

Universidad de Puerto Rico en Ponce
Departamento de Biología

BIOL 3014
Ejercicio 1
ANÁLISIS DE UN ARTÍCULO CIENTÍFICO

Redactado por: Migdalia Álvarez-Ruiz Ph D. Catedrática
Modificado por: Heidi I. Reyes-Ramírez M.S. Catedrática Auxiliar

Los objetivos de este laboratorio son:

1. Identificar y describir las partes de un artículo científico.
2. Desarrollar las destrezas necesarias para la redacción científica.

Introducción

Método Científico e Investigación

El método científico es un proceso formal de investigación que consiste de varios pasos:

- Hacer observaciones y generalizaciones (razonamiento inductivo).
- Proponer una hipótesis (“explicación tentativa o posible”).
- Hacer predicciones (razonamiento deductivo).
- Diseñar y conducir un experimento.
- Recopilar y organizar los resultados, posiblemente en tablas y gráficas. Los datos cuantitativos se deben analizar utilizando pruebas estadísticas.
- Interpretar los resultados y llegar a conclusiones.

En ciencias naturales y en otras disciplinas es muy importante la comunicación de los resultados de la investigación científica. Los resultados de cualquier investigación científica pueden ser publicados en revistas científicas y en libros.

Partes de un artículo científico

- Título
- Autor o autores
- Resumen
- Palabras claves
- Introducción
- Materiales y Métodos
- Resultados
- Discusión
- Literatura Citada

Título

Este siempre debe ser fiel al contenido, específico, ni muy largo ni muy corto.

Existen dos tipos de títulos:

Informativo - comunica el resultado principal de la investigación. Por ejemplo, *Fire Increases the Diversity of Grasses in the Guánica Prairie.*

Descriptivo - reseña el contenido de la investigación sin ofrecer resultados. Por ejemplo, *Effect of Fire on the Diversity of Grasses in the Guánica Prairie*

Autor o autores

-En una publicación científica el primer autor es la persona que más contribuyó al trabajo de investigación.

Resumen o Abstract (en inglés)

Resumen – mini artículo que sintetiza los cuatro aspectos principales del artículo:

- El propósito del trabajo (Introducción y objetivos)
 - La metodología o experimentación (Materiales y Métodos)
 - Los hallazgos más importantes, información obtenida durante la investigación (Resultados)
 - Las conclusiones principales y el significado de las mismas (Discusión)
- Consiste de un solo párrafo.
 -No contiene citas bibliográficas ni referencias a tablas o figuras.
 -Se redacta en tiempo pasado.
 -No contiene siglas o abreviaturas, excepto aquellas conocidas por toda la audiencia.
 -Por lo general, contiene el nombre común y el nombre científico de las especies estudiadas.
 -No puede exceder la longitud especificada por la revista (usualmente de 150 a 250 palabras).

Las **palabras claves** (“Key words”) se colocan después del resumen. No todos los artículos incluyen palabras claves.

Introducción

A. La introducción debe incluir:

1. la **importancia de la investigación**.
2. el **conocimiento actual** del tema: o sea el trasfondo obtenido del tema por la revisión de literatura. Sólo se cita la literatura pertinente para actualizar al lector.
3. el **propósito de la investigación (objetivos)**

B. Las citas se pueden escribir de dos formas:

1. Según Gavilán y Breckon (1989) la distribución de *Piper extramarginatum* está limitada a una altitud mayor a los 1,000m en Puerto Rico.
2. En Puerto Rico la distribución de *Piper extramarginatum* está limitada a una altitud mayor a los 1,000m (Gavilán y Breckon, 1989).

Materiales y métodos

- Esta sección debe ser explicativa en detalles y proveer toda la información necesaria para que otra persona pueda duplicar el experimento.
- Debe incluir la descripción del área de estudio en caso de una investigación realizada en el campo.
- Se escribe en tiempo pasado.
- Si se usan procedimientos de otra investigación, éstos deben citarse.

-Se deben citar equipos o programados usados.

Resultados

Esta sección es el corazón del informe o artículo científico porque contiene los resultados de la investigación. Estos se pueden presentar mediante texto, tablas y/o figuras.

En términos generales:

- El texto es la forma más rápida y eficiente de presentar pocos datos.
- Las tablas son ideales para presentar datos precisos y repetitivos.
- Las figuras se usan para presentar datos con tendencias o patrones importantes.
- Las tablas deben tener unidades.

NO se discute el por qué de los resultados.

En vez de decir *Los datos están en la tabla 1* y pretender que el lector estudie la tabla y deduzca los resultados, es preferible resumir con palabras las conclusiones más importantes. Ejemplo: *Los resultados de la Tabla 1 demuestran que la duración del periodo embrionario disminuyó según aumentó la temperatura.*

Formato de las tablas

Las tablas tienen una estructura estándar:

- Número y título: indica el número de la tabla y explica su contenido.
- Encabezamiento de las columnas: describe el contenido de las columnas.
- Encabezamiento de las filas: describe el contenido de las filas.
- Cuerpo: contiene los datos obtenidos en el experimento.
- Notas: explican parte del contenido para que la tabla se entienda independientemente del texto del artículo.
- Líneas de definición: separan las secciones de la tabla y mejoran su apariencia.
- Las tablas y las figuras no se insertan en las páginas de texto, se colocan al final, en los apéndices.

Figuras

- Las figuras son ideales para presentar datos que tienen tendencias o patrones bien definidos.
- Pueden ser indispensables para presentar procesos complejos o imágenes que costaría mucho esfuerzo describir con palabras.
- Como con las tablas, las ilustraciones deben ser **necesarias** y contribuir **significativamente** al contenido del artículo.
- Preferimos las figuras cuando los datos presentan un patrón bien definido y cuando la figura resalta una diferencia que no se aprecia claramente en una tabla.

