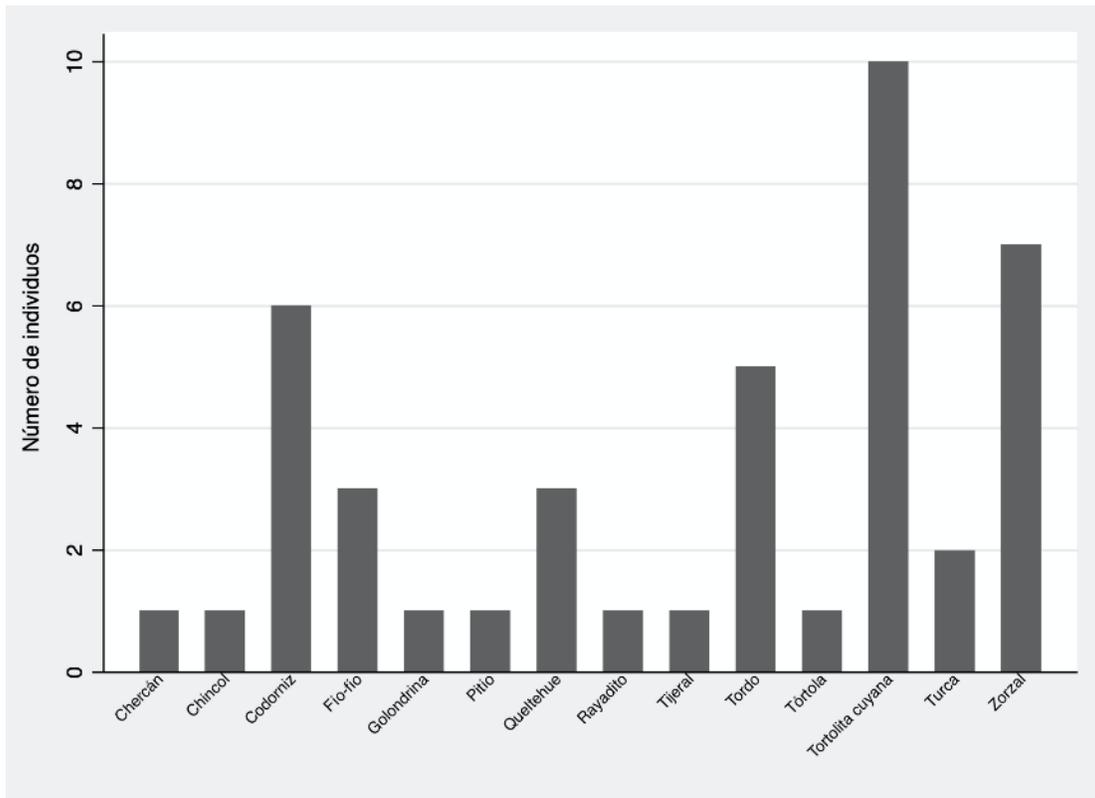


Figura 20. Número de individuos por especie de aves no rapaces diurnas observadas en el monitoreo 8.

Para dar cuenta de la diversidad encontrada en los censos, se procedió a estimar el índice de diversidad de Shannon H para cada punto de conteo por monitoreo (Cuadro 21, Figura 21). Desde el monitoreo 3 en adelante, se aprecia de forma cualitativa una tendencia lineal sin una pendiente clara, que tiende a mantenerse constante en el comportamiento del índice considerando todos los puntos de conteo. Para el monitoreo 1 y 2 se presentan quiebres en la tendencia del índice sin un comportamiento claro.

Cuadro 21. Índice de diversidad de Shannon (H) para cada punto de conteo por monitoreo en censos de aves no rapaces diurnas y su intervalo de confianza (IC). *: Punto con un registro y $\ln(1)=0$; **: Punto sin registro de conteo; *: Índice de Shannon con varianza 0; # Punto no operativo**

Punto	Monitoreo 1 H (IC 95%)	Monitoreo 2 H (IC 95%)	Monitoreo 3 H (IC 95%)	Monitoreo 4 H (IC 95%)	Monitoreo 5 H (IC 95%)	Monitoreo 6 H (IC 95%)	Monitoreo 7 H (IC 95%)	Monitoreo 8 H (IC 95%)
U1	1,39 (0,91 ; 1,87)	0,69 ***	1,33 (1,07 ; 1,59)	1,26 (0,79 ; 1,73)	1,17 (0,91 ; 1,42)	1,01 (0,70 ; 1,33)	1,79	1,33 (1,07 ; 1,59)
U2	0*	0,69 ***	1,10 ***	0,95 (0,48 ; 1,42)	1,28 (0,91 ; 1,61)	0*	1,55 (1,29 ; 1,80)	1,33 (1,03 ; 1,63)
U3	0,64 (0,27 ; 1,01)	0,64 (0,27 ; 1,01)	1,10 ***	1,33 (1,03 ; 1,63)	1,39 ***	1,33 (1,03 ; 1,63)	1,05 (0,81 ; 1,30)	0,69 ***
U4	1,38 (1,05 ; 1,71)	0,95 (0,48 ; 1,42)	0,69 ***	1,61 ***	0,41 (0,00 ; 0,87)	1,1 ***	1,64 (1,30 ; 1,98)	1,39 ***
U5	1,52 (1,29 ; 1,75)	0,95 (0,48 ; 1,42)	1,75 (1,52 ; 1,98)	1,56 (1,30 ; 1,82)	1,05 (0,81 ; 1,30)	1,32 (1,08 ; 1,56)	1,98 ***	1,1 ***
U6	**	1,32 (0,86 ; 1,77)	1,33 (1,07 ; 1,59)	1,15 (0,65 ; 1,66)	1,33 (1,03 ; 1,63)	1,1	1,49 (1,16 ; 1,83)	1,39 ***
U7	1,15 (0,65 ; 1,66)	1,56 (1,30 ; 1,82)	1,24 (0,80 ; 1,68)	0,45 (0,00 ; 0,93)	#	#	#	#
U8	1,33 (1,07 ; 1,59)	1,29 ***	1,50 (1,19 ; 1,82)	1,56 (1,30 ; 1,82)	0,76 (0,31 ; 1,20)	1,47 (1,04 ; 1,89)	1,56 (1,30 ; 1,82)	1,39 ***
U9	0,67 (0,50 ; 0,85)	0,69 ***	1,10 ***	0,95 (0,48 ; 1,42)	1,65 (1,41 ; 1,89)	0,69 ***	0,64 (0,27 ; 1,00)	1,03 (0,70 ; 1,37)
U10	1,06 (0,89 ; 1,24)	0,67 (0,39 ; 0,95)	1,11 (0,87 ; 1,36)	0,81 (0,41 ; 1,22)	1,33 (1,00 ; 1,65)	1,57 (1,25 ; 1,88)	1,05 (0,81 ; 1,30)	1,74 (1,51 ; 1,98)
U11	#	#	#	#	1,27 (0,97 ; 1,57)	2,16 (1,99 ; 2,33)	1,60 ***	1,38 ***

