

UCH-FC
MAB-B
S113
C.1

EL ROL DE LAS AVES EN LA DISPERSION DE SEMILLAS EN UN BOSQUE
TEMPLADO SECUNDARIO DE CHILOE (42° S)

Tesis presentada a la Universidad de Chile
en cumplimiento parcial de los requisitos
para optar al grado de
Magister en Ciencias Biológicas con Mención
en Ecología

FACULTAD DE CIENCIAS

por

CARLOS E. SABAG VERGARA

Director de Tesis: Dr. Juan J. Armesto

FACULTAD DE CIENCIAS

UNIVERSIDAD DE CHILE

INFORME DE APROBACION
TESIS DE MAGISTER

Se informa a la Escuela de Postgrado de la Facultad de Ciencias que la Tesis de Magister presentada por el Candidato

CARLOS ESTEBAN SABAG VERGARA

ha sido aprobada por la Comisión Informante de Tesis como requisito de Tesis para el Grado de Magister en Ciencias Biológicas con mención en Ecología.

Director de Tesis
Dr. Juan J. Armesto Zamudio

Juan J. Armesto

Comisión informante de Tesis

Dr. Italo Serey
Dra. Mary Kalin de Arroyo
Dr. José Valencia
Dr. Roberto Schlatter

J. Serey
Mary J. Kalin de Arroyo
José Valencia
Roberto Schlatter



A MIS PRADRES, QUIENES
ME REGALARON EL DON DE LA
VIDA Y A MIS HIJOS, EN
QUIENES SEGUIRE VIVIENDO.



AGRADECIMIENTOS

Agradezco a todas y cada una de las personas que colaboraron en la elaboración de este trabajo:

A mi maestro el Dr. Juan J. Armesto, por sus desvelos y preocupaciones durante todos estos años. A todos mis compañeros y amigos que me ayudaron desinteresadamente, tanto en terreno, laboratorio, o en la obtención de bibliografía, y en forma muy especial a : Javier Figueroa, Alejandro Correa, Carola Henríquez, Susana Mandonado, Fernando Veliz, Hector Jiménez, Patricia Vidiella, Cecilia Smith, Juan Hernández, Alejandro Peñaloza, Pedro León, Claudio Veloso, Pancho Bozinovic y Fernando Novoa.

A Gustavo Zúñiga por su valiosa colaboración en los análisis químicos de los frutos.

En forma muy destacada agradezco toda la ayuda y hospitalidad proporcionada en terreno por la familia Águila-Andrade, especialmente a Don Carmelo, la Señora Emilia y en forma muy especial a " Cocodrilo Chon " por toda su ayuda prestada en la instalación de las redes.

A mis amigos ornitólogos, especialmente a Guillermo Egli, Luis Espinoza y Yerko Villina.

A Pedro Bahamondes y Hernan Rivera, de Conaf Chiloé por toda la ayuda logística prestada en terreno.

A toda la comunidad del Colegio Francisco de Asís, al Departamento de Ciencias y a los Directivos, y en forma muy especial a Don Alberto Vial A.

A los proyectos FONDECYT 860-88 y 1135-92, y en forma muy especial a la Oficina de Postgrado de la Universidad de Chile por su significativo aporte a través del Proyecto 91-034.

A las becas recibidas de la Facultad de Ciencias, de los proyectos FONDECYT antes mencionados y de la Fundación Mellon.

INDICE

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
INDICE	v
LISTA DE TABLAS	vii
LISTA DE FIGURAS	ix
RESUMEN	x
INTRODUCCION	1
OBJETIVOS	4
OBJETIVOS ESPECIFICOS	4
AREA DE ESTUDIO	6
Clima	6
Vegetación	8
METODOS	10
Composición y abundancia de la avifauna del bosque.....	10
Captura de individuos y determinación de la dieta de las aves	12
Importancia relativa de las especies de arbóreas y producción de frutos	14
Estimación del número de semillas transportadas por aves	14
Valor nutritivo de los frutos	15
Viabilidad y germinación de las semillas disper- sadas por las aves.....	17

Análisis estadísticos	18
RESULTADOS	19
Composición y abundancia de la avifauna del bosque	19
Captura de individuos y dieta de las aves	24
Cobertura relativa de las especies leñosas y producción de frutos	35
Semillas dispersadas por aves	40
Valor nutritivo de los frutos	42
Germinación y viabilidad de las semillas disper- sadas por las aves.....	42
Relaciones entre producción de frutos maduros, estructura de la dieta y semillas dispersadas ...	46
DISCUSION	50
Importancia de la endozoocoría en el bosque secundario y producción de frutos	50
Abundancia y riqueza de especies de aves en el bosque secundario	51
Incidencia de la frugivoría	57
Lluvia de semillas transportadas por aves en el bosque secundario	62
Valor nutritivo de los frutos	63
Viabilidad de las semillas dispersadas por aves .	66
CONCLUSIONES	68
BIBLIOGRAFIA	71
ANEXO I	78

LISTA DE TABLAS

Tabla 1.	Lista sistemática de las aves observadas en el bosque secundario, sector de Piruquiana, Chiloé.	20
Tabla 2.	Variación estacional e interanual de la riqueza (número de especies), densidad, desviación estandar (D.S.) y diversidad (Índice de Shannon-Weaver), de las aves observadas en el bosque secundario en el sector de Piruquina, Chiloé.	22
Tabla 3.	Variación estacional de la densidad de las especies de aves observadas en transectos en el bosque secundario de Piruquina, Chiloé.	23
Tabla 4.	Riqueza de especies y abundancia de aves capturadas mediante redes de niebla en el bosque secundario de Piruquina.	25
Tabla 5.	Número de individuos (N) y abundancia relativa (%) de cada especie de ave capturada mediante redes de niebla en el sector de Piruquina, Chiloé	26
Tabla 6.	Categorías tróficas de las aves estudiadas, en Piruquina, Chiloé, definidas en base a sus contenidos gástricos y datos de la literatura. ...	28
Tabla 7.	Estructura de la dieta de <i>Turdus falcklandii</i> . ..	31
Tabla 8.	Dieta de <i>Elaenia albiceps</i> en el bosque secundario de Piruquina, Chiloé, en varias épocas del año. N= número de individuos analizados, %= abundancia relativa del ítem.	33
Tabla 9.	Frecuencia relativa (%) de las especies de plantas encontradas en los transectos en el bosque secundario de Piruquina, Chiloé.	38
Tabla 10.	Producción de frutos maduros en plantas ornitócoras en la época de verano (enero o febrero) en el bosque secundario de Piruquina, Chiloé.	39

Tabla 11. Abundancia de las semillas de las distintas especies de plantas defecadas por aves encontradas en las trampas de semillas, durante un período de 10 días consecutivos. N= número de semillas, %= importancia relativa de las semillas en las trampas.	41
Tabla 12. Valores nutritivos de la pulpa de algunos frutos carnosos, consumidos por las aves en Piruquina, Chiloé.	44
Tabla 13. Cambios en la capacidad germinativa de las semillas de plantas ornitócoras sometidas a 3 condiciones experimentales.	45
Tabla 14. Cantidad de frutos transportados por las aves. Análisis de las fecas colectadas en las trampas de semillas (Número promedio de semillas por fruto según Armesto et al. (1987)).	48
Tabla 15. Porcentaje de frutos encontrados en las fecas de <i>Elaenia albiceps</i> en Piruquina, Chiloé. (Número promedio de semillas por fruto según Armesto et al. (1987)).	49
Tabla 16. Riqueza de aves frugívoras en diferentes regiones tropicales y templadas.	54
Tabla 17. Características de la pulpa y contenidos promedios de nutrientes de frutos consumidos por aves en diferentes regiones.	64

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.	Ubicación del sitio de estudio.	8
Figura 2.	Aspecto del bosque secundario del sitio de estudio, Piruquina, Chiloé.	9
Figura 3.	Representación esquemática del método del transecto.	11
Figura 4.	Trampa de semillas puesta en el sitio de estudio.	16
Figura 5.	Restos de invertebrados encontrados en las muestras de contenido gástrico de <i>Anairetes parulus</i>	29
Figura 6.	Restos de insectos encontrados en las muestras de contenidos gástricos de <i>Elaenia albiceps</i> analizados.	32
Figura 7.	Semillas de <i>Berberis buxifolia</i> encontradas en las muestras de contenidos gástricos de <i>Elaenia albiceps</i>	34
Figura 8.	Porcentaje de los individuos de <i>Elaenia albiceps</i> con diferente número de especies de semillas diferentes presentes en cada muestra de contenido gástrico analizado. ...	36
Figura 9.	Especies de semillas diferentes encontradas en las fecas obtenidas en las trampas de semillas.	43

RESUMEN

Se estudió el rol de las aves en el consumo de frutos y dispersión de semillas en un bosque secundario templado de Chiloé (42° 30'). Para ello se identificaron y estimaron las abundancias de las aves frugívoras, se cuantificó la importancia relativa de los frutos en la dieta de las aves y se determinó la actividad estacional de las aves dispersantes de semillas, en un período de un año. En la misma área se estimó la lluvia de semillas transportadas por las aves y se determinó la capacidad germinativa en el laboratorio. Finalmente, se cuantificó la composición nutritiva de los principales frutos dispersados por las aves.

El estudio se llevó a cabo en un bosque secundario de aproximadamente 10 há; se concentró principalmente durante 1 mes en cada uno de los veranos de los años 1990-91-92, efectuándose además durante 1991 muestreos estacionales en agosto y noviembre.

Un total de 29 especies de plantas, entre árboles, arbustos y enredaderas se encontraron en el sitio de estudio. El 79% de estas especies presentaba frutos carnosos, asociados con el síndrome de dispersión por aves.

La avifauna del bosque (excluidas las aves rapaces) y sus márgenes estaba compuesta por 24 especies, pertenecientes a 4 órdenes y 12 familias. La mayor riqueza de

especies se registró en la época de verano, detectándose entre 15 y 17 especies de aves. La menor riqueza de especies se encontró durante el mes de agosto con sólo 13 especies. Las mayores densidades se registraron durante los meses de primavera y verano con valores superiores a los 23.8 ind/há, encontrándose la menor densidad en el mes de agosto con 19 ind/há.

Se analizó un total de 264 muestras de contenidos gástricos correspondientes a 16 especies de aves. De acuerdo al tipo de alimento predominante en la dieta de las aves durante los veranos de 1990-92 se definieron tres grandes grupos (gremios):

- a) Granívoros (4 especies) consumen y destruyen las semillas de las plantas.
- b) Insectívoros (7 especies) si se alimentan exclusivamente de invertebrados.
- c) Frugívoros (5 especies) se alimentan de frutos y defecan las semillas intactas.

Entre las especies frugívoras, la más importante por su abundancia en primavera y verano resultó *Elaenia albiceps* consumiendo frutos de 9 especies de planta.

No se encontró una correlación significativa entre la abundancia de frutos por especie en el área de estudio y su importancia relativa en la dieta de las aves. Tampoco se encontró una correlación estadísticamente significativa entre

el valor nutritivo de los frutos y su nivel de consumo por las aves.

En la lluvia de semillas transportadas por aves se encontró semillas de 8 especies. El número de semillas promedio varió entre 2/m²/día en enero de 1991 y 11.1/m²/día en enero de 1992. La lluvia de semillas transportadas por las aves se correlaciona positivamente con la abundancia de cada especie de fruto en la dieta de *Elaenia albiceps*.

El contenido calórico de los frutos de las 5 especies estudiadas (*Ovidia pillo-pillo*, *Amomyrtus luma*, *Berberis darwini*, *Berberis buxifolia* y *Drimys winteri*) fue bajo con un valor promedio de 65 cal/fruto.

Las semillas de *Berberis buxifolia*, *Amomyrtus luma*, *Berberis darwini* y *Gaultheria phillyreifolia* presentaron alguna capacidad germinativa aún cuando habían pasado por el tracto digestivo de las aves, con excepción de las de *Drimys winteri*.

Podemos concluir que las aves, especialmente *Elaenia albiceps* juegan un rol importante en la dispersión y germinación de las semillas de las plantas con frutos carnosos y por consiguiente en la regeneración del bosque.

INTRODUCCION

La dispersión de las semillas lejos de la planta parental es favorable para las plantas que crecen en ambientes efímeros, a la vez que posibilita la colonización de nuevos habitats, o áreas perturbadas, y contribuye a reducir la mortalidad debida a predación o competencia cerca de la planta parental (Howe & Smallwood 1982). Los frutos de muchas especies de plantas son dispersados por aves frugívoras (Howe & Smallwood 1982) que consumen la pulpa y excretan las semillas intactas. Los frutos de estas plantas presentan una serie de adaptaciones morfológicas que facilitan la diseminación biótica de las semillas (van der Pijl 1982). Las aves obtienen de las plantas una fuente de alimento (Herrera 1984a, Johnson et al. 1985) que puede ser muy importante para la mantención de las poblaciones en algunas épocas del año (Thompson y Willson 1979, Stiles 1980, Howe 1984).

Las variaciones en época de maduración de los frutos y la abundancia estacional de aves consumidoras de frutos pueden afectar la probabilidad de dispersión de las semillas. La producción de frutos en períodos cuando la densidad de aves es baja puede ser selectivamente desventajosa, debido a

que los frutos que permanecen largo tiempo en la planta son dañados por hongos o invertebrados, afectando su dispersión posterior (Thompson & Willson 1978, 1979; Jordano 1987, Skeate 1987).

Las aves son importantes dispersantes de semillas, tanto en zonas tropicales como templadas (ver Howe & Estabrook 1977; Herrera 1984a 1985; Willson 1986; French 1991) y, por consiguiente, participan en la dinámica de regeneración de muchas comunidades. El papel de las aves consumidoras de frutos en la dispersión de semillas ha sido el tema de numerosos estudios ecológicos y evolutivos en los bosques tropicales a partir de los años 60 (Snow 1965, 1971; Howe 1977, 1981; Howe & Primack 1975, Howe & Estabrook 1977, Janzen 1983). Más recientemente, la relación entre aves frugívoras y plantas se ha estudiado en detalle en bosques templados y mediterráneos de Norteamérica y Europa (Thompson & Willson 1979; Stiles 1980; Willson & Thompson 1982; Willson 1986; Skeate 1987; Herrera 1981, 1982a, 1982b, 1984a, 1984b; Jordano 1981, 1982; Herrera & Jordano 1981; Jordano & Herrera 1981).

Sólo en los últimos años se han investigado estas relaciones en bosques templados en Australia, Nueva Zelanda (Willson et al. 1989; French 1990, 1991), y en Sudamérica (Armesto et al. 1987; Armesto & Rozzi 1989, Armesto et al. 1993). En el bosque templado de Chiloé (41°-43°S), 67% de las

especies de árboles, arbustos, epífitas y enredaderas presentan frutos carnosos (Armesto 1987, Armesto y Rozzi 1989). Sin embargo, existe escasa información acerca de las especies de aves que consumen los frutos de las plantas del bosque (Armesto et al. 1987).

En consecuencia, se puede postular que las interacciones entre plantas y aves frugívoras pueden influir en el proceso de regeneración del bosque templado del sur de Chile. Para establecer la importancia de estas interacciones en el proceso de regeneración es indispensable, en una primera etapa, determinar el papel de las aves como consumidoras de frutos y dispersantes de semillas en el bosque templado de Chiloé.