Discusión

- Se analizan e interpretan los resultados del experimento o investigación, se explica lo que ocurrió. Es importante comparar los resultados con **otros resultados** de investigaciones previas y establecer la relevancia de los resultados.
- Se debe evaluar detalladamente el otro trabajo para poder establecer hasta que punto puede llegar la comparación.
- Los resultados deben compararse tanto con los resultados de otras investigaciones que apoyen nuestra hipótesis como con resultados contrarios (en caso de que existan). Hay

que tener precaución con la discusión de resultados que no son estadísticamente significativos.

-Se deben mencionar las limitaciones que tuvo el trabajo.

-Si los resultados difieren de lo esperado se deben explicar las razones posibles.

-Las últimas oraciones deben ser una conclusión general del experimento y cómo esta investigación abre las puertas a otros trabajos.

Literatura citada

-La forma de citar varía dependiendo de la revista en la que se publique el artículo.

-Para las **citas en el documento** (en la introducción y discusión) se usa *et al.* cuando hay más de dos autores. (por ejemplo, González *et al.* 2002).

-Existen tres tipos de **citas bibliográficas**:

1. Un artículo en una revista: la cita de un artículo publicado en una revista varía dependiendo de donde obtengamos la información. Esto puede incluir, copia impresa de la revista, una publicación electrónica de la revista o un artículo incluido en un libro.

2. Cita de un libro.

3. Cita de la Internet.

Un artículo en una revista

El formato de la cita debe ser:

-[autor, año de publicación, título, revista, volumen y número, páginas]

-Ejemplo: **Wiesenborn, W. D. 2004.** Mouth parts and alimentary canal of *Opsius stactogalus* Fieber (Homoptera: Cicadellidae). **Journal of the Kansas Entomological Society 77(2):** 152-155.

Artículo publicado en una revista impresa disponible en la Internet:

-El formato debe ser:

-[autor, año de publicación, título, revista, volumen, número, páginas, dirección (URL) de la versión digital]

Ejemplo: Mari Mutt, J. A. 1999. Print vs. the Internet: On the Future of the Scientific Journal.

Caribbean Journal of Science, 25(1-2): 160-164. <http://caribjsci.org/june99/p.160-164>.

Artículo incluido en un libro

-[autor, año de publicación, título del artículo, editores del libro, título del libro, páginas del libro correspondientes al artículo, casa editora, ciudad donde radica la casa editora]

Ejemplo: Morgan, G. S. 1994. Late Quaternary fossil vertebrates from the Cayman Islands. **In M. A. Brunt and J. E. Davies (eds.), The Cayman Islands: Natural History and Biogeography**, 465-508 pp. **Kluwer**: Amsterdam.

Cita de un Libro

-[autor, año de publicación, título del libro, casa editora, ciudad donde radica la casa editora, total de páginas del libro]

Ejemplo: **Rivero, J. A. 1998.** Los anfibios y reptiles de Puerto Rico. Editorial de la **Universidad de Puerto Rico, San Juan, 510 pp.**

Citas de revistas electrónicas en Internet

-[autor, año de publicación, título, revista, volumen, dirección (URL)]

Ejemplo: Bustamante, J. O. 2004. New biotechnological applications of Coconuts.

Electronic Journal of Biotechnology. 7(1):

<http://www.biotechnology.info/content/vol7/issue1/issues/1/index.html>.

Otras citas

-Cuando la información que se cita no está publicada o fue provista por otro investigador esta no se añade a la literatura citada sino en el texto Ej. (José Rodríguez, comunicación personal)

-Cuando se cita material de otro artículo esta información no se copiará literalmente. El hacerlo constituye plagio.

Procedimiento 1- Título

1. Clasifica los títulos a continuación en D (descriptivos) o I (informativos);
 - a. A fatal attack by the shark *Carcharhinus galapagensis* at St. Thomas, Virgin Islands
 - b. The feeding habits of some juvenile marine fishes from the mangroves in western Puerto Rico
 - c. Inflorescence morphology of *Acacia nilotica*
 - d. First report of stauromedusae from Puerto Rico
 - e. Defensive behaviour of some Panamanian scorpions
 - f. The lipid composition of the organs of two species of tropical chitons
 - g. Relationship between foraminifers and pollution in two Puerto Rican bays
 - h. A very high incidence of skin candidiasis and *Tinea versicolor* in Mayaguez, Puerto Rico
 - i. Pteridine accumulation in lizards of the genus *Anolis*
 - j. Hypoxia tolerance of selected fishes from a hyperthermal rock pool in the Dry Tortugas
 - k. Ecology of the elfin woods warbler (*Dendroica angela*) and associated insectivorous birds in Puerto Rico
 - l. The chemical composition of some marine and fresh-water turbellarians

Procedimiento 2-Resumen

1. Identifica en el ejemplo a continuación, las oraciones que corresponden a la introducción, métodos, resultados y conclusiones.

2. Menciona 5 palabras claves.

Abstract

1An obstacle to the study of root architecture is the difficulty of measuring and quantifying the three-dimensional configuration of roots in soil. 2The objective of this work was to determine if fractal geometry might be useful in estimating the three-dimensional complexity of root architecture from more accessible measurements. 3A set of results called projection theorems predict that the fractal dimension (FD) of a projection of a root system should be identical to the FD roots in three-dimensional space. 4To test this prediction we employed SimRoot, an explicit geometric simulation model of root growth derived from empirical measurements of common bean. 5We computed the three-dimensional FD, FD of horizontal plane intercepts (planar FD), and FD of vertical line intercepts (linear FD). 6Three-dimensional FD was found to differ from corresponding projected FD, suggesting that the analysis of roots grown in a narrow space or excavated and flattened prior to analysis is problematic. 7A log-linear relationship was found between FD of roots and spatial dimension. 8This log-linear relationship suggests that the three-dimensional FD of root systems may be accurately estimated from excavations and tracing of root intersections on exposed planes.