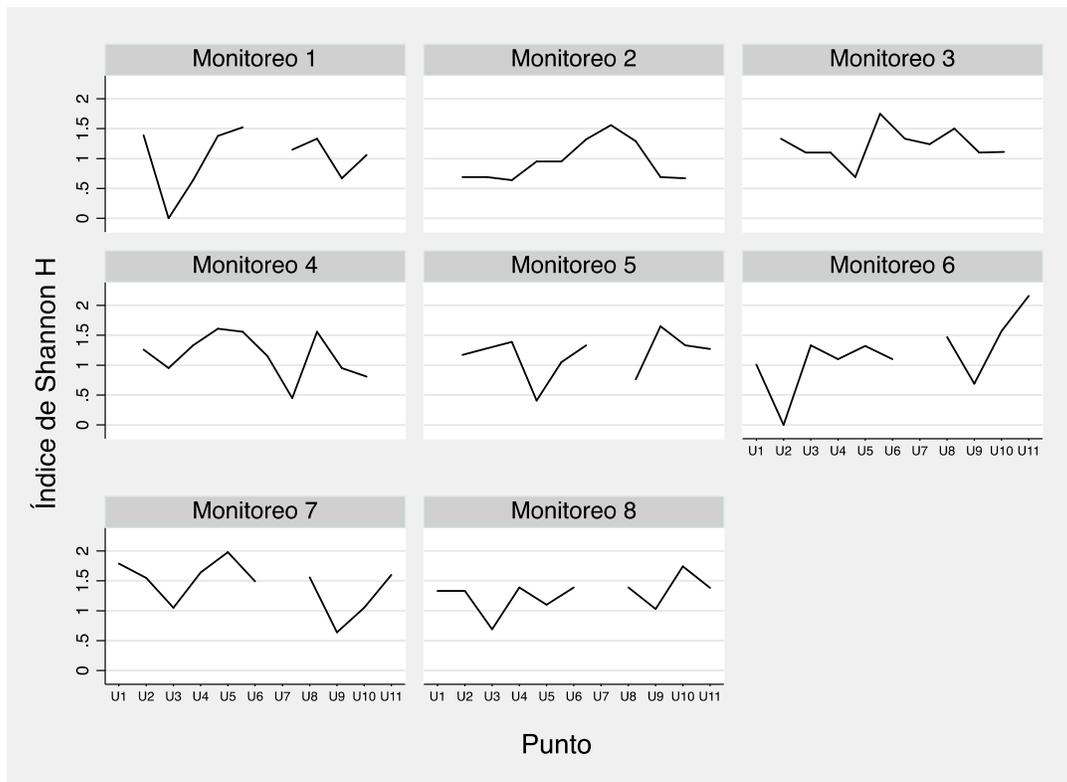


Figura 21. Índice de diversidad de Shannon H para cada punto de conteo U por monitoreo en censos de aves no rapaces diurnas.

En el caso del índice de diversidad para cada punto de conteo (Figura 22), se aprecia una conducta clara de tendencia al alza en el punto U10. Para los puntos restantes el comportamiento no es claro respecto a tendencias. En el punto U11 no se aprecia tendencia alguna ya que este punto no presenta variabilidad en conteos debido a que se incorporó recién en el monitoreo 5 como punto sustituyendo a U7. Para el índice de diversidad por monitoreo (Figura 23), se ve una tendencia al alza de dicho índice, presentando una baja en el monitoreo 8.

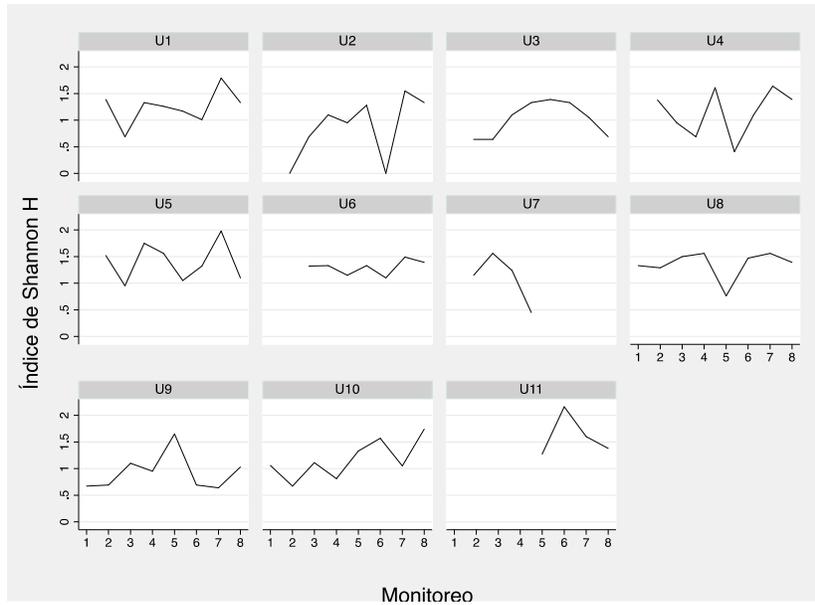


Figura 22. Índice de diversidad de Shannon H para cada punto de conteo en censos de aves no rapaces diurnas.

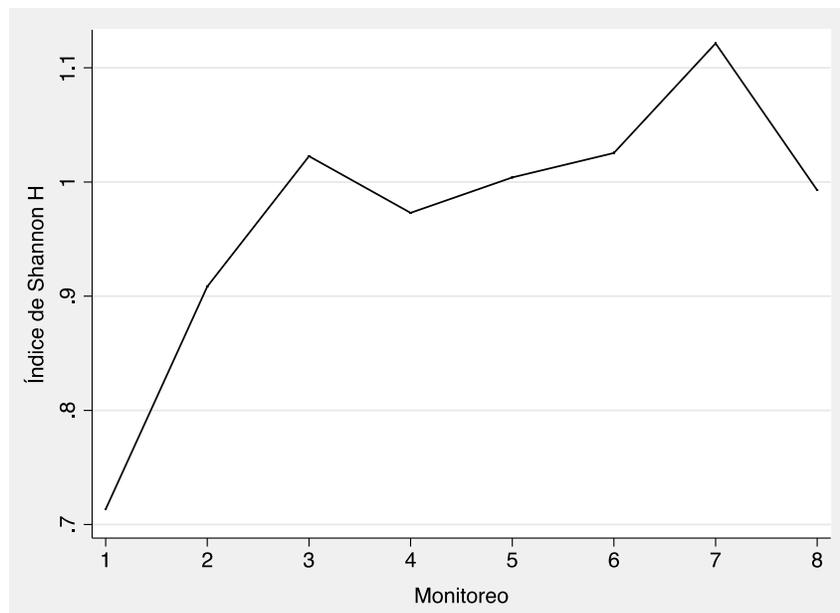


Figura 23. Índice de diversidad de Shannon H por monitoreo en censos de aves no rapaces diurnas.

Los índices de Shannon estimados por punto dan cuenta de cómo el ambiente circundante a estos influye en la composición y diversidad de aves, además se debe considerar que este índice considera el número de especies, pero a su vez el número de individuos de estas, por ejemplo, el punto U10 presenta la mayor abundancia y un comportamiento siempre al alza en los índices de Shannon. Así se ve por ejemplo que los puntos U1, U2, U4, U5 y U10 presentan a lo largo de los 8 monitoreos un 12%; 5,2%; 8,2%; 8,5% y 29,7% de los registros respectivamente (Cuadro 12), lo que se correlaciona con la tendencia ascendente de los índices de Shannon (Figura 21, Figura 22, Figura 23). Para estos puntos es importante considerar que se encuentran en plantaciones de almendro en donde no se evidencia mayor actividad por parte de cosecha o limpieza de líneas de plantación lo que permitiría el establecimiento y mayor detectabilidad de aves, excepto el punto U10 que se discutió anteriormente que se encuentra cercano al lugar de secado de las almendras que constituye una fuente de alimentación, pese a que tiene presencia de humanos, caballos y perros. Lo anterior podría explicar la diferencia en el comportamiento del índice en el punto U10 y las bajas en el resto de los índices.

El índice de Shannon calculado por punto de conteo U da cuenta de la influencia del ambiente circundante en la composición y abundancia de las aves.

Los puntos U6, U8, U9 y U11 se encontraban cercanos a sitios en donde había mucha presencia de trabajadores que realizaban faenas de mantención y/o cosecha, el punto U8 se encontraba al frente del punto U7 que fue talado y hasta la fecha del último monitoreo se continuaba trabajando en la zona limpiando y usando motosierras para hacer leña de los árboles que se talaron. El punto U6 se encontraba a un costado del nuevo tranque que se estaba construyendo, el punto U9 en cercanías de un canal y bomba de extracción de agua que operaba constantemente. El punto U11 se comenzó a monitorear en el sexto monitoreo y además tenía instalado un cañón disuasivo para aves que emitía disparos de alto volumen para espantar aves que potencialmente consumían los almendros. Para todos estos puntos se puede apreciar que el índice de Shannon se afecta y muestra una tendencia no clara que podría estar influido por el número de individuos por especie y que se refleja en el comportamiento a la baja. El punto U3 corresponde a una plantación de paltos en donde su riqueza y registros básicamente estaban asociados a sitios muy en la periferia de la plantación que estaban al borde del radio de escape fijado para los censos en sectores de camino, el índice de Shannon presenta un comportamiento ascendente desde el monitoreo 3 al 5 para luego descender. El punto U7 se dejó de monitorear desde el monitoreo 5, este punto en los monitoreos 2 y 3 el índice de Shannon presentó un comportamiento con tendencia al alza, pero desde el monitoreo 4 al 5 se evidenció mucha intervención por camiones y máquinas en faenas al costado de este punto en donde estaba la construcción de un tranque, posteriormente la plantación fue talada y se propuso agregar el punto U11 para compensarlo.

