

UCH-FC
B. Ambiental
L691
c.2



UNIVERSIDAD DE CHILE FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE PREGRADO

**IMPLEMENTACIÓN DE BEBEDEROS ARTIFICIALES EN LA CONSERVACIÓN
DEL PICAFLOR DE ARICA (*Eulidia yarrellii* (BOURCIER) 1847)**

Seminario de Título entregado a la Universidad de Chile en cumplimiento parcial de los requisitos para optar al Título de Biólogo con mención en Medio Ambiente

DANIELA ALEJANDRA LÜHR ALAVA

Director de Seminario de Título:

Dr. Cristián Estades

Julio de 2011

Santiago - Chile



INFORME DE APROBACIÓN SEMINARIO DE TÍTULO

Se informa a la Escuela de Pregrado de la Facultad de Ciencias, de la Universidad de Chile que el Seminario de Título, presentado por la señorita Daniela Lühr

“IMPLEMENTACIÓN DE BEBEDEROS ARTIFICIALES EN LA CONSERVACIÓN DEL PICAFLOR DE ARICA (*Eulidia yarrellii* (BOURCIER) 1847)”

Ha sido aprobado por la Comisión de Evaluación, en cumplimiento parcial de los requisitos para optar al Título de Biólogo con mención en Medio Ambiente

Dr. Cristián Estades
Director Seminario de Título

A blue ink signature of Cristián Estades written over a horizontal line.

Comisión de Evaluación

Dr. Michel Sallaberry
Presidente Comisión

A blue ink signature of Michel Sallaberry written over a horizontal line.

Dr. Rodrigo Vásquez
Evaluador

A blue ink signature of Rodrigo Vásquez written over a horizontal line.



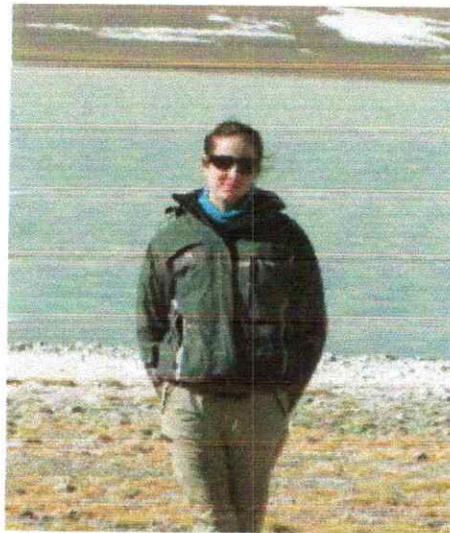
Santiago de Chile,

Nací en Santiago en invierno del año 1983, en una familia que desarrolló en mí la sensibilidad hacia la protección de la naturaleza y la valoración del medio ambiente.

Mi ciclo escolar trascurrió en el Liceo Manuel de Salas, hasta culminar la Enseñanza Media en el año 2001.

Al decidir mi futuro profesional, primó mi interés vocacional por estudiar Biología con mención en Medio Ambiente, en la Universidad de Chile, decisión que tomé, después de haber optado anteriormente por otra carrera en las Ciencias de Salud.

Con el aprendizaje adquirido y las experiencias vividas en la formación profesional, siento que el esfuerzo y el aporte de mi trabajo debe orientarse a la conservación de la naturaleza, para entregar a las futuras generaciones un medio ambiente protegido.





Dedicado a mis padres y amigos

AGRADECIMIENTOS

Mi agradecimiento a Federico Johow, quien facilitó su predio situado en el valle de Chaca junto a sus dependencias para realizar este estudio. A Genaro Marca y Catalina Miranda, quienes fueron testigos durante un periodo de tiempo de mi estadía en el lugar del trabajo experimental realizado, y contribuyeron no sólo en algunos quehaceres experimentales sino que además en su constante aliento. Agradezco a Antonio Rivera, quien fue un pilar fundamental para el análisis estadístico de los datos obtenidos en terreno. A Cristian Villagra por sus importantes contribuciones a este trabajo. También mi profundo agradecimiento al Dr. Michel Sallaberry por su confianza, apoyo y constructivos comentarios hacia mi trabajo. Y agradecer a mi tutor, el Dr. Cristián Estades por sus acertadas intervenciones a mi trabajo.

INDICE DE CONTENIDOS

Indice de Tablas.....	v
Indice de Figuras.....	vi
Resumen.....	viii
Abstract.....	x
INTRODUCCIÓN.....	1
Objetivos.....	9
Hipótesis y Predicciones.....	10
MATERIAL Y MÉTODOS.....	11
Especie en estudio.....	11
Descripción del área de estudio.....	12
Evaluación del volumen y concentración de néctar de los recursos florales.....	13
Observación de tasa de visita a los recursos florales.....	14
Diseño del bebedero artificial.....	15
Preferencia por color y concentración de azúcar en los bebederos artificiales.....	23
Preferencia por densidad de bebederos.....	25
RESULTADOS.....	21

Evaluación del volumen y concentración de néctar de los recursos florales.....	21
Observación de tasa de visita a los recursos florales.....	22
Preferencia por color y concentración de azúcar en los bebederos artificiales.....	28
Preferencia por densidad de bebederos.....	32
Interacciones y conductas agresivas.....	34
DISCUSIÓN.....	37
CONCLUSIONES.....	47
BIBLIOGRAFÍA.....	52

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Número de visitas totales efectuadas por las distintas especies de aves a naranjos y chañares.....	23
Tabla 2: Número de visitas totales efectuadas por las distintas especies de aves a los bebederos en relación al color y concentración de éstos.....	28
Tabla 3: Número de visitas totales efectuadas por las distintas especies de aves a las grillas de acuerdo a la densidad de bebederos en éstas.....	33

INDICE DE FIGURAS

- Figura 1:** Número de visitas promedio efectuadas por *E. yarrellii* en naranjos y chañares en distintos períodos del día.....25
- Figura 2:** Número de visitas promedio efectuadas por especie, y por sexo en el caso de *E. yarrellii*, en relación a la especie floral e independiente del período del día.....26
- Figura 3:** Número de visitas promedio efectuadas por especie, y por sexo en el caso de *E. yarrellii*, según período del día e independiente de la especie floral.....26
- Figura 4:** Número de visitas promedio efectuadas en los distintos periodos del día según especie floral, e independiente de la especie de ave.....26
- Figura 5:** Número de visitas promedio efectuadas por especie a los bebederos de acuerdo a su concentración, e independiente de su sexo.....29
- Figura 6:** Número de visitas promedio efectuadas por especie a los bebederos en relación al color de éstos, independiente de su sexo.....30

Figura 7: Número de visitas promedio efectuadas por especie a los bebederos de acuerdo al sexo, independiente de las características de éstos.....30

Figura 8: Número de visitas promedio efectuadas por especie a los bebederos de acuerdo al periodo del día, independiente de su sexo.....32

f

RESUMEN

Dado el crítico estado de conservación en que se encuentra el Picaflor de Arica (*Eulidia yarrellii*), una especie endémica en nuestro país, se probó implementar una solución temporal a este problema por medio del diseño de bebederos artificiales. Para ello se investigó la respuesta de los individuos de esta especie a partir de una población situada en el valle Chaca (Arica-Parinacota), respecto a la implementación de bebederos artificiales de diferentes colores y conteniendo soluciones azucaradas a distintas concentraciones, dispuestos en sus territorios por medio de grillas experimentales. Se examinó en qué medida ésta resulta ser una herramienta eficaz como fuente alternativa de alimento para las poblaciones de esta especie que se encuentran amenazadas. Para realizar este trabajo experimental se evaluaron los recursos florísticos de la especie, como su volumen y concentración de néctar, además de la observación de la tasa de visita a éstos, con el fin de conocer las características de sus recursos y así servir de referencia en el diseño de los bebederos. Por otra parte, en la experimentación con bebederos artificiales se evaluaron las preferencias de la especie por color (amarillo y rojo) y concentración de azúcar (15 y 30%) en éstos, así como la preferencia por la densidad de bebederos dispuestos en las grillas experimentales (1 y 3).

La especie arbórea más visitada por el macho *E. yarrellii* resultó ser aquella con la más alta concentración de néctar y la menor cantidad (*Geoffroea decorticans*). Sin embargo, la hembra realizó considerablemente más visitas a los naranjos (*Citrus aurantinas*), los cuales presentan baja concentración de néctar y elevada cantidad o volumen. La especie no presentó preferencias por el color de los bebederos, pero

claramente presentó una marcada preferencia por las soluciones más concentradas. Tampoco presentó preferencias por la densidad de bebederos dispuestos en las grillas experimentales.

En base a observaciones conductuales de la especie, como la marcada territorialidad mostrada por el macho tanto en la zona de chañares como en el territorio de machos dispuesto con bebederos artificiales, así como por las observaciones de frecuencia de visita de *E. yarrellii* a estas fuentes alternativas de alimento, es posible concluir que la implementación de bebederos artificiales resulta ser beneficiosa para la conservación del Picaflor de Arica.

ABSTRACT

Given the critical conservational status of the Chilean Woodstar (*Eulidia yarrellii*), we implemented a temporal solution to this problem by designing an artificial system. For this, we studied the species' response from a population in the Chaca valley (Arica-Parinacota) to artificial feeders of different colors and containing sugar solutions at different concentrations, located in their territories by experimental grids. We examined whether feeders could become an effective tool as an alternative food source for these endangered populations. To carry out this experimental work we assessed the species' natural floral resources, analyzing their nectar's volume and concentration, the species' visit rate to these plants, with the purpose of learning about the resources' characteristics as a reference for the artificial feeder design. With the artificial feeder experiments we assessed the species' preferences for color (red and yellow) and sugar concentration (15 vs 30%) on these. Additionally, we analyzed the effect of feeder concentration (1 vs 3) on the species' preference visit rate.

The most visited plant by males of *E. yarrellii* was the one that had the most concentrated nectar and less volume (*Geoffroea decorticans*). However, females chose the species with the least concentrated nectar and the largest volume per flower (orange trees). The studied individuals showed no preferences for an specific color, or for the number of feeders in the experimental grids. However, there were clear preferences for the nectar with higher concentration.

Based on behavioral observations of the species, such as the strong territoriality showed by the males at the chañar scrub area and at the sites with artificial feeders,

along with the observations of the species' visit rate to these artificial food sources, we can conclude that the artificial feeders implementation might be beneficial for the Chilean Woodstar's conservation.

INTRODUCCIÓN

Las 335 especies de picaflores (Trochilidae) del mundo se encuentran sólo en América, presentando un marcado gradiente latitudinal con el mayor número de especies en los trópicos, el cual disminuye con la latitud (Wethington y col, 2005).

A causa de la disminución y degradación de su hábitat, en el año 1999 veinticinco especies de picaflores fueron clasificadas como amenazadas o en peligro. De estas especies, todas excepto dos de ellas dependen de los bosques en al menos una de las etapas de su historia de vida (Wethington y col, 2005). Actualmente, 29 especies se encuentran amenazadas en las categorías de Vulnerable, En Peligro o En Peligro Crítico (IUCN, Red List).

En Chile existen sólo 10 especies de picaflores que se distribuyen desde Arica hasta Tierra del fuego y desde el nivel del mar hasta sobre los 4500 m de altitud, ocupando todo tipo de ambientes (Fjeldsa y Krabbe, 1990). De las 10 especies, dos de éstas, el Picaflor de Arica (*Eulidia yarrellii*) y el Picaflor de Juan Fernández (*Sephanoides fernandensis*), se encuentran en peligro crítico (IUCN, Red List, 2000).

El picaflor de Arica coexiste con otras dos especies de picaflores: *Rhodopis vesper* (picaflor del Norte o picaflor de Oasis) y *Thaumastura cora* (picaflor de Cora). Se ha observado cierto grado de competencia entre esta especie y el picaflor de Cora, considerando las similitudes morfológicas y la segregación espacial relativa (Estades y col, 2007). Dado que aparentemente, el picaflor de Cora presenta una conducta más agresiva e invasiva, se ha observado en última instancia el desplazamiento del picaflor de Arica por esta especie. Por otra parte, ha sido observada una asociación

picaflor de Arica por esta especie. Por otra parte, ha sido observada una asociación significativamente positiva entre el picaflor de Arica y el picaflor de Oasis (Estades y col, 2007).