Procedimiento 3-Trabajo Cooperativo

-**Artículo sugerido:** Torres-Báez, P. y J. Collazo. 1992. Biología Reproductiva y Datos Preliminares sobre Patrones de Crecimiento del Juí de Puerto Rico (*Myarchus antillarum*) en Cabo Rojo, Puerto Rico. *Caribbean Journal of Science* 28(1-2):30-37.

Parte A

1. Grupos de 4 estudiantes discutirán las características de cada parte.
 - Grupo A- Título, Resumen e Introducción
 - Grupo B- Materiales y Métodos y Literatura Citada
 - Grupo C- Resultados
 - Grupo D- Discusión
2. Cada grupo se encargará de ser el experto de la parte asignada.
3. Analice, junto a su grupo de trabajo, cada parte, identificando lo importante de cada una, indique si cumple con las características discutidas.
4. Como “expertos” cada grupo presentará al resto del laboratorio sus conclusiones (10 minutos).

Parte B

1. Describe brevemente de que trata el artículo.
2. ¿Cuál es la hipótesis del experimento, si alguna?

3. ¿Cuál o cuáles son los objetivos?

4. Localiza en el texto:
a-dos referencias de un artículo.

b-tres referencias de un libro.

c-una referencia de una comunicación personal.

5. Analiza una gráfica o figura para determinar si está preparada correctamente.

6. Muestra donde en la discusión se comparan los resultados obtenidos con investigaciones previas.

7. ¿Cuáles son las conclusiones? ¿Se dan recomendaciones para estudios futuros?

8. ¿Los resultados apoyan la hipótesis a ser probada?

9. ¿Qué nos informa el artículo que antes no conocíamos?

10. ¿Qué otras partes tiene este artículo que no necesariamente aparecen en otros artículos?

Biología Reproductiva y Datos Preliminares sobre Patrones de Crecimiento del Juí de Puerto Rico (*Myiarchus antillarum*) en Cabo Rojo, Puerto Rico

PABLO TORRES BÁEZ¹ Y JAIME A. COLLAZO²

¹U. S. Fish and Wildlife Service, Caribbean Field Office,
Boquerón, Puerto Rico 00622

²U.S. Fish and Wildlife Service, North Carolina Fish and Wildlife Cooperative Research Unit,
North Carolina State University, Raleigh, North Carolina 27695

ABSTRACT. – The breeding biology and growth patterns of the Puerto Rican Flycatcher (*Myiarchus antillarum*) were studied at the Cabo Rojo National Wildlife Refuge in 1987 and 1989. The breeding season extended from February through June both years. During the study, 24 nests built in wooden nest structures were monitored. Breeding peaked in May, 1987 and June, 1989. Combined reproductive data yielded a mean clutch size of 4.58 and an average number of young per nest of 3.29. Seventy-four percent of the nests fledged at least one young. Nestling growth pattern was logistic, with fastest growth occurring between 5 to 13 days post-hatch. The mean weight of fledglings was 22.37 g, which was significantly lower than mean adult weight. Brood size and nest location were used as classification factors in analyses of covariance. We found that: 1) growth rates between broods of 3 and 5 chicks were similar for weight and wing length, 2) after adjusting data by age, there were significant differences for mean weight and wing length due to nest location. We suggest that these differences might be due to inherent characteristics of the breeding pair or to the quality of the nesting habitat. At the fledging stage, however, young from both brood sizes abandoned the nest with similar morphological dimensions and weight.

RESUMEN. – La **biología** reproductiva y patrones de crecimiento del **juí** de Puerto Rico (*Myiarchus antillarum*) fueron estudiados en el Refugio de Viola Silvestre de Cabo Rojo en los **años** 1987 y 1989. La temporada de reproducción se **extendió** desde febrero hasta junio. Durante el transcurso del trabajo se estudiaron 24 nidos **construidos** en nidales de madera. Los picos de reproducción se registraron en mayo, 1987 y en junio, 1989. Combinando temporadas, el promedio del **tamaño** de la camada fue de 4.58, el de volantones por nido fue de 3.29 y un 74% de los nidos fueron exitosos. El patron de crecimiento de los polluelos fue **logístico**, con el periodo de **más rápido** crecimiento entre los 5 y 13 días de edad. El peso promedio de los volantones fue de 22.37 g, significativamente menor que el peso de los adultos. El **tamaño** de la **nidada** y **localización** del nido se usaron como factores de **clasificación en análisis** de covarianza. Se **determinó** que 1) las tasas de crecimiento entre nidadas de 3 y 5 polluelos fueron similares para peso y largo de ala, 2) al ajustar por edad, hubo diferencias entre valores promedios para peso y largo de ala debido al factor localización del nido. Se sugiere que características inherentes de la pareja o la calidad relativa del **hábitat** pueden causar las diferencias. En la etapa de volanton, sin embargo, los polluelos de nidadas de 3 y 5 abandonaron el nido en condiciones **morfométricas** similares.

INTRODUCCIÓN

El juí de Puerto Rico (*Myiarchus antillarum*) es considerado una especie endémica de la región de Puerto Rico (Lanyon, 1967). La distribución de la especie se extiende desde Puerto Rico hasta las Islas Vírgenes Norteamericanas (excepto Santa Cruz) y las Inglesas (Raffaele, 1989). La especie habita bosques, horde de manglares, plantaciones de café y la zona carstica. El juí se creyó extinto debido al paso del huracán San Felipe en el 1928 pero actualmente es rela-

tivamente abundante en Puerto Rico. Se le considera raro en Vieques y Culebra. Aunque se ha reportado para St. John, St. Thomas, Virgen Gorda y Tortola, el juí se considera raro en esas localidades.