6.3. Aporte potencial de las aves rapaces al servicio de control de plagas

6.3.1. Aves rapaces con potencial biocontrolador de roedores

Existen al menos ocho especies de aves rapaces con alto potencial bio-controlador de roedores en el sitio de estudio (Cuadro 3). Estas son el águila, el cernícalo, el tiuque, el aguilucho común, el peuco, la lechuza, el chuncho y el tucúquere.

Debido a que las aves rapaces se desplazan ampliamente en el paisaje, su presencia o actividad en un lugar puede variar durante el día y entre los días. Así, para complementar la información de los conteos se buscó restos de presas, regurgitados, posaderos o plumas de aves rapaces dentro del radio de cada punto de conteo.

El día 25 de enero en el proceso de instalación de trampas Sherman para captura de roedores, se registró la presencia de un peuco hembra adulto al interior de la plantación a nivel de piso en el punto PE23 (percha 23) asociado al punto de conteo U6.

El día 01 de mayo de 2020, en la realización del monitoreo 5 se encontró en el punto U5 una percha natural de peuco en un quillay (ubicación registrada en Figura 3) y se pudo coleccionar n=6 egagrópilas y restos de presas. En el punto U4 en cercanías de la plataforma PLA8 se encontró una egagrópila correspondiente a peuco (Figura 24).



Figura 24. Egagrópilas de peuco encontradas en perchas de puntos U4 y U5.
Fotografías: Sergio Alvarado

En el punto U9 en cercanías a la vivienda del administrador del predio se localizó unas palmeras en donde se evidenció actividad de lechuza por medio de fecas, desplumadero y

restos de mandíbulas y egagrópilas (Figura 25). Se logró levantar n=20 restos de presas y egagrópilas.



Figura 25. Restos de presas colectadas en punto U9 en cercanías de plataforma PLA14 y percha PE28.

Fotografías: Sergio Alvarado

En el punto U2 en perchas PE5 y PE6 se encontraron en cada punto desplumaderos de peucos, esto se interpreta de acuerdo con la forma en cómo se presenta el desplume (distribución de plumas de forma ovalada) (Figura 26). En el punto U6 en árboles colindantes a una casa nido de chuncho (Ch4) se registró la presencia de un ejemplar de chuncho adulto perchado en un árbol y presumiblemente es uno de los ejemplares que respondieron a playback en punto N2 de monitoreo de aves rapaces nocturnas (Figura 27).



Figura 26. Desplumadero de peucos en perchas PE5 y PE6 de punto U2.

Fotografías: Sergio Alvarado



Figura 27. Registro de chuncho en punto U6 en árboles colindantes a casa nido Ch4.
Fotografías: Sergio Alvarado

Los hallazgos de restos de presa y egagrópilas muestran que las rapaces están consumiendo presas en las plantaciones estudiadas, y todos los hallazgos corresponden a sitios con almendros. Probablemente la no detección de restos de presas en plantaciones de paltos se podría deber a que se registra poca actividad de aves en estas y al hecho de que la hojarasca en el suelo impida la visualización de restos de presa.

Este número de restos de presas encontrados no es muy grande, lo que podría estar influenciado por la frecuencia de monitoreo mensual que hace que los restos de presa sean levantados por perros, zorros, insectos o roedores. Esto subestima el número de restos de presas y por lo tanto la valoración del rol biocontrolador por parte de las rapaces al no tener más evidencia de depredación en la zona. De todos modos, aunque la evidencia sea reducida, indica igualmente que las rapaces ejercen control, lo que se ve reforzado por la presencia en el área de estudio de ocho especies de rapaces con potencial rol biocontrolador.

6.3.2. Muestreo de micromamíferos

El éxito de captura fue de $n=2$ ejemplares en tres noches, el primero se capturó en la segunda noche de trapeo en la transecta U3-U2 en el sector de bosque esclerófilo en la trampa S59 justo debajo del nido de peucos reportado anteriormente, y correspondió al guarén (*Rattus rattus*). El segundo ejemplar se capturó a la tercera noche en la misma transecta en la trampa S60 y correspondió a un ejemplar de degú costino (*Octodon lunatus*), y como antecedente, la trampa estaba situada a 10 metros de un nido de peucos. En el resto de las transectas/grillas y trampas instaladas en la administración no se registraron capturas.

El hecho de que las únicas dos capturas correspondan a la transecta ubicada en la quebrada donde está situado el nido de peucos, podría hacer pensar que la baja frecuencia de capturas podría deberse a que los ejemplares de peuco capturen presas en ese sitio reduciendo el número de individuos. Esto debería demostrarse mediante la colecta de restos de presas en el sector de la quebrada y su posterior análisis en búsqueda de presas que presumiblemente podrían encontrarse en la quebrada. Tampoco se podría atribuir la baja de capturas al uso de rodenticida, ya que el rodenticida se aplicaba en inmediaciones de la planta en donde se realizaban las faenas de secado y almacenamiento de los productos producidos.

6.4. Instalación de estructuras para propiciar el establecimiento de las aves rapaces

6.4.1. Distribución de las estructuras instaladas

En total se instalaron 75 estructuras conformadas por 40 perchas, 20 plataformas y 15 casas nido (Cuadro 22). La orientación de los orificios de entrada se ubicó en dirección de la salida del sol sin estar expuestos a los rayos directos del sol (Figura 28). Los puntos de conteo U6 (Figura 29, Figura 34) y U9 se reforzaron con la instalación adicional de 2 perchas y 1 plataforma derivadas del punto de conteo U7 que fue eliminado por tala de la plantación y sustituido por el punto U11.

Adicionalmente las estructuras proyectadas en el punto U1 fueron instaladas en el nuevo punto U11. Esta decisión se fundamenta en que el punto U1 se encuentra en el borde de la plantación con el cerro en donde se encuentra el punto de conteo E1 de rapaces, las cuales tienen una buena oferta de perchas naturales que no justifican la instalación de estructuras, y además en los últimos dos monitoreos se estableció un sitio de extracción de tierra en la zona.

Cuadro 22. Distribución de estructuras para atraer aves rapaces a la plantación. Ce: casa nido cernícalo; Ch: casa nido chuncho; LE: casa nido lechuza; PLA: plataforma; PE: perchas.

Punto	Casas nido	Plataformas	Perchas
U1		Punto no considera estructuras. Pasan a U11	
U2	Sin casas	PLA3-PLA4	PE5-PE6-PE7-PE8
U3	Ce2 Ch2 Le2	PLA5-PLA6	PE9-PE10-PE11-PE12
U4	Sin casas	PLA7-PLA8	PE13-PE14-PE15-PE16
U5	Ce3 Ch3 Le3	PLA9-PLA10	PE17-PE18-PE19-PE20
U6	Ce4 Ch4 Le4	PLA11-PLA12-PLA15	PE21-PE22-PE23-PE24-PE29-PE30
U7	Punto eliminado por tala de plantación. Estructuras pasan a U6 y U9		
U8	Sin casas	PLA17-PLA18	PE33-PE34-PE35-PE36
U9	Sin casas	PLA13-PLA14-PLA16	PE25-PE26-PE27-PE28-PE31-PE32
U10	Ce5 Ch5 Le5	PLA19-PLA20	PE37-PE38-PE39-PE40
U11	Ce1 Ch1 Le1	PLA1-PLA2	PE1-PE2-PE3-PE4



Figura 28. Casa nido de lechuza Le5 en punto de conteo U10.
Fotografías: Sergio Alvarado



Figura 29. Casa nido de lechuza Le4 en punto de conteo U6, vista en perspectiva y posterior.

Fotografías: Sergio Alvarado



Figura 30. Casa nido de cernícalo Ce5 en punto de conteo U10, vistas en perspectiva.