OBJETIVOS

El objetivo central de esta tesis es determinar la importancia del consumo de frutos por la avifauna de un bosque secundario templado, documentar los patrones de actividad estacional de la comunidad de aves en el área y establecer la importancia de las aves en la dispersión de las semillas de las especies del bosque.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- (1) Identificar las especies de aves frugívoras de un bosque secundario de Chiloé y estimar sus abundancias estacionales.
- (2) Cuantificar la importancia relativa de los frutos carnosos en la dieta de las especies de aves del bosque.
- (3) Determinar si existe correspondencia entre el período de mayor abundancia de frutos carnosos y la actividad estacional de las aves dispersantes de semillas.
- (4) Cuantificar la dispersión de semillas transportadas por aves en un área de bosque secundario.

(5) Determinar la capacidad de germinación de las semillas que han pasado por el tracto digestivo de las aves.

(6) Determinar si la abundancia de frutos por especie en la dieta de las aves se relaciona con su composición nutritiva o con su abundancia en el área.

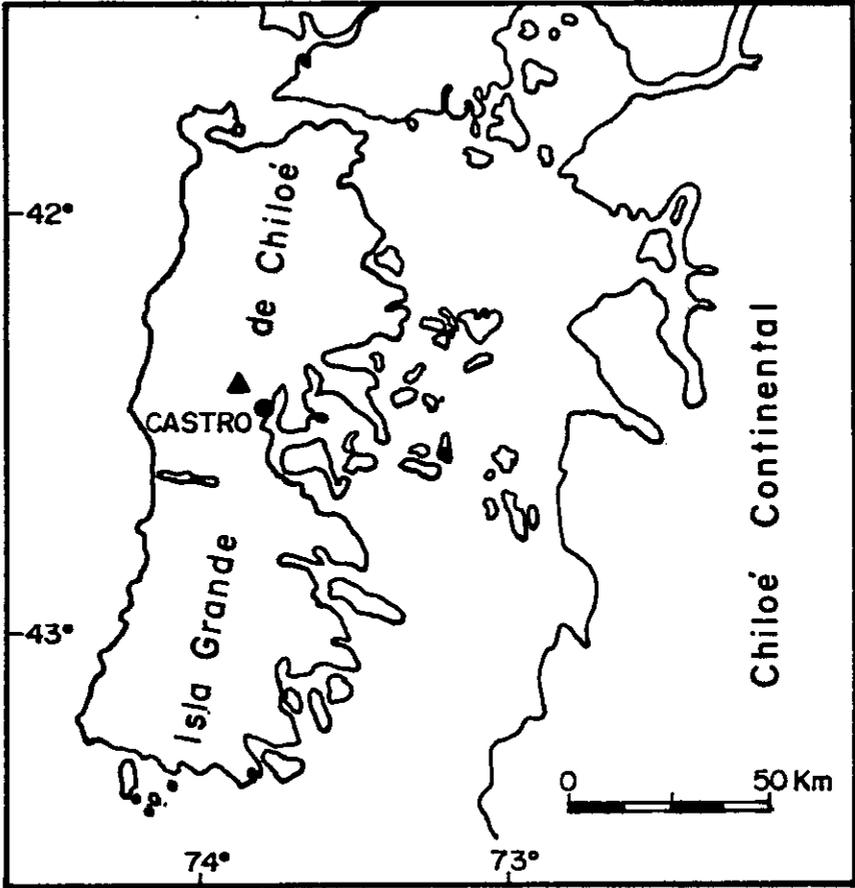
AREA DE ESTUDIO

El estudio se realizó en 10 há de bosque secundario de aproximadamente 40 años, en el sector de Piruquina ($42^{\circ} 24'S$ - $73^{\circ} 46'W$), 10 km al NW de Castro, en la Isla Grande de Chiloé, a una altitud de 150 m (Fig. 1), en la vertiente oriental de la Cordillera de la Costa (Cordillera de Piuchué).

CLIMA

El clima en el área de estudio, por su localización en la vertiente oriental de la Cordillera de la Costa, tiene una fuerte influencia mediterránea con persistencia de un período estival con baja precipitación. Los valores de precipitación y temperatura en Piruquina, son comparables a los registrados a nivel del mar en la ciudad de Castro (di Castri y Hajek (1976). Para 7 años de registro el promedio de precipitación anual en la ciudad de Castro es de 1.598 mm, con el 75% de las precipitaciones concentradas entre abril y septiembre. La temperatura máxima promedio en la ciudad de Castro, medida para un período de 7 años, se registró en el mes de febrero y fue de $20.4^{\circ} C$ y la temperatura mínima promedio se registró en el mes de agosto y fue de $2.1^{\circ} C$ (Hajek & di Castri 1975).

Figura 1. Ubicación del sitio de estudio.



▲ Sitio de Estudio

VEGETACION

Los sectores bajos de la vertiente oriental de la Cordillera de Piuchué han sufrido una intensa perturbación humana, principalmente por la ocupación de terrenos para actividades agrícolas y pastoriles, y por la degradación del bosque por el uso de la madera como combustible (leña y carbon). La mayor parte de los bosques por debajo de los 300 m son secundarios (Aravena 1991), originados de campos agrícolas o de pastoreo abandonados. A mayor altitud, el nivel de perturbación humana disminuye y los bosques adquieren un dosel continuo sobre los 400 m (Aravena 1991).

El área de estudio, a 150 m de altitud, es un bosque secundario de dosel abierto de 5 a 10 metros de alto (Fig. 2), y un sotobosque cubierto por especies arbustivas bajas (1-3 m de alto). El bosque tiene una extensión de 10 ha y se encuentra rodeado por una matriz de campos agrícolas y de pastizales, entre los cuales existen pequeños manchones de bosque secundario. En el bosque predominan especies arbustivas como *Berberis darwinii*, *Berberis buxifolia*, *Ovidia pillo-pillo*, *Pernettya mucronata* y *Gaultheria phillyreifolia*, y árboles pioneros como *Amomyrtus luma*, *Rhaphithamnus spinosus*, *Myrceugenia ovata*, *Drimys winteri*, *Embothrium coccineum*, y *Lomatia hirsuta*.

Figura 2. Aspecto del bosque secundario del sitio de estudio, Piruquina, Chiloé.



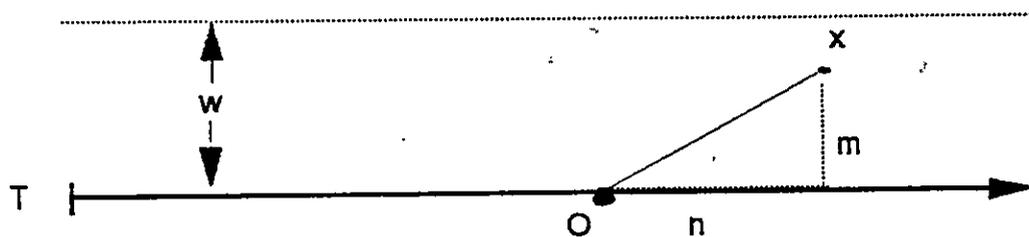
METODOS

El trabajo de campo se realizó principalmente durante los meses de verano (enero-febrero) de 1990 a 1992. Además, se realizaron dos muestreos estacionales en invierno (agosto) y primavera (noviembre) de 1991.

(1) Composición y abundancia de la avifauna del bosque

La composición e importancia relativa de cada especie en el conjunto de la avifauna local se determinó mediante el método del transecto (Emlen 1971), el cual ha sido utilizado también en otros estudios en bosques (Thompson & Willson 1979; López 1990; French 1991). Este sistema consiste en recorrer periódicamente una distancia fija (800 m en este trabajo) a lo largo de la cual se registran todos los individuos de cada especie observados o escuchados a una distancia máxima de 15 m a ambos lados del transecto, y 10 m hacia arriba (Fig. 3). El transecto cruzaba el bosque secundario estudiado en dos sectores de 400 y 150 m de largo, y además recorría unos 250 m de borde colindante con un campo de pastoreo abandonado cubierto de arbustos de *Baccharis magellanica* y *Berberis buxifolia*. Durante los veranos de 1990-91 y 92 se muestreó el mismo transecto tres veces al día, durante 10 días cada año.

Figura 3. Representación esquemática del método de muestreo de aves en transectos.



- T= Línea del transecto
w= Ancho máximo de registro de aves
O= Observador
x= Ubicación del ave observada
m= Distancia latitudinal de observación
n= Distancia longitudinal de observación

El censo de la mañana se realizó durante las tres primeras horas, después de la salida del sol, y los otros dos censos se realizaron por la tarde, entre las 15:00 y 20:00 horas. Además del avistamiento de las aves, se registraron las condiciones ambientales (lluvia, sol, viento, heladas etc) bajo las cuales se efectuaba el muestreo, la distancia latitudinal y longitudinal en que se efectuaba el avistamiento. Para el análisis de los datos sólo se utilizaron los resultados del transecto de la mañana (durante las tres primeras horas de luz), ya que en este período se registraba la mayor diversidad de especies. La actividad disminuía por la tarde, disminuyendo también la diversidad (ver por ej. Gates 1981; Robbins 1981; López 1990).

(2) Captura de individuos y determinación de la dieta de las aves.

Se realizaron capturas de aves en zonas abiertas, dentro del bosque, y en su margen colindante con matorrales secundarios, mediante cuatro redes de niebla, de 12 m de largo x 2 m de ancho con cuatro bolsillos, y un ancho de malla de 2,5 cm. Esta malla era apropiada para la captura de aves pequeñas de hasta 100 g, límite que está dentro del rango de peso del 90% de las aves locales (ver Anexo 1). Las redes se mantenían en un mismo lugar durante las horas de luz, revisándose 6 a 10 veces durante el día. Durante los

meses de verano de 1990 y 1991 las redes estuvieron en su sitio por 8 días disminuyendo a 5 días durante los muestreos de invierno y primavera de 1991, y el de verano de 1992. El esfuerzo total de captura fue de 926 horas red para todos los períodos de muestreo. Todos los individuos capturados fueron marcados con anillos de colores en 1990, y con anillos metálicos permanentes durante los años 1991 y 1992 y liberados de inmediato en el mismo lugar. Para obtener muestras del contenido del tracto digestivo de cada ave capturada se les colocó durante 2-10 minutos dentro de una bolsa de papel de 18 cm de largo por 9 cm de ancho, tiempo suficiente para que las aves defecaran. Las muestras fueron guardadas separadamente por individuo y llevadas al laboratorio para su análisis. Estas muestras dan cuenta del contenido estomacal del ave al momento de su captura (Herrera 1984a).

Las muestras del contenido del tracto digestivo colectadas se examinaron bajo lupa (10-60X) para contar e identificar las semillas y restos vegetales presentes. Se determinó además la presencia o ausencia de restos de invertebrados en las muestras, sin identificarlos. Las semillas se identificaron a nivel de especie, utilizando como referencia un muestrario de semillas extraídas de frutos carnosos de las especies del área de estudio que tenían frutos maduros en la época de muestreo.

(3) Importancia relativa de las especies arbóreas y abundancia de frutos carnosos.

Se determinó la frecuencia relativa de cada especie arbustiva o arbórea y la abundancia de frutos carnosos, mediante 5 transectos lineales paralelos de 100 m de longitud. Los transectos atravesaron el bosque secundario en forma paralela, separados por 50 metros. En cada transecto se anotaron las especies de plantas presentes cada un metro (Armesto & Gutiérrez 1980). A lo largo de los transectos la producción de frutos se estimó de la siguiente forma: se contó el número total de frutos maduros presentes, en el caso de las especies que tenían menos de 500 frutos por individuo, y se contó el número de frutos presentes en una muestra de cinco ramas y multiplicó el promedio de frutos maduros por rama por el número de ramas de cada individuo, para las especies con alta producción (>500 frutos por individuos). El muestreo se realizó todos los años durante el verano (enero o febrero), época en que la mayoría (73%) de las especies presentan frutos carnosos maduros (Smith 1992).

(4) Estimación del número de semillas transportadas por las aves.

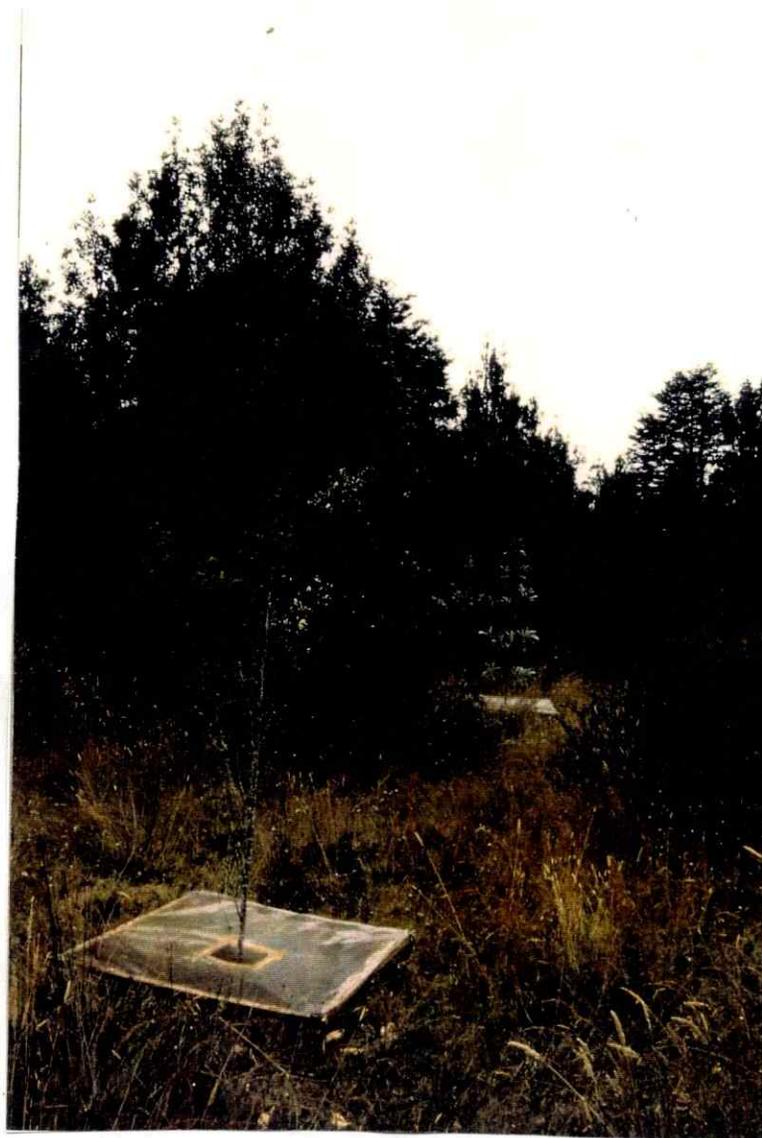
Para estimar las semillas transportadas por las aves en el bosque secundario se ubicaron 20 trampas de semillas, 15

en claros entre árboles del bosque, y 5 bajo el dosel de árboles de canelo (*Drimys winteri*). Las trampas eran cuadrados de cañería de PVC de un metro de arista forrados con polietileno; en el centro tenían una fina malla plástica que permitía la salida del agua de lluvia, pero no de las semillas. En el centro de cada trampa en sitios abiertos entre árboles se colocó una rama de *Luma apiculata*, *Amomyrtus luma*, o *Drimys winteri*, con hojas y sin frutos, de aproximadamente 2 m de altura, que actuaba como "percha" artificial para las aves (McDonnell & Stiles 1983, Fuentes et al. 1984), y cuyo dosel no sobrepasaba el perímetro de la trampa (Fig. 4). Las trampas fueron revisadas diariamente durante 15 días y se colectaron todas las semillas presentes.