Antiguos registros sugieren que *E. yarrellii* era, al menos localmente, muy abundante, visitando jardines y campos cultivados en los valles cercanos a la ciudad de Arica (18° 29' S, 70° 19' W), hace aproximadamente tres décadas atrás. El registro más al sur para esta especie es la de un ave colectada en Cobija (22° 36' S, 70° 17' W), cerca de la costa de Antofagasta. La mayoría de los registros para *E. yarrellii* son de observaciones inferiores a los 1000 m s.n.m, pero se sospecha que realiza migraciones altitudinales, probablemente existiendo cierta conectividad entre los valles de Azapa y Chaca por la parte alta (Estades y col, 2007).

Sin embargo, observaciones de hace dos décadas sugieren un serio declive de la población, por lo que desde el año 2003 en adelante se han realizado estimaciones poblacionales del picaflor de Arica y los picaflores con que coexiste (Estades y col, 2007). Resultados de estas estimaciones muestran que en septiembre del 2003 la población total para la especie fue de 1539 individuos, comparada con 1649 picaflores de Cora y más de 10000 picaflores del norte (aunque esta especie presenta un tamaño poblacional mayor, ya que sólo se muestreó una porción de su amplio rango de distribución geográfica). El muestreo de abril del 2004 mostró una notoria disminución poblacional para todas las especies. La reducción en la población del picaflor de Arica sobrepasó el 50%, registrándose a la especie sólo en los valles de Azapa y Vitor (Chaca), generalmente a menos de 700 m de altura. La población

principal fue encontrada en el valle de Azapa y sólo entre el 25-28% de las aves fueron encontradas en el valle de Vitor (Estades y col, 2007).

Actualmente el picaflor de Arica está clasificado como en Peligro de extinción. Según Estades y col. (2007) existen tres factores que han sido propuestos como potencialmente importantes para su estado de conservación actual:

- (1) Pérdida del hábitat y degradación: Principalmente a causa del elevado desarrollo agrícola de los valles del norte del país, probablemente habiéndose perdido el hábitat natural de la especie en casi la totalidad de su rango. Una de las razones de la desaparición de esta especie en el valle de Lluta es la casi completa deforestación de chañares en el área, dado que los agricultores la consideran como una especie invasiva y un atractor para roedores.
- (2) Uso de pesticidas: Los más de 30 insecticidas usados contra las plagas de cultivo han sido aplicados no sólo por agricultores particulares, sino que además el gobierno ha conducido por más de una década (1980-1993) un programa de erradicación para la mosca de la fruta mediterránea (a cargo del SAG). Sin embargo, a la fecha de realización de este estudio, esta mosca ya había sido erradicada.
- (3) La irrupción de un posible competidor, el picaflor de Cora, que es una especie invasiva proveniente de Perú. En 1971 esta especie fue registrada por primera vez en el valle de Azapa. En los años siguientes sólo unos pocos fueron registrados en Azapa y Lluta, pero en la última década ha sido reportado como una especie muy común en el valle de Azapa, incluso sobrepasando en número

al picaflor de Arica en algunas áreas. A la fecha del estudio realizado por Estades y col. (2007), este picaflor no había sido registrado en Chaca.

Aunque si bien se ha documentado que los picaflores pueden ser presa de distintos depredadores tales como serpientes, aves rapaces, lechuzas, y pequeños felinos, no existen antecedentes para afirmar que esto pudiese afectar a las poblaciones de esta especie.

Fuente de alimento y conducta alimentaria de los picaflores

El néctar es la principal recompensa floral para muchos polinizadores, y es esta misma característica la que probablemente lo hace susceptible a presiones de selección impuestas por éstos. Se compone principalmente de una solución de azúcar con fructosa, sacarosa y glucosa en variadas proporciones. Otros azúcares son encontrados en el néctar (p. ej. maltosa y melezitosa), así como otro tipo de sustancias, pero sólo en cantidades traza (Kearns & Inouye 1993). Si bien el néctar es un alimento energético, es pobre en proteínas, vitaminas y minerales. Por eso los picaflores suplementan su alimentación con pequeños insectos y arañas (Remsen y col, 1986).

La secreción de néctar por las plantas es probablemente afectada por la radiación solar, temperatura y el balance de agua (Kearns & Inouye 1993). Las bajas temperaturas y baja intensidad de luz pueden disminuir la producción de néctar. La secreción de néctar a menudo muestra un máximo diario, siendo bastante común encontrarlos al mediodía y en la media tarde (Kearns & Inouye 1993). Por su parte, Powers & Mckee (1994) sugieren que la producción de néctar en las flores es

usualmente algo bimodal, con una alta producción de néctar en la mañana y un segundo máximo más pequeño en la tarde. Por lo mismo, existen especies de picaflores que presentan un patrón de alimentación bimodal. Según Stiles (1976), la concentración de néctar varía dentro de un rango relativamente pequeño comparado con su producción total, al menos dentro de flores de una misma localidad.

El néctar es secretado en la base del ovario y se acumula en la porción más baja y angosta del tubo de la corola de la flor. Los picaflores introducen sus picos hacia la parte más alta y amplia del tubo floral, y sus lenguas extensibles alcanzan el nectario en la zona más baja y angosta del tubo. En la posición de libaje el polen se adhiere al pico, y el proceso de polinización cruzada es completado mientras las aves vuelan sistemáticamente desde una planta a la otra y visitan flores con estigmas receptivos (Grant & Grant 1970).

La alimentación en los picaflores podría ser influenciada por una variedad de factores importantes en afectar el fitness, tales como: el valor energético del néctar, los costos de la explotación de las flores, la disponibilidad total del recurso, su patrón de distribución, la competencia intra e inter-específica, la evasión de predadores, o parámetros importantes en el establecimiento de una explotación eficiente, más que aquellos relacionados específicamente con las características florales (Hainsworth & Wolf 1976). De la misma forma, muchos otros trabajos han propuesto que la alimentación en los picaflores puede ser también influenciada por el clima, tiempo del día, composición química del néctar, proximidad a perchas y disponibilidad de fuentes alternativas de alimento (Harris-Haller & Harris 1991). Por otra parte, se ha reportado que es posible que los picaflores también evalúen para la elección del

alimento la herbivoría de las flores, y el daño en la guía de néctar, especialmente si ésta representa una señal fidedigna de recompensa (Pohl y col, 2006).

Dieta del picaflor de Arica

Algunas de las flores de las cuales hace uso el picaflor de Arica corresponden a especies: (1) nativas, como *Geoffroea decorticans* (chañar) y *Schinus molle* (pimiento); (2) ornamentales, como *Lantana camara* (lantana), *Pelargonium sp* (cardenales) y *Bougainvillea sp.*; y (3) cultivables, como *Medicago sativa* (alfalfa), *Allium sp* (ajo, cebolla) y *Lycopersicon scullentum* (tomate). Sin embargo, el chuvé (*Tecoma fulva*), una de las plantas más comúnmente utilizada por los otros picaflores en el valle de Azapa es sólo visitado por *E. yarrellii* luego de que sus largas corolas rojas han sido rasgadas por ladrones de néctar como *Conirostrum cinereum* (comesebo chico). Además, se ha documentado mediante el análisis de desechos en nidos abandonados que la dieta de *E. yarrellii* incluye varios taxa de artrópodos como Hymenoptera, Homoptera y Coleoptera, que son excelentes suplementos proteicos (Estades y col, 2007).

Bebederos artificiales

A nivel global, se han realizados estudios con bebederos artificiales en otras especies de picaflores que han buscado demostrar: (1) Preferencias alimenticias, por color de los bebederos forrados (Stiles, 1976), concentración (Hainsworth & Wolf 1976; Stiles, 1976; Stromberg & johnsen 1990; Tamm & Gass 1986) y tipo de solución azucarada dispuesta en ellos (Hainsworth & Wolf 1976); (2) Presencia de territorialidad e interacciones entre picaflores (Pitelka, 1942); (3) Posición de los

bebederos (Hainsworth & Wolf 1976); (4) Patrones de uso diario (Stiles, 1976); y memoria espacial (González-Gómez & Vásquez 2006). Sin embargo, éstos no han sido orientados con fines de conservación de una determinada especie.

Dentro de estos experimentos realizados con bebederos artificiales, la preferencia más marcada sin lugar a dudas ha sido por el color rojo, siguiendo en orden decreciente: azul > amarillo > verde (Harris-Haller & Harris 1991). Sin embargo, en algunos experimentos se ha observado que existe un pre-condicionamiento de las aves por el color escogido, donde las aves escogen el color del bebedero según sea la coloración de las flores que visitan (Harris-Haller & Harris 1991). Según Mcdade (1983) los picaflores no discriminan entre distintos colores de la flor a menos que los morfotipos difieran en el monto o la tasa de producción de néctar; siendo el color por tanto, un estímulo de orientación que dirige a las aves hacia la flor recompensante en néctar.

Por otra parte, en los experimentos realizados por Stromberg & Johnsen (1990) los picaflores claramente han escogido las más altas concentraciones disponibles de sacarosa (hasta 60%) y glucosa, y han preferido las concentraciones más bajas de fructosa; apoyando el modelo que predice que incluso con la adición de los costos alimenticios asociados con la alta viscosidad del néctar, las altas concentraciones de sacarosa son preferidas por los picaflores. Según Roberts (1995), el uso de bebederos conteniendo grandes volúmenes, infinitos desde la perspectiva de los picaflores, predice una concentración óptima alta preferida por éstos.

Por último, cabe mencionar que otros estudios realizados como en los de Wissman y col. (2006), se observó que tanto la abundancia como la actividad de los

2

polinizadores aumentaron con la densidad floral y que los parches ricos en flores atrajeron más polinizadores y recibieron más visitas a flores por unidad de área comparados con parches pobres en flores. Corroborando estudios previos que demuestran que la abundancia de los polinizadores y su actividad son directamente proporcionales con la densidad de flores.

La territorialidad en los picaflores

Los territorios han sido clasificados en términos de las funciones que cada uno parece tener en la biología del apareamiento, incubación, alimentación o la combinación de ellas. Más allá de ello, el término territorio trae consigo ciertas asociaciones concernientes al canto, exhibición, agresividad, y combate (Pitelka, 1942). Aunque la actividad territorial en los picaflores parece estar centrada en las fuentes alimenticias, es probable que el apareamiento ocurra en el área, por lo que el territorio de alimentación podría servir secundariamente como una estación de apareamiento (Pitelka, 1942). Generalmente, existe separación espacial entre sexos; las hembras usualmente anidan en zonas boscosas y los machos defienden territorios en praderas abiertas, donde las interacciones entre éstos son más frecuentemente observadas. Los machos defienden áreas con perchas de más de 2 m de altura, desde las cuales pueden observar a los intrusos y las hembras, y al mismo tiempo pueden ser vistos por estas últimas (Armstrong, 1986). Pitelka (1942) sugiere que las hembras son mucho menos territoriales que los machos, y que éstas no suelen alimentarse en los territorios de éstos, defendiendo sólo pequeños territorios cercanos a sus nidos. La defensa de néctar puede beneficiar a los machos reproductivos tanto asegurando la obtención del mínimo de energía requerida como mejorando su éxito

reproductivo. Sin embargo, cuando el néctar se vuelve muy abundante, se ha observado que los picaflores dejan de ser territoriales (Armstrong, 1986).

Objetivo general

El objetivo de este trabajo consiste en desarrollar una herramienta de manejo temporal al problema de conservación que enfrenta el picaflor de Arica, mediante la implementación de bebederos artificiales con soluciones de sacarosa, y evaluar si esta fuente alternativa de alimento resulta ser efectiva.

Objetivos específicos

- (1) Evaluar los recursos florales de *E. yarrellii* mediante la estimación del volumen y concentración de néctar, así como por medio de la observación de la tasa de visita a éstos.
- (2) Evaluar la selección de fuentes alimenticias de acuerdo al color del bebedero y concentración de las soluciones de sacarosa.
- (3) Evaluar la selección de fuentes alimenticias en relación a la densidad de recursos (cantidad de bebederos).

Hipótesis

Estudios anteriores indican que los picaflores usan el color de las flores como una señal de la presencia de alimento y que comúnmente discriminan entre néctares de distintas concentraciones favoreciendo aquellos con un mayor aporte energético. Por otro lado, la eficiencia en el forrajeo sugiere que recursos alimenticios agregados deberían ser más atractivos que aquellos dispersos. Por lo tanto, los individuos de *E. yarrellii* deberían responder de distinta forma a bebederos artificiales con diferentes combinaciones de las variables anteriores.