Fotografías: Sergio Alvarado



Figura 31. Casas nido de chuncho Ch5 en punto de conteo U10.
Fotografías: Sergio Alvarado



Figura 32. Plataformas de alimentación en punto de conteo U3, vista en perspectiva y posterior
Fotografías: Sergio Alvarado



Figura 33. Perchas en punto de conteo U10.
Fotografías: Sergio Alvarado



Figura 34. Percha y casa nido de chuncho Ch4 en punto U6.
Fotografías: Sergio Alvarado

La distribución de las estructuras en el predio consideró que estas quedaran en la línea de cultivo y no entre líneas debido a que constantemente se están haciendo faenas de limpieza con tractor. Se procuró cubrir la mayor parte de los parches de plantaciones, distribuyendo las estructuras en relación con las estaciones de conteo, pero a su vez generando un distanciamiento entre estas que permitiera mostrar una distribución lo más dispersa en todos los parches (Figura 5). El punto U3 está instalado en cultivos con paltos, el resto de los puntos se emplazaron en plantaciones de almendros.

6.4.2. Hallazgos de ocupación y uso de estructuras por parte de aves rapaces

En el punto U3 no se presentaron hallazgos en casas nidos (Cuadro 23), pero para el resto de las estructuras si se presentó evidencia (Cuadro 24 y Cuadro 25). En las plantaciones de almendro se presentó evidencia en todas las estructuras (Cuadro 23, Cuadro 24, Cuadro 25). Las estructuras en almendros se entremezclaban con la plantación y árboles nativos como quillayes y algunos introducidos como sauces y eucaliptos, estas estructuras ofertaban una alternativa de perchas, plataformas y casas nidos a las rapaces observadas ocupando dichos árboles. La evidencia encontrada en las estructuras (fecas, egagrópilas, restos de presas, plumas) nos permite pensar que estas cumplieron el objetivo de ofertar alternativas de descanso y perchas de caza para las aves rapaces registradas en el predio.

Si se considera que el seguimiento de efectividad de uso de las 75 estructuras instaladas se realizó en los últimos tres monitoreos, puede decirse que el tipo de estructura que presentó mayor éxito fueron las perchas con un 35%, 10% y 17,5% para los monitoreos 6, 7 y 8 respectivamente, lo que para todo el periodo evaluado equivale a un éxito de uso de 62,5%. En segundo lugar, se tiene a las casas nidos con un porcentaje de uso de 33% y 20% para los monitoreos 6 y 8, y considerando todo el periodo evaluado el éxito de uso fue de un 53%. Finalmente, las plataformas para los monitoreos 6 y 7 presentaron un 10% de uso y en el monitoreo 8 un 20%, por lo que considerando todo el periodo evaluado se tiene un éxito en el uso de un 40%.

Las estructuras cumplieron su objetivo pues presentaron evidencia de ocupación. Las perchas tuvieron un éxito de uso de 62,5%, seguido de las casas nidos con 53% y de las plataformas con un 40%

6.4.2.1. Hallazgos en casas nido

En primer lugar, recordar que las estructuras se instalaron días antes al monitoreo 5. Luego de ello, los registros en casas nido encontrados correspondieron a: i) fecas en suelo, ii) plumas en entrada de casas y iii) fecas en suelo y restos de presa en techo. La evidencia muestra que las fecas en suelo se encontraron bajo n=5 casas (33%) en el monitoreo 6, y en n=3 casas (20%) en el monitoreo 8. Las plumas en entrada de casas, y fecas en suelo más restos de presas en techo, se encontraron en n=1 casas (6,7%) respectivamente (Cuadro 23

y Figura 35), en tanto que en el monitoreo 7 no se presentó evidencia de uso de las estructuras.

Cuadro 23. Hallazgos de ocupación en casas nido. Ce: casa nido cernícalo; Ch: casa nido chuncho; LE: casa nido lechuza

Punto	Casas nido	Monitoreo 6	Monitoreo 7	Monitoreo 8
U3	Ce2	-	-	-
	Ch2	-	-	-
	Le2	-	-	-
U5	Ce3	-	-	fecas suelo
	Ch3	-	-	-
	Le3	fecas suelo	-	-
U6	Ce4	-	-	fecas suelo
	Ch4	-	-	fecas suelo
	Le4	-	-	pluma en entrada casa
U10	Ce5	fecas suelo	-	fecas suelo + resto presa en techo
	Ch5	fecas suelo	-	-
	Le5	fecas suelo	-	-
U11	Ce1	-	-	-
	Ch1	fecas suelo	-	-
	Le1	-	-	-



Figura 35. Casas nido con hallazgos de ocupación. A la izquierda: Restos de presa en techo de casa de cernícalo Ce5 en punto U10; A la derecha: plumas en entrada de casa de lechuza Le4 en punto U6.

Fotografías: Sergio Alvarado

Las casas nido presentan una baja ocupación como tales. Esto se debe a que las casas se instalaron en una fecha al borde del inicio del periodo reproductivo lo que impidió hasta el monitoreo 8 evaluar ocupación de estas debido a que las especies nidificantes deben haber ocupado los sitios habituales. Ahora bien, sí sirvieron inicialmente como plataformas y

perchas. Se observaron restos de plumas en la entrada de una casa, lo que podría interpretarse, por ejemplo, como una pluma llevada por un paseriforme para iniciar la construcción de un nido, o como un resto de presa que quedó pegada una vez que una rapaz de tamaño medio a pequeño ingresó a consumir o almacenar su presa, aunque podrían ser otros los motivos por los cuales la pluma llegó a ese punto. Para evaluar efectivamente si las casas nido están siendo ocupadas, se debe realizar observación directa de actividad de rapaces en cercanías de estas y además revisiones periódicas de las casas nido tanto en la base como al interior de estas en búsqueda de evidencia de ocupación.

Cabe destacar que en el punto U11 a 30 m de casa nido de cernícalo, en el monitoreo 6, se encontró un desplume en el cual se identifican plumas de rapaz nocturna. El desplume se atribuye a poco debido a que en reiteradas ocasiones fuera de conteos se ve a esta especie caminando en el piso bajo la plantación de almendros. La especie identificada en el desplume corresponde a chuncho (Figura 36). Este registro es de mucha importancia al momento de comprender las dinámicas ecológicas de depredación intragremio. El hecho de que se genere depredación de este tipo, muestra la alta eficiencia en captura de presas que poseen las aves rapaces. El hecho de que una rapaz pueda capturar a otra, asumiendo que este tipo de depredadores son muy móviles, permite concluir que presas que no han desarrollado adaptaciones de rapidez, mimetismo y maniobrabilidad en el vuelo como las rapaces, podrían ser de muy fácil captura considerando presas como aves no rapaces y micromamíferos, lo que permitiría relevar el rol de biocontrol por parte de las rapaces.



*Figura 36. Resto de presa (chuncho) encontrada en punto U11 en monitoreo 6
Fotografías: Sergio Alvarado*

6.4.2.2. Hallazgos en plataformas

Los registros en plataformas corresponden a: i) fecas en suelo, ii) plumas en plataformas y iii) desplume en suelo. La evidencia encontrada muestra que las fecas en suelo corresponden al 10% (n=2 plataformas) para los monitoreos 6 y 7, y en el monitoreo 8 al 20% (n=4). El desplume en suelo se registró en el monitoreo 6 y 8 con 1 registro. La evidencia de pluma en plataforma se registró en el punto U4 en solo una ocasión (Cuadro 24 y Figura 37).

Cuadro 24. Hallazgos de ocupación en plataformas

Punto	Plataforma	Monitoreo 6	Monitoreo 7	Monitoreo 8
U2	PLA3	-	-	-
	PLA4	-	-	-
U3	PLA5	-	-	-
	PLA6	fecas suelo	-	-
U4	PLA7	-	pluma en plataforma	-
	PLA8	-	-	-
U5	PLA9	-	-	-
	PLA10	-	-	-
U6	PLA11	-	-	fecas suelo
	PLA12	-	-	-
	PLA15	-	-	desplume suelo
U8	PLA17	-	-	-
	PLA18	fecas suelo	-	fecas suelo
U9	PLA13	-	-	-
	PLA14	-	-	-
U10	PLA16	-	-	-
	PLA19	-	fecas suelo	fecas suelo
	PLA20	-	fecas suelo	fecas suelo
U11	PLA1	-	-	-
	PLA2	desplume suelo	-	-



Figura 37. Evidencia de plumas en plataforma producto de desplume
Fotografías: Sergio Alvarado

Las plataformas de alimentación y/o descanso, e inclusive nidificación, están pensadas para especies de mayor talla. Su posible uso para nidificar es más difícil de observar debido a que las plataformas están en zonas con baja cobertura de vegetación, lo que hace que estén más expuestas en caso de que una especie quiera usarla para nidificar. Estas plataformas entregan una superficie firme para que se puedan perchar con presas de mayor tamaño y tener mayor maniobrabilidad, ya sea consumiendo la presa o defendiéndose ante ataques de otras aves que quieran robar su alimento.