(5) Valor nutritivo de los frutos.

Durante 1991 se colectaron frutos maduros de *Amomyrtus luma*, *Drimys winteri*, *Ovidia pillo-pillo*, *Berberis darwinii*, *Berberis buxifolia*, *Pernettya mucronata* y *Myrceugenia ovata*. Estas especies fueron las más frecuentes en la dieta de las aves durante el período de estudio. Se separó a mano la pulpa de las semillas, la cual fue secada a temperatura ambiente dentro de bolsas de papel. En el laboratorio la pulpa fue analizada extrayendo los azúcares reductores en etanol (80%) e identificándolos mediante el método descrito por Riazi et al. (1985). La cantidad de proteínas no estructurales

Figura 4. Trampa de semillas en el sitio de estudio.



presentes se cuantificó realizando una extracción en buffer fosfato (pH6.8), siguiendo el método de Brodford (1976). Los lípidos se extrajeron en éter de petróleo durante 4 horas, y luego se secaron en corriente de aire, determinándose su abundancia gravimétricamente (Johnson et al. 1985).

(6) Viabilidad y germinación de las semillas dispersadas por las aves.

Las semillas de las 5 especies más consumidas por las aves en el área de estudio extraídos de fecas de aves: *Berberis darwinii*, *Berberis buxifolia*, *Drimys winteri*, *Pernettya mucronata*, y *Amomyrtus luma*, fueron usadas en ensayos de germinación en el laboratorio. Como control se usó semillas extraídas de frutos maduros colectados directamente de las plantas en el sitio de estudio, durante 1992 y en años anteriores. Todas las semillas se sometieron a tratamientos pregerminativos de estratificación en frío, en cápsulas de petri con papel filtro húmedo a 4° C (Donoso & Cabello 1978) durante 40 días. Posteriormente, las semillas fueron colocadas en una cámara de germinación (Forma Scientific) con un fotoperíodo de 12 horas, y una temperatura de 25° C para el período diurno, y de 15° C para el período nocturno.

La viabilidad de las semillas que no germinaron después de 45 días en la cámara de germinación, se determinó mediante la prueba del tetrazolium (Goycoolea 1989).

(7) - Análisis estadísticos.

La prueba de correlación de rangos de Spearman (Canover 1980) se utilizó para determinar si había relación entre las siguientes variables: a) número de aves capturadas y el número de aves observadas, b) valor nutritivo de las distintas especies de frutos y la abundancia de las especies de frutos en la dieta de *Elaenia albiceps*, c) la abundancia de frutos maduros de las distintas especies de plantas en el sitio de estudio y la abundancia de las especies de frutos en la lluvia de semillas en la misma estación y d) la abundancia de los frutos maduros en el sitio de estudio y su frecuencia en la dieta de *Elaenia albiceps*; por último f) la abundancia de frutos de cada especie en la lluvia de semillas y la abundancia de cada especie en la dieta de *Elaenia albiceps*.

RESULTADOS

1 - Composición y abundancia de la avifauna del bosque.

Un total de 24 especies de aves nativas fueron observadas dentro del bosque secundario o en sus márgenes adyacentes, las que se agrupan en 4 órdenes, y 12 familias (Tabla 1). El orden Passeriforme es el más abundante, con 20 especies (86.9% del total) pertenecientes a 9 familias. Las familias más representadas son Emberizidae y Fringillidae con 4 especies; Furnariidae y Tyrannidae con 3 especies cada una.

Se distinguieron tres grandes grupos de especies de acuerdo a su período de residencia estacional en el área (Tabla 3). Residentes, si permanecen en el área durante todo el año (8 especies). Visitantes o migratorias, si utilizan el área durante períodos más cortos de tiempo (i.e. una estación). Se distinguieron visitantes invernales, si estaban presentes sólo en otoño e invierno (i.e. *Aphrastura spinicauda*) o estivales si están presentes sólo durante primavera y verano, (i.e. *Elaenia albiceps* y *Troglodytes aedon*). Además, se definió un grupo de especies ocasionales, que no presentaron un patrón de presencia temporal definido,

Tabla 1 : Lista sistemática de las aves observadas en el Bosque secundario, sector de Piruquina, Chiloé.

ORDEN / Familia	Especies	Permanencia en el área
PSITTACIFORMES Psittacidae	1 <i>Enicognathus leptorhynchus</i>	Rs
APODIFORMES Trochilidae	2 <i>Sephanoides galeritus</i>	Rs
PICIFORMES Picidae	3 <i>Colaptes pitius</i>	Oc
PASSERIFORMES Furnariidae	4 <i>Sylviorthorhynchus desmursii</i> 5 <i>Aphrastura spinicauda</i> 6 <i>Leptasthenura aegithaloides</i>	Rs Mg Oc
Rhinocryptidae	7 <i>Scelorchilus rubecula</i> 8 <i>Scytalopus magellanicus</i>	Oc Oc
Tyrannidae	9 <i>Elaenia albiceps</i> 10 <i>Pyrope pyrope</i> 11 <i>Anairetes parulus</i>	Mg Rs Rs
Phytotomidae	12 <i>Phytotoma rara</i>	Oc
Hirundinidae	13 <i>Tachycineta leucopyga</i>	Oc
Troglodytidae	14 <i>Troglodytes aedon</i> 15 <i>Cistothorus platensis</i>	Mg Oc
Muscicapidae	16 <i>Turdus falcklandii</i>	Rs
Emberizidae	17 <i>Sicalis luteola</i> 18 <i>Zonotrichia capensis</i> 19 <i>Sturnella loyca</i> 20 <i>Curaeus curaeus</i>	Oc Oc Oc Rs
Fringillidae	21 <i>Phrygilus patagonicus</i> 22 <i>Phrygilus fruticeti</i> 23 <i>Diuca diuca</i> 24 <i>Carduelis barbatus</i>	Rs Oc Oc Oc

Nomenclatura según Araya (1985)

Rs = Residentes

Mg = Migratorios

Oc = Ocasionales

o presentaban bajas densidades en uno o dos meses (8 especies).

La mayor riqueza de especies se registró durante los meses de verano (Tabla 2), época en que estaban presentes en el área los visitantes estivales *Elaenia albiceps* y *Troglodytes aedon*. Durante la época invernal (agosto) se registró la menor riqueza de especies. Los mayores valores de densidad se registraron durante primavera y verano, con un promedio de 25.3 individuos por há (rango 23.8-29.8), y el valor más bajo se registró en el invierno con 19.0 individuos por há (Tabla 2). Las densidades promedio por especies en la época de estival en el bosque secundario variaban desde 13.2 individuos por há (47.2%) para *Elaenia albiceps*, hasta menos de 1 individuo por há para las especies ocasionales (Tabla 3). Durante el verano los residentes *Turdus falcklandii*, *Enicognathus leptorhynchus* y *Sephanoides galeritus* y el visitante estival *Elaenia albiceps* representaron el 77% de la abundancia.

Entre los residentes de invierno (agosto) la especie con mayor densidad en el área fue *Turdus falcklandii* con 5.5 individuos por há. *Sephanoides galeritus* sólo fue capturado en las redes (ver Tabla 3). En invierno los residentes *Turdus falcklandii*, *Curaeus curaeus* y *Phrygilus patagonicus* y el visitante *Aphrastura spinicauda* representaron el 81% de la abundancia total.

Tabla 2 : Variación estacional e interanual de la riqueza (número de especies), densidad, desviación estandar (D.S.) y diversidad (Índice de Shannon-Weaver), de las aves observadas en el bosque secundario en el sector de Piruquina, Chiloé (N= 10 días continuos de observación).

EPOCA	NUMERO de ESPECIES	DENSIDAD (ind./ha)	D.S.	DIVERSIDAD (H')
Agosto 91	11	19.1	3.2	1.9
Noviembre 91	13	28.7	2.5	1.4
Enero 91	16	23.8	1.5	2.1
Enero 92	17	29.5	2.1	2.1
Febrero 90	15	29.8	1.8	1.8

Tabla 3. Variación estacional de la densidad media de las especies de aves observadas en transectos en el bosque secundario de Piruquina, Chiloé (N= 10 días continuos de observación).

ESPECIES	Densidad (No individuos/ha)				
	Ago. 91	Nov. 91	Ene. 91	Ene. 92	Feb. 90
RESIDENTES					
<i>Turdus falcklandii</i>	5.5	1.9	2.8	3.5	4.4
<i>Pyrope pyrope</i>	0.4*	0.1*	0.3*	0.3*	0.2*
<i>Curacus curaeus</i>	5.4	0.1*	0.3	0.4	0.7
<i>Phrygilus patagonicus</i>	1.8	0.6*	0.8	1.4	0.7
<i>Enicognathus leucorhynchus</i>	0.1*	1.7	2.4	3.0	6.3
<i>Sylvioorthorhynchus desmursii</i>	0.8	0.1*	1.0	0.8	0.6
<i>Anairetes parulus</i>	1.4	0.8	1.0	1.4	0.9
<i>Sephanoides galeritus</i>	0.0**	1.8	1.8	2.4	1.6
MIGRATORIOS					
<i>Elaenia albiceps</i>	0.0	18.8	9.7	11.9	12.2
<i>Troglodytes aedon</i>	0.0	1.5	1.0	1.4	0.4*
<i>Aphrastura spinicauda</i>	2.8	0.1*	0.0	0.3*	0.0
OCASIONALES*					
<i>Carduelis barbatus</i>	0.4	0.0	1.0	0.7	0.2
<i>Sicalis luteola</i>	0.0	0.0	0.4	0.3	0.2
<i>Scytalopus magellanicus</i>	0.4	1.1	0.4	0.3	0.0
<i>Leptasthenura aegithaloides</i>	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0
<i>Scelorchilus rubecula</i>	0.0	0.0	0.4	0.8	1.0
<i>Phytotoma rara</i>	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0
<i>Tachycineta leucopyga</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3
<i>Zonotrichia capensis</i>	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0
<i>Colaptes pinnatus</i>	0.1	0.0	0.4	0.3	0.1

*)Indica cuando la desviación es > al valor observado de densidad.

***) Fue capturado en las redes durante agosto de 1991 y observado fuera de los transectos.

2 - Captura de individuos y dieta de las aves.

A - Capturas

Un total de 311 individuos pertenecientes a 19 especies de 3 órdenes fueron capturados durante el período de estudio. Durante los veranos de 1990 y 1991 se registró la mayor riqueza de especies de aves capturadas con 14 y 15 especies respectivamente (Tabla 4). El orden Passeriforme fue el más representado, con 17 especies (Tabla 5).

El visitante estival *Elaenia albiceps* representó más del 35% de las capturas durante todos los períodos de muestreo en que estaba presente, llegando a representar el 55% en febrero de 1990. La segunda especie en abundancia fue *Sephanoides galeritus*, que representó entre el 10 y el 25% de las capturas en el período primavera-verano. El resto de las especies presentaron porcentajes de capturas que no sobrepasaron el 16%. La captura de individuos mediante redes (Tabla 5) durante el verano de 1991, primavera de 1991, y el verano de 1992 se correlacionaron positivamente con las abundancias de los individuos de cada especie en el sitio de estudio estimadas a partir de los transectos (Tabla 3) durante el mismo período. La correlación fue significativa ($p < 0.01$) para todos los períodos de muestreo.

B-- Dieta las aves

La dieta de las aves se basó en un total de 264 muestras

Tabla 4. Riqueza de especies y abundancia de aves capturadas mediante redes de niebla en el bosque secundario de Piruquina, Chiloé.

	Ago.91	Nov.91	Ene.91	Ene.92	Feb.90	Total
Riqueza de especies	3	7	15	8	14	20
No capturas	4	18	109	58	122	311
No de horas red	72	126	280	168	280	926
No capturas/100 horas red	6	14	39	34	44	27.4

Tabla 5. Número de individuos (N) y abundancia relativa (%) de cada especie de ave capturada mediante redes de niebla en el sector de Piruquina, Chiloé.

ORDEN Y ESPECIE	Agosto 1991		Noviembre 1991		Enero 1991		Enero 1992		Febrero 1990		TOTAL	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
PASSERIFORMES												
<i>Elaenia albiceps</i>	0	0.0	9	50.0	41	37.6	21	36.2	67	54.9	138	44.4
<i>Turdus falcklandii</i>	0	0.0	1	5.6	8	7.3	1	1.7	5	4.1	15	4.8
<i>Pyrope pyrope</i>	0	0.0	0	0.0	1	0.9	0	0.0	2	1.6	3	1.0
<i>Troglodytes aedon</i>	0	0.0	1	5.6	11	10.1	4	6.9	11	9.0	27	8.7
<i>Anairetes parvus</i>	1	25.0	1	5.6	8	7.3	9	15.5	4	3.3	23	7.4
<i>Phrygilus patagonicus</i>	0	0.0	0	0.0	8	7.3	2	3.4	3	2.5	13	4.2
<i>Leptasthenura oegithuloides</i>	0	0.0	0	0.0	5	4.6	0	0.0	4	3.3	9	2.9
<i>Sylniothorhynchus desmursii</i>	0	0.0	2	11.1	4	3.7	0	0.0	6	4.9	12	3.9
<i>Scytalopus magellanicus</i>	0	0.0	1	5.6	1	0.9	2	3.4	1	0.8	5	1.6
<i>Cisnothorus platensis</i>	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	1	0.8	1	0.3
<i>Sicalis luteola</i>	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	1	0.8	1	0.3
<i>Tachycineta leucopyga</i>	0	0.0	0	0.0	2	1.8	0	0.0	0	0.0	2	0.6
<i>Phytotoma rara</i>	0	0.0	0	0.0	1	0.9	0	0.0	0	0.0	1	0.3
<i>Zonotrichia capensis</i>	0	0.0	0	0.0	1	0.9	0	0.0	0	0.0	1	0.3
<i>Carduelis barbans</i>	0	0.0	0	0.0	1	0.9	6	10.3	0	0.0	7	2.3
<i>Phrygilus fruticeti</i>	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	2	1.6	2	0.6
<i>Aphrastura spinicauda</i>	2	50.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	3	2.5	5	1.6
<i>Curacus curacus</i>	0	0.0	0	0.0	0	0.0	1	1.7	0	0.0	1	0.3
APODIFORMES												
<i>Sebanoides galeritus</i>	1	25.0	3	16.7	16	14.7	12	20.7	12	9.8	44	14.1
PICIFORMES												
<i>Colaptes pinnus</i>	0	0.0	0	0.0	1	0.9	0	0.0	0	0.0	1	0.3
TOTAL	4		18		109		58		122		311	

de contenido gástrico, correspondientes al 85% de los individuos capturados y a 16 especies de aves. El 52% de las muestras correspondieron a individuos de *Elaenia albiceps*. *Troglodytes aedon* y *Anairetes parulus* acumularon un 10% y un 8% de las muestras, respectivamente. Para otras especies el número de muestras fue menor debido al bajo número de capturas.