Varies aspectos de la ecología de la especie han sido estudiados en Puerto Rico. Estos incluyen hábitos alimentarios (Wetmore, 1916, 1927), vocalización (Lanyon, 1967), interacción con el tordo lustroso (*Molothrus bonariensis*) durante la época de reproducción (Cruz y Nakamura, 1984; Wi-

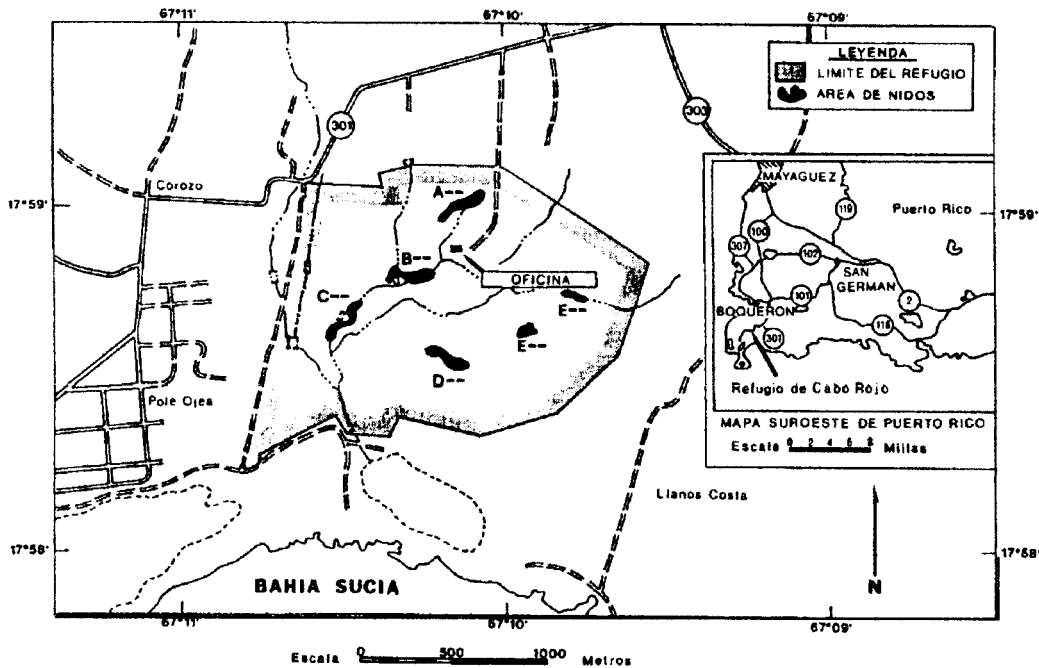


Fig. 1. Mapa del Refugio Nacional de Viola Silvestre de Cabo Rojo, Puerto Rico. Las letras A-E indican la localización de las cajas de madera.

ley, 1985; Cruz et al., 1985), y forrajeo (Cruz et al., 1986). En este estudio presentamos información sobre la biología de reproducción y patrones de crecimiento del jui en una localidad del suroeste de Puerto Rico. En particular, examinamos si las tasas de crecimiento fueron afectadas por el tamaño de la nidada. Nuestra hipótesis es que la capacidad de los adultos para suplir la demanda energética a un número variable de polluelos se puede reflejar en las tasas de crecimiento (Ricklefs, 1983). Conforme a esta hipótesis, comparamos variables morfométricas de polluelos a 10 largo de su desarrollo y específicamente, al abandonar el nido.

AREA DE ESTUDIO Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo en el Refugio Nacional de Viola Silvestre de Cabo Rojo (Fig. 1). En esta región el jui es considerado común (5 a 20 individuos observados en un día). El clima es moderadamente árido y la vegetación es clasificada como bosque subtropical seco (Ewel y Whitmore, 1973). La vegetación en el área de estudio se ca-

racteriza por árboles de bayahonda (*Prosopis pallida*), úcar (*Bucida buceras*), y yerba de guinea (*Panicum maximum*).

La biología reproductiva se estudió mediante visitas periódicas a nidos construidos en cajas de madera previamente colocadas por el Servicio de Pesca y Viola Silvestre como parte del Plan de Recuperación de la Mariquita de Puerto Rico (*Agelaius xanthomus*). Las cajas están diseñadas para minimizar depredación por medio de una barrera de aluminio en forma de cono colocada en la base de las mismas. Las cajas están identificadas individualmente con un código alfa-numérico, distribuidas a 10 largo de cañadas en grupos de 5 (cajas E) ó 10 (cajas A, B, C, D) (Fig. 1). Se visitaron las cajas cada dos días, desde enero hasta julio cada temporada. A cada nido activo se le dio seguimiento para determinar su éxito reproductivo. El tamaño promedio de la camada y el número de volantones por nido se calculó utilizando todos los nidos encontrados, excepto tres nidos. Estos se excluyeron del análisis porque no se pudo determinar el paradero de la camada o de

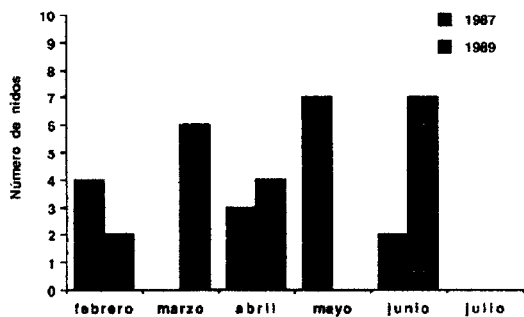


FIG. 2. Cronología de reproducción del juí de Puerto Rico en Cabo Rojo, Puerto Rico, 1987 y 1989.

los polluelos. Los datos también se reportan como el número de volantones por nido exitoso. Un nido exitoso es una nidada que produjo por lo menos un volantón.