6.4.2.3. Hallazgos en perchas

Los registros en perchas corresponden a: i) fecas en suelo, ii) egagrópila en suelo, iii) fecas en suelo más egagrópila, iv) fecas en suelo más restos de presa, v) fecas en percha y vi) fecas en suelo y percha (Cuadro 25 y Figura 38). Se destaca en el monitoreo 6 las fecas en suelo en 14 perchas (35%) y en el monitoreo 8 en 7 perchas (17,5%), en tanto que el monitoreo 7 presentó un 10% de perchas con fecas en el suelo (n=4).

Las perchas naturales corresponden a ramas gruesas de árboles nativos e inclusive a ramas de árboles de almendro y palto. Ahora bien, una ventaja de las perchas que se ofertaron es que estas están a gran altura y sobresalen en su gran mayoría por sobre la altura de los árboles de la plantación, lo que les permite a las rapaces tener una amplia visión de especies presa que se perchan en la punta de los árboles o que andan a ras de piso o comiendo. A su vez este tipo de estructuras permite que las potenciales especies plaga se percaten de la presencia de rapaces y huyan del lugar. Si esta percha se hace habitual para algún ejemplar de ave rapaz, se puede empezar a evaluar su uso y además la dieta asociada a esta por medio de restos de presas o egagrópilas. Generalmente las rapaces descuartizan y consumen a sus presas en el suelo, rocas o ramas anchas que posean buena superficie para maniobrar las presas. Las perchas ofertadas en su rama horizontal eran de 2-3" de diámetro lo que facilita por ejemplo a cernícalos, chunchos y tiuques una buena superficie para comer, no así para rapaces de mayor tamaño como lechuza, tucúquere o peuco.



Figura 38. Egagrópila y fecas en suelo en punto U10 del monitoreo 7
Fotografías: Sergio Alvarado

Cuadro 25. Hallazgos de ocupación en perchas

Punto	Percha	Monitoreo 6	Monitoreo 7	Monitoreo 8
U2	PE5	-	-	-
	PE6	-	-	-
	PE7	fecas suelo	-	-
	PE8	-	-	-
U3	PE9	-	-	-
	PE10	fecas suelo	-	-
	PE11	fecas suelo	fecas suelo + egagrópila	-
U4	PE12	-	fecas suelo	fecas suelo
	PE13	-	-	-
	PE14	fecas suelo	-	egagrópila
	PE15	-	-	-
U5	PE16	-	-	-
	PE17	-	-	-
	PE18	-	-	-
	PE19	fecas suelo	-	fecas suelo
U6	PE20	-	-	-
	PE21	-	-	-
	PE22	-	-	fecas suelo + resto presa
	PE23	fecas suelo	-	fecas suelo + resto presa
	PE24	fecas suelo	fecas suelo	-
	PE29	-	-	-
U8	PE30	-	-	fecas suelo + resto presa
	PE33	-	-	-
	PE34	-	-	-
	PE35	fecas suelo	fecas suelo + egagrópila	fecas suelo
U9	PE36	fecas suelo	fecas suelo	fecas suelo
	PE25	-	-	-
	PE26	-	-	-
	PE27	-	-	-
	PE28	-	-	fecas suelo
	PE31	-	-	-
U10	PE32	-	-	-
	PE37	-	-	fecas suelo + egagrópila
	PE38	fecas suelo	fecas suelo y percha	fecas suelo
	PE39	fecas suelo	fecas suelo + egagrópila	fecas suelo
U11	PE40	fecas suelo	fecas suelo	-
	PE1	fecas suelo	-	-
	PE2	-	-	-
	PE3	feca percha	-	-
	PE4	fecas suelo	-	-

7. Conclusiones

7.1. Aves rapaces en puntos de conteo al interior de plantaciones

En los puntos de conteo al interior de las plantaciones (U) se registraron $n=26$ individuos de seis especies ($S=5$). Las especies corresponden a águila (*Geranoaetus melanoleucus*), cernícalo (*Falco sparverius*), chuncho (*Glaucidium nana*), peuco (*Parabuteo unicinctus*) y tiuque (*Milvago chimango*). Todas son de hábitos diurnos, teniendo el chuncho también hábitos nocturnos.

A continuación, se presentan los principales hallazgos por especie:

Águila: Se registraron tres individuos residentes que fueron vistos en todos los monitoreos, en los conteos y fuera de los conteos. Las actividades de las águilas estaban relacionadas a vuelos por encima de la plantación, pero sin desarrollar actividades vinculadas a caza ni perchados en ellas. Dado la baja maniobrabilidad y oferta de especies presas, se concluye que el águila no hace uso del área de plantaciones.

Cernícalo: Se registraron tres ejemplares de cernícalo que consideramos residentes debido a que siempre se observaron en conteos o fuera de horario de conteo. Se pudo identificar dos áreas reproductivas en donde se observaron entregas de presas a pichones recién salidos del nido, estos ejemplares se mantenían en árboles nativos cercanos a las plantaciones de almendros. Se les podía ver volando por sobre estos y cayendo en picado al piso de la plantación en donde realizaban la caza.

Chuncho: Se registró un individuo volando o perchado en ramas en cercanías a plantaciones de almendro. No fue visto consumiendo ni cazando presas.

Peuco: Se registraron 9 peucos y se evidenció solo perchas con egagrópilas, con registro de pichones, pero sin registro de nidos. El peuco presentó marcada presencia en tres lugares asociados a plantaciones de almendro. Adicionalmente se le vio caminando por el piso o perchado en ramas de almendro.

Es importante considerar que en sectores de la V región se ha observado conductas de forrajeo social, es decir, muchos ejemplares adultos y juveniles se agrupan para dar caza en conjunto y posteriormente distribuirse presas de gran tamaño (S. Alvarado observación personal). Es importante tener esto en consideración para futuros estudios de especies biocontroladores ya que esta sinergia podría propiciar un control más eficiente sobre especies presa catalogadas como plagas. Lo anterior podría indicar que el alto número de peucos avistados en el área de estudio podría estar respondiendo a ese tipo de conducta, pero se requiere mayor esfuerzo de muestreo en estudios conductuales para esta especie.

Tiuque: Se registraron ocho tiuques adultos, observándose que visitan el viñedo contiguo, que les brinda perchas a baja altura como lo son las podas de las parras y desde ahí pueden acceder fácilmente al alimento.

Fuera de los censos, se detectó también un sitio de nidificación de lechuza en cercanías de la casa del administrador del predio, el cual presentaba evidencia de ocupación debido a fecas y egagrópilas bajo una palmera.

Los registros de aves rapaces en la plantación muestran que, de las cinco especies observadas, cuatro de ellas hicieron uso de esta como medio de nidificación, refugio, descanso y lugar de alimentación. Dado ello, podría decirse que las plantaciones de paltos y almendros ofertan un adecuado sitio de nidificación y alimentación para las restantes rapaces a excepción del águila.

Las plantaciones ofrecieron una variada oferta de especies presa, y su estructura permitió el desplazamiento de aves rapaces pequeñas a medianas. Eso sí, no se encontró evidencia en las plantaciones de palto, debido probablemente a la cobertura de hojarasca que presentan.

La presencia de estas cuatro rapaces es la esperada en ambientes de este tipo. La oferta entregada por las plantaciones en lo que respecta a especies presa es muy variada tanto en tamaño de presas como en tipo de actividad de estas. Además, la estructura espacial de distribución de ambas plantaciones permite el desplazamiento de estas rapaces de tamaño medio a pequeño.