Predicciones

- (1) La tasa de visita de *E. yarrellii* a bebederos de color amarillo debería ser más alta que aquellos de color rojo, puesto que las principales flores utilizadas en forma natural por la especie son amarillas y blancas.
- (2) La tasa de visita de *E. yarrellii* a bebederos debería aumentar con la concentración del néctar.
- (3) La tasa de visita de *E. yarrellii* a grillas con bebederos individuales debería ser menor que aquella a grillas con bebederos agrupados.

MATERIAL Y MÉTODOS

Especie en estudio

El picaflor de Arica es un ave endémica de los valles del desierto del Norte Grande de Chile. Sin embargo, registros de hace tres décadas atrás muestran que esta especie existió en la zona de Tacna (Perú) (Cruz & Chipana 2005). Es de las especies de aves más pequeñas del mundo, alcanzando una longitud máxima de 7 a 8 cm desde la punta del pico a la punta de la cola, y pesos que no sobrepasan los 4 g. Presenta dimorfismo sexual, donde el macho se caracteriza por tener la cabeza y partes dorsales de color verde oliva metálico, y ventralmente una coloración blanco acanelado con la garganta rojo púrpura iridiscente. La parte central de la cola es del color del dorso y las externas café negruzcas. La hembra es similar al macho dorsalmente, blanco acanelado en la región ventral y difiere del macho por su garganta blanquecina. Las rectrices centrales son de color verde metálico, y las externas con barba café claro y punta blanca (Jaramillo, 2003). La hembra puede ser confundida con la hembra del picaflor de Cora (*Thaumastura cora*), aunque esta última tiene las partes inferiores más blanquecinas y el pico semi-curvado hacia abajo (Jaramillo, 2003).

Este picaflor construye pequeños nidos, principalmente en las ramas de los árboles de olivo (*Olea europaea*) con forma de canasta colgante donde deposita dos huevos, siendo la hembra la encargada de la incubación y cuidado de los pichones (Tala, 2004). Se ha detectado que la especie se reproduce en los períodos septiembre-octubre y mayo-junio. Sólo se ha observado reproducción en Azapa y Chaca (Estades y col, 2007).

Descripción del área de estudio

El trabajo de campo del presente estudio se desarrolló en el mes de septiembre del 2008, durante la época reproductiva de la especie.

El sitio de estudio corresponde a la localidad de Chaca ($18^{\circ} 49'31,4''S-70^{\circ} 08'13,9''W$; 564 m.s.n.m), un valle ubicado 40 Km. al sur de la ciudad de Arica (XV Región de Arica y Parinacota) y 20 Km al este de Caleta Vitor. Este valle es la continuación de la quebrada de Codpa, y es irrigado por cursos de agua cordilleranos, desde el sector de Umirpa a 4500 m s.n.m. La disponibilidad de agua en este valle se rige por el fenómeno del invierno Boliviano altiplánico. En este ambiente se origina una formación vegetacional denominada Matorral Ripario típica de quebradas y oasis, siendo la única formación de la región que no está protegida en áreas silvestres del territorio nacional. La vegetación nativa característica de esta zona está representada por algunos grupos aislados de árboles tales como *Geoffroea decorticans* (chañar), *Acacia macracantha* (yaro), *Schinus molle* (pimiento) y *Prosopis tamarugo* (tamarugo), y algunos matorrales riparianos (Estades y col, 2007).

Dadas las características de los suelos de los valles de Chaca y Azapa, los cuales presentan menores concentraciones de sal que otros valles de la región, junto a una larga historia de asentamiento humano, el uso principal de la tierra es para la agricultura, permitiendo una diversidad de cultivos que incluyen tomates, zapallos, ajo, maíz y frutas como la guayaba, el mango, cítricos (naranjos y limones) y siendo más importante, los olivos (Estades y col, 2007).

Protocolo de experimentos realizados para la conservación de *Eulidia yarrellii*

Experimento (1) Evaluación de los potenciales recursos florales para el picaflor de Arica

(a) **Evaluación del volumen y concentración de néctar:** Se embolsaron con visillo por aproximadamente 14 horas las flores de los recursos potenciales del picaflor de Arica, que son el chañar (*Geoffroea decorticans*), naranjo (*Citrus aurantinas*), cardenal (*Pelargonium sp.*), granado (*Punica granatum*), uhaloa (*Waltheria indica*) y añil (*Indigofera suffruticosa*), encerrando a la flor para evitar la intrusión de las aves e insectos a éstas. Posteriormente, el néctar de las flores fue extraído por medio de finos tubos capilares (capacidad aproximada de 50-70 μ l) de manera no destructiva, y luego dispersado en un refractómetro para ser analizado en función de la concentración de azúcares (g de soluto/100 g de disolvente). El volumen de néctar contenido en los microcapilares fue medido con un pie de metro (± 0.01 mm), siendo la equivalencia a volumen en los capilares, 1mm = 1 μ l. El muestreo de las flores de todas las especies fue realizado por la mañana.

Sin embargo, durante el desarrollo experimental se observó que sólo en el caso del naranjo y granado se pudo efectuar el experimento de exclusión (embolsamiento de flores). En las otras especies tales como chañar, cardenal, uhaloa y añil, no se pudo aplicar esta metodología dado que pueden haber sido afectadas por el embolsamiento produciendo la deshidratación de las flores.

Tanto las flores de los naranjos como de los granados fueron embolsadas individualmente. En el caso del naranjo se muestrearon 10 flores/árbol de un total de

10 árboles; sin embargo, en el granado se muestrearon sólo las flores abiertas en 10 árboles. Para ambos casos se muestrearon flores en el mismo estado fenológico temprano. Dada la gran cantidad de néctar, cada flor fue medida individualmente.

En el caso del chañar, cardenal, uhaloa y añil, también se tuvo la precaución de muestrear flores en el mismo estado fenológico temprano. En el chañar se muestrearon 500 flores, 50 flores/árbol. En las otras especies se muestrearon 50 flores respectivamente. Dado el pequeño tamaño de las flores de estas especies y por ende el reducido contenido de néctar, las mediciones se efectuaron agrupando el volumen extraído a partir de un grupo de 5 flores.

(b) Observación de tasas de visita: Se estudiaron las especies potenciales de forrajeo del picaflor. En el caso del chañar y naranjo se seleccionaron 10 plantas en las cuales se hicieron observaciones de 3 periodos de 10 minutos cada uno por planta. Dada la baja abundancia de uhaloa, añil, y cardenal en el sitio de estudio, sólo fue posible estudiar un ejemplar de cada uno de ellos, por lo cual los datos no fueron analizados.

Adicionalmente, se efectuaron registros aproximados de la cobertura floral y altura de cada planta, para posteriormente poder ser evaluados como posibles cofactores que pudiesen influenciar la visita de las aves. De la misma forma, con el fin de evaluar la influencia horaria sobre la visita de las aves, el total de periodos de observación de 10 minutos cada uno efectuado por individuo arbóreo, fue agrupado según horario del día en que dichas observaciones fueron efectuadas, siendo divididas en tres periodos del día. Estos correspondieron a Periodo 1: mañana (desde aproximadamente las 7:00 hasta aproximadamente las 9:00 horas), Periodo 2: media

mañana (desde aproximadamente las 9:30 hasta aproximadamente las 12:00 horas), y Periodo 3: tarde (desde aproximadamente las 16:30 hasta aproximadamente las 18:00 horas).

Cabe mencionar que los árboles muestreados en el experimento 1(a) no coinciden con aquellos árboles a los cuales se les efectuó observación de tasa de visitas (experimento 1b).

Diseño del Bebedero Artificial

El bebedero consiste en una botella de vidrio incoloro y transparente de aproximadamente una capacidad de 60 ml, con una tapa de goma negra en uno de sus extremos para cubrir la abertura por la cual se introduce la solución azucarada, y por su extremo terminal una boquilla de vidrio incoloro y transparente por la cual el animal introduce su pico para libar. Los bebederos fueron adosados con huincha adhesiva a grillas de cañas cuadrangulares (de 35 x 35 cm). Los bebederos fueron forrados con papel lustre rojo y/o amarillo. Las grillas fueron sujetas a postes de madera. Cada tres días los bebederos fueron lavados y rellenados con nuevas soluciones, con el fin de evitar la fermentación de las soluciones azucaradas. Durante todo el desarrollo del experimento se tuvo la precaución de mantener los bebederos adecuadamente forrados con los papeles de colores correspondientes.

La preparación de las soluciones de agua con azúcar fueron hechas mezclando ambos ingredientes hasta obtener una solución al 15% (15 g de azúcar en 100 ml de agua) y otra al 30% (30 g de azúcar en 100 ml de agua). Se utilizó azúcar granulada envasada

(IANSA) por ser ésta la de mayor pureza en el mercado (C. Estades, com. pers.). El agua utilizada consistió en agua potable proveniente de napas freáticas.

El hecho de utilizar azúcar (rica en sacarosa) radica en postulados previos que sugieren que las preferencias de los picaflores en cuanto a la composición del néctar ha sido como sigue: sacarosa > mezcla (sacarosa, glucosa y fructosa) > glucosa > fructosa. Sin embargo, en los experimentos realizados por Hainsworth & Wolf (1976), se obtuvo que las preferencias en cuanto a las combinaciones de los azúcares presentes en el néctar fueron como sigue: SFG=SF>S>FG>SG>F>G (S=sacarosa; F=fructosa; G=glucosa). Las posiciones de SFG, fructosa, y glucosa son similares a las abundancias relativas de las composiciones de azúcares encontradas entre las especies de plantas visitadas por picaflores.

Además de que el objetivo de este estudio es proponer un método de fácil aplicación para el manejo del Picaflor de Arica, por lo que el uso de azúcar común es fundamental (C. Estades, com. pers.).

Antes del inicio de los experimentos se ubicaron aleatoriamente bebederos amarillos y rojos a una concentración intermedia, dispuestos de manera individual en ramas de naranjos y chañares con el objeto de obtener familiarización de parte de los picaflores a éstos. En el plazo de tres días se observó el primer individuo de *E. yarrellii* libando en un bebedero artificial; sin embargo, pasado tan solo un día ya habían sido observados algunos ejemplares de *R. vesper* utilizándolos. Dada esta baja tasa de utilización, se optó por ubicar bebederos artificiales sujetos individualmente a postes de madera (14) y dispuestos de forma aleatoria en sectores relativamente alejados de las fuentes naturales de alimento. Los postes quedaron separados entre sí

por aproximadamente 2-3 m. Transcurrida una semana se observó escasa concurrencia de *E. yarrellii*, siendo más frecuentes las visitas por parte de *R. vesper* y Pizarritas (*Xenospingus concolor*). La última etapa de prueba antes de iniciar esta etapa experimental, consistió en disponer en estos postes de madera grillas con 4 bebederos de colores, ubicados de manera aleatoria en éstas. Luego de transcurrida una semana, se siguió observando el mismo patrón de concurrencia a los bebederos.

Experimento (2) Preferencia de color y concentración de néctar por el picaflor de Arica

Tratamiento de machos y hembras: Se identificaron los territorios utilizados por los machos y hembras, y se instalaron seis grillas de forma heterogénea sujetas a postes de madera en cada territorio, con cuatro bebederos con distintas combinaciones de color y concentración de azúcar (amarillo y rojo al 15% y al 30%). La cantidad de solución incorporada a los bebederos fue de 60 ml. Ambos tratamientos fueron realizados de manera simultánea, y cada grilla fue observada en 12 periodos de 10 minutos cada uno.

Para identificar los territorios, en el caso de los machos fue necesario observar la permanente presencia de machos dominantes perchando por lo general en la copa de los chañares, y en el caso de las hembras identificar la zona de anidamiento. Considerando esta observación previa, cinco postes fueron ubicados detrás de una tupida zona de chañares donde fueron identificados tres machos dominantes, y la grilla restante perteneciente al sector territorio de machos fue colgada a partir de las ramas de un árbol seco, cercano a un chañar solitario ubicado en una zona relativamente a campo abierto, contigua a la plantación de olivos. En el caso de las

grillas pertenecientes al sector territorio de hembras, éstas fueron dispuestas en dos sectores distintos (cuatro postes en uno, y dos grillas colgadas de ramas de guayabo en otro), pero ambos contiguos a la plantación de olivos, por ser éste el sitio escogido de anidamiento por las hembras (sólo fueron registrados nidos en olivos). Los cinco postes en el territorio de los machos y los cuatro postes en uno de los sectores del territorio de las hembras, fueron distanciados entre sí por aproximadamente 2-3 m. En el caso de la grilla solitaria del territorio de machos, ésta se encontraba distanciada por aproximadamente 3-4 m del chañar defendido por el macho dominante. Para las dos grillas colgadas de árboles en el territorio de las hembras, la separación entre sí fue de aproximadamente 2 m, separadas a su vez, por aproximadamente la misma distancia a partir de los olivos.