De acuerdo al tipo de alimento más frecuente en los individuos en la época de verano, se diferenciaron tres grupos (Tabla 6): (1) Granívoros (4 especies), aves que consumen preferentemente semillas, presentando en las fecas restos de semillas digeridas o molidas y restos de piedras (gastrolitos) a veces acompañados de restos de invertebrados. Insectívoros (7 especies), si los invertebrados eran los únicos componentes de las fecas. (3) Frugívoros (5 especies), si más del 50% de los individuos presentaba evidencias de consumo de frutos (cáscaras, pigmentos y semillas intactas) en sus fecas, a veces asociada a otro tipo de alimento. No se encontraron especies en que menos del 50 % de individuos consumieran frutos y además consumieran invertebrados.

GRANÍVOROS: El análisis de las fecas de las especies *Phrygilus patagonicus*, *Carduelis barbatus*, *Phrygilus frutezeti*, y *Sicalis luteola*, muestra que consumen preferentemente materia vegetal, principalmente semillas, y contienen gran cantidad de gastrolitos (Tabla 6), aunque

Tabla 6. Categorías tróficas de las aves estudiadas, en Piruquina, Chiloé, definidas en base a sus contenidos gástricos y datos de la literatura.

CATEGORIA TROFICA	DEFINICION	DENSIDAD PROMEDIO	N
Especies		Ind./ha*	
GRANIVOROS			
<i>Phrygilus patagonicus</i>			9
<i>Sicalis luteola</i>	Presentan gran cantidad de semillas digeridas o molidas; y gastrolitos.	5.7	1
<i>Phrygilus fruticeti</i>			2
<i>Carduelis barbatus</i>			7
<i>Zonotrichia capensis**</i>			-
<i>Enicognathus leptorhynchus**</i>			-
INSECTIVOROS			
<i>Anairetes parulus</i>			22
<i>Troglodytes aedon</i>			27
<i>Leptasthenura aegithaloides</i>	Presentan sólo restos de invertebrados.	3.2	8
<i>Sylviorthorhynchus desmursii</i>			12
<i>Cistothorus platensis</i>			1
<i>Scytalopus magellanicus</i>			5
<i>Aphrastura spinicauda</i>			5
FRUGIVOROS			
<i>Elaenia albiceps</i>			187
<i>Turdus falcklandii</i>			15
<i>Curaeus curaeus</i>	Presentan restos de frutos y semillas intactas.	16.9	1
<i>Pyrope pyrope</i>			3
<i>Colaptes pitius</i>			1
<i>Scelorchilus rubecula**</i>			-

* La densidad corresponde a la registrada en enero de 1992.

** Según datos de López (1990), Araya & Millie (1986) y Correa et al. (1992)

Figura 5. Restos de invertebrados encontrados en las muestras de contenido gástrico *Anairetes parulus*.



algunas muestras contenían restos de invertebrados. Las dos especies de *Phrygilus* presentaron fecas con pigmentos y restos de cáscaras, aparentemente de *Drimys winteri*, pero no se encontraron semillas intactas de esta especie.

INSECTIVIROS: Las muestras de fecas de las especies *Anairetes parulus*, *Troglodytes aedon*, *Leptasthenura aegithaloides*, *Sylviorthorhynchus desmursii*, *Cistothorus platensis*, *Scytalopus magellanicus*, y *Aphrastura spinicauda*, indican que estos consumían grandes cantidades (más de 50 individuos por feca) de invertebrados (Tabla 6, Fig. 5).

FRUGIVOROS: Los contenidos gástricos de los 17 individuos de *Turdus falcklandii* contenían restos de frutos (Tabla 7). El 47% de ellos contenía además invertebrados. Las únicas semillas intactas encontradas en las fecas de *T. falcklandii* analizadas en este estudio fueron de *Drimys winteri*.

Las muestras fecales de los 136 individuos de *Elaenia albiceps* analizados contenían restos de frutos; y 57 de los individuos había consumido además invertebrados. Excepcionalmente, los individuos capturados en noviembre de 1991, presentaron evidencias (cabezas, élitros) (Fig. 6) de consumo de 10 o más individuos de invertebrados por muestra. El 63% de los individuos analizados, además de pigmentos y cáscaras de frutos, se encontraron semillas intactas, correspondientes a 10 especies de árboles y arbustos del área (Tabla 8, Fig. 7). La mayor parte de los individuos de

Tabla 7. Estructura de la dieta de *Turdus falcklandii*. En mayúscula número y porcentaje de individuos que consumen invertebrados y frutos, en minúscula número y porcentaje de individuos que contenían semillas en sus muestras ordenadas por especie de planta (N= número de aves analizadas, %= importancia relativa del ítem en la dieta).

	FEB.1990 (N=5)		ENE.1991 (N=8)		NOV.1991 (N=1)		ENE.1992 (N=1)	
	N	%	N	%	N	%	N	%
INVERTEBRADOS	2	40.0	4	50.0	1	100.0	1	100.0
FRUTOS	5	100.0	8	100.0	0	0.0	1	100.0
Semillas	3	60.0	4	50.0	-	-	1	100.0
<i>Drimys winteri</i>	3	100.0	4	100.0	-	-	1	100.0

Figura 6. Restos de insectos encontrados en las muestras de contenidos gástricos de *Elaenia albiceps* analizados.

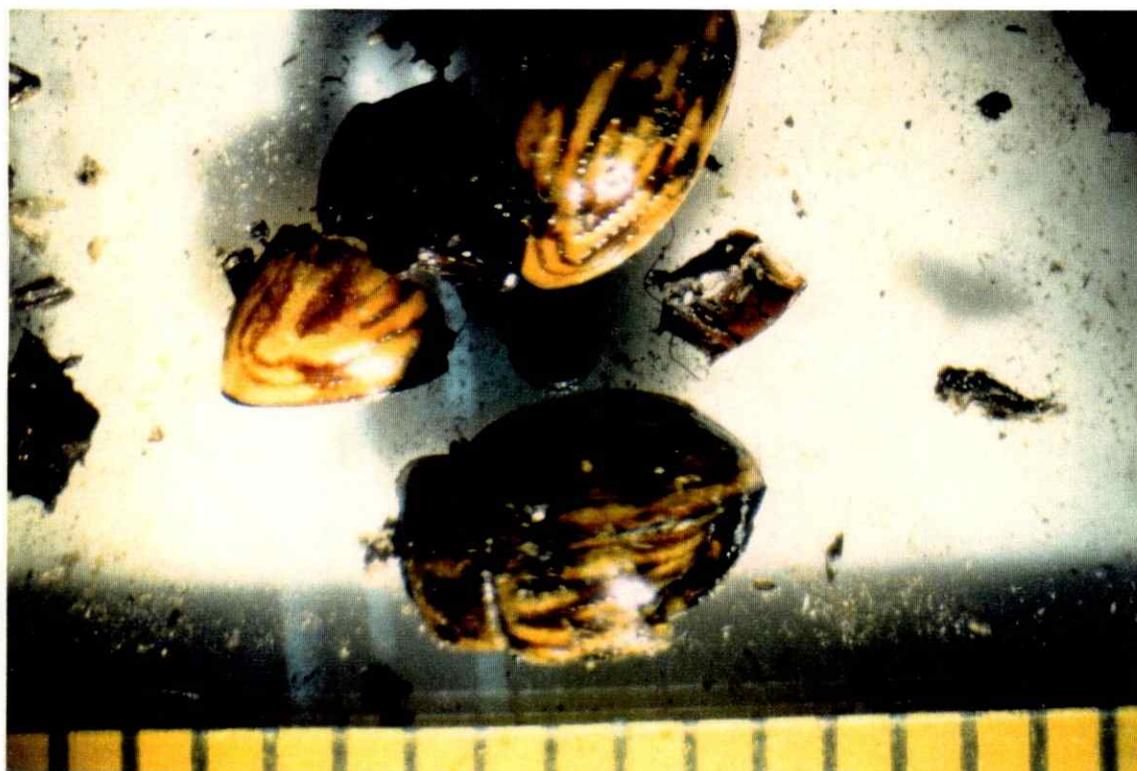
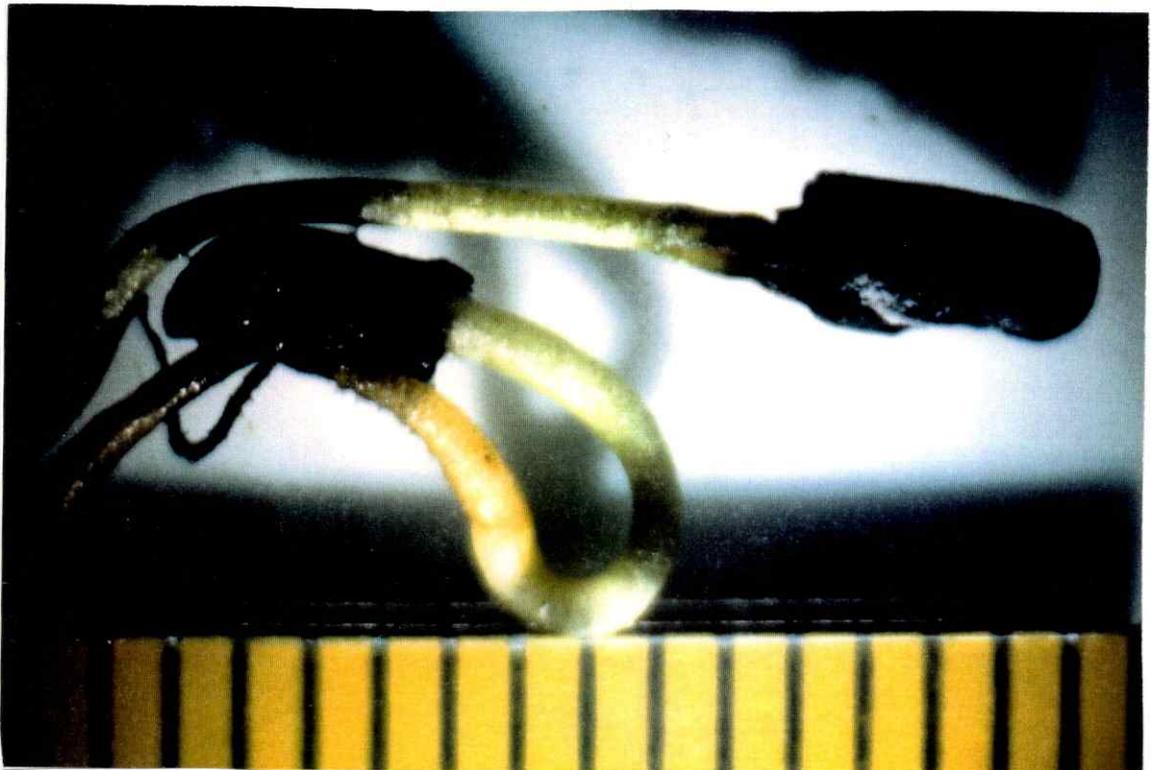


Tabla 8. Dieta de *Elaenia albiceps* en el bosque secundario de Piruquina, Chiloé, en varias épocas del año. N= Número de individuos analizados, %= abundancia relativa del ítem.

	FEB.1990		ENE.1991		NOV.1991		ENE.1992		TOTAL
	N	%	N	%	N	%	N	%	
INVERTEBRADOS	26	38.8	13	32.5	10	100	8	38.1	57
RESTOS DE FRUTOS	67	100.0	40	100.0	8	80	21	100.0	136
SEMILLAS	39	58.2	29	72.5	6	60	11	52.4	85
<i>Drimys winteri</i>	32	82.1	21	72.4	0	0	0	0.0	53
<i>Amomyrtus luma</i>	2	5.1	6	20.7	0	0	2	18.2	10
<i>Berberis buxifolia</i>	2	5.1	0	0.0	0	0	5	45.5	7
<i>Ovidia pillo-pillo</i>	3	7.7	0	0.0	0	0	1	9.1	4
<i>Relbunium hypocarpium</i>	0	0.0	3	10.3	0	0	0	0.0	3
<i>Gaultheria phillyrei folia</i>	1	2.6	0	0.0	0	0	2	18.2	3
<i>Berberis darwinii</i>	2	5.1	1	3.4	0	0	0	0.0	3
<i>Myrceugenia ovata</i>	1	2.6	0	0.0	0	0	3	27.3	4
<i>Persea mucronata</i>	0	0.0	0	0.0	6	100	0	0.0	6

Figura 6. Semillas de *Berberis buxifolia* encontradas en las muestras de contenidos gástricos de *Elaenia albiceps* analizadas, y germinadas posteriormente.



Elaenia albiceps analizados tenía evidencias de consumo de semillas de una sola especie de planta. Menos del 20% de los individuos habían consumido simultáneamente frutos de dos especies diferentes de plantas al momento de su captura (Fig. 8).

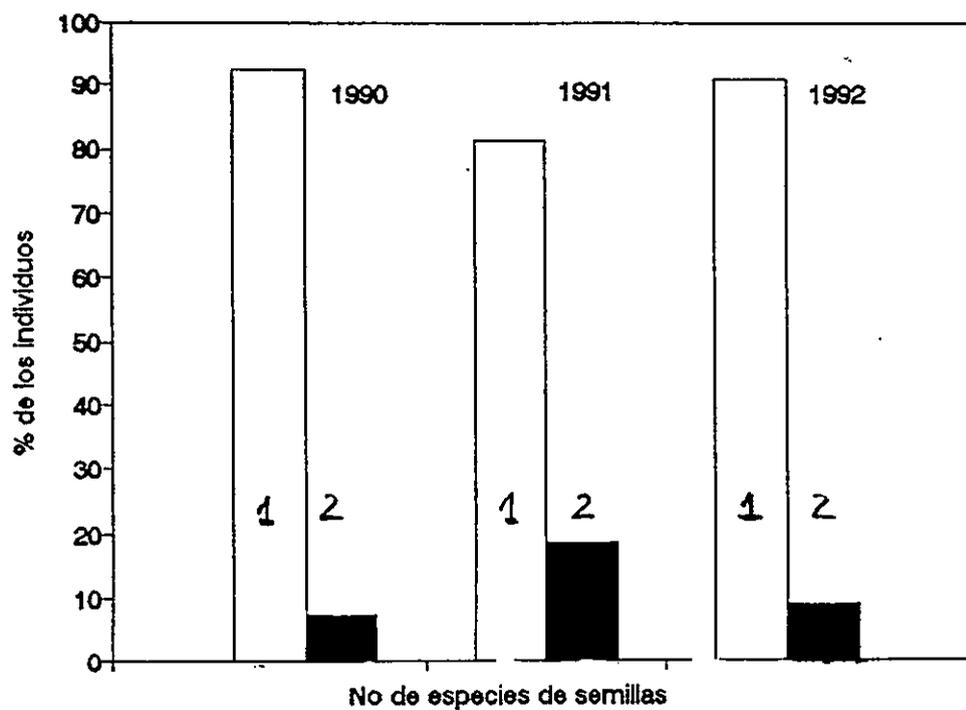
Las fecas de los tres individuos analizados de *Pyrope pyrope* contenían solamente restos de frutos y semillas de *Drimys winteri*. El único individuo analizado de *Curaeus curaeus* presentaba semillas de *Nertera granadensis* e invertebrados, y el individuo analizado de *Colaptes pitius* presentaba semillas de al menos 30 frutos de *Amomyrtus luma*, así como restos de invertebrados.

3 - Cobertura relativa de las especies leñosas y producción de frutos.

A - Cobertura relativa de las especies leñosas.