No se encontró ninguna evidencia en la plantación de paltos, probablemente debido a su tipo de cobertura. Esta no sería propicia para peuco, tiuque y cernícalo que se caracterizan por cazar en zonas amplias y más abiertas, pero sí podría servir al chuncho sobre todo en lugares de resguardo desde donde acecha a sus presas.

7.2. Aves rapaces en puntos de conteo en límite de plantaciones y bosque

Las observaciones en los límites de las plantaciones (E) registraron 55 individuos de 6 especies, que correspondieron a águila (*Geranoaetus melanoleucus*), aguilucho común (*Buteo polyosoma*), cernícalo (*Falco sparverius*), cóndor (*Vultur gryphus*), peuco (*Parabuteo unicinctus*) y tiuque (*Milvago chimango*).

Los registros de conteo y riqueza en los límites de plantaciones nos indicarían preliminarmente que se establecen dos territorios en las cercanías de los puntos de conteo de aves rapaces, uno para águila y otro para cernícalo. Los seis cóndores registrados se desplazaban en el eje norte-sur siempre emprendiendo el vuelo hacia el sector de angostura de Paine, lo que sugiere que solo usan el cerro El Peral como ruta de desplazamiento. Los

tiuques se observaron en torres de alta tensión, en tanto que los peucos observados fueron los mismos de los monitoreos en las plantaciones.

El cambio en el número de individuos y la riqueza entre monitoreos podría estar explicado por muchos factores. En base a la experiencia se piensa que se podría deber básicamente a: Aumento del número de ejemplares al agregarse pichones del periodo reproductivo 2019-2020 que generaron dicho aumento; Movimientos locales hacia zonas contiguas o a valles en busca de alimento o refugio; y Desplazamientos de grandes rapaces como cóndor o aguilucho común que hacen que no sean avistados en la zona de estudio.

Considerando los índices de Shannon en todos los monitoreos se aprecia un descenso (tendencia a la baja) en los valores pasando del monitoreo 1 al 8, sin considerar los quiebres en cada monitoreo. Si esto se mira puntualmente en cada monitoreo el índice presenta un comportamiento muy fluctuante, esto podría deberse a la abundancia por especie que hace que este se vea modificado debido a su detectabilidad, conductas o desplazamientos, así como también el paso de estaciones reproductivas a no reproductivas. En el monitoreo 2 se presentó la mayor diversidad y en el monitoreo 7 la diversidad más baja, a rasgos generales la tendencia a la baja indicaría que la diversidad disminuye en el transcurso de los 8 monitoreos.

La diversidad de rapaces en los límites de plantación con el bosque, fue muy fluctuante y con una tendencia a la baja, lo que puede deberse a factores asociados a las especies (detectabilidad, conductas o desplazamientos) así como al paso de estaciones reproductivas a no reproductivas.

7.3. Estimación de presencia de aves rapaces nocturnas mediante playback

Se detectaron tres especies de rapaces nocturnas. Las respuestas de chunchos ante los playbacks permitieron corroborar los avistamientos diurnos dentro de la plantación y en el límite con el bosque. La lechuza que respondió y que habita en una palmera podría ser un ejemplar distinto al que se encuentra en las casas nido situadas en la casa del propietario. Un tucúquere se presentó en cercanías a la palmera donde nidifica una lechuza. Registros posteriores a la finalización del estudio y realizados por parte de un trabajador corroboran esta zona como territorio del tucúquere.

7.4. Áreas de actividad de aves rapaces

En el sitio de estudio se estimó el área de actividad en kilómetros cuadrados para siete especies (águila, aguilucho común, cernícalo, peuco, tiuque, lechuza, tucúquere y chuncho), incluyendo otras dos (peuquito y el concón) en base a registros indirectos de perchas y fecas.

La extensión de las áreas de actividad varió ampliamente entre especies. Dichas estimaciones muestran ciertos solapamientos entre especies dados por el uso compartido de los recursos disponibles. Así se tiene que el águila y aguilucho común presentan grandes territorios en sectores de bosque en faldeos de cerro, en tanto que las restantes rapaces observadas comparten los recursos tanto tróficos como también el uso de árboles perchas, sitios de nidificación y abrevaderos naturales. Esto podría deberse a que las actividades agrícolas podrían estar influenciado un aumento en la oferta de presas y por ende un incremento en el número de rapaces observadas, lo que hace que se superpongan sus territorios.

A continuación, se presentan los principales hallazgos por especie:

Águila: El movimiento del águila siempre estuvo restringido al borde del cerro y por sobre el cerro en vuelos de inspección y perchado en torres con una estimación de territorio de aproximadamente de 4 km² en sectores de matorral y bosque en faldeos de cerro.

Aguilucho común: Fue estimado en 3 km² pero en bosque esclerófilo y quebrada de cerro el Peral, debido a que nunca cruzó hacia el sector de la plantación y siempre se mantuvo en vuelo circular en la punta del cerro.

Peuco: Presentó una superficie de área de actividad menor al interior de las plantaciones de 0,33 km² en comparación a los 0,65 km² de superficie entre plantaciones y bosque. Esta especie se caracteriza por realizar vuelos en espacios abiertos a no mucha altura, haciendo uso de árboles para resguardarse y acechar presas. En el sector de plantaciones y bosque debe recorrer mucho más en vuelos de inspección buscando presas como codornices, conejos y liebres en espacios como matorral abierto, lo que explicaría la mayor superficie de área de actividad en comparación con la estimación al interior de la plantación que le ofrece perchas cómodas en almendros para cazar y no moverse tanto.

Tiuque: Generalmente se observó en plantaciones. La estimación de la superficie del área de actividad de 0,33 km² se basó en los límites observados de los puntos más extremos de desplazamientos observados.

Lechuza, tucúquere y chuncho: Para estas rapaces nocturnas la estimación correspondió a 0,1 km² para lechuza y chuncho y 0,4 km² para tucúquere. También se estimó en el límite más extremo, pero basado en las respuestas a los playbacks.

Peuquito y concón: La estimación de superficie de área de actividad de 2 km² se basó en juicio experto debido a evidencia indirecta de fecas y perchas al interior del bosque. Ambas especies son muy silenciosas y secretivas y se hacen notar en periodo reproductivo debido a sus vocalizaciones.

Si bien las estimaciones realizadas en este estudio se basan en juicio experto, esto solamente permite identificar territorios y ocupación de parches de plantaciones y/o bosque esclerófilo, estando sesgadas en relación a lo reportado en la literatura. De todas formas, es importante dar relevancia a las estimaciones aportadas en este trabajo ya que dan cuenta de territorios que se solapan entre sí, y de especies que habitualmente se encuentran en agroecosistemas y plantaciones. Este solapamiento de áreas de actividad nos muestra indirectamente la presión que ejercen en conjunto las rapaces sobre la fauna de especies presa consideradas como plagas y cómo podría verse beneficiado el predio en estudio por la presencia de aves rapaces.

Si bien la extensión de las áreas de actividad varió ampliamente entre especies, se detectó solapamiento de los territorios, lo que indirectamente da cuenta de la presión de depredación que están ejerciendo las aves rapaces en el predio.

7.5. Riqueza y abundancia de aves no rapaces y micromamíferos en área de estudio

Se registraron 29 especies de aves no rapaces diurnas y el conteo alcanzó los 656 registros en el total de monitoreos. La variación en número de individuos entre los monitoreos podría deberse a varios factores, como el reclutamiento de ejemplares juveniles o la creación de bandadas como estrategia de forrajeo (Medrano *et al.* 2020). Se observaron muchos passeriformes cercanos a las inmediaciones de la bodega donde se realiza procesamiento y almacenamiento de almendras, probablemente atraídos por este recurso de alimento. Se destacan las palomas y tordos que se encontraban en árboles cercanos esperando la oportunidad para comer restos de estas o picotear las cáscaras.