Similarmente al experimento 1(b), los periodos de observación fueron agrupados según horario del día. Estos correspondieron a Periodo 1: mañana (desde aproximadamente las 8:00 hasta aproximadamente las 11:30 horas), Periodo 2: mediodía (desde aproximadamente las 12:00 hasta aproximadamente las 14:30 horas), y Periodo 3: tarde (desde aproximadamente las 15:00 hasta aproximadamente las 18:00 horas).

Con el fin de evitar confusiones al momento de registrar las especies visitantes en los distintos bebederos de cada una de las grillas (conocer la concentración del bebedero que visitó el ave), se estableció un patrón de ubicación para los bebederos en las grillas, situando aquellos que coincidían en una concentración determinada con la misma disposición de acuerdo al plano axial de la grilla. Así, fueron ubicados en primera instancia todos los bebederos al 30% en el extremo superior de las grillas,

quedando en el extremo inferior los bebederos al 15%. Sin embargo, para evitar posibles sesgos respecto a la posición de los bebederos en las grillas que pudiesen condicionar la visita de las aves, el experimento fue repetido invirtiendo las posiciones de los bebederos.

Uno de los mayores problemas durante el montaje de los experimentos fue evitar la intrusión de hormigas a las soluciones azucaradas. Para ello fue necesario engrasar los postes por su base y elaborar montículos de tierra alrededor de éstos.

Experimento (3) Preferencia de densidad de bebederos por el picaflor de Arica

Una vez determinado el color y la concentración de néctar preferidos por *E. yarrellii*, según conteo directo en terreno, se dispusieron grillas con bebederos de dichas características (rojos al 30%) en los mismos territorios establecidos previamente, la mitad de ellas con sólo un bebedero y la otra mitad con tres, en dos días sucesivos, de manera simultánea tanto en el territorio de machos como de hembras. Así, cada grilla experimentó tanto con uno como con tres bebederos en dicho periodo de dos días. Fue incorporado el mismo volumen a los bebederos que en el experimento anterior, e igualmente. Cada grilla fue observada por cuatro periodos de 10 minutos cada uno para cada tratamiento (1 y 3 bebederos), vale decir, cada grilla se observó por ocho periodos. Sin embargo, al no existir réplica del mismo periodo de observación (mañana, mediodía y tarde) para una grilla dada cuando su densidad de bebederos fue de 1 y 3, la variable periodo del día fue omitida de los resultados.

Para todos los experimentos que implicaron la observación de tasa de visitas (1b, 2 y 3) la distancia establecida entre el observador y el foco de observación fue de

aproximadamente 3 m, evitando perturbar la actividad forrajera de las aves. Además, las observaciones fueron apoyadas con el uso de binoculares. En todos estos experimentos se observó el comportamiento de los visitantes florales, indicando la especie, sexo y si hubo o no consumo de néctar y por último, si existió la presencia de un macho dominante o no, mediante la observación de frecuencia y tipo de agresiones efectuadas por éste, tales como vocalización, persecución y contacto respecto de los picaflores que invadían su territorio. Igualmente fueron registradas agresiones por parte de cualquier otro individuo e independiente de su sexo.

Asimismo, se debe hacer hincapié que para todos estos experimentos se realizaron registros de tasa de visitas = $\text{visitas}/10 \text{ minutos}$, correspondiendo el tamaño muestral (n) al número de periodos de observación de 10 minutos realizados. Si bien es cierto que los análisis asumen la independencia de los registros de tasa de visita, es muy probable que este supuesto no sea completamente cierto, debido a que por el reducido tamaño del área muchas observaciones fueron hechas en árboles adyacentes y algunos árboles tuvieron que ser evaluados más de una vez.

En el experimento 1(b) los individuos arbóreos fueron observados de a pares, al igual que en el caso de las grillas para los experimentos 2 y 3, salvo en el caso de que alguna grilla hubiese sido dispuesta de forma solitaria a lo largo de su inmediación, como es el caso de una de las grillas del territorio de machos.

RESULTADOS

Experimento 1(a) Evaluación del volumen y concentración de néctar

Para el granado el promedio de concentración para las flores de las cuales se obtuvo volumen de néctar fue de 35,7% (p/p) ($\pm 16,27$), ya que de las 49 flores muestreadas, sólo en cuatro (8,2%) se pudo obtener volumen de néctar. El volumen promedio de néctar en las 49 flores fue de 0,21 μl ($\pm 0,81$). Si solo se consideran las flores de las cuales se extrajo néctar, fue de 2,6 μl ($\pm 1,44$), con un rango de volúmenes entre 0-4,5 μl , y un rango de concentraciones entre 26-60% (p/p).

De las 50 flores muestreadas en uhaloa, en 30 de ellas (60%) se obtuvo néctar. Se debe considerar que cada flor muestreada es en realidad el conjunto de 5 flores. El volumen promedio de néctar fue de 0,65 μl ($\pm 0,58$). Considerando sólo las agrupaciones de 5 flores de las cuales se extrajo néctar, fue de 1,1 μl ($\pm 0,53$). Por lo tanto, el volumen promedio por flor fue de aproximadamente 0,13 μl .; sin embargo, dentro de estos grupos también pudieron existir flores sin volumen de néctar. La concentración promedio de néctar resultó ser de 33,5% (p/p) ($\pm 16,58$), con un rango de volúmenes entre 0-1,5 μl , y un rango de concentraciones entre 25-43,2% (p/p).

En el caso del cardenal y añil, en las 50 flores muestreadas, no fue posible extraer néctar.

De las 500 flores muestreadas en chañares, sólo en el 74% de las agrupaciones florales se obtuvo néctar. El volumen promedio de néctar fue 0,95 μl ($\pm 0,99$), y considerando sólo las agrupaciones de 5 flores de las cuales se extrajo néctar, fue de 1,33 μl ($\pm 0,96$), así como el volumen promedio por flor fue de 0,19 μl . El promedio

de concentración de néctar resultó ser de 41,69% (p/p) ($\pm 19,29$), con un rango de volúmenes entre 0-8 μ l, y un rango de concentración entre 7,1-99% (p/p).

En el caso de las 100 flores muestreadas en naranjos, en 65 de ellas (65%) se extrajo néctar. El volumen promedio resultó ser igual a 11,96 μ l ($\pm 16,18$) y considerando sólo las flores de las cuales se extrajo néctar, fue de 18,4 μ l ($\pm 1,76$). El promedio de la concentración de néctar fue de 15,37% (p/p) ($\pm 4,27$), con un rango de volúmenes entre 0- 94 μ l, y un rango de concentración entre 7,8-38% (p/p).

Para efectuar el análisis estadístico de los resultados obtenidos a partir de los experimentos que involucran la tasa de visita de las aves, fue utilizado el programa STATISTICA 6.0, aplicando un Modelo Lineal Generalizado.

Experimento 1(b) Tasa de visita a los recursos florales

Las observaciones realizadas en cardenales, granados, uhaloa y añil, permitieron concluir que éstos no son recursos utilizados por *E. yarrellii*. Sin embargo, se observó ocasionalmente a *R. vesper* visitando estas especies, exceptuando el añil.

En la zona de chañares se registró mayor biodiversidad de aves respecto a la zona de naranjos. Las especies comunes a ambos sitios fueron *E. yarrellii*, *R. vesper*, *T. cora*, *Zonotrichia capensis* (chincol), *X. concolor* y *C. cinereum*. Sin embargo, en la zona de chañares, además fueron registradas, si bien muy rara vez, las siguientes especies: *Conirostrum tamarugense* (Comesebo de los tamarugos), *Zenaida asiatica* (Paloma de alas blancas), *Pyrocephalus rubinus* (Sacatureal), *Leptasthenura aegithaloides* (Tijeral), *Columbina cruziana* (Tortolita Quiguagua) y *Troglodytes aedon* (Chercán),

conformando apenas el 7% del total de las visitas. Por lo mismo, estas especies no fueron consideradas en los cálculos de tasa de visita.

El número de visitas totales efectuadas por las distintas especies a los principales recursos del picaflor de Arica (chañares y naranjos) se muestra en la siguiente Tabla.

Tabla 1. Número de visitas totales efectuadas por las distintas especies de aves a naranjos (*C. aurantinas*) y chañares (*G. decorticans*)

Especie	Especies arbóreas		Total
	<i>C. aurantinas</i>	<i>G. decorticans</i>	
<i>C. cinereum</i>	1	4	5
	1	4	5
<i>E. yarrellii</i> hembra	8	3	11
<i>E. yarrellii</i> macho	7	29	36
	15	32	47
<i>R. vesper</i>	24	1	25
	24	1	25
<i>T. cora</i>	5	3	8
	5	3	8
<i>X. concolor</i>	14	10	24
	14	10	24
<i>Z. capensis</i>	5	14	19
	5	14	19
Total	64	64	128

Del total de visitas realizadas por las aves a los naranjos, aquellas en las cuales se efectuó consumo (visita de flores) correspondieron al 73,4% (47 visitas) y aquellas en las cuales no se efectuó consumo (sólo percha) correspondieron al 26,6% (17 visitas) ($\chi^2=14,063$, $p=0,0002$). *E. yarrellii* machos efectuaron considerablemente más visitas que implicaron consumo frente a aquellas que no (6 v/s 1

respectivamente) ($\chi^2=3,571$, $p=0,059$). De las visitas efectuadas por *E. yarrellii* hembras, todas fueron asociadas a consumo (8).

Por contraparte, del total de visitas realizadas a los chañares por las aves, aquellas en las cuales se efectuó consumo (visita de flores) correspondieron al 28,2% (20 visitas) y aquellas en las cuales no se efectuó consumo (sólo percha) correspondieron al 52,1% (37 visitas) ($\chi^2=5,070$, $p=0,024$). Se puede observar que los porcentajes no logran sumar el 100% correspondiente, lo que se debe a un sesgo producido al no haberse registrado en algunas visitas si existió consumo o no por las aves.

E. yarrellii machos efectuaron visitas con y sin consumo en iguales proporciones. De las tres visitas efectuadas por *E. yarrellii* hembras, en una no se efectuó consumo y en las otras dos de ellas no existe registro de si fueron con o sin consumo.

Aplicando un Modelo Lineal Generalizado con covarianza (covariables: cobertura floral y altura del árbol), tanto para el caso del chañar como del naranjo, se obtuvo que la cobertura floral de cada árbol tuvo un efecto significativo y positivo ($\chi^2=9,578$; $gl=1$; $p=0,002$) sobre la tasa de visita de *E. yarrellii*. En el caso de la altura del árbol, el efecto no fue significativo ($\chi^2=3,067$; $gl=1$; $p=0,080$).

Existió una interacción significativa entre el periodo del día y la especie floral visitada ($\chi^2=22,005$; $gl=2$; $p=1,666e-05$), indicando que para el periodo 1 (mañana) hubo una mayor tasa de visita a *G. decorticans* que *C. aurantinas*, y que el chañar recibió más visitas en el periodo 1 que en el periodo 3 (tarde) (Figura 1).

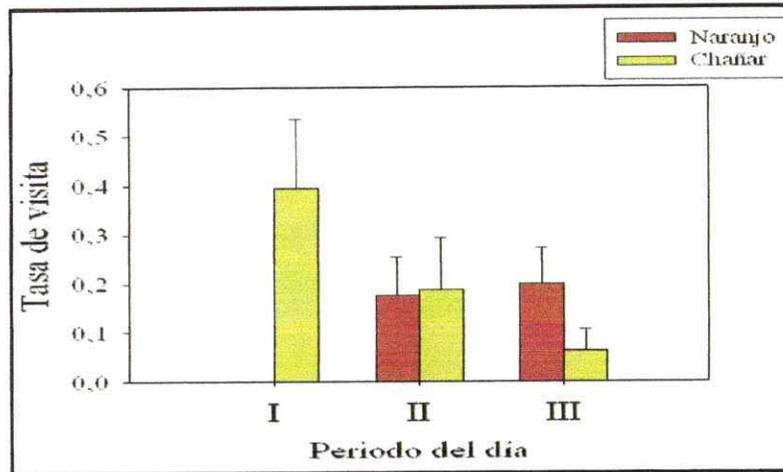


Figura 1. Número de visitas promedio efectuadas por *E. yarrellii* a naranjos y chañares en distintos periodos del día, donde cada barra representa la media + 1 EE, n=40 periodos de observación de 10 min c/u para cada barra.