Para describir los patrones de crecimiento de los polluelos se tomaron las siguientes medidas morfológicas: 1) culmen (desde la punta del pico hasta el nares), 2) largo del tarsometatarso derecho, 3) ala (desde los carpales hasta el final de la primaria número 10), y 4) peso. Las medidas fueron tomadas en milímetros utilizando un calibrador Vernier. Para el peso se utilizó una balanza Pesola calibrada de 0 a 100 g. Todas las medidas se expresaron como el promedio \pm 1 desviación estándar.

Los datos de crecimiento fueron ajustados utilizando ecuaciones Gompertz, logística y Von Bertalanffy. Procedimientos para realizar estos ajustes son descritos por Kaufmann (1981) y Ricklefs (1983). La hipótesis sobre tasas de crecimiento diferencial entre polluelos provenientes de nidadas de diferentes tamaños se examinó utilizando análisis de covarianza. Los contrastes se hicieron entre camadas de 3 y 5 polluelos. El mismo análisis se utilizó para comparar variables morfométricas a lo largo del desarrollo de los polluelos, una vez se ajustaban por la covariable edad. Los factores de clasificación fueron la localización de nido y el tamaño de la nidada. La prueba Mann-Whitney fue usada para contrastar variables morfométricas entre volantones de nidadas de distinto tamaño, y entre volantones y adultos. Además, la prueba anterior se usó para contrastar tamaño de la camada y éxito de anidamiento entre ambos años. El peso fue la única variable mor-

CUADRO 1. Ajustes de las ecuaciones diferenciales Gompertz, Logísticas y Von Bertalanffy a datos de incremento en peso ($n = 18$ individuos) del juí, Cabo Rojo, Puerto Rico,

Tipo de ecuación	Ecuación	F	R ²
Gompertz	$G = -a \ln S + \ln b$	42.85*	0.32
Von Bertalanffy	$G = a / S - b$	25.29*	0.22
Logistics	$G = -a S + b$	59.61**	0.41

G = tasa de crecimiento específico, S = peso promedio. * = $P = 0.0001$.

fométrica que se contrastó entre volantones y adultos. El estimado del peso del adulto del juí se obtuvo de individuos capturados en el Bosque Estatal de Guánica (W. Arendt, 1990, comunicación personal). Creemos que usar dicho estimado es apropiado porque el Bosque de Guánica y el Refugio Nacional de Viola Silvestre de Cabo Rojo comparten los elementos de vegetación y clima que caracterizan el hábitat usado por el juí. Finalmente, se provee una ecuación para predecir por regresión múltiple la edad del polluelo. El nivel alfa para los análisis estadísticos fue de 0.05.

RESULTADOS

En ambos años, la temporada de reproducción comenzó en febrero y se extendió hasta junio. El pico de reproducción en el 1987 ocurrió en mayo, mientras que en el 1989 ocurrió en junio (Fig. 2). De las 50 cajas de madera disponibles, aproximadamente 30% fueron utilizadas en el 1987 y 36% en el 1989. Por lo menos una caja por grupo alfa-numérico fue utilizada cada temporada. En ambos años una de las cajas recibió dos posturas. No se pudo determinar si las posturas pertenecían a la mis-

CUADRO 2. Promedios + desviación estándar de variables morfométricas para polluelos de un día de nacidos y etapa de volantón ($n = 35$).

Variable	1 día	Volantones
Culmen (mm)	2.37 \pm 0.37	9.20 \pm 0.60
Tarsometatarso (mm)	7.33 \pm 0.93	22.91 \pm 0.84
Largo de ala (mm)	—	58.79 \pm 3.28
Peso (g)	3.06 \pm 0.83	22.37 \pm 1.71

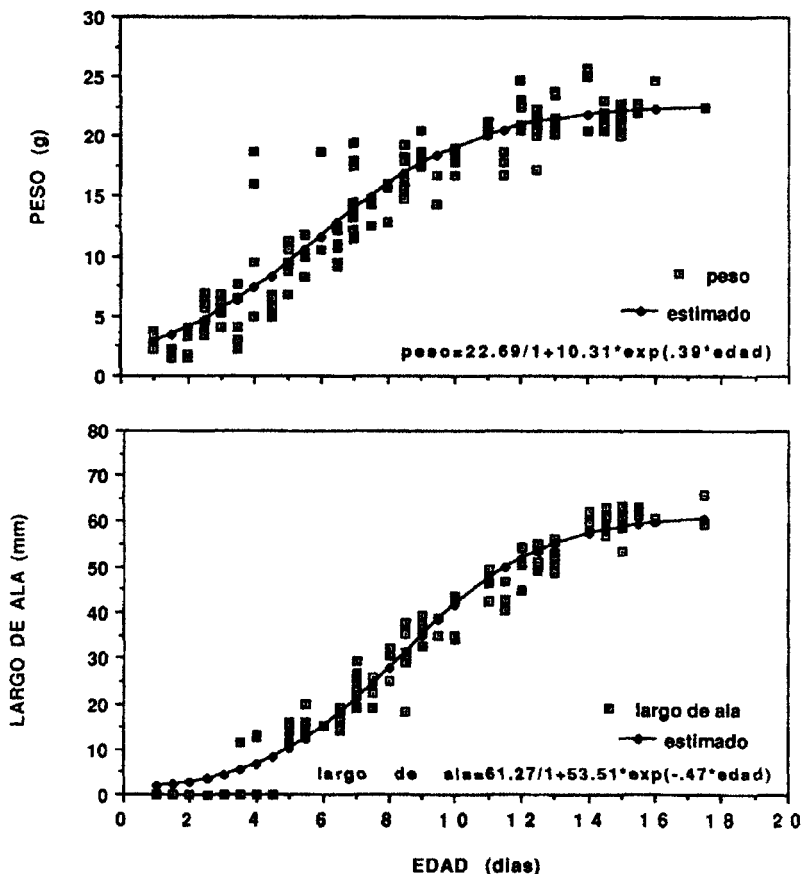


FIG. 3. Patrón de crecimiento y ajuste logístico para el peso y largo del ala de polluelos del jui de Puerto Rico, Cabo Rojo, Puerto Rico.

ma hembra o a hembras distintas, ya que los adultos no estaban marcados.