En los cinco transectos realizados en el sitio de estudio se encontró un total de 29 especies de plantas leñosas. La forma de vida más representada fueron los árboles, con doce especies, los arbustos con diez especies y las enredaderas con sólo siete especies. Las 12 especies de arbustos representaron un 45% de la cobertura total, siendo *Pernettya poeppigii* (15%) y *Berberis buxifolia* (10%) los arbusto con mayor cobertura, y las 12 especies de árboles

Figura 8. Porcentaje de los individuos de *Elaenia albiceps* con diferente número de especies de semillas diferentes presentes en cada muestra de contenido gástrico analizado.



representaron el 44.2% de la cobertura, siendo *Ovidia pillo-pillo* (7%), *Amomyrtus luma* (7%), *Luma apiculata* (7%), *Drimys winteri* (7%), y *Myrceugenia parvifolia* (6%) las especies con mayor cobertura relativa en el estrato arboreo. Las enredaderas sólo representaron el 6% de la cobertura total (Tabla 9).

B - Producción de frutos carnosos.

La producción de frutos carnosos fue cuantificada sólo en los veranos de 1990, 1991 y 1992. Se contaron cada año más de 10.000 frutos pertenecientes a 8 especies. La mayor parte de las especies estudiadas presentó fluctuaciones en su producción de frutos maduros entre años, sin embargo, las 8 especies del área presentaron frutos todos los años. Debido al atraso o al adelanto del período de maduración de los frutos, algunas especies no presentaron frutos maduros durante el período de muestreo. La abundancia relativa y diversidad de los frutos variaba, por lo tanto, anualmente (Tabla 10). En 1990 y 1991 la diversidad de frutos maduros en el lugar de muestreo fue muy similar, aunque hubo diferencias en la abundancia relativa de las diferentes especies, en particular la maduración de los frutos de *Amomyrtus luma* fue baja en 1990 y no ocurrió en 1991. En enero de 1992, la maduración de frutos de *Drimys winteri* presentó un atraso significativo en relación a los años anteriores, en cambio

Tabla 9. Frecuencia relativa (%) de las especies de plantas encontradas en los transectos en el bosque secundario de Piruquina, Chiloé.

ESPECIE	FAMILIA	Forma de Vida	Síndrome Dispersión	Cobertura (%)
<i>Pernettya poeppigii</i>	Ericaceae	Arb	End.	14.6
<i>Berberis buxifolia</i>	Berberidaceae	Arb	End.	9.7
<i>Ovidia pillo-pillo</i>	Thymelaceae	Arl	End.	7.2
<i>Amomyrtus luma</i>	Myrtaceae	Arl	End.	7.0
<i>Luma apiculata</i>	Myrtaceae	Arl	End.	7.0
<i>Drimys winteri</i>	Winteraceae	Arl	End.	6.7
<i>Myrceugenia parvifolia</i>	Myrtaceae	Arl	End.	5.7
<i>Berberis darwinii</i>	Berberidaceae	Arb	End.	4.0
<i>Amomyrtus meli</i>	Myrtaceae	Arl	End.	3.7
<i>Nothofagus dombeyi</i>	Fagaceae	Arl	Anm.	3.5
<i>Myrceugenia planipes</i>	Myrtaceae	Arl	End.	3.2
<i>Cissus striata</i>	Vitaceae	Enr	End.	3.0
<i>Gaultheria phillyreifolia</i>	Ericaceae	Arb	End.	3.0
<i>Nertera granadensis</i>	Rubiaceae	Enr	End.	3.0
<i>Rhaphithamnus spinosus</i>	Verbenaceae	Arl	End.	3.0
<i>Myrceugenia ovata</i>	Myrtaceae	Arl	End.	2.5
<i>Pernettya mucronata</i>	Ericaceae	Arb	End.	2.2
<i>Cynanchum lancifolium</i>	Asclepiadaceae	Enr	Anm.	2.0
<i>Fuchsia magellanica</i>	Onagraceae	Arb	End.	2.0
<i>Boquila trifoliolata</i>	Lardizabalaceae	Enr	End.	1.5
<i>Eucryphia cordifolia</i>	Eucryphiaceae	Arb	Anm.	1.5
<i>Gevuina avellana</i>	Proteaceae	Arl	End*	0.7
<i>Pseudopanax laetevirens</i>	Araliaceae	Arb	End.	0.7
<i>Lomatia hirsuta</i>	Proteaceae	Arb	Anm.	0.5
<i>Rebunium hypocarpium</i>	Rubiaceae	Enr	End.	0.5
<i>Rubus ulmifolius</i>	Rosaceae	Enr	End.	0.5
<i>Sarmienta repens</i>	Gesneriaceae	Enr	End.	0.5
<i>Weinmannia trichosperma</i>	Cunoniaceae	Arl	Anm.	0.5
<i>Ribes magellanicum</i>	Saxifragaceae	Arb	End.	0.3

Formas de vida: Arl=arbol, Arb=arbusto, Enr=enredadera
 Síndrome dispersión: End=endozoocoro, Anm=anemocoro

* No dispersado por aves.

Tabla 10. Producción de frutos maduros en las plantas ornitócoras, en la época de verano (enero o febrero) en el bosque secundario de Piruquina, Chiloé.

Especie	Abundancia relativa de frutos (%)		
	Feb.90	Ene.91	Ene.92
<i>Drimys winteri</i>	58.1	79.4	2.0
<i>Gaultheria phillyrei folia</i>	25.2	19.0	60.0
<i>Rhapitamnus spinosus</i>	15.0	0.6	1.0
<i>Ovidia pillo-pillo</i>	1.2	0.6	0.3
<i>Berberis darwinii</i>	0.3	0.3	0.2
<i>Amomyrtus luma</i>	0.3	0.0	2.4
<i>Myrceugenia ovata</i>	0.0	0.0	34.0
<i>Berberis buxifolia</i>	0.0	0.0	0.1

Amomyrtus luma presentó abundantes frutos maduros. El caso de *Myrceugenia ovata* es notable; en el año 1992 presentó una gran producción de frutos maduros, en contraste con los dos años anteriores en los cuales su producción de frutos fue escasa en los árboles marcados.

4 - Semillas dispersadas por aves.

En las fecas de aves colectadas en trampas de semillas en el área de estudio se encontraron semillas de un total de 8 especies de plantas con frutos carnosos (Tabla 11). La diversidad varió entre 7 especies, registradas en enero de 1992, y 4 especies, registradas en febrero de 1990. La cantidad de semillas encontradas en los períodos de muestreo, fluctuó entre 111 semillas/m² en enero de 1992 y 20 semillas/m² en enero de 1991 (Tabla 11).

Las especies de semillas que cayeron más frecuentemente en las trampas los veranos de 1990 y 1991 correspondieron a *Drimys winteri* (90%) y *Amomyrtus luma* (4-5%). En enero de 1992 las semillas más abundantes correspondieron a *Gaultheria phillyreifolia* (75%), *Berberis buxifolia* (13.1%), y *Amomyrtus luma* (6%) (Tabla 11).

El número de semillas de diferentes especies encontradas en cada feca colectada en las trampas de semillas, durante el período de estudio, varió entre 1 y 5 especies. La mayoría (35-47%) de las fecas contenían semillas de una especie

Tabla 11. Abundancia de las semillas de las distintas especies de plantas defecadas por aves encontradas en las trampas de semillas, durante un período de 10 días consecutivos. N= número de semillas, %= importancia relativa de las semillas en las trampas.

ESPECIES	FEB.1990		ENE.1991		ENE.1992	
	N	%	N	%	N	%
<i>Drymis winteri</i>	467	93.6	365	89.9	26	1.2
<i>Amomyrus luma</i>	18	3.6	22	5.4	140	6.3
<i>Berberis buxifolia</i>	8	1.6	6	1.5	292	13.1
<i>Ovidia pillo-pillo</i>	6	1.2	3	0.7	7	0.3
<i>Berberis darwini</i>	0	0.0	9	2.2	23	1.0
<i>Relbunium hipocarpium</i>	0	0	1	0.2	0	0.0
<i>Gaultheria phillyreaefolia</i>	0	0	0	0	1673	75.2
<i>Azara lanceolata</i>	0	0	0	0	63	2.8
Total	499		406		2224	
Promedio semillas/feca	11.0		11.0		70.0	
No semillas/m ² /día	2.5		2.0		11.1	

(Fig. 9).

5 - Valor nutritivo de los frutos.

El contenido de azúcares solubles en los frutos carnosos analizados fue muy variable. Los frutos de *Ovidia pillo-pillo* contenían las más altas cantidades de azúcar (66.2%). El resto de los frutos presentó contenidos relativamente bajos (4.6-1.4%)(Tabla 13). Los niveles de proteínas fueron similares en todas las especies, con valores inferiores al 1% (Tabla 12). Los contenidos de lípidos fueron más altos que los de proteínas, con un rango que variaba entre 2.3 y 0.1%. El valor más alto fue el de *Amomyrtus luma*.

Las calorías totales variaron en función del contenido de azúcares y lípidos presentes en la pulpa. El valor más alto fue 2818 cal/g para *Ovidia pillo-pillo*, y el más bajo 116 cal/g para *Drimys winteri* (Tabla 12).

6 - Germinación y viabilidad de las semillas dispersadas por las aves.

Las semillas de todas las especies colectadas de fecas y sometidas a tratamientos pregerminativos y las semillas controles correspondientes al año 1992, germinaron, con excepción de *Drimys winteri* (Tabla 13). Las semillas colectadas antes de 1992 presentaron una baja capacidad germinativa (e.g. *Berberis buxifolia*), o simplemente no

Figura 9. Frecuencia de fecas colectadas en trampas que contenían una o más especies de semillas a la vez.

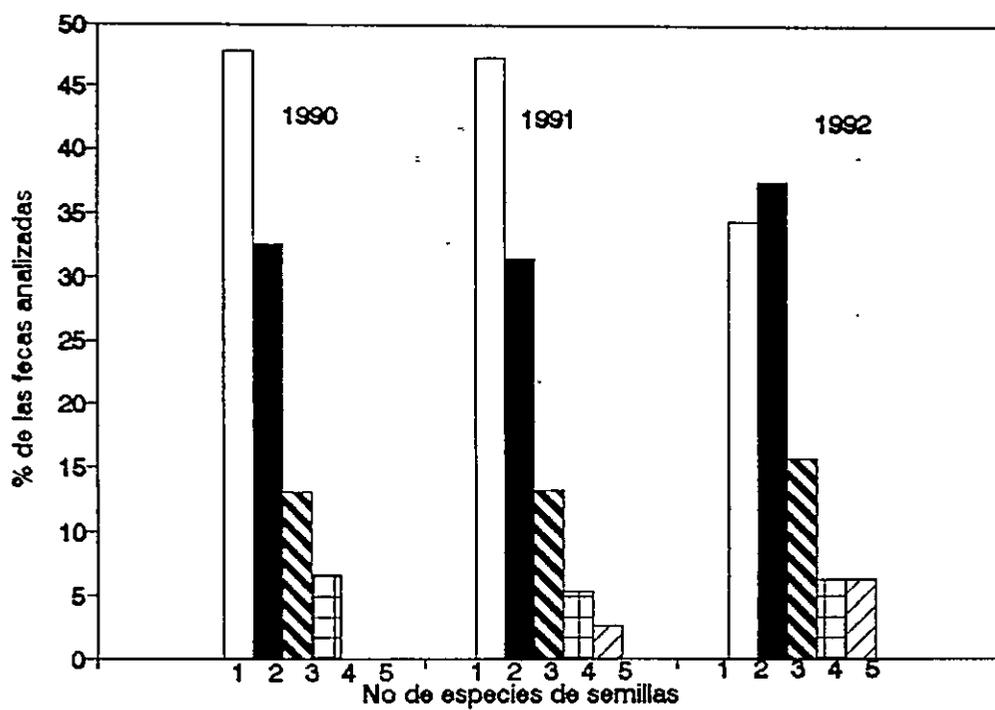


Tabla 12. Valores nutritivos de la pulpa de algunos frutos carnosos, consumidos por las aves en Piruquina, Chiloé.

	Azucres	Proteínas (g / 100 g)	Lípidos	Valor Energético (cal/g)	Promedio (cal/fruto)
<i>Ovidia pillo-pillo</i>	66.2	0.56	1.5	2818	234
<i>Amomyrtus luma</i>	4.6	0.59	2.3	429	47
<i>Berberis darwini</i>	3.2	0.64	0.1	165	26
<i>Berberis buxifolia</i>	1.1	0.62	0.6	129	13
<i>Drimys winteri</i>	1.4	0.66	0.3	116	6

Tabla 13. Cambios de la capacidad germinativa de las semillas de plantas ornitócoras sometidas a tres condiciones experimentales: A - Semillas provenientes de frutos maduros extraídos directamente de las plantas y puestas a germinar. B - Semillas provenientes de frutos maduros extraídas directamente de las plantas y estratificadas en frío. C - Semillas provenientes de fecas de aves y estratificadas en frío. T - Total de semillas usadas en el experimento.

ESPECIE	ANO	CAPACIDAD GERMINATIVA (%)			T
		A	B	C	
<i>Berberis buxifolia</i>	1990	-	-	8.1	86
	1992	28.9	56.9	61.5	38 - 65 - 96
<i>Amomyrtus luma</i>	1991	0.0	-	0.0	40 - 42
	1992	54.9	69.2	27.7	24 - 63 - 61
<i>Berberis darwini</i>	1990	-	-	0.0	50
	1992	0.0	-	10.5	40 - 38
<i>Gaultheria thillyreifolia</i>	1992	-	80.1	18.6	392 - 210
<i>Drimys winteri</i>	1991	-	0.0	0.0	32 - 30
	1992	0.0	0.0	0.0	32 - 32 - 30

germinaron.

Todas las especies con la excepción de las de *Drimys winteri*, presentaron capacidad germinativa aún cuando habían pasado por el tracto digestivo de las aves. La capacidad germinativa de las semillas de *Amomyrtus luma* disminuyó a la mitad en comparación a los controles. Todas las semillas respondieron positivamente al pretratamiento de estratificación en frío, salvo *Gaultheria phillyreifolia* que disminuyó en un 70% su capacidad germinativa (ver Tabla 13).

7 - Relación entre producción de frutos maduros, estructura de la dieta y semillas dispersadas.

Aunque se encontró una relación positiva para cada año entre la abundancia de frutos maduros por especie en el área de estudio (Tabla 10) y la importancia de los frutos de cada especie en la lluvia de semillas, obtenidos a partir las trampas de semillas (Tabla 14), estas correlaciones no fueron significativas.

No se encontró correlación entre la cantidad de frutos de cada especie consumido por *Elaenia albiceps* para los veranos de 1990, 1991 y 1992 (Tabla 15) con la abundancia de los frutos maduros en el sitio de estudio durante esos veranos (Tabla 10), y con sus valores nutritivos (calorías totales/fruto).

El valor nutritivo de los frutos (Tabla 12) estaba

relacionado positivamente con el consumo de frutos por las aves obtenido de las trampas de semillas para los veranos de 1990, 1991 y 1992 (Tabla 14), pero la correlación no fue significativa en ninguno de los casos analizados.

La correlación entre la abundancia de semillas de cada especie en la lluvia de semillas (Tabla 14) y la representación de cada especie en las fecas de *Elaenia albiceps* (Tabla 15). Las correlaciones fueron estadísticamente significativas para febrero 1990 y enero de 1992 ($p < 0.01$).

Tabla 14. Cantidad de frutos transportados por la comunidad de aves. El número de frutos fue estimado a partir de las semillas colectadas en las trampas de semillas (Número promedio de semillas por fruto según Armesto et al. (1987)).