Los machos realizaron más visitas a los árboles estudiados que las hembras ($\chi^2=8,110$; $gl=1$; $p=0,004$) (Figura 2).

Se observaron interacciones significativas entre el sexo del individuo y la especie floral visitada ($\chi^2=10,579$; $gl=1$; $p=0,001$), indicando que los machos realizaron más visitas a *G. decorticans* de las que realizaron las hembras a este recurso ($p=0,0009$); que los machos realizaron más visitas a *G. decorticans* que a *C. aurantinas* ($p=0,007$); y que los machos realizaron más visitas a *G. decorticans* de las que realizaron las hembras a *C. aurantinas* ($p=0,019$) (Figura 2).

Al efectuar el análisis conjunto de todas las especies visitantes, se obtuvieron las siguientes interacciones significativas: especie visitante/periodo del día ($\chi^2=27,408$; $gl=12$; $p=0,0067$) (Figura 3), especie floral/periodo del día ($\chi^2=15,283$; $gl=2$; $p=0,0005$) (Figura 4), y especie visitante/especie floral ($\chi^2=41,941$; $gl=6$; $p=1,889e-07$) (Figura 2).

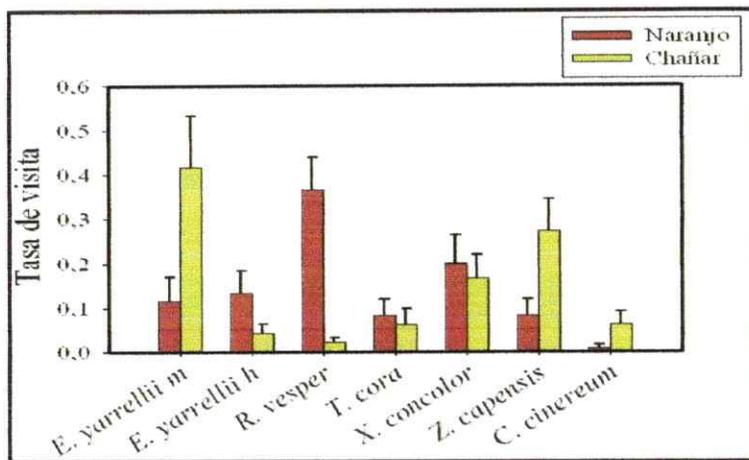


Figura 2. Número de visitas promedio efectuadas por especie, y por sexo en el caso de *E. yarrellii*, en relación a la especie floral e independiente del periodo del día, donde cada barra representa la media + 1 EE, n=60 periodos de observación de 10 min c/u para cada barra.

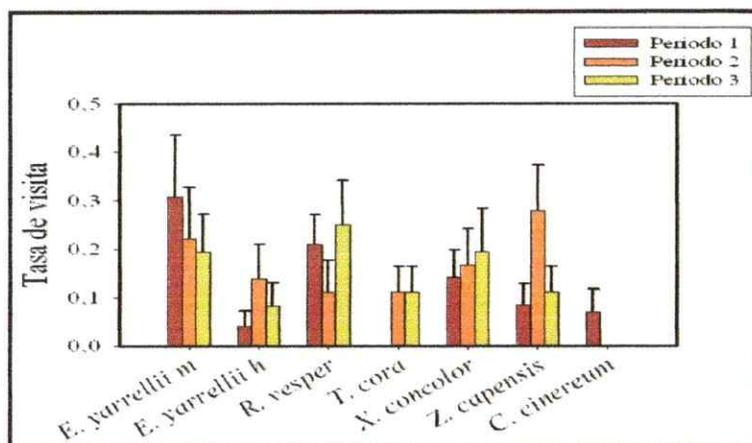


Figura 3. Número de visitas promedio efectuadas por especie, y por sexo en el caso de *E. yarrellii*, según periodo del día e independiente de la especie floral, donde cada barra representa la media + 1 EE, n=36 periodos de observación de 10 min c/u para cada barra.

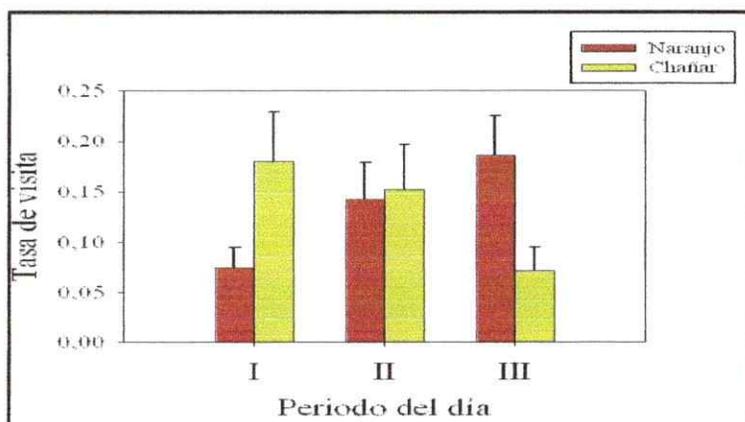


Figura 4. Número de visitas promedio efectuadas en los distintos periodos del día según especie floral, e independiente de la especie de ave, donde cada barra representa la media + 1 EE, n=140 periodos de observación de 10 min c/u para cada barra.

Basándose en lo anterior y a modo de comparación con el resto de las especies, se graficaron las interacciones significativas obtenidas para *E. yarrellii* en conjunto con las obtenidas para todas las especies visitantes.

En la figura 4 se observa que la tasa de visitas totales a *G. decorticans* disminuyó desde la mañana a la tarde, mientras que para *C. aurantinas*, existió un patrón opuesto.

Aunque si bien se observó una mayor biodiversidad de especies de aves visitantes en los chañares que en los naranjos, en estos últimos se registraron más visitas de aves (concentradas en 6 especies), y además se registraron cerca del doble de visitas con consumo que en los primeros, siendo los chañares en muchas ocasiones sólo visitados a modo de percha. Por otra parte, las visitas simultáneas de más de un ave en un mismo naranjo mostraron ser bastante más frecuentes que para el caso de un mismo chañar, pudiendo ser observado el forrajeo de entre 3-6 individuos, independiente de la especie, simultáneamente en un mismo árbol. Sólo en un par de ocasiones se observaron dos individuos de *E. yarrellii* machos forrajeando de forma simultánea en un mismo chañar.

Aunque para completar su dieta *E. yarrellii* debe consumir también insectos, en el tiempo de estadía en terreno nunca fue observado este patrón alimenticio. Sin embargo, existe evidencia de que esta especie concurre al estanque de agua para beber de ella, y de paso, para cazar insectos (C. Estades, com. pers.).

Experimento (2) Preferencia de color y concentración de néctar

El número de visitas totales efectuadas por las distintas especies a las grillas experimentales se muestra en la siguiente Tabla.

Tabla 2. Número de visitas totales efectuadas por las distintas especies de aves a los bebederos en relación al color y concentración de éstos

Especie	Bebederos con distintas características				Total
	Rojo 15%	Rojo 30%	Amarillo 15%	Amarillo 30%	
<i>E. yarrellii</i> hembras	3	30	4	18	55
<i>E. yarrellii</i> machos	3	15	7	11	36
	6	45	11	29	91
	51		40		
<i>R. vesper</i> hembras	16	59	16	36	127
<i>R. vesper</i> machos	7	11	3	9	30
	23	70	19	45	157
	93		64		
<i>T. cora</i> hembras	0	0	0	0	0
<i>T. cora</i> machos	2	2	0	0	4
	2	2	0	0	4
	4		0		
<i>X. concolor</i> hembras	2	5	5	11	23
<i>X. concolor</i> machos	8	7	10	10	35
	10	12	15	21	58
	22		36		
Total	41	129	45	95	310*

* Este valor representa el total de visitas efectuadas a bebederos, no a las grillas que los contienen.

Del total de las visitas realizadas a las grillas (256), aquellas en las cuales se efectuó consumo de los bebederos correspondieron al 88,7% (227 visitas) y aquellas en las cuales no se efectuó consumo, correspondieron al 11,3% (29 visitas) ($\chi^2=153,151$, $p \ll 0,001$). *E. yarrellii* machos efectuaron considerablemente más visitas con

consumo que sin consumo (25 v/s 4 respectivamente) a las grillas ($\chi^2=15,207$, $p=0,0009$). Todas las visitas efectuadas por las hembras fueron con consumo. Lo dispuesto previamente no guarda distinción entre los territorios de machos y los de las hembras.

Utilizando un Modelo Lineal Generalizado con distribución de Poisson, se obtuvo que la concentración de la solución dispuesta en los bebederos tuvo un efecto significativo sobre la tasa de visita de *E. yarrellii* ($\chi^2=40,463$; $gl=1$; $p=2,0038e-10$) (Figura 5), indicando que la especie realizó más visitas a los bebederos con concentración al 30% que aquellos al 15%.

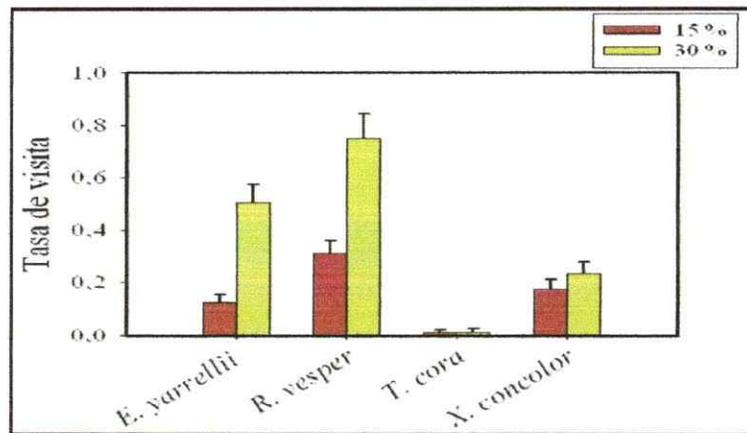


Figura 5. Número de visitas promedio efectuadas por especie a los bebederos de acuerdo a su concentración, e independiente de su sexo, , donde cada barra representa la media + 1 EE, n=144 periodos de observación de 10 min c/u para cada barra.

Sin embargo, en lo que respecta al color del bebedero, aunque se observaron más visitas a los bebederos rojos, esta diferencia no fue significativa ($\chi^2=1,304$; $gl=1$; $p=0,1971$) (Figura 6).

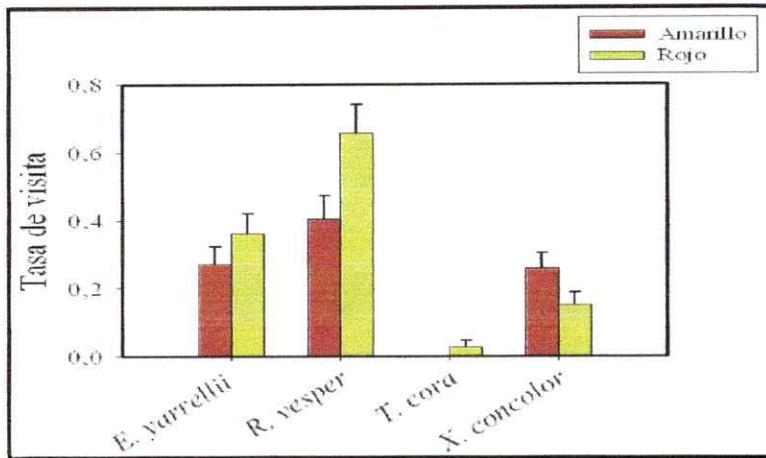


Figura 6. Número de visitas promedio efectuadas por especie a los bebederos de acuerdo al color de éstos, independiente de su sexo, donde cada barra representa la media + 1 EE, n=144 periodos de observación de 10 min c/u para cada barra.

Además se observó que las hembras *E. yarrellii* realizaron más visitas a los bebederos que los machos ($\chi^2=4,783$; gl=1; p=0,0287) (Figura 7).