Las aves no rapaces registradas en las plantaciones también corresponden a especies típicas presentes en distintos paisajes agrícolas. Con excepción de la codorniz y la paloma, todas las otras especies son nativas y típicas de matorrales y bosques nativos. Así, estas especies son también presas típicas de aves rapaces diurnas. El hecho que estas especies tengan presencia en las plantaciones puede ser atrayente para varias especies de aves rapaces generalistas que consumen tanto aves como roedores (cernícalo, peuco, águila, aguilucho común, tucúquere y lechuza). De hecho, los monitoreos permitieron identificar un ensamble de aves no rapaces con una riqueza de 29 especies, que se constituyen como una buena oferta de alimento. Ahora bien, el índice de Shannon dio cuenta de cómo el ambiente circundante influye en la composición y diversidad de aves no rapaces. Los

El ensamble de 29 especies de aves no rapaces en las plantaciones, se constituye como una buena oferta de alimento para las aves rapaces, pudiendo atraer su presencia.

mayores registros se presentaron en puntos donde no se evidenció mayor actividad de cosecha o limpieza de las plantaciones.

Por otro lado, se pretendió estimar los micromamíferos presentes en el área de estudio mediante trampas vivas tipo Sherman. El éxito de captura fue bajo, pudiendo deberse al uso común de rodenticida con almendras molidas o al tipo de trampa Sherman utilizada.

7.6. Estructuras para propiciar el establecimiento de las aves rapaces y su potencial biocontrolador

El hecho de que varias especies mantengan actividad al interior de las plantaciones o entre estas y el bosque esclerófilo sugiere que las plantaciones ofrecen ciertas condiciones apropiadas para su presencia tales como perchas y presas variadas. La presencia y abundancia de aves rapaces en un área particular a menudo está ligada a aquellos sitios más productivos ecológicamente, por ende, a sitios con una mayor biodiversidad (Newton 1979). Las aves rapaces son sensibles a cambios ambientales, aun cuando sean muy poco evidentes al ojo humano. Por ello, son excelentes indicadores del estado de nuestro entorno.

Una forma de propiciar el control de plagas por aves rapaces es la instalación de atractores naturales como perchas, plataformas y casas nido que permiten aumentar la presencia de estas especies en zonas de conflicto para las plantaciones. La evidencia en relación con estos experimentos naturales muestra el éxito de dichas intervenciones (Lambrechts *et al.*, 2012; Liebana *et al.*, 2013).

Los hallazgos permiten preliminarmente evaluar con éxito la instalación de las 75 estructuras instaladas. Considerando un período de evaluación de tres monitoreos, la efectividad de uso fue de un 62,5% para las perchas, 53% para las casas nido y 40% para las plataformas. Estos valores de uso son muy buenos debido a que las rapaces ya tienen una oferta natural de perchas, plataformas de alimentación y sitios de nidificación. Si bien las casas nido tuvieron baja ocupación como tales (debido a la fecha de instalación respecto al período reproductivo), sí fueron utilizadas como perchas y plataformas. Los registros más frecuentes de presencia de rapaces en casas nido, perchas y plataformas correspondieron a fecas en suelo.

En el predio hubo presencia de ocho especies biocontroladoras, y los restos de presas y egagrópilas encontradas dan cuenta de que las aves rapaces se están alimentando al menos en las plantaciones de almendros.

Ahora bien, los hallazgos de restos de presa y egagrópilas muestran que las rapaces están consumiendo presas en las plantaciones estudiadas, y todos los hallazgos corresponden a sitios con almendros. Probablemente no se detectaron restos de presas en plantaciones de

paltos debido a la poca actividad de aves en estas y al hecho de que la hojarasca en el suelo impide la visualización de restos de presa. De todos modos, debe considerarse que se registraron al menos ocho especies de aves rapaces con alto potencial bio-controlador de roedores en el sitio de estudio (águila, el cernícalo, el tiuque, el aguilucho común, el peuco, la lechuza, el chuncho y el tucúquere).

El águila, el cernícalo, el peuco y la lechuza son especies típicas del bosque esclerófilo de Chile central que visitan frecuentemente zonas de actividad agrícola en busca de presas. Estas especies consumen un amplio espectro de especies de aves y roedores nativos, y análisis previos muestran que estas especies tienen un alto potencial bio-controlador de roedores (Figuroa *et al.* 2007). Por otra parte, el tiuque es una especie ubicua (que está presente en muchas partes) y abundante en casi todo tipo de agroecosistemas. Aunque éste es un depredador generalista asiduo a consumir invertebrados, también es capaz de depredar sobre roedores y todo tipo de carroña. De hecho, su amplia distribución y alta abundancia pueden contribuir a acentuar su rol bio-controlador (ver Ostfeld & Holt 2004). Por otra parte, el predio El Almendral oferta frutos como los del almendro y palto, aparte de especies presa como micromamíferos, aves, insectos y reptiles, por tanto, aunque los tiuques sean de la familia de los halcones, son aves rapaces oportunistas que pueden consumir cualquier tipo de alimento.

La presencia de las aves rapaces es relevante no solo para el control de plagas sino también para mantener el equilibrio de los ecosistemas. Aquellas áreas que son capaces de sustentar poblaciones viables de depredadores tope, sustentarían de forma automática poblaciones de especies más pequeñas y menos demandantes de área. Su desaparición en sitios donde ellos históricamente existieron es una clara señal de la ocurrencia de alteraciones importantes a los sistemas naturales causados por la actividad humana (Newton, 1979; Thiollay *et al.*, 1989). Existe evidencia de que la selección de hábitat por algunos depredadores está vinculada fuertemente a la distribución y abundancia de sus presas (Janes, 1985).

7.7. Reflexiones generales

El objetivo de este estudio se centró en establecer y propiciar al interior de la plantación la presencia de aves rapaces que cumplieran un rol de agente biológico como mecanismo de control de las poblaciones generadoras de daño agrícola.

Especies nativas y exóticas son atraídas por las dos plantaciones del predio El Almendral, que les otorgan una alternativa de alimentación, existiendo la posibilidad de que estas especies se constituyan como plagas si aumentan sus poblaciones debido al recurso de alimentación que tienen. El uso de rodenticidas y otro tipo de sustancias químicas para el control de roedores puede llevar al envenenamiento de los depredadores naturales como

aves rapaces y carnívoros. Este tipo de prácticas sin un adecuado conocimiento puede afectar a muchas especies con problemas de conservación y disminuir la biodiversidad local. Se propició la instalación de casas nido, perchas y plataformas de alimentación para atraer parejas reproductoras de aves rapaces que ejercen presión de depredación sobre plagas. Mediante este mecanismo se entrega una opción a la comunidad local y administradores del predio, para que les sirva de insumo para elaborar un plan de manejo integrado de plagas que permita mantener la biodiversidad local.

Estudios de este tipo permiten dar relevancia al rol de las aves rapaces y valorar el aporte que otorgan a la estabilidad y equilibrio de los ecosistemas. Estas especies son importantes reguladores de poblaciones en los ambientes naturales y contribuyen a controlar a especies que son agentes causantes de enfermedades zoonóticas, y a mantener a los roedores en un nivel poblacional que no represente un riesgo mayor para la población humana en términos de salud pública y afectación de cultivos de consumo humano. A su vez, el rol que cumplen en el control de especies invasoras que son plagas agrícolas o forestales y su aporte en la mantención de la biodiversidad local, hacen que este grupo de aves sean esenciales para la funcionalidad de los ecosistemas naturales.

El estudio llevado a cabo en el predio El Almendral deja en evidencia a lo largo de 8 monitoreos la importancia que tienen las aves rapaces en este tipo de ambientes destinados a la producción de productos frutales. Los hallazgos de este estudio en lo que respecta a diversidad de aves rapaces, áreas de actividad, sitios reproductivos y ocupación y uso de estructuras, permiten concluir que la experiencia fue exitosa.

Finalmente, unificando toda la información levantada, podemos proponer que el área de estudio sustenta una riqueza y abundancia de presas adecuada para las especies de aves rapaces presentes en el predio. Este lugar oferta una zona propicia para establecer territorios tanto reproductivos como no reproductivos y se puede catalogar como un ambiente "sano" y "productivo" para este ensamble. A su vez, esta oferta de presas y adecuado manejo del predio en lo relacionado al cuidado y revisión de las estructuras sistemáticamente, permitiría evaluar y evidenciar positivamente la ocupación de estas, y por ende concluir que las aves rapaces son una opción adecuada para el desarrollo y manejo integrado de plagas mientras se mantiene simultáneamente la biodiversidad local. Se requieren mayores esfuerzos de muestreo en el tiempo para dar continuidad y evaluar de forma más efectiva el establecimiento de aves rapaces en el predio. Por tal motivo se debe generar conciencia a nivel local sobre la importancia en la protección de estas aves que prestan un servicio ecosistémico además de ser indicadores confiables de la calidad ambiental y de la salud de los ecosistemas.