En el año 1987, el promedio de la camada fue de 4.35 huevos ($n = 13$), el por ciento de eclosión fue de 93.4, el número de volantones por nido fue 3.38 y 80% de los nidos fueron exitosos. En el año 1989, el promedio de la camada fue de 4.82 huevos ($n = 11$), el por ciento de eclosión fue de 86.7, el número de volantones por nido fue 3.18 y 66.6% de los nidos fueron exitosos. El promedio de huevos no fue significativamente distinto entre años ($U' = 41$; $P < 0.05$). Cuando combinamos la información, el promedio de huevos por nido es de 4.58 (extremos: 3 a 6 huevos). De un total de 114 huevos para ambos años, 103 (90.3%) eclosionaron. El promedio de volantones por nido entre temporadas tampoco fue

significativamente distinto ($U' = 98$; $P < 0.05$). Un total de 79 polluelos abandonaron el nido durante 1987 y 1989, para un promedio de 3.29 volantones por nido. Durante ambas temporadas, un 74% de las nidadas fueron exitosas.

El patrón de crecimiento de los polluelos del jui fue de tipo sigmoide. Los ajustes curvilineales para el peso indican que el mejor ajuste fue el logístico (Cuadro 1); patrón que se repite para las otras variables. La ecuación logística y los valores estimados para el peso y largo de ala se presentan en la Figura 3. Inicialmente, las tasas de decrecimiento son más rápidas para el peso que para el largo del ala. Para el tercer día de nacidos, los polluelos alcanzaron 24% del peso asintótico. Las plumas del ala no brotaron hasta casi el cuarto día de nacidos.

CUADRO 3. Desglose de varianza para análisis de covarianza para peso y largo de ala utilizando tamaño de la nidada como factor de clasificación y edad como covariable.

I. $H_0: \beta_3 = \beta_5$ (pendientes paralelas)

Fuente de variabilidad	Grados de libertad	Error	F	P
Peso	1	3.01	0.43	0.51
Error	161	6.96		
Largo de ala	1	0.91	0.01	0.94
Error	164	17.86		

II. $H_0: \hat{\alpha}_3 = \hat{\alpha}_5$ (interceptor homogéneos)

Variable dependiente = peso

Promedio ajustado nidada de 3 = 15.76 g, nidada de 5 = 13.65 g

Fuente de variabilidad	Grados de libertad	Error	F	P
Nidada	1	100.23	14.43	0.001
Edad	1	7258.15	1045.44	0.001
Error	162	6.94		

Variable dependiente = largo de ala

Promedio ajustado nidada de 3 = 31.12 mm, nidada de 5 = 27.60 mm

Fuente de variabilidad	Grados de libertad	Error	F	P
Nidada	1	272.85	15.36	0.001
Edad	1	81.147.55	4569.99	0.001
Error	165	17.75		

El incremento para ambas variables morfométricas fue más rápido entre los 5 y 13 días de edad, decelerando al aproximar los valores asintóticos. A los 15 días de edad los polluelos habían alcanzado 97% (largo del ala) y 98% (peso) del valor asintótico. Valores promedios para las distintas variables morfométricas para polluelos de un día de nacidos y para volantones se resumen en el Cuadro 2. Comparaciones morfométricas entre volantones y adultos solo fueron posibles para el peso ya que no existe información base para otras variables. El peso promedio de 49 adultos capturados en el Bosque Seco de Guánica fue de 23.5 ± 1.36 g (W. Arendt, 1990, comunicación personal). Este valor es significativamente

mayor ($t = -3.31$; $P = 0.001$) que el peso de los volantones (22.37 ± 1.71 g).

El largo del ala y el peso se usaron para comparar las tasas de crecimiento entre nidadas de 3 y 5 polluelos. El largo del ala se escogió porque estuvo altamente correlacionada con la edad ($r = 0.97$, $P = 0.001$). El peso se escogió porque refleja mejor la capacidad y habilidad de los adultos para criar un número variable de polluelos por nido (Ricklefs, 1983). Los análisis de covarianza indican que las diferencias en las tasas promedio de crecimiento entre el peso ($F = 0.43$, $P = 0.51$) y el largo del ala ($F = 0.01$, $P = 0.94$) no son significativas (i.e., pendientes paralelas) (Cuadro 3). A lo largo del desarrollo y una vez se ajustan los datos por la covariable edad, las nidadas de 3 polluelos exhibieron un peso (15.76 g) y largo de ala (31.12 mm) significativamente mayor que los de las nidadas de 5 (Cuadro 3). Sin embargo, cuando integramos la localización del nido al análisis y separamos la contribución de cada factor a la variabilidad del modelo, el tamaño de la nidada no es un factor significativo ($F = 1.53$, $P = 0.27$ [peso]; $F = 3.73$, $P = 0.11$ [largo de ala]), dejando de localización del nido como el factor que explica las diferencias reportadas ($F = 9.68$ [peso]; $F = 4.07$ [largo de ala], $P = 0.001$) (Cuadro 4).

Al volar del nido (i.e., 15-16 días) no hubo diferencias significativas entre individuos producidos en nidos de 3 y 5 polluelos para el peso, culmen y tarsometatarso (Cuadro 5). Para el largo del ala, la diferencia fue significativa ($U' = 107$, $P < 0.05$). Sin embargo, creemos que esta diferencia se debe a un error de muestreo asociado a una de las nidadas de tres polluelos. El promedio de largo de ala para esta nidada fue de 50.46 ± 0.63 mm. El promedio del largo del ala para las otras dos nidadas de tres fue de 58.0 ± 1.32 mm, que fue similar a los valores de las nidadas de cinco polluelos (Cuadro 5).