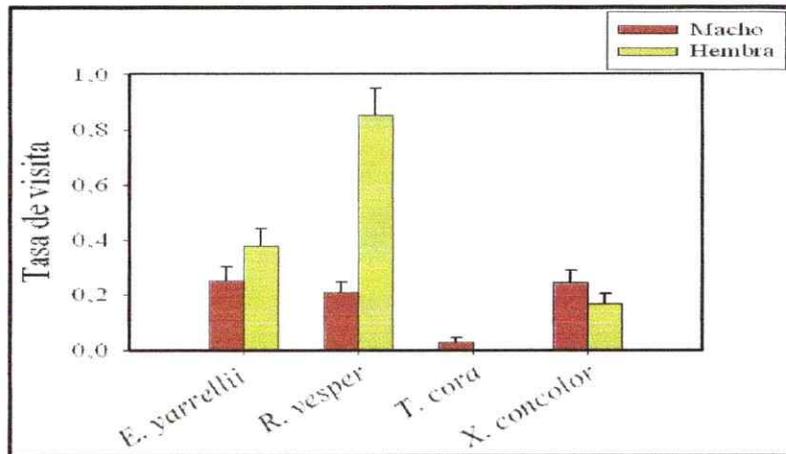


Figura 7. Número de visitas promedio efectuadas por especie a los bebederos de acuerdo al sexo, independiente de las características de éstos, donde cada barra representa la media + 1 EE, n=144 periodos de observación de 10 min c/u para cada barra.

El periodo del día no tuvo un efecto significativo sobre la tasa de visita de *E. yarrellii* a los bebederos de las grillas ($\chi^2=4,440$; gl=4; p=0,3497).

Se observaron interacciones significativas entre el sexo del visitante y la posición del bebedero en la grilla ($\chi^2=12,967$; $gl=1$; $p=0,0003$), indicando que las hembras efectuaron más visitas a los bebederos situados en la parte superior de las grillas que los machos.

También se obtuvieron interacciones significativas entre el sexo del visitante y el tipo de territorio ($\chi^2=14,187$; $gl=1$; $p=0,0002$). Indicando que hubo más visitas de hembras en territorios de hembras ($p=0,0013$); que los machos realizaron más visitas a los bebederos en territorios de machos ($p=0,0001$); y que las hembras realizaron más visitas a territorios de machos de las que realizaron los machos al territorio de hembras ($p=0,0007$).

Por último, se obtuvieron interacciones significativas entre el sexo del individuo, la concentración del bebedero, su color y posición en la grilla, y el tipo de territorio ($\chi^2=5,218$; $gl=1$; $p=0,0224$), indicando que los bebederos rojos al 30% situados en la parte inferior de la grilla recibieron más visitas de los machos ($p=0,034$) y que los machos realizaron más visitas a los bebederos rojos al 30% situados en la parte superior de las grillas de las que realizaron las hembras a los bebederos con dichas características pero situados en la parte inferior de las grillas ($p=0,049$).

Al realizar el análisis conjunto para todas las especies de aves estudiadas, se obtuvieron las siguientes interacciones significativas: especie visitante /periodo del día ($\chi^2=16,734$; $gl=6$; $p=0,0103$) (Figura 8), especie visitante/color bebedero ($\chi^2=15,334$; $gl=3$, $p=0,0016$) (Figura 6), especie visitante/concentración bebedero ($\chi^2=8,616$; $gl=3$; $p= 0,0349$) (Figura 5), y especie visitante/sexo del visitante ($\chi^2=38,613$; $gl=3$; $p=2,097e-08$) (Figura 7).

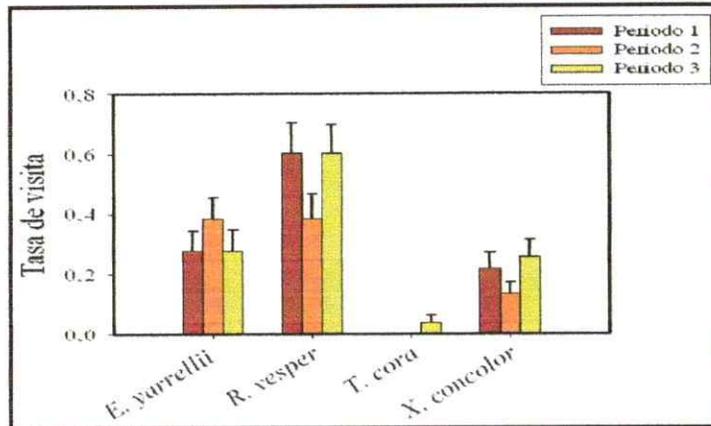


Figura 8. Número de visitas promedio efectuadas por especie a los bebederos de acuerdo al periodo del día, independiente de su sexo, donde cada barra representa la media + 1 EE, n=96 periodos de observación de 10 min c/u para cada barra.

Al igual que en el caso del experimento 1(b), se graficaron las interacciones significativas obtenidas para *E. yarrellii* en conjunto con aquellas obtenidas para todas las especies visitantes.

Experimento (3) Preferencia de densidad de bebederos

No existieron diferencias significativas entre las visitas efectuadas por *E. yarrellii* a los bebederos individuales o en grupo dispuestos en las grillas ($\chi^2=0,455$; gl=1; p=0,500).

El número de visitas totales efectuadas por las distintas especies a las grillas experimentales se muestra en la siguiente Tabla.

Tabla 3. Número de visitas totales efectuadas por las distintas especies de aves a las grillas de acuerdo a la densidad de bebederos en éstas

Especie	Nº bebederos en la grilla		Total
	1	3	
<i>E.yarrellii</i> hembras	37	46	83
<i>E.yarrellii</i> machos	15	17	32
	52	63	115
<i>R.vesper</i> hembras	65	74	139
<i>R.vesper</i> machos	9	7	16
	74	81	155
<i>T.cora</i> hembras	0	0	0
<i>T.cora</i> machos	4	7	11
	4	7	11
<i>X.concolor</i> hembras	11	9	20
<i>X.concolor</i> machos	13	27	40
	24	36	60
Total	154	187	341

Del total de las visitas realizadas, el 91,2% (311 visitas) correspondió a aquellas en las cuales se efectuó consumo de los bebederos, mientras que el 8,8% (30 visitas) correspondió a aquellas visitas en las cuales no se efectuó consumo ($\chi^2=231,557$, $p \ll 0.001$). *E. yarrellii* machos efectuaron considerablemente más visitas a las grillas que implicaron consumo de los bebederos frente a aquellas que no (27 vs 5 respectivamente) ($\chi^2=15,125$, $p=0,0001$). Todas las visitas de las hembras incluyeron consumo (83).

Para ambos experimentos con bebederos (2 y 3), cabe hacer notar la consistente diferencia en cuanto a la concurrencia de las aves entre aquellos sectores con una alta densidad de grillas respecto de aquellos dispuestos sólo con 1 o 2 de éstas, donde los

primeros mostraron ser considerablemente más visitados que los segundos (no sólo por los picaflores).

Tanto para *R. vesper* como *E. yarrellii*, en cuanto a las visitas simultáneas a más de una grilla, éstas fueron poco frecuentes, representando aproximadamente el 5% del total de las visitas. Aún menos frecuentes resultaron ser las visitas simultáneas a una misma grilla, siendo observadas sólo en una ocasión, y durando tan sólo segundos del momento en que ambos individuos notaron la respectiva presencia del otro (D. Lühr, obs.pers.).

Por otra parte, *E. yarrellii* en su visita a las grillas, usualmente no probaba todos los bebederos dispuestos en ellas, generalmente visitando 1 o 2 de ellos. En cuanto a esto cabe mencionar que tanto *R. vesper* como *X. concolor* fueron más frecuentemente observadas probando más de un bebedero (incluso todos) y por tanto, permaneciendo por un tiempo más prolongado en las grillas. Además, *E. yarrellii* permanecía libando por tiempos más breves de un bebedero dado (sobre todo los machos) (D. Lühr, obs.pers.). La visita de todas las aves a sólo un bebedero de las grillas, correspondieron a alrededor de un 80% del total.

Interacciones y conductas agresivas

Las interacciones agresivas entre las distintas especies de picaflores, tanto en torno a los recursos florales como a las fuentes artificiales alternativas de alimento, fueron observadas en orden de frecuencia como sigue: *R. vesper* ♀ / *R. vesper* ♀ ≥ *E.*

yarrellii ♂ / *E. yarrellii* ♂ > *E. yarrellii* ♀ / *E. yarrellii* ♀ = *R. vesper* ♀ / *R. vesper*

♂ = *E. yarrellii* ♂ / *T. cora* ♂ > *E. yarrellii* ♂ / *E. yarrellii* ♀ > *T. cora* ♂ / *R. vesper*
♀ = *E. yarrellii* ♂ / *R. vesper* ♀ = *R. vesper* ♂ / *R. vesper* ♂ (D. Lühr, obs.pers.).

La conducta territorial mostrada por el macho *E. yarrellii* en torno a las grillas experimentales consistió principalmente en constantes vuelos exhibitorios, acompañados de vocalizaciones, que duraban varios minutos y eran seguidos por cortos descansos en perchas de árboles, para luego volver a ser retomados. En su vuelo, a menudo podía llegar tan alto como 10-15 m aproximadamente desde el suelo, donde en un lapso de sólo segundos realizaba una breve suspensión en el aire. Este comportamiento fue más frecuentemente observado que la persecución de otros picaflores (D. Lühr, obs.pers.).

Por su parte, las persecuciones intra-específicas a otros machos fueron mucho más frecuentes que las inter-específicas, y además se extendían por tiempos y distancias más prolongados. Aunque las peleas tuvieron lugar más frecuentemente entre dos machos, sólo en un par de ocasiones se observaron peleas entre tres machos (D. Lühr, obs.pers.).

Además, las interacciones agresivas entre los picaflores en general, fueron mucho menos frecuentes en los territorios de las hembras (D. Lühr, obs.pers.).

La conducta territorial mostrada por los machos *E. yarrellii* en la zona de chañares, consistió principalmente en una constante vigilancia del entorno desde perchas en la copa de estos árboles. Los vuelos exhibitorios y persecuciones fueron observados de forma mucho menos frecuente que en los territorios con grillas. No se observó territorialidad de *E. yarrellii* en la zona de naranjos. Sin embargo, la frecuencia de

interacciones agresivas entre picaflores, sobre todo entre individuos *R. vesper*, fue bastante más alta que en la zona de chañares (D. Lühr, obs.pers.).

Las únicas observaciones de interacciones agresivas entre hembras *E. yarrellii* estuvieron asociadas a las actividades reproductivas, como la recolección de material para la fabricación del nido (D. Lühr, obs.pers.).

En cuanto a *R. vesper*, la hembra parece ser más territorial y agresiva que el macho. Además, este último muestra ser bastante menos territorial que el macho *E. yarrellii*. Sin embargo, *T. cora* macho podría presentar un nivel de territorialidad muy similar a *E. yarrellii* macho, dado que se observó la constante presencia de un ejemplar perchando en la copa de un chañar. En los escasos encuentros entre éstos, en los territorios con grillas, no se registró el desplazamiento de ninguna de las especies por la otra (D. Lühr, obs.pers.).

DISCUSIÓN

Los valores tan variables obtenidos en relación al volumen de néctar dentro un mismo individuo y entre individuos de chañar y naranjo, concuerdan con lo observado por Kearns & Inouye (1993), quienes sostuvieron que la secreción de néctar puede variar tanto dentro de las flores de un mismo parche como dentro de las flores de una misma planta, siendo en algunas especies, esta producción afectada por la edad de la flor.

El chañar tiene numerosas flores pequeñas con muy poco néctar de una alta concentración, coincidiendo con lo planteado por Hainsworth & Wolf (1976), donde algunas especies de plantas que producen néctar con alta concentración tienen numerosas flores pequeñas y bajas tasas de producción de néctar. Las altas concentraciones de néctar en algunas especies de plantas con muchas flores pequeñas pueden resultar a partir de la competencia con plantas polinizadas por insectos, ya que éstas usualmente presentan las mismas características. Asimismo, estas elevadas concentraciones aumentan la eficiencia de explotación de pequeños volúmenes, por tanto los picaflores pueden ser capaces de visitar estas plantas eficientemente a causa de los bajos costos de forrajeo y de que el tiempo requerido para visitar muchas flores tiene un menor impacto energético en ellos (Hainsworth & Wolf 1976).