ESPECIES	FEBR.90		ENERO 91		ENERO 92	
	N	%	N	%	N	%
<i>Drimys winteri</i>	245	90.4	242	88.6	9	3.5
<i>Anomyrtus luma</i>	18	6.6	22	8.1	140	54.1
<i>Berberis buxi folia</i>	2	0.7	2	0.7	60	23.2
<i>Ovidia pillo-pillo</i>	6	2.2	3	1.1	7	2.7
<i>Berberis darwini</i>	0	0.0	3	1.1	5	1.9
<i>Relbunium hipocarpium</i>	0	0.0	1	0.4	0	0.0
<i>Gaultheria phillyreae folia</i>	0	0.0	0	0.0	31	12.0
<i>Azara lanceolata</i>	0	0.0	0	0.0	7	2.7
Total	271	100	273	100	259	100
Frutos/Fecas	6		7		8	

Tabla 15. Porcentaje de frutos encontrados en las fecas de *Elaenia albiceps* en Piruquina, Chiloé. (Número promedio de semillas por fruto según Armesto et al. (1987)).

ESPECIE DE PLANTA	FRUTOS (%)			
	Feb.90	Ene.91	Nov.91	Ene.92
<i>Drimys winteri</i>	80.3	65.2	0.0	0.0
<i>Amomyrtus luma</i>	5.3	18.2	0.0	25.0
<i>Ovidia pillo-pillo</i>	3.9	0.0	0.0	8.3
<i>Myrceugenia ovata</i>	3.9	0.0	0.0	16.7
<i>Berberis darwinii</i>	2.6	0.0	0.0	0.0
<i>Berberis buxifolia</i>	2.6	1.4	0.0	25.0
<i>Gaultheria phillyreifolia</i>	1.3	0.0	0.0	25.0
<i>Pernettya mucronata</i>	0.0	0.0	100.0	0.0
<i>Relbunium hypocarpium</i>	0.0	15.2	0.0	0.0
No Fecas Analizadas	76	66	12	24

DISCUSION

1 - Importancia de la endozoocoria en el bosque secundario.

Las especies del bosque secundario estudiado presentan una alta frecuencia de endozoocoria. El 73% de los árboles, el 80% de los arbustos y el 86% de las enredaderas tienen frutos carnosos, representando el 92% de las especies de plantas presentes en el bosque secundario estudiado. El 95% de la cobertura del estrato arbustivo pertenecía a especies con frutos carnosos, los árboles presentan un 89% de la cobertura con especies con frutos carnosos y las enredaderas tienen un 50% de la cobertura con especies de frutos carnosos.

El hecho que, la producción de frutos maduros sea diferente entre años también ha sido descrito por Smith (1992), quién comparando años consecutivos, encontró que el 59% de las especies varió en los meses de inicio de la fructificación y de máxima producción de frutos maduros.

Las diferencias en la maduración de frutos encontrados en *Drimys winteri* y *Amomyrtus luma* se deberían presumiblemente a variaciones anuales o interanuales en la época de floración y producción de flores asociadas con la temperatura media mensual (Smith 1992).

La variación de la abundancia de frutos maduros por especie entre años no afectarían la lluvia de semillas en el bosque secundario, ya que a pesar de la variación en la época de maduración y producción de frutos, en todos los años hubo una producción total similar de frutos. Las disminuciones en la producción de frutos de algunas especies, se vieron compensadas por aumentos de otras especies.

2 - Abundancia y riqueza de especies de aves en el bosque secundario.

Las 24 especies de aves que se observaron (Tabla 1) en el interior del bosque secundario de Piruquina corresponden a las que han sido descritas con un ámbito de distribución que incluye la Isla Grande de Chiloé (Johnson 1965, Araya & Millie 1986). El orden más representado fue Passeriformes, coincidente con la alta representatividad que tiene este grupo en la avifauna chilena a distintas latitudes (García 1982, Erazo 1984, López 1990).

La reducción de la riqueza de especies de las especies de aves en el bosque secundario durante el invierno (agosto 1991), a pesar de la aparición del visitante invernal *Aphrastura spinicauda*, se debe principalmente a la emigración de los visitantes estivales *Troglodytes aedon* y *Elaenia albiceps* y a la desaparición de seis especies ocasionales

(ver Tabla 3). La disminución de la densidad de las especies de aves encontrada en el período de invierno en el sitio de estudio se debe principalmente a la ausencia de *Elaenia albiceps*, que migra a zonas tropicales durante el invierno, y en menor grado debido a que especies como *Enicognathus leptorhynchus* y *Sephanoides galeritus* se desplazarían hacia el Norte a zonas más favorable para pasar el invierno frío y lluvioso que caracteriza a esta región de Chiloé (di Castri y Hajek 1975). Otro factor que incide en esta diferencia en densidad es que los niveles de detección de aves declinan considerablemente debido a las condiciones climáticas de invierno (Robbins 1981), lo que afectaría principalmente la detección de los visitantes ocasionales.

Excluyendo a las aves rapaces, la riqueza y composición de especies asociadas a ambientes forestados en Chiloé es similar en un 77% a las 22 especies descritas por Erazo (1984) para un rodal boscoso de olivillo en Valdivia. La riqueza de especies en la época de primavera y verano en el sitio de estudio es comparable a la descrita por Cody (1970), para varias formaciones vegetacionales, tanto del matorral de la zona central (33° S), como en un bosque de *Nothofagus* en el Cerro Nielol (38° S). La riqueza de la avifauna en Chiloé (24 especies) es superior a la que describió Cody (1970) para el bosque relicto de Fray Jorge (30° S) (12 especies), y la registrada en una plantación de *Pinus radiata* en Laguna Verde

(33° S)(12 especies). En estas dos comunidades la riqueza es comparable a la de los muestreos de invierno realizados en Piruquina.

En general, la riqueza de la avifauna del bosque secundario de Chiloé es baja, si se compara con los valores conocidos para ecosistemas forestales de otras regiones templadas y tropicales (ver Tabla 16). En cambio, el bosque templado de Chiloé tiene una diversidad de especies comparable a los valores de la avifauna en distintos tipos de bosques en Sudáfrica (Koen & Crowe 1987).

La densidad de aves, según los muestreos de primavera y verano en Chiloé, alcanza valores superiores a los estimados por López (1990) en censos de la avifauna de matorrales esclerófilos y xerófitos en la quebrada de La Plata (33° S) en Chile central, usando un método de muestreo semejante. Las densidades de invierno en el bosque del sitio de estudio (19 ind./há) son equivalentes a las encontradas en la quebrada de La Plata en la misma estación.

En cuanto a la densidad de cada especie durante el período primavera verano, es interesante considerar la alta densidad presentada por *Elaenia albiceps*. La abundancia de esta especie en el área de estudio es más alta que la de la especie dominante de la quebrada de La Plata en Chile central, *Zonotrichia capensis*, que nunca superó el 34% de la avifauna (López 1990). Estos altos valores de densidad

Tabla 16. Riqueza de aves frugívoras en diferentes regiones tropicales y templadas.

		<i>Total de especies</i>	<i>No especies frugívoras</i>	<i>% frugívoros</i>	<i>Referencias</i>
Francia	43 40' N	-	20		Debussche & Isenmann (1989)
Illinois	40 N	60	11	18	Malmborg & Willson (1988)
Kansas	39 N	-	30		Stapanian (1982)
España	37 59' N	41	22	54	Herrera (1984)
Florida	29 N	-	22		Skeate (1987)
México	15 N	73	47	64	Guevara & Laborde (1992)
Panamá	8 N	-	62		Willis(1988)
Costa Rica	8 N	-	23-70		Stiles (1979), Wheelwright et al (1984), Levey (1988)
Sudáfrica	33 S	-	35		Frost(1980)
Paraguay	27 11' S	-	20		Foster(1987)
Australia	37 S	30	18	60	French (1991)
Chiloe	42 S	24	5	20	Este trabajo

poblacional transforman a *Elaenia albiceps* en la especie numéricamente más importante del bosque secundario de Piruquina durante la época de primavera y verano. La densidad de *Elaenia albiceps* cuadruplica las densidades promedios de las especies que le siguen en abundancia (*Turdus falcklandii*, *Enicognathus leptorhynchus*, y *Sephanoides galeritus*). Algunos factores conductuales podrían contribuir a explicar los altos valores de densidad que presentó *Elaenia albiceps* durante noviembre, en comparación con el resto de los muestreos. Estos serían, por una parte el gran número de individuos de *Elaenia albiceps* que se encontró alrededor de los árboles de *Embothrium coccineum* para alimentarse de los insectos que habían alrededor de sus flores, y la mayor notoriedad del canto presumiblemente asociada a la disputa de territorios por los machos.

La densidad total en invierno (19 ind./há) se debe principalmente a *Turdus falcklandii* y de *Cureus cureus*, y a la presencia del visitante invernal *Aphrastura spinicauda* (Tabla 3). El aumento de las densidades de algunas especies en invierno, al interior del bosque secundario, se debe presumiblemente a la disminución de la abundancia de presas en los campos agrícolas (por el fin de las labores de otoño) para *Turdus falcklandii* y *Curaeus curaeus*. En el caso de *Aphrastura spinicauda*, que es un ave de bosques densos, esta migraría a los bosques bajos en búsqueda de un mejor lugar

donde enfrentar las condiciones climáticas adversas que se presentan durante el invierno en los bosques situados a mayor altitud en la Cordillera de la Costa.

Las tasas de captura por cada 100 horas red en algunos meses de verano (34-44 ind./100 h-red)(Tabla 4) fueron más altas que las encontradas por Karr (1981) en un bosque lluvioso de tierras bajas en Panamá (17-23 ind./100 h red). Son inferiores a los 51 ind./100h red determinados para la zona central-sur de España por Jordano (1982) y a los 94 ind./100 h red encontrados en el valle del río Guadalquivir, para la misma época del año por Herrera (1984a, 1984b).

La alta correlación ($p < 0.01$) entre la abundancia de las especies en el sitio de estudio estimada a través de los censos en transectos, y la proporción de aves de cada especie capturadas, indica que las redes proporcionan una estimación razonable de la abundancia de las especies en el bosque secundario. En general, las aves más abundantes en el bosque secundario de acuerdo a los transectos son también las más capturadas en las redes. Una excepción importante es *Turdus falcklandii*. Esta especie, de un peso superior a los 100 g y un largo total de 25.3 cm, es de mayor peso y tamaño que el adecuado para la red usada (menos de 100 g).

En general, los valores de densidad y diversidad de aves obtenidos a partir de las capturas con redes de niebla dependen de factores como el tamaño de la apertura de la

malla, el largo y alto de la red, su ubicación y las condiciones climáticas en el período de captura. Además durante un período largo de tiempo las capturas pueden ser afectadas por el aprendizaje de las aves a la ubicación de la red (Karr 1981). La menor diversidad de especies capturadas durante enero de 1992, se debió a que la mitad del esfuerzo de captura (84h red) se realizó bajo condiciones de lluvia y viento.

3 - Incidencia de la frugivoría.

Las categorías de conducta alimenticia de la mayoría de las aves del bosque secundario de Piruquina coinciden con los antecedentes previos para esas especies (ver Johnson 1965, Araya & Millie 1986). Seis especies de aves que se encontraban (*Carduelis barbatus*, *Phrygilus fruticeti*, *Elaenia albiceps*, *Troglodytes aedon*, *Anairetes parulus*, *Leptasthenura aegithaloides*) tanto en Piruquina como en quebrada de La Plata, en Chile central (López 1990) comían los mismos tipos de alimentos, lo que estaría indicando un comportamiento similar de estas especies en ambas áreas.

Sólo las aves que consumieron frutos enteros y defecaron las semillas intactas fueron consideradas dentro de la categoría de especies frugívoras. Esta definición es equivalente a la usada en la mayoría de los estudios de frugivoría, tanto en bosques templados como tropicales (Herrera 1984a, 1984b; Jordano 1982; Sorensen 1981; Skate

1987; Wheelwrigth et al. 1984).

Las tres muestras analizadas de *Pyrope pyrope* presentan evidencias de consumo superiores a 7 frutos de canelo por individuo. La presencia más de 10 frutos de *Amomyrtus luma* en la única feca del carpintero *Colaptes pitius* sugiere que el consumo de frutos no sería ocasional. La frugivoría ha sido descrita anteriormente en otros miembros de la familia Picidae (Skeate 1987, Levey 1988). *Curaeus curaeus* ha sido descrito como comedor de insectos y semillas (Araya y Millie 1986) y posiblemente la presencia en sus fecas de semillas de *Nertera granadensis*, que es una epífita, se debe a que esta planta se encuentra también sobre troncos caídos cerca del suelo.

Todas las especies caracterizadas como granívoros presentaron una gran cantidad de restos de gastrolitos (200-300) en sus fecas. A pesar de haber capturado solamente dos individuos de *Phrygilus fruticeti* y *Sicalis luteola* (Tabla 5), las fecas de los individuos de estas especies también contenían gastrolitos lo que coincide con lo encontrado para estas mismas especies por López (1990). La presencia de restos de gastrolitos en las fecas de estas especies indicaría que las semillas son su principal ítem alimenticio. En el caso de las dos especies de *Phrygilus* aunque presentan evidencias de haber consumido frutos (pigmentación purpura de la feca), no se encontraron semillas intactas. En

consecuencia, estas especies podrían comportarse como predadores más que dispersantes de semillas (Herrera 1984b).

Las fecas de *Phrygilus patagonicus*, *Carduelis barbatus*, *Phrygilus fruticeti* y *Sicalis luteola* confirman la dieta granívora sugerida para estas especies en la literatura (Johnson 1965, Araya y Millie 1986, López 1990). Podría considerarse a estas especies como integrantes de un gremio (*sensu* Root 1967) granívoro dentro del bosque secundario. En verano se alimentarían principalmente de semillas de gramíneas, y de semillas de algunas especies de fruto carnoso, como *Drimys winteri*.

En el caso de las siete especies insectívoras, aunque potencialmente podrían consumir frutos sin causar daño a las semillas, debido a la ausencia de gastrolitos en su dieta, el ancho basal promedio del pico (Anexo I) de las especies insectívoras (6.0 mm) es menor que el diámetro promedio de los frutos carnosos en el sitio de estudio (8.93 mm) (Armesto et al. 1987). Potencialmente estas especies de aves sólo podrían consumir los frutos carnosos de las especies de plantas con frutos más pequeños del sitio de estudio. La dieta de estas especies en el bosque secundario de Chiloé es plenamente coincidente con la dieta descrita en la literatura (Johnson 1965, Araya & Millie 1986, López 1990). Las siete especies integrarían el gremio de insectívoros dentro del bosque secundario.