El largo del ala ($r = 0.97$, $P = 0.001$) y el culmen ($r = 0.97$, $P = 0.001$) fueron las variables morfométricas mejor correlacionadas con la edad del polluelo. Anticipando que estudios posteriores necesiten estimar la edad de polluelos, presentamos la siguiente regresión para dichos propósitos

CUADRO 4. Desgloce de varianza para análisis de covarianza para peso y largo de ala integrando localización del nido y tamaño de la nidada como factores de clasificación y edad como covariable.

I. Variable dependiente = peso				
Fuente de variabilidad	Grados de libertad	Error	F	P
Nidada	1	60.05	14.83	0.0002
Localización (nidada)	5	39.22	9.68	0.0001
Edad	1	1468.95	362.65	0.0001
Error	155	4.05		
Prueba para determinar significancia del tamaño de la nidada				
Fuente de variabilidad	Grados de libertad	Error	F	P
Nidada	1	60.05	1.53	0.27
Error (MS localización [nidada])		39.22		
II. Variable dependiente = largo de ala				
Fuente de variabilidad	Grados de libertad	Error	F	P
Nidada	1	236.86	15.18	0.0001
Localización (nidada)	5	63.42	4.07	0.0017
Edad	1	4662.94	299.09	0.0001
Error	158	15.59		
Prueba para determinar significancia del tamaño de la nidada				
Fuente de variabilidad	Grados de libertad	Error	F	P
Nidada	1	236.86	3.73	0.11
Error (MS localización [nidada])		63.42		

($F_{2,225} = 4256$; $P = 0.0001$; $R^2 = 0.96$): edad (días) = $0.234 + 0.757$ (culmen) + 0.118 (largo del ala). Añadir otra variable a la ecuación no mejoró significativamente el coeficiente de determinación. Utilizamos dos variables para minimizar errores de predicción (Freeman y Jackson, 1990).

DISCUSIÓN

Biaggi (1983) reportó que la época de reproducción del juí era de abril a junio, aunque Raffaele (1989) la extendió hasta julio. Nuestro estudio y observaciones hechas en el 1986 extienden la época de reproducción de febrero a julio. El inicio de actividades de reproducción en febrero apoya la existencia de suficiente alimento durante los meses de sequía (Faaborg, 1982). Sin embargo, en ausencia de información sobre las interacciones del juí con otros miembros

de la comunidad de aves (Faaborg, 1982), es prematuro sugerir que la presencia de insectívoros migratorios durante esta época en la Isla no permita que se observen picos de reproducción antes de mayo y junio. La frecuencia de intentos de reproducción puede estar regulada por factores tales como la abundancia relativa de alimento a través de la temporada.

Este estudio demuestra que el juí de Puerto Rico utiliza cavidades artificiales. El éxito reproductivo en las mismas fue alto, registrándose por lo menos un volantón por nido en 20 de 27 (74%) intentos de anidamiento. Arendt (1980) indica que un éxito de anidamiento de 50% es típico para los Passeriformes. En el caso del juí, no nos sorprende un por ciento tan elevado ya que la sobrevivencia a etapa de volantón para aves que anidan en cavidades tiende a ser

CUADRO 5. Promedios \pm desviación estándar de variables morfométricas de volantes en nidadas de 3 ($n = 3$ nidos) y 5 ($n = 5$ nidos) polluelos.

Variable	Nidada de	
	3	5
Largo de ala (mm)*	55.80 \pm 5.03	60.10 \pm 2.62
Culmen (mm)	9.39 \pm 0.44	9.15 \pm 0.79
Tarsometatarso (mm)	22.99 \pm 0.78	22.92 \pm 0.52
Peso (g)	22.29 \pm 1.44	22.39 \pm 1.81

* Mann-Whitney U' = 107. $P < 0.05$.

más alta que para las que anidan en el suelo o sobre plataformas expuestas (Lack, 1954; Nice, 1957). No podemos, sin embargo, excluir la posibilidad de que el éxito reproductivo encontrado en este estudio esté viciado positivamente, ya que las cavidades artificiales excluyen casi todo tipo de depredador. Por otro lado, proveer cavidades artificiales es una herramienta de manejo efectiva para propiciar la actividad reproductiva de esta especie, que se creyó extinta en la década del 1930.

El patrón de crecimiento logístico de los polluelos del juí ha sido reportado para otros Passeriformes (Schrantz, 1943; Paynter, 1954; Ricklefs, 1967, 1983). El rápido aumento de peso probablemente coincide con el desarrollo de la termoregulación del polluelo (Ricklefs, 1983). En contraste, las primarias estuvieron rezagadas hasta el cuarto día, a partir del cual crecieron rápidamente. En ambos casos, el desarrollo morfológico de los polluelos a partir de los 13 ó 14 días se aproxima a los valores asintóticos. Alcanzar los valores asintóticos es de gran importancia ya que están íntimamente ligados a las probabilidades de sobrevivencia de los volantes y su incorporación a la población de adultos (Skutch, 1975).

En particular, el peso se considera un índice de la condición física de un ave (Freeman y Jackson, 1990). Presumimos que el peso promedio reportado es típico e indicativo de buenas condiciones físicas. Sin embargo, los volantes no han alcanzado el peso promedio de los adultos, para lo cual la dimensión de otras estructuras morfológicas (e.g., largo del ala) puede ser vital. El largo de ala del volantón es impor-

tante para algunos papamoscas, ya que facilita la captura de presas (Jahn, 1939). Sugerimos que estudios posteriores evalúen las tasas de sobrevivencia de los volantes relativo a rasgos morfológicos.