Stromberg & Johnsen (1990) plantean que la mayoría de las flores usadas por los picaflores presentan concentraciones naturales de sacarosa en el rango del 20-25%. Similarmente, Pyke & Waser (1981) encontraron que la media de concentración de néctar para flores polinizadas por picaflores conocidas fue 23% (202 especies), y la concentración media de néctar para flores polinizadas principalmente por abejas fue

36% (156 especies). Esto concuerda con lo planteado por Tamm & Gass (1986), quienes plantean que el néctar de las flores polinizadas principalmente por picaflores tiende a ser diluido comparado con el néctar de flores polinizadas por abejas. Sin embargo, dichos resultados probablemente están basados en consideraciones morfológicas de la flor, como el largo de la corola, donde la mayoría de los picaflores estudiados han sido asociados con la polinización de flores con largas corolas tubulares. Estas flores presentan una menor tasa de evaporación de su néctar, y por lo tanto, se encuentra más diluido (Kearns & Inouye 1993). A diferencia de ello, las características florales de los recursos de *E. yarrellii* proveen un néctar más concentrado, aunque esto no coincide con lo observado en los naranjos.

Una baja proporción de las flores estudiadas presentaba un volumen sustancial de néctar. Una de las posibles razones de este resultado sugiere que no hubo secreción de néctar por reabsorción de éste o es a causa del consumo y agotamiento de éste por parte de esfíngidos u otros insectos nocturnos. Respecto a este último punto hubiese sido recomendable haber embolsado el máximo de flores para evitar la intromisión de factores externos que puedan afectar la producción de néctar.

Puede existir un sesgo temporal debido a la imposibilidad de realizar las mediciones de todas las flores de forma simultánea, efectuándose las mediciones para las flores de todos los individuos de una especie dada en un lapso de 4 horas, pudiendo existir una influencia horaria entre algunas flores y su patrón de producción de néctar.

En relación al estado fenológico de las flores, se puede mencionar que se evidencia un patrón similar para los principales recursos de *E. yarrellii*: *G. decorticans* y *C. aurantinas*. En ambos casos las flores más jóvenes, con coloración de sus pétalos

más intensa y las cuales no se desarmaban fácilmente al ser manipuladas eran aquellas en las cuales era posible obtener un mayor volumen de néctar.

El naranjo además, presenta otra característica muy peculiar que es la coloración amarilla intensa de sus estambres y su disposición estrechamente empaquetada al igual que sus pétalos.

Aunque según observaciones previas en terreno (C. Estades, com.pers.) el granado no es una especie de preferencia de forrajeo por el picaflor, se decidió analizar las características del néctar de sus flores, dada las características llamativas de la formación floral (grande flores rojas). Luego de obtener los resultados de éstas, se reafirma el por qué no resulta ser una especie explotada por *E. yarrellii*, ya que no representa un real aporte energético.

En relación a los resultados de las visitas a los recursos florales se observó que el chañar fue la especie más concurrida y defendida por *E. yarrellii* lo que podría indicar que las preferencias de este picaflor se basan más en el valor energético que en el volumen de néctar. Es así, como finalmente la elección del alimento en los picaflores se basa en consideraciones tendientes a maximizar su fitness, más que en aquellas relacionadas con caracteres morfológicos de la flor (coloración, forma, tamaño, etc.). Sin embargo, lo anterior sólo es válido para los machos, ya que las hembras visitaron considerablemente más los naranjos, por lo cual es posible sugerir, dado que en esta zona los machos no ejercían dominancia, que la conducta forrajera de las hembras está condicionada por la conducta territorial de los machos.

Pitelka (1942) sugiere que la defensa de los territorios podría resultar ser particularmente importante para los machos, dado que la defensa de estos territorios podría tener implicancias en su sistema de apareamiento, manteniéndolos aún en etapa post-reproductiva. En el presente caso el chañar podría cumplir la función secundaria como estación de apareamiento.

El hecho de haber evaluado en los registros la visita no sólo del ave de interés, sino que de cualquier otra especie, radica en la influencia que la presencia de otras aves pudiese tener sobre la tasa de visita de *E. yarrellii* a sus recursos alimenticios, pudiendo perturbar la actividad forrajera normal de esta especie en el fenómeno que se conoce como competencia por interferencia, donde existe una interacción directa entre dos individuos y en que uno de ellos impide la utilización de los recursos por el otro al interferir ocupando una parte de su hábitat. Sin embargo, la presencia de otras especies parece haber tenido un efecto menor en la tasa de visita de *E. yarrellii*.

Que la cobertura floral haya tenido un efecto significativo positivo sobre la tasa de visita de *E. yarrellii* puede indicar que la disponibilidad del recurso floral es un factor importante en la elección del alimento. Según la Teoría de Forrajeo Óptimo (TFO), esto sería similar a escoger el parche con mayor densidad de flores, que implica un menor costo de forrajeo, al invertirse menos tiempo en la actividad y obtenerse una recompensa relativamente grande (McArthur & Pianka, 1966). Aunque no se detectó un efecto del número de bebederos por grilla (uno vs. tres) en la tasa de visita, el hecho de que para ambos experimentos con bebederos (2 y 3) se haya observado una mayor concurrencia de aves (no sólo picaflores) a aquellos

sectores con una mayor cantidad de grillas, sugiere que podría haber un efecto de la concentración de recursos, pero a una mayor escala que la ensayada.

Por lo postulado previamente, no es de extrañar el no haber observado concurrencia de *E. yarrellii* al cardenal, añil y uhaloa, dada la baja o casi nula densidad de éstos como parche de recursos. Más aún, las características del néctar en uhaloa, similares a las del chañar, evidencian la importancia del factor densidad del recurso y su distribución espacial para su elección como fuente de alimento.

La influencia horaria sobre la tasa de visita del picaflor de Arica indica que durante el comienzo de sus actividades éste prefiere forrajear en la zona de chañares más que en la de naranjos, invirtiéndose este patrón en el transcurso de la tarde. Según este comportamiento, se puede postular que el picaflor presenta una estrategia de forrajeo relacionada con los patrones horarios de producción diferencial de néctar de acuerdo a la especie arbórea. Así también el horario del día podría tener influencia sobre las características del néctar de las flores. Por otra parte, este patrón alimenticio podría deberse inversamente a que las diferentes características de los recursos influyen la visita de las aves en distintos periodos del día, por lo que un néctar más energético es principalmente ingerido para comenzar las actividades, y un mayor volumen de néctar es ingerido al final del día, para poder sobrellevar el largo periodo de inactividad durante la noche.

Como era de esperarse, dado que los picaflores favorecen néctares con mayor aporte energético, la selección del chañar como el mayor recurso alimentario por la especie, da cuenta de dicho postulado. Asimismo, se esperaba que una concentración al 30% fuese escogida por sobre aquella al 15%. Diversos autores han calculado el máximo

en la tasa de ingesta energética para los picaflores dentro de ciertos rangos de concentraciones de néctar, tales como: 40-50% (Tamm & Gass 1986); 35-40% de sacarosa para grandes volúmenes y 20-25% de sacarosa para pequeños volúmenes (Kearns & Inouye 1993); 22-26% de sacarosa (Stromberg & Johnsen 1990). Estos últimos autores basaron su predicción haciendo énfasis en la noción de que los límites de la ingesta de néctar son debidos al incremento en la viscosidad. Sin embargo, Tamm & Gass (1986) fueron capaces de demostrar que los picaflores no siempre prefieren la concentración más alta disponible, sino una concentración cercana a la cual maximizan la tasa de ingesta energética, observando una mayor ingesta a una concentración de 40% que a una de 60% (Tamm & Gass 1986).

Por lo mismo dispuesto previamente, era esperable que la elección de los bebederos fuese hecha basándose en consideraciones energéticas más que en las características de éstos (color). Más aún cuando incluso la concentración más alta escogida en los bebederos fue inferior al promedio de concentración para las flores en *G. decorticans*. Similarmente a lo registrado aquí, en los experimentos realizados por Stiles (1976) también fue observado que las preferencias energéticas están por sobre las de color.

El no haber observado preferencia por color de bebedero da cuenta de los postulados de Mcdade (1983), donde los picaflores no discriminan entre distintos colores de la flor a menos que los morfotipos difieran en el monto o la tasa de producción de néctar, siendo dicho factor junto con la eficiencia en la extracción de néctar, los mayores parámetros energéticos de las flores. El color, es por tanto, un estímulo de orientación percibido a una distancia, que dirige a las aves hacia la flor

recompensante en néctar. Por ende, dado que los bebederos forrados de distinto color no diferían en su monto ni en su mayor concentración de néctar, la preferencia por cualquier color en su más alta concentración no era probable de ser observada.

Por lo mismo dispuesto previamente, dado a que el picaflor de Arica debiese asociar una mayor recompensa y eficiencia en extracción de néctar con flores de coloración tenue (amarillas y blancas) como lo son las de sus principales recursos, éste debiese haber escogido aquellos bebederos forrados de color amarillo por sobre los de color rojo. Sin embargo, Harris-Haller & Harris (1991) sugieren que el uso del color en la localización inicial de la fuente de alimento se debe a una aparente curiosidad por investigar todo lo brillante o inusual en su ambiente, pero que una vez que la fuente es localizada, es probable que otros factores tales como la memoria espacial, disponibilidad de perchas, competencia, calidad y cantidad del néctar disponible, etc., puedan ser más importantes que el color en el uso continuado de una fuente. Además, estos autores sugieren que los picaflores no sólo utilizan señales visuales como el color de las flores para localizar el alimento adecuado, sino que también aprenden por medio de la observación de otras aves. Así, una vez que los individuos *E. yarrellii* investigaron lo inusual en su ambiente, dichos parámetros prevalecieron en el uso indistinto de un color por sobre otro de los bebederos.

La relación inversa encontrada de acuerdo a las visitas por sexo en los recursos florales y las grillas experimentales denota la marcada diferencia en cuanto al comportamiento territorial mostrado por los machos *E. yarrellii*, evidenciándose este patrón de forma mucho más notoria y frecuente en los recursos florales que en las grillas, y por ende, una mayor posibilidad de concurrencia por las hembras en estas

últimas. Esto nuevamente estaría dando cuenta de la actividad forrajera condicionada de las hembras.

En los experimentos de Harris-Haller & Harris (1991) se observó que las hembras utilizaban muy poco los bebederos en relación a los machos, relacionándolo a (1) su bajo número dado que estaban entrando al periodo de incubación, con distintos requerimientos energéticos, o (2) la incapacidad de desplazar a los machos dominantes. Sin embargo, en este estudio se observó la mayor concurrencia por parte de las hembras a los bebederos de las grillas experimentales, probablemente debido a que existe una mayor proporción de hembras que de machos, o dado a que se encontraban en pleno periodo de incubación, por lo que sus mayores demandas energéticas las hacían visitar más frecuentemente las grillas.

El patrón de actividad en torno a las grillas experimentales coincide con los resultados de trabajos previos, en que se ha observado que las visitas simultáneas son mucho menos frecuentes que las visitas solitarias dentro de un territorio dispuesto con bebederos artificiales. Por otra parte, también se corrobora que dentro de las visitas simultáneas lo más frecuente es observar el menor número de individuos alimentándose juntos (generalmente sólo uno). Esto reafirma nuevamente el comportamiento territorial mostrado por los picaflores, siendo mucho más marcado en el caso de *E. yarrellii* machos.

En los experimentos realizados por Pitelka (1942) fueron observados los mismos despliegues territoriales por los machos dominantes que en el presente estudio, tales como (1) exhibiciones, seguidas tanto por violentos vuelos hacia lo alto, usualmente fuera del área de alimentación para retornar dentro de aproximadamente un minuto a

un poste, dejando que el intruso intimidado hiciera su escape; y (2) persecuciones. En estas últimas se ha observado que el macho puede perseguir a los intrusos por distancias variables más allá de los límites de la zona de alimentación, a menudo tanto como 30-45 m., similar a lo registrado en nuestras observaciones.

Al igual que lo observado en estos experimentos en relación al comportamiento territorial mostrado por *E. yarrellii*, en que sin duda las interacciones del tipo intra-específicas fueron más frecuentes que las inter-específicas, y donde a su vez la duración de las primeras fue mayor que en las últimas, en otros trabajos realizados con bebederos artificiales se ha observado el mismo patrón. Éste podría deberse a que el oponente intra-específico, al presentar los mismos rasgos de territorialidad y agresividad, es considerado como potencialmente más competitivo que un oponente inter-específico. Sin embargo, Pitelka (1942) postula que el mayor número de intrusos intra-específicos perseguidos sugiere que el comportamiento territorial podría tener otras funciones más que la protección del recurso per se, como por ejemplo, funciones sociales relacionadas con el sistema de apareamiento.