- Brodford, M.M. (1976) A rapid and sensitive method for the quantification of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. *Mat. Biochem.* 72, 248-259.
- Castri, F. di & Hajek E.R. (1976) *Bioclimatología de Chile*. Ed. Universidad Católica de Chile, Santiago.
- Castro, G., Stoyan, N. & Myers, J.P. (1989) Assimilation efficiency in birds: a function of taxon or food type? *Comp. Biochem. Physiol.* 92A, 271-278.
- Cody, L.M. (1970) Chilean birds distribution. *Ecology* 51, 455- 464.
- Conover, .J. (1980) *Practical nonparametric statistics*. Wiley & Sons. 493 pp.
- Correa, A., Armesto, J.J., Schlatter, R.P., Rozzi, R. & Torres-Mura, J.C. (1990) La dieta del Chucao (*Scelorchilus rubecula*), un Passeriforme terrícola endémico del bosque templado húmedo de Sudamérica austral. *Revista Chilena de Historia Natural* 63, 197-202.
- Debussche, M. & Isenmann, P. (1989) Fleshy fruit characters and the choices of bird and mammal seed dispersers in a Mediterranean region. *Oikos* 56, 327-338.
- Donoso, C. & A. Cabello. (1978) Antecedentes fenológicos y de germinación de especies chilenas. *Ciencias Forestales* 1, 31-41.
- Emlen, J.M. (1971) Population densities of birds derived from transect count. *Auk* 88, 323-342.
- Erazo, S. (1984) Análisis de censos de avifauna realizados en un rodal boscoso de olivillo, Valdivia, Chile, X región. *Revista Geografica de Valparaiso* 15, 49-71.
- Foster, M.S. (1987) Feeding methods and efficiencies of selected frugivorous birds. *The Condor* 89, 566-580
- French, K. (1990) Evidence for frugivory by birds in montane and lowland forests in south-east Australia. *Emu* 90, 185-189.

- French, K. (1991) Characteristics and abundance of vertebrate-dispersed fruits in temperate wet sclerophyll forest in southeastern Australia. *Australian Journal of Ecology* 16, 1-13.
- Frost, P.G.H. (1980) Fruit-frugivore interactions in a South African coastal dune forest. pp. 1179-1184 en R. Noring, ed. *Acta 17th Congressus Internationalis Ornithologici*. Deutsche Ornithologen-Gesellschaft. Berlin.
- Fuentes, E.R., Hoffmann, A.J., Poiani, A. & Alliende, M.C. Vegetation change in large clearing: patterns in the Chilean matorral. *Oecologia*(Berlin) 68, 358-366.
- García, J. (1982) Comunidad avifaunística del delta del río Gol-gol: una necesidad de conservación. Tesis Inst. Zoología. Universidad Austral de Chile. 146 pp.
- Gates, C.E. (1981) Optimizing sampling frequency and numbers of transects and stations. *Studies of Avian Biology* 6, 399-404.
- Goycoolea, C.A.(1989) Las proteínas de estrés térmico juegan un rol fisiológico en la adquisición de tolerancia a altas temperaturas en plántulas de *Araucaria araucana* (Mol) Koch. Tesis, Facultad de Ciencias Universidad de Chile.
- Guevara, S. & Laborde, J.(1992) Monitoring seed dispersal at standing trees in tropical pastures: consequences for tropical species availability. In: A. Estrada, f. Fleming eds. *Frugivores and seed dispersal II*.
- Hajek, E.R. & R. Castri di (1975). *Bioclimatología de Chile*. Ed: Universidad Catolica de Chile, Santiago
- Herrera, C.M. (1981) Fruit variation and competition for dispersers in natural population of *Smilax aspera*. *Oikos* 36, 51-58.
- Herrera, C.M. (1982a) Seasonal variation in the quality of fruits and diffuse coevolution between plants and avian dispersers. *Ecology* 63, 773-785.
- Herrera, C.M. (1982b) Defense of ripe fruits from pests: its significance in relation to plant-disperser interactions. *American Naturalist* 120, 218-241.

- Herrera, C.M. (1984a) A study of avian frugivores, bird-dispersed plants and their interaction in mediterranean scrublands. *Ecol. Monogr.* 54, 1-23
- Herrera, C.M. (1984b) Adaptation to frugivory of mediterranean avian seed dispersers. *Ecology* 65, 609-617.
- Herrera, C.M. (1985) Habitat-consumer interactions in frugivorous birds. In: *Habitat Selection in Birds. Physiological Ecology.* (ed. M.L. Cody), Academic Press. New York. 341-365.
- Herrera, C.M. & Jordano P. (1981) *Prunus mahaleb* and birds: the high-efficiency seed dispersal system of temperate fruiting tree. *Ecological Monographs* 51, 203-218.
- Howe, H.F. (1977) Bird activity and seed dispersal of a tropical wet forest tree. *Ecology* 58, 539-550.
- Howe, H.F. (1981) Dispersal of a neotropical nutmeg (*Virola sebifera*) by birds. *Auk* 98, 88-98.
- Howe, H.F. (1984) Implications of seed dispersal by animals tropical reserve management. *Biological Conservation* 30, 261-281.
- Howe, H.F. & Primack R.B. (1975) Differential seed dispersal by birds of the tree *Casearia nitida* (Flacourtiaceae). *Biotropica* 7, 278-283.
- Howe, H.F. & Estabrook G.F. (1977) On intraspecific competition for avian dispersers in tropical trees. *American Naturalist* 111, 817-832.
- Howe, H.F. & Smallwood J. (1982) Ecology of seed dispersal by tropical birds. *Science* 210, 925-927.
- Janzen, D.H. (1983) Dispersal of seeds by vertebrate guts. In: Futuyma D.J. & M. Slatkin (eds) *Coevolution*: 232-262. Sinauer Associates Inc., Sunderland, Massachusetts.
- Johnson, A.W. (1965) The birds of Chile and adjacent regions of Argentina, Bolivia and Perú. Platt Establecimientos Gráficos, Buenos Aires.

- Johnson, R.A., Willson, M.F., Thompson J.N. & Bertin R.I. (1985) Nutricional values of wild fruits and consumption by migrant frugivorous birds. *Ecology* 66, 819-827.
- Jordano, P. (1981) Alimentación y relaciones tróficas entre los passeriformes en paso otoñal por una localidad de Andalucía central. *Doñana Acta Vertebrata* 8, 103-124.
- Jordano, P. (1982) Migrant birds are the main seed dispersers of blackberries in southern Spain. *Oikos* 38, 183-193.
- Jordano, P. (1987) Avian fruit removal: effects of fruit variation, crop size, and insect damage. *Ecology* 68, 1711-1723.
- Jordano, P. & Herrera C.M. (1981) The frugivorous blackcap population (*Sylvia atricapilla*) wintering in southern Spain. *Ibis* 123, 502-507.
- Karr, J.R. (1981) Surveying birds with mist nets. *Studies in Avian Biology*. 6, 62-67.
- Koen, J.H. & Crowe, T.M. (1987) Animal-habitat relationships in the Knysna Forest, South Africa: discrimination between forest types by birds and invertebrates. *Oecologia* 72, 414-422.
- Levey, D.J. (1988) Spatial and temporal variation in Costa Rican fruit and fruit-eating bird abundance. *Ecological Monographs* 58, 251-269.
- López, M.V. (1990) Variación estacional en el uso de los recursos alimenticios por algunos componentes de una taxocenosis de aves passeriformes en quebrada de la plata. Chile central. Tesis Universidad de Chile. 116 pp.
- Malmberg, P.K. & Willson M.F. (1988) Foraging Ecology of avian frugivores and some consequences for seed dispersal in an Illinois woodlot. *The Condor* 90, 173-186.
- McDonnell, M.J. & Stiles, E.W. (1983) The structural complexity of old field vegetation and the recruitment of bird-dispersed plant species. *Oecologia (Berlin)* 56, 109-116.

- Murray, K.G. (1988) Avian seed dispersal of three neotropical gap-dependent plants. *Ecological monographs* 58, 271-298.
- Riazi, A., Matsuda, K. And Arslan, A. (1985) Water stress induced changes in concentrations of proline and other solutes in growing regions of young barley leaves. *J. Exp. Bot.* 36, 1716-1725.
- Robbins, C.S. (1981) Effect of time of day on bird activity. *Studies in Avian Biology* 6, 275-286.
- Root, R. (1967) The niche exploitation patten of the blue-grey gnatcatcher. *Ecological Monographs* 37, 317-350.
- Skeate, S.T. (1987) Interactions between birds and fruits in a northerm Florida hammock community. *Ecology* 68, 297-309.
- Smith, C.C. (1992) Fenología de plantas leñosas del bosque de Chiloé; relación con factores bióticos y abióticos. Tesis Facultad de Ciencias, Universidad de Chile.
- Snow, D. W. (1965) A posible selective factor in the evolution of fruiting seasons in tropical forests. *Oikos* 15, 274-281.
- Snow, D.W. (1971) Evolutionary aspects of fruit-eating by birds. *Ibis* 113, 194-202.
- Sorensen, A.E. (1981) Interactions between birds and fruit in temperate woodland. *Oecologia* 50, 242-249.
- Sorensen, A.E. (1983) Taste aversion and frugivore preference. *Oecologia (Berlin)* 56, 117-120.
- Sorensen, A.E. (1984) Nutrition, energy and passage time: experiments with fruit preference in european blackbirds (*Turdus merula*). *Journal of Animal Ecology* 53, 545-557.
- Stapanian, M.A. (1982) Evolution of fruiting strategies among fleshy-fruited plant species of easter Kansas. *Ecology* 63, 1422-1431.
- Stiles, E.W. (1979) Notes on the natural history of *Heliconia* (Musaceae) in Costa Rica. *Brenesia Suppl.* 15, 151-180.

- Stiles, E.W. (1980) Patterns of fruit presentation and seed dispersal in bird-disseminated woody plants in the eastern deciduous forest. *American Naturalist* 116, 670-688.
- Thompson, J.N. & Willson, M.F. (1978) Disturbance and the dispersal of fleshy fruits. *Science* 200, 1161-1163.
- Thompson, J.N. & Willson, M.F. (1979) Evolution of temperate fruit/bird interaction: phenological strategies. *Evolution* 33, 973-982.
- Van Dorp, B. (1985) Frugivoría y dispersión de semillas por aves. In: A. Gómez-Pompa, S. Del Amo, eds. *Investigaciones sobre la regeneración de selvas altas en Veracruz, Mexico*. Editorial Alhambra Mexicana S.A.
- Van der Pijl, L. (1982) *Principles of dispersal in higher plants*. Third ed. Springer, Berlin.
- Wheelwright, N.T. (1985) Fruit size, gape width, and the diets of fruit-eating birds. *Ecology* 66, 808-818.
- Wheelwright, N.T., Haber, W.A., Murray, K.G., & Guindon, C. (1984) Tropical fruit-eating birds and their food plants: a survey of a Costa Rica lower montane forest. *Biotropica* 15, 173-192.
- Willson, M.F. (1986) Avian frugivory and seed dispersal in eastern North America. *Current Ornithology*. 3, 223-279.
- Willson, M.F. & Melampy M.N. (1983) The effect of bicolored fruit displays on fruit removal by avian frugivores. *Oikos* 41, 27-31.
- Willson, M.F. & Thompson J.N. (1982) Phenology and ecology of color in bird-dispersed fruits, or why some fruits are red when they are green. *Can. J. Bot.* 60, 701-713.
- Willson, M. F., Irvine A.K. & Walsh, N.G. (1989) Vertebrate dispersal syndromes in some Australian and New Zealand plant communities, with geographic comparisons. *Biotropica* 21, 133-147.
- Willson, M.F. & Whelan, C.J. (1989) Ultraviolet reflectance of fruits of vertebrate-dispersed plants. *Oikos* 55, 341-348.

ANEXO I

Resumen de las medidas anatómicas de las aves capturadas en Piruquina, Chiloé.

ESPECIE	Sexo	Edad	N	Total	LONGITUD (mm)							
					ds	Alas	ds	Tarzo	ds	Cola	ds	
<i>Anairetes parulus</i>	U	J	3	100.66	11.02	51.66	11.54	19.40	2.40	44.00	3.61	
	U	A	7	110.86	11.61	48.71	7.91	19.87	2.28	47.00	3.87	
<i>Carduelis barbatus</i>	M	A	1	136.00		74.00		19.00		50.00		
<i>Cistothorus platensis</i>	U	J	1	119.00		57.00		14.00		38.00		
<i>Careus careus</i>	U	A	1	260.00		123.00		36.80		110.00		
<i>Elaenia albiceps</i>	U	J	23	149.48	4.57	81.80	10.94	18.57	3.46	61.34	2.33	
	U	A	42	152.85	6.99	86.44	11.55	17.74	3.24	62.95	2.99	
<i>Leptasthenura aegithaloides</i>	U	J	3	124.67	18.18	68.67	2.31	12.33	0.58	57.33	19.09	
	U	A	6	151.17	5.84	60.83	7.94	17.70	2.51	85.33	9.02	
<i>Phrygilus patagonicus</i>	U	J	1	152.00		76.00		23.00		59.00		
	U	A	8	148.38	8.48	72.43	3.36	21.38	4.04	56.86	3.02	
<i>Phytotoma rara</i>	M	A	1	200.00		95.00		27.00		85.00		
<i>Pyrope pyrope</i>	U	A	2	210.00	28.28	123.50	33.23	24.50	0.71	88.00	1.41	
<i>Sephanoides galeritus</i>	U	J	4	105.75	1.50	58.50	1.29	4.08	2.15	36.50	2.38	
	M	A	10	114.20	5.12	61.80	4.89	5.93	2.54	39.20	3.16	
	H	A	11	111.54	5.64	60.18	4.26	4.64	2.39	36.10	6.11	
<i>Sylviorthorhynchus desmursii</i>	U	A	4	221.00	29.33	56.25	6.65	21.60	4.33	135.25	22.74	
<i>Tachycineta leucopiga</i>	U	A	2	120.00	0.00	103.00	2.83	13.85	0.35	48.00	2.83	
<i>Troglodytes aedon</i>	U	J	4	126.75	2.36	51.00	2.16	18.70	2.54	45.25	3.86	
	U	A	7	125.14	5.37	500.00	2.53	19.70	0.46	46.57	1.13	
<i>Turdus falcklandii</i>	U	J	2	259.00	0.00	143.00	24.04	37.85	8.27	103.00	9.90	
	U	A	5	253.00	6.71	131.00	10.39	39.74	5.77	101.80	9.26	
<i>Zonotrichia capensis</i>	U	A	1	150.00		88.00		24.80		52.00		

Sexo: U=no identificado, M=macho, H=hembra

Edad: J=juvenil, A=adulto

ds=desviacion standar

continuación anexo I.