8. Referencias bibliográficas

- Alvarado, S.A., R. Figueroa, P. Valladares, P. Carrasco-Lagos & RA Moreno. (2015). Aves Rapaces de la Región Metropolitana de Santiago, Chile. Seremi del Medio Ambiente Región Metropolitana de Santiago, Universidad Santo Tomás y Universidad de Chile. 132 pp. I.S.B.N.: 978-956-7204-53-3
- Bibby, C.J., N.D. Burgess y D.A. Hill. (1992). Bird Census Techniques. Academic Press, Londres.
- Ferguson-Lees J & DA Christie. (2001). Raptors of the World. Christopher Helm, London. 992 pp.
- Figueroa, RA., Murúa, R., Schlatter, R., Briones, M., Figueroa, R., Ruiz, J., Corales, ES., Centrón, A. & Devia, L. (2005). Manual de construcción de cajas anideras para aves rapaces - promoviendo el biocontrol de hantavirus. Proyecto FONDEF - UACH - SAG. Valdivia, Chile.
- Figueroa, RA., Murúa, R., Schlatter, RP., Ruiz, J., Briones, M., Figueroa, R., Corales, ES., Alvarado, SA. (2007). Bio-control of Hantavirus rodent reservoirs by raptorial birds in southern South America: implication for management in rural environments. *VII International Conference on Hemorrhagic Fever with Renal Syndrome, Hantavirus Pulmonary Syndrome and Hantavirus*. Buenos Aires, Argentina.
- Gerstell, A. & Bednarz, J. (1999). Competition and Patterns of Resource use by two Sympatric Raptors. *The Condor* 101:557-565
- Greaves, JH. (1984). *La lucha contra los roedores en la agricultura*. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO).
- Greaves, JH. (1989). *Rodent pests and their control in the Near East*. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO).
- Ibarra, JT, Martin, K., Altamirano, T., Vargas, FH. & Bonacic C. (2014a). Factors associated with the detectability of owls in South American temperate forests: Implications for nocturnal raptor monitoring. *J. Wildl. Manage.* 78, 1078–1086.
- Ibarra, JT., Martin, K., Drever, MC. & Vergara, G. (2014b). Occurrence patterns and niche relationships of sympatric owls in South American temperate forests: A multi-scale approach. *For. Ecol. Manage.* 331, 281–291.

- Janes, SW. (1985). Habitat selection in raptorial birds. pp. 159-188. In: Cody ML (ed). Habitat selection in birds. Academic Press Inc, California, USA.
- Lazarus, AB. (1989) Progress in rodent control and strategies for the future. Pp. 53-64, en *Mammals as Pests* (Putman RJ, ed). Chapman & Hall, Londres.
- Lambrechts MM, Wiebe KL, Sunde P, Solonen T, Sergio F, Roulin A, Møller AP, López BC, Fargallo JA, Exo KM, Dell’Omo G, Costantini D, Charter M, Butler MW, Bortolotti GR, Arlettaz R & Korpimäki E. (2012). Nest box design for the study of diurnal raptors and owls is still an overlooked point in ecological, evolutionary and conservation studies: A review. *Journal of Ornithology* 153:23–34
- Liebana MS, Sarasola JH & Santillán MA. (2013). Nest-box occupancy by Neotropical raptors in a native forest of central Argentina. *Journal of Raptor Research* 47: 208–213
- Ostfeld RS & Holt RD. (2004). Are predators good for your health? Evaluating evidence for top-down regulation of zoonotic disease reservoirs. *Frontiers in Ecology and Environment* 2: 13–20.
- Martinez DR, Jaksic FM. (1996). Habitat, relative abundance, and diet of rufous-legged owls (*Strix rufipes* King) in temperate forest remnants of southern Chile. *Ecoscience*.
- Medrano, F., Vukasovic, M., Chiappe, R. & Estades, C. (2020). Composition and structure of bird flocks in a temperate forest of central Chile. *Revista Chilena de Ornitología* 26(1): 33-36.
- Muñoz-Pedreros, A. (2003). Aves rapaces y control biológico de plagas. En: A Muñoz-Pedreros, J Rau & J Yáñez eds. *Aves Rapaces de Chile*. CEA Ediciones, Valdivia. 386 pp.
- Muñoz-Pedreros, A., Gil, C., Yáñez, J. & Rau, J. (2010). Raptor habitat management and its implication on the biological control of the Hantavirus. *Eur J Wildl Res* (2010) 56:703–715.
- Newton I. (1979). Population ecology of raptors. Buteo Books, Vermillion, South Dakota. 399 pp.
- Ostfeld RS & Holt RD. (2004). Are predators good for your health? Evaluating evidence for top-down regulation of zoonotic disease reservoirs. *Frontiers in Ecology and Environment* 2: 13–20.
- Pardo, L. (2006). Statistical inference based in divergence measures. Chapman y Hall/CRC. 497 pp.

- Ruiz, J, Figueroa, RA. Schlatter, R. Murúa, R y Briones, M. In: Bildstein, K.L., D.R. Barber, and A. Zimmerman. (2007). Neotropical Raptors. Hawk Mountain Sanctuary, Orwigsburg, Pennsylvania, USA.
- Saggese, M. y De Lucca, E. (2001). Biología reproductiva del águila mora (*Geranoaetus melanoleucus*) en la Patagonia Sur, Argentina. *Hornero*. 16(2):77-84
- Salicrú, M., Menéndez, M., Morales, D. y Pardo, L. (1993). Asymptotics distribution of (h, \square) -entropies. *Communications in Statistics: Theory and Methods*, 22(7), 2015-2031.
- Takats D.L, Francis CM, Holroyd GL, Duncan J.R., Mazur KM, Cannings RJ. (2001). Guidelines for nocturnal owl monitoring in North America. Beaverhill Bird Observatory and Bird Studies Canada, Edmonton, Alberta Canada.
- Thiollay, JM. (1989). Area requirements for the conservation of rain forest raptors and game birds in French Guyana. *Conservation Biology* 3: 128-137.
- Trejo A, Beaudoin F, Ojeda V. (2011). Response of Rufous-legged Owls to Broadcast of Conspecific Calls in Southern Temperate Forests of Argentina. *J. Raptor Res.* 45:267-27.
- Varland, D., Klaas, D., & Loughin, T. (1991). Development of Foraging Behavior in the American Kestrel. *J. Raptor Res.* 25(1):9-17

9. Apéndice

9.1. Recomendaciones para la mantención de las estructuras

Para mantener adecuadamente las estructuras y realizar un seguimiento de uso y ocupación de estas por parte de aves rapaces, se sugiere:

- a) No barnizar ni pintar las estructuras.
- b) No clavar y adosar ninguna otra estructura a estas.
- c) Revisar periódicamente la base de cada estructura para ver el empotramiento al suelo. Se recomienda la revisión en verano e invierno.
- d) Revisar periódicamente el travesaño (percha), superficie cuadrada (plataforma) y casa nido, verificando que estén correctamente adosadas al poste que las sustenta.
- e) Revisar periódicamente la base de las estructuras en búsqueda de restos de presa, egagrópilas, fecas u otra evidencia que muestre presencia de aves.
- f) En periodo reproductivo, y si las casas nido están siendo ocupadas, evitar revisarlas para no afectar el ciclo reproductivo de las especies.
- g) Una vez terminado el período reproductivo, y si se evidencia que las crías abandonaron la casa nido, se podrían sacar las egagrópilas si se desea llevar a cabo algún tipo de investigación para estudiar su dieta con alguna organización dedicada al estudio de aves rapaces.
- h) Si se desea, se pueden almacenar plumas, restos de presa y egagrópilas en bolsas de papel rotuladas, especificando la fecha y código de la estructura donde se encontraron para su posterior análisis.



Corredores Biológicos
de **Montaña**
Proyecto GEF