En muchas especies de picaflores se ha reportado su gran flexibilidad, habituándose no sólo a forrajear durante todo el año flores de parques y jardines, sino que además habituándose a la presencia de seres humanos, e incluso hasta modificando su alimentación, consumiendo -si se les proporciona- grandes cantidades de soluciones azucaradas a partir de bebederos artificiales. Sin embargo, de acuerdo a lo que fue posible observar en terreno, estas características de flexibilidad presentaron un fuerte grado diferencial entre las distintas especies de picaflores presentes en el área de estudio, observándose más marcado en *R. vesper* que en *E. yarrellii*, siendo la

primera especie bastante más curiosa y confiada (sobre todo la hembra), y pudiendo por tanto, aprovechar de forma más eficiente las fuentes alimenticias que le son otorgadas.

Para todos los experimentos realizados existe un indudable sesgo debido a la posible confusión de hembras de *E. yarrellii* con hembras de *T. cora*. Por esto no sería descartable el hecho de que algunos registros identificados como *E. yarrellii* hembras puedan corresponder a *T. cora* hembras. Sin embargo, la existencia de muy pocos machos de *T. cora*, sugiere que este sesgo podría ser despreciable, al existir consecuentemente pocas hembras, dado que aparentemente no existe una población establecida en el lugar.

Cabe hacer notar también, que para todos los experimentos que implicaron tasa de visitas, muchas de las visitas registradas pudieron corresponder al mismo individuo; sin embargo, no se tiene registro de ello.

CONCLUSIONES

El uso de bebederos artificiales como herramienta de manejo para la especie resultó ser efectiva luego de un corto periodo de acostumbramiento, sirviendo evidentemente como fuente alternativa de alimento. Las características evaluadas en éstos sugieren que es conveniente emplear bebederos conteniendo soluciones al 30% o superior, dada la alta concentración de néctar registrada para el principal recurso alimentario de la especie; además, es conveniente agrupar muchos bebederos en diversas grillas de modo que sean vistos como un parche denso de recursos. De acuerdo al color del forrado de éstos, es indistinto si se forran de color rojo o amarillo. Probablemente la levemente mayor tasa de visita a los bebederos de color rojo (aunque no resultó ser significativa) se deba simplemente a la curiosidad innata de estas aves por examinar aquello llamativo en su ambiente.

Se debe tomar en cuenta que ésta es una herramienta de manejo temporal y por ende, lo primordial si se quiere revertir la situación de la especie es realizar un adecuado manejo de su hábitat, protegiéndolo de la deforestación. Posibles medidas radicarían en establecer áreas protegidas que resguarden el hábitat de esta especie (chafiáres, romerillos, pacamas, entre otras), así como planes de reforestación a gran escala de los recursos florísticos nativos de *E. yarrellii*. French y col. (2003) sugieren que la conservación a nivel de paisaje es importante ya que las aves nectarívoras parecen moverse entre un rango de sitios y hábitat de una forma impredecible, incluyendo áreas desprovistas de sotobosque. Por ende, la conservación de unos pocos sitios específicos en un área dada es poco probable que conserve a las poblaciones de aves nectarívoras.

Sin embargo, en cuanto a la temporalidad de esta oferta alternativa de alimento, no se estableció en este trabajo la proporción de individuos utilizando los bebederos en relación a aquellos forrajeando parches de flores en un mismo periodo de tiempo, por lo cual se desconoce el nivel en que éstos dejaron de lado sus recursos florísticos para alimentarse de fuentes artificiales. En el corto periodo de experimentación con bebederos artificiales no es posible establecer si es que el acostumbramiento de las aves a esta nueva modalidad de alimentación genera un elevado desuso de los recursos naturales o no, y mucho menos la pérdida de la capacidad innata de las especies para conseguir su alimento del medio y buscar fuentes alternativas de alimento pero a partir de su hábitat natural. Habría que determinar el lapso de tiempo dentro del cual es posible otorgar esta oferta sin que haya repercusiones a nivel de la ecología de la especie.

La realización de experimentos en terreno permite observar el comportamiento real y los patrones ecológicos de las especies animales. Más aún, la experimentación con bebederos artificiales que los agrupa dentro de un área acotada, permite observar más detenidamente su comportamiento en relación a individuos intra e inter-específicos (social) coexistentes, y su reacción frente a lo novedoso. Sin embargo, al ser experimentos de terreno, las variables externas no pueden ser controladas, generándose algunos sesgos.

El picaflor de Arica mostró tener rasgos más marcados de territorialidad en comparación con otras especies de picaflores con las cuales coexiste, además de poseer un carácter menos curioso y adaptable, lo cual podría implicar una desventaja en términos de sobrevivencia. Sin embargo, aunque esta especie fue la última en

acostumbrarse a los bebederos artificiales, mantuvo su uso continuado. Lo cual resultó ser un buen indicador de que ésta puede ser una herramienta de manejo efectiva para la especie.

De acuerdo a lo que fue posible observar, la habilidad de un picaflor para consumir el suficiente alimento que permita su balance energético depende no sólo del monto y calidad de la fuente alimenticia, sino que además del nivel de competencia, corroborando teorías previas que sugieren que éste es un factor clave que condiciona la alimentación de los picaflores. Este factor resulta ser bastante evidente en el caso del macho *E. yarrellii*, quien gasta la mayor parte de su tiempo y energía en defender sus territorios y perseguir intrusos conespecíficos, siendo observado en contadas ocasiones forrajeando parches de flores o libando de los bebederos de forma relativamente tranquila y prolongada. La hembra sin embargo, al no defender territorios alimenticios, es menos afectada por la competencia con otras especies o con-específicos.

El escaso número de ejemplares de *T. cora* observados en Chaca al momento de este estudio, podría indicar que la competencia inter-específica con este picaflor no sería un factor de amenaza importante en este valle. Por otra parte, pese a su elevada densidad poblacional, notables características de adaptabilidad, y a la ocupación del mismo nicho ecológico, *R. vesper* no ha sido categorizada como posible competencia para *E. yarrellii*, probablemente por observaciones efectuadas en el valle Azapa, donde al poder ser encontrado el chuvé, el nivel de competencia alimentaria entre estas dos especies sería mucho menor. Por el contrario, es probable que la completa

erradicación de este recurso florístico en Chaca haya conllevado a la convergencia de estas dos especies de aves hacia la explotación de los mismos recursos.

Los datos obtenidos en este estudio junto con observaciones registradas en Azapa (C. Estades, com. pers), indican que los bebederos son utilizados por todas las especies de picaflor presentes en los valles del norte de Chile. Por lo anterior, si bien es cierto que esta técnica puede ayudar a sustituir el alimento natural para *E. yarrellii*, la potencial atracción de sus competidores (*T. cora*) es un inconveniente que deberá abordarse a través del manejo del hábitat o el control directo de la población invasora.

Las posibles causas de que en la actualidad la población principal de *E. yarrellii* se concentre en el Valle de Chaca y no en el Valle de Azapa (ubicado a 10 km de la ciudad de Arica), radica en que al primero, aunque siendo de superficie más reducida y con menos agua, se ha demorado más en llegar la agricultura intensiva, actividad cuyo desmalezado y pesticidas asoman como principales responsables de la extinción de este picaflor. Así, en Azapa esta actividad aparentemente causó una mortandad masiva de la especie, que fue aprovechada por *T. cora*, adaptado a ambientes intervenidos por el hombre. Los agricultores de Azapa siguen aplicando cada semana pesticidas químicos a sus tomates, siendo la principal causa de la situación.

Por otra parte, con una mayor cantidad de chañares, Chaca es la más importante reserva alimenticia para *E. yarrellii*. Además tiene otra ventaja, el no haber sido colonizada por una población estable de *T. cora*. Aunque a la fecha del estudio realizado por Estades y col. (2007), *T. cora* no había sido registrado en el valle de Chaca, a la fecha del presente estudio fueron observados algunos pocos ejemplares

aislados en el sector, indicando la progresiva expansión de esta especie por los valles del extremo norte de nuestro país.

La efectiva conservación de los picaflores requiere de la comprensión de los factores que promueven su diversidad y de las áreas que actualmente son importantes tanto para los sucesos de forrajeo como de anidamiento (Wethington y col, 2005). La utilización de bebederos con néctar artificial constituye una herramienta con un claro potencial para contribuir en la conservación del Picaflor de Arica.

BIBLIOGRAFÍA

Armstrong, D. (1986). Economics of Breeding Territoriality in Male Calliope Hummingbirds. Department of Zoology and Institute of Animal Resource Ecology. *The Auk* 104: 242-253.

Cruz, A. & Chipana, G. (2005). Rango de Ocurrencia y Distribución del picaflor de Tacna (*Eulidia yarrellii*) en el Sur del Perú.

Estades C, J Aguirre, Escobar M, J Tomasevic, Vukasovic Ma & Ch Tala. (2007). Conservation Status of the Chilean Woodstar *Eulidia yarrellii*. *Bird Conservation International* 17:163-175.

French K, I Paterson, Miller J & RJ Turner. (2003). Nectarivorous Bird Assemblages in Box-Ironbark Woodlands in the Capertee Valley, New South Wales. *Emu* 103: 345 – 356.

González-Gómez P. L. & R. A. Vásquez. 2006. A field study of spatial memory in green-backed firecrown hummingbirds (*Sephanoides sephaniodes*). *Ethology* 112: 790-795.

Grant, V. & Grant, K. (1970). A Hummingbird-Pollinated Species of Boraginaceae in the Arizona Flora. *Proceedings of the National Academy of Science* 66:917-919

Hainsworth, F. & Wolf, L. (1976). Nectar Characteristics and Food Selection by Hummingbirds. *Oecologia* 25: 101-113.

Harris-Haller, T. & Harris, S. (1991). Experiments with Allen's And Anna's Hummingbirds at Sugar Water Feeders in spring. *Western Birds* 22:175-188.

Jaramillo, A. (2003). Birds of Chile. Princeton Field Guides, Princeton and Oxford. 240 pp.

Kearns, C. & Inouye, D. (1993). Techniques for Pollination Biologists. pp 153-216.

McArthur, R. & Pianka, E. (1966). On Optimal Use of a Patchy Environment. *The American Naturalist* 100: 603-609.

Mcdade, L. (1983). Long-Tailed Hermit Hummingbird Visits to Inflorescence Color Morphs of *Heliconia Irrasa*. *The Condor* 85:360-364.

Pitelka, F. (1942). Territoriality and Related Problems in North American Hummingbirds. *The Condor* 44:189-204

Pohl N, G Carvallo, Botto-Mahan C & R Medel. (2006). Non additive effects of flower damage and hummingbird pollination on the fecundity of *Mimulus luteus*. *Plant Animal Interaction* 123. *Oecologia* 149:648-655

Powers, D. & Mckee, T. (1994). The Effect of Food Availability on Time and Energy Expenditures of Territorial and Non-Territorial Hummingbirds. *The Condor* 96:1064-1075

Pyke, G. & Waser, N. (1981). The production of dilute nectars by hummingbird and honeyeater flowers. *Biotropica* 13:260-270.

- Remsen J, F Stiles & Scott P. (1986). Frequency of Arthropods in Stomachs of Tropical Hummingbirds. *The Auk* 103:436-441
- Roberts, M. (1995). Hummingbird Licking Behavior And The Energetics Of Nectar Feeding. *The Auk* 112:456-463.
- Stiles, G. (1976). Taste Preferences, Color Preferences, And Flower Choice In Hummingbirds. *The Condor* 78:10-26.
- Stromberg, M. & Johnsen, P. (1990). Hummingbird Sweetness Preferences: Taste or Viscosity?. *The Condor* 92:606-612.
- Tala, Ch. (2004). Programa para la Recuperación del Picaflor de Arica e Inventario de su Tamaño Poblacional. Boletín SAG, Departamento de Protección de los Recursos Naturales Renovables, Sub-departamento de Vida Silvestre 1:1-5.
- Tamm, S. & Gass, C. (1986). Energy Intake Rates And Nectar Concentration Preferences By Hummingbirds. *Oecologia* 70:20-23.
- Wethington S, G West & Carlson B. (2005). Hummingbird Conservation: Discovering Diversity Patterns in Southwest U.S.A. USDA Forest Service Proceedings RMRS-P 36. pp 162-168.
- Wissman J, T Lennartsson & Sjödin E. (2006). III. Floral density and the facilitation of pollination-an empirical study. In: Wissman J. Grazing regimes and plant reproduction in semi-natural grasslands. Acta Universitatis Agriculturae Sueciae. Doctoral thesis nr 2006:40. pp 1-19.