ESPECIE	Sexo	Edad	N	PICO(mm)							
				Largo	ds	Ancho	ds	Alto	ds	PESO(g)	ds
<i>Anaethetes parulus</i>	U	J	3	8.60	1.51	5.50	1.42	2.56	0.55	7.06	2.11
	U	A	7	8.77	1.47	6.41	0.50	2.70	0.26	6.20	1.13
<i>Carduelis barbarus</i>	M	A	1	9.80		7.50		7.30		14.60	
<i>Cistothorus platensis</i>	U	J	1	13.00		7.70		4.40		12.50	
<i>Careus careus</i>	U	A	1	29.00		11.30		10.30		73.00	
<i>Elaenia albiceps</i>	U	J	23	10.18	1.05	9.34	1.34	3.99	0.30	16.71	2.01
	U	A	42	10.48	1.00	9.81	1.46	4.06	0.46	17.08	1.51
<i>Leptasthenura aegithaloides</i>	U	J	3	8.33	1.15	6.73	0.76	3.97	0.25	10.67	0.29
	U	A	6	9.00	1.28	6.43	1.38	3.45	0.16	10.12	1.86
<i>Phrygilus patagonicus</i>	U	J	1	11.70		8.10		6.70		21.00	
	U	A	8	12.92	0.99	7.99	0.72	7.30	0.53	22.04	1.95
<i>Phytotoma rara</i>	M	A	1	15.00		12.60		10.40		45.00	
<i>Pyrope pyrope</i>	U	A	2	14.95	4.17	15.15	2.47	5.65	0.49	47.75	6.72
<i>Sephanoides galericus</i>	U	J	4	16.75	0.96	6.65	0.97	2.38	0.60	6.22	1.34
	M	A	10	15.67	0.98	5.19	1.98	2.13	0.42	6.56	0.85
	H	A	11	15.90	1.56	5.61	2.14	2.09	0.33	6.53	0.92
<i>Sylvioorthorhynchus desmursii</i>	U	A	4	14.55	0.84	7.20	0.95	3.22	0.56	12.20	1.63
<i>Tachycineta leucopiga</i>	U	A	2	6.55	0.49	10.20	2.40	2.70	0.14	12.80	1.13
<i>Troglodytes aedon</i>	U	J	4	12.43	0.55	6.00	0.79	3.13	0.15	10.12	0.75
	U	A	7	11.50	0.87	6.84	1.74	3.06	0.26	10.83	1.14
<i>Turdus falcklandii</i>	U	J	2	21.50	2.12	15.70	2.69	7.95	0.49		
	U	A	5	21.88	0.56	13.18	2.53	8.06	0.51		
<i>Zonotrichia capensis</i>	U	A	1	12.10		7.50		6.00		21.50	



El hecho de que el 100% de los individuos capturados de *Turdus falcklandii* consumiera frutos (Tabla 7) y la gran cantidad de frutos consumidos por individuo (mínimo 7 frutos), coincide con las evidencias de frugivoría ya documentadas para un gran número de especies pertenecientes al género *Turdus* en otras regiones del mundo (Jordano 1982, Sorensen 1983, 1984; Herrera 1984a; Skate 1987; Foster 1987; Dubssche & Isenmann 1989; Leavy 1988; French 1990). La presencia de *Turdus*, durante todo el año, en el área de estudio (Tabla 3) reafirma su importancia potencial como dispersante de semillas en el bosque templado de Chiloé, particularmente en las épocas de otoño e invierno, en que otras especies emigran.

Elaenia albiceps es el ave frugívora numericamente más importante del bosque secundario de Piruquina. Por la cantidad de frutos que consume así como la diversidad de frutos encontrados en sus fecas (Tabla 8) contribuiría más que otras especies a la dispersión de semillas. Es el ave más abundante en primavera y verano época en que la mayoría de las especies de plantas en el sitio de estudio presentan frutos carnosos maduros (Smith 1992).

Elaenia albiceps y *Turdus falcklandii* son las dos especies de aves frugívoras más importantes, representando en conjunto más del 80% de la abundancia de aves frugívoras. Esta baja diversidad de especies de aves frugívoras contrasta

con la encontrada en otras regiones, en que la cantidad de aves que consumen frutos varía entre 11 especies en los bosques de la zona templada de Illinois, USA, hasta 70 especies en un bosque tropical lluvioso de Costa Rica (Tabla 16).

La falta de correlación entre la cantidad y número de especies de frutos consumidos por las aves (Tabla 14) y la abundancia y diversidad de las especies de frutos en el sitio de estudio (oferta ambiental)(Tabla 10) así como la falta de correlación entre la oferta ambiental y la dieta de *Elaenia albiceps* (el frugívoro más importante) sugiere que las aves estarían consumiendo algunas especies de frutos en mayor proporción a lo esperado por su abundancia en el área. Sin embargo, no hubo entre cantidad y especies de frutos consumidos por las aves y el valor nutritivo de los frutos (Tabla 13), lo que indicaría que las aves consumen los frutos independientemente de su valor nutritivo. Por tanto, el consumo de frutos por las aves en Chiloé, podría estar relacionado a otros factores. Otros estudios han mostrado que factores como la abundancia local de la muestra, y la presencia de colores contrastantes en los frutos maduros influyen en la preferencia de las aves (Willson & Thompson 1982, Willson & Melampy 1983).

4 - Lluvia de semillas transportadas por aves en el bosque secundario.

El número de especies colectadas en las trampas (4-7 especies) y la cantidad de semillas colectadas (2.0-11.1 semillas/m²/día) son superiores a los encontrados en el matorral esclerófilo de la zona central de Chile por Fuentes et al. (1986) usando un diseño de muestreo similar. La cantidad de semillas colectadas en Chiloé es equivalente a los valores registrados para árboles aislados del bosque tropical lluvioso (3.4 semillas/m²/día), en Los Tuxtlas, México (19° 30'N), por Guevara & Laborde (1992). El número de especies de semillas dispersadas por aves o murciélagos en los Tuxtlas, durante un período de 6 meses de muestreo fue muy superior (56 especies) a la riqueza de especies en el bosque secundario de Chiloé. Debido al corto período de muestreo en este estudio, y a que el muestreo se concentró sólo en una estación del año, el número de especies de semillas dispersadas por aves es menor que el esperado, considerando el número de especies de plantas con frutos carnosos en la zona. Si el muestreo se extendiera a lo largo del año la diversidad debería aumentar.

La pobreza de especies en la lluvia de semillas en 1990 puede estar relacionada con que menos especies presentaron su mayor producción de frutos maduros durante febrero de 1990,

en comparación con los años siguientes (Tabla 10). Otro factor que puede influir en la variación en la lluvia de semillas es el área de las trampas. El tipo de rama que se colocó en las trampas de semillas para que las aves se posaran en ellas (percha) afectaría la eficiencia de la trampa para captar semillas, ya que las aves, por conducta, pueden preferir en la naturaleza un tipo determinado de percha (Guevara & Laborde 1992).

La correlación significativa entre la abundancia de frutos de distintas especies consumidos por *Elaenia albiceps* (Tabla 16) y la cantidad y composición de especies de frutos diseminados por las aves sin distinguir especies (Tabla 14) detectados en la lluvia de semillas, reafirman la conclusión que *Elaenia albiceps* es la principal especie responsable por la composición y abundancia de la lluvia de semillas en el bosque secundario de Chiloé en los meses de verano.

5 - Valor nutritivo de los frutos

El valor energético (calorías) contenido en la pulpa de los frutos de *Amomyrtus luma*, *Berberis darwinii*, *Berberis buxifolia* y *Drimys winteri*, cuatro de las especies más consumidas durante la época de verano por las aves del sitio de estudio (Tabla 12) es bajo si se compara con los valores energéticos promedio de la pulpa de frutos carnosos de otras regiones, tanto templadas como tropicales (Tabla 17). Sólo

Tabla 17. Características de la pulpa y contenidos promedio de nutrientes de frutos consumidos por aves en diferentes regiones(*).

REGION	Peso Promedio fruto (g)	Agua (%)	NUTRIENTES		
			Azucar (%)	Lipidos (%)	Proteinas (%)
Australia*	0.4	86.6	25.6	11.7	1.1
Europa*(+)	0.4	70.8	37.2	8.8	0.7
USA*(++)	0.3	83.0	18.5	7.7	1.1
Tropicos*(+++)	1.7	72.0	30.6	21.2	1.4
Chiloe**	0.4	75.8	15.3	1.0	0.6

*) French (1991)

***) Armesto et al. (1987) (peso y contenido de agua).

+) Habitat Mediterraneo y bosques deciduos

++) Bosques deciduos del Norte

+++) Neotropicos

Ovidia pillo-pillo presentó valores energéticos (2.8 Kcal/g) comparables.

Tomando en cuenta las calorías que provee en promedio la pulpa de los frutos analizados, las aves requerirían consumir una gran cantidad de frutos para satisfacer sus demandas energéticas diarias. Por ejemplo, *Elaenia albiceps* (17 g de peso corporal promedio), requeriría 74 Kj/día para satisfacer sus requerimientos energéticos mínimos durante un día en condiciones naturales (Nagy 1987). Suponiendo una eficiencia de asimilación de los nutrientes contenidos en la pulpa de los frutos del 60% (Castro et al. 1989) y utilizando la ecuación propuesta por Bozinovic y Medel (1988) para determinar la demanda energética diaria basada en una dieta 100% frugívora, *Elaenia albiceps* tendría que consumir 110 frutos de *Ovidia pillo-pillo*, 536 frutos de *Amomyrtus luma* o 4111 frutos de *Drimys winteri*. Las otras aves frugívoras presentes en la zona son de mayor peso promedio que *Elaenia albiceps* (Anexo 1). Estas aves necesitarían cantidades aún mayores de frutos diariamente, de acuerdo a la ecuación de Nagy (1987).

El bajo valor nutritivo de la mayoría de los frutos que componen la dieta de las aves analizadas sugiere que las especies no serían exclusivamente frugívoras, sino más bien generalistas u omnívoras, comiendo a la vez insectos. Un gramo de insecto aportaría en promedio 5 Kcal, de las cuales

el 71.2% es utilizable por las aves (Bell 1990).

6 - Viabilidad de las semillas dispersadas por aves.

La capacidad germinativa de las especies estudiadas (Tabla 14) presenta rangos similares (27-80%) a los encontrados para otras especies leñosas chilenas estudiadas por Donoso y Cabello (1978). Todas las especies de plantas usadas en los experimentos muestran una pérdida de su capacidad germinativa entre el 80 y 100% después de un año de almacenamiento en la oscuridad bajo condiciones de laboratorio. Esto sugiere que, en condiciones naturales las semillas perderían su viabilidad rápidamente.

Las semillas que pasaron por el tracto digestivo de las aves disminuyeron su capacidad germinativa, excepto en el caso de *Gaultheria phillyreifolia*. Este resultado coincide con los de un estudio de germinación de 3 especies de plantas neotropicales en Costa Rica (Murray 1988), en que todas las semillas que habían pasado por el tracto digestivo de las aves presentaron entre un 10-15% menos de germinación que las obtenidas de las plantas directamente. La pérdida parcial de capacidad germinativa de algunas semillas (*Amomyrtus luma*) se vería compensada por una dispersión eficiente; las aves estarían depositando las semillas en lugares adecuados para la germinación y un posterior establecimiento de las plántulas (Murray 1988, Guevara & Laborde 1992).

Las semillas de *Gaultheria phillyreifolia* presentaron una disminución significativa de su capacidad germinativa después de haber sido sometidas a tratamientos pregerminativos con bajas temperaturas lo que sugiere que no presentan latencia y que las semillas germinan inmediatamente después de ser dispersadas. En cambio, las semillas de *Drimys winteri* no germinaron en ninguno de los tratamientos, sugiriendo que se requiere de tratamientos pregerminativos distintos. Donoso & Cabello (1978) sugieren estratificación en frío por 90 días, obteniendo una germinación de sólo el 26% después de 60 días.

CONCLUSIONES

Un total de 24 especies (sin considerar las rapaces) de aves frecuentan el bosque secundario o en sus márgenes adyacentes. El orden Passeriforme fue el más representado con 20 especies. Del total de aves estudiadas, se encontró que sólo *Elaenia albiceps*, *Turdus falcklandii*, *Curaeus curaeus*, *Pyrope*, *pyrope* y *Colaptes pitius* consumían frutos defecando intactas las semillas, pero el 90% de la abundancia de aves frugívoras en la época de verano estaba representada por 2 especies, *Elaenia albiceps* (70%) y *Turdus falcklandii* (20%).

La mayor abundancia y riqueza de especies se registro durante la época de verano, donde *Turdus falcklandii*, *Enicognathus leptorhynchus*, *Sephanoides galeritus* y *Elaenia albiceps* acumularon el 77% de la abundancia y *Elaenia albiceps* represento el 47% de la avifauna del bosque secundario. Esta mayor abundancia de aves registrada durante la época de verano esta en correspondencia con la mayor oferta de frutos carnosos registrada en esta época en el área de estudio (Smith 1992).

Los frutos carnosos constituyeron una parte importante de la dieta en las cinco especies de aves en el área de estudio. *Elaenia albiceps* consume frutos de 9 especies, en

contraste con los demás frugívoros que sólo presentaron una especie de fruto en su dieta.

Los frutos de las plantas del bosque estudiadas no son un recurso muy importante para las aves desde el punto de vista energético (calorías totales), lo que sugiere que las especies de aves no son exclusivamente frugívoras, si no más bién generalistas u omnívoras. Por lo tanto, es necesario conocer más detalladamente los requerimientos dietarios de las aves del bosque de Chiloé, para comprender el aporte de los frutos.

El consumo de los frutos en la dieta de las aves fue independiente de la abundancia de los frutos en el sitio de estudio y del valor nutritivo (calorías totales) del fruto, sugiriendo que otros factores influyen en la selección y consumo de frutos por las aves.

Las semillas transportadas por aves en el área de estudio son abundantes en comparación a lo observado en otros ambientes, como la zona central de Chile y los bosques tropicales lluviosos en Mexico.

Existe correlación positiva significativa entre la composición y abundancia de especies de la lluvia de semillas en el sitio de estudio y en la dieta de *Elaenia albiceps*, confirmando su destacado papel como dispersante de semillas en el bosque secundario de Chiloé.

Todas la semillas que pasaron por el tracto digestivo de

las aves presentaron capacidad germinativa, con excepción de *Drimys*, pero esta especie no germinó en ninguno de los tratamientos incluido el control. El hecho que las semillas pierdan su capacidad germinativa despues de un año, sugiere que en condiciones naturales la mayoría de las semillas germinan en la misma temporada en que fueron dispersadas.

Como conclusión final podemos destacar que las aves afectan la germinación de las semillas, y juegan un rol importante en la dispersión y germinación de las semillas de las plantas dominantes que tienen frutos carnosos en el bosque de Chiloé. Sus efectos son distintos para cada especie y en consecuencia para la regeneración de las especies y el bosque.

BIBLIOGRAFIA

- Araya, B. (1985) Lista patrón de las aves chilenas. Publicaciones Ocasionales. Instituto de Oceanología. Universidad de Valparaiso. N° 3, 18 pp.
- Araya, B. & Millie, G. (1986) Guía de campo de las aves de Chile. Editorial Universitaria. Santiago, Chile.
- Aravena, J.C. (1991) Análisis de la estructura y la flora de bosques de Chiloé continental e insular. Tesis Facultad de Ciencias. Universidad de Chile.
- Armesto, J.J. & Gutiérrez, J.R. (1980) Aplicación de algunas técnicas de muestreo en el análisis de la vegetación de Chile Central. Arch. Biol. Med. Exp. 13, 403-412.
- Armesto, J.J. (1987) Mecanismos de diseminación de semillas en el bosque templado de Chiloé. In: E. Forero (ed.). Anales IV Congreso Latinoamericano de Botánica. Medellín, Colombia. Vol. 2, 7-24.
- Armesto, J.J., Rozzi, R., Miranda, P. & Sabag, C. (1987) Plant/frugivore interactions in South American temperate forests. Rev. Chilena Hist. Nat. 60, 321-336.
- Armesto, J.J. and Rozzi, R. (1989) Seed dispersal syndromes in the rain forest of Chiloé: evidence for the importance of biotic dispersal in a temperate rain forest. J. Biogeogr. 16, 219-226.
- Armesto, J.J., Smith-Ramírez, C. & Sabag C. (1993) The importance of plant-bird mutualisms in the temperate rain forest of southern South America.
- Bell, G.P. (1990) Birds and mammals on an insect diet: A primer on diet composition analysis in relation to ecological energetics. Studies in Avian Biology 13, 416-412.
- Bozinovic, F. & Medel, R.G. (1988) Body size, energetic and foraging mode of raptors in central Chile, an inference. Oecologia (Berlin) 75, 456-458.