Aunque limitados por el tamaño de las muestras, presentamos un análisis para evaluar la hipótesis concerniente a las posibles diferencias en las tasas de crecimiento causadas por las demandas energéticas de un número variable de polluelos (Royama, 1966; Klomp, 1970; Ross, 1980; Ricklefs, 1983). Nuestro análisis indica que el costo diferencial de criar nidadas de diferentes tamaños, si alguno, no se reflejó en las tasas de crecimiento. Es posible que otros factores, tales como la calidad del microhábitat, edad y experiencia de la pareja interaccionen y produzcan los resultados observados (Bryant, 1975, 1978; De Steven, 1978; Harvey et al., 1979). Cuando se ajustaron los datos por edad (i.e., a lo largo del desarrollo de los polluelos), hubo diferencias entre los valores promedios para el peso y largo de ala. Sin embargo, las diferencias entre estos valores se debieron a la localización del nido y no al tamaño de la nidada. Este hallazgo sugiere dos posibilidades: (1) los polluelos en algunas localidades nacieron con un rasgo(s) morfológico(s) particularmente distinto (e.g., peso) que los separó de otros polluelos (e.g., nidadas de 3 vs. 5), o (2) la condición del microhábitat propició un aumento o reducción en los valores de las variables morfométricas, lo suficientemente pronunciado para separar los grupos, pero no con la frecuencia necesaria para afectar las tasas promedio de crecimiento.

Las diferencias en tamaños de la nidada y la capacidad de criar un número variable de polluelos puede estar íntimamente relacionado a la disponibilidad y distribución de recursos alimenticios (Lack, 1966; Royama, 1966; Van Balen, 1973; Ross, 1980). Si este es el factor predominante, el juí debe producir el número máximo de polluelos que las condiciones prevalecientes le permitan (Lack, 1954, 1966). Debido a que el costo energético, edad, experiencia, y conducta de los adultos también pueden jugar un rol importante (Moreau, 1947; O'Connor, 1975; De Steven, 1978; Zach y Smith,

1981; Ricklefs, 1983), recomendamos que estudios posteriores cuantifiquen y determine la importancia relativa de estos factores en la biología reproductiva del juí.

Agradecimientos. — Agradecemos al Servicio de Pesca y Vida Silvestre y a los señores Sean Furniss y James Oland su apoyo a este trabajo. Agradecemos a José Pagán y a Mariano Rodríguez la ayuda brindada en distintos aspectos del trabajo, a Consuelo Arellano su ayuda con el análisis estadístico, a Wayne Arendt por facilitarnos datos sobre el peso de los adultos, y a Jorge E. Saliva, Francisco Vilella, José A. Colón, Raúl Pérez-Rivera y tres revisores anónimos por revisar el manuscrito.

LITERATURA CITADA

- Arendt, W. J. 1980. Una introducción a la ecología del Zorzal Pardo (*Margarops fuscatus*) en la Sierra de Luquillo, Puerto Rico. U.S. Forest Service. Inst. Trop. For., Río Piedras, Puerto Rico. 19 pp.
- Biaggi, V. 1983. Las aves de Puerto Rico. Editorial Universitaria, Universidad de Puerto Rico, Río Piedras, P. R. 378 pp.
- Bryant, D. M. 1975. Breeding biology of House Martins *Delichon urbica* in relation to aerial insect abundance. *Ibis* 117:180-216.
- . 1978. Environmental influences on growth and survival of nestling House Martins *Delichon urbica*. *Ibis* 120:271-283.
- Cruz, A., and T. K. Nakamura. 1984. The Shiny Cowbird (*Molothrus bonariensis*) in the Caribbean region—a study in the ecology and evolution of avian brood parasitism. A report submitted to the United States FWS and Department of Natural Resources, Puerto Rico. 32 pp.
- , T. Manolis, and J. W. Wiley. 1985. The shiny cowbird: a brood parasite expanding its range in the Caribbean region, pp. 607-620. *AOU Ornithol. Monogr.* No. 36.
- , C. Harvey, P. Hoge, and C. Kittleman. 1986. **The ecology** of the Puerto Rican Flycatcher I. Foraging behavior in Cabo Rojo NWR Puerto Rico. *Rev. Téc. Soc. Ornitol. Caribe*. No. 2:9-15.
- De Steven, D. 1978. The influence of age on the breeding biology of the Tree Swallow (*Iridoprocne bicolor*). *Ibis* 120:516-523.
- Ewel, J. J., and J. L. Whitmore. 1973. The ecological life zones of Puerto Rico and U.S. Virgin Islands. US. Dept. Agric., For. Serv. Res., Paper ITF-18. Inst. Trop. For., Río Piedras, Puerto Rico. 72 pp.
- Faaborg, J. 1982. Avian population fluctuations during drought conditions in Puerto Rico. *Wilson Bull.* 94(1):20-30.
- Freeman, S., and W. M. Jackson. 1990. Univariate metrics are not adequate to measure avian body size. *Auk* 107:69-74.
- Harvey, P. H., P. J. Greenwood, C. M. Perrins, and A. R. Martin. 1979. Breeding success of Great Tits *Parus major* in relation to age of male and female parent. *Ibis* 121:217-219.
- Jahn, H. 1939. Zur biologie des japanischen Paradies *Terpsiphone* a. *atrocaudata* (Eyton). *J. fur Ornithol.* 87:216-223.
- Kaufmann, K. W. 1981. Fitting and using growth curves. *Oecologia* 49:293-299.
- Klomp, H. 1970. The determination of clutch size in birds, a review. *Ardea* 58:1-124.
- Lack, D. 1954. The natural regulation of animal numbers. Clarendon Press, Oxford, England.
- . 1966. Population studies of birds. Clarendon Press, Oxford, England.
- Lanyon, W. E. 1967. Revision and probable evolution of the *Myiarchus* of the West Indies. *Bull. Am. Mus. Nat. Hist.* 135:329-370.
- Moreau, R. E. 1947. Relations between number in brood, feeding-rate and nestling period in nine species of birds in Tanganyika Territory. *J. Animal Ecol.* 16:205-209.
- Nice, M. M. 1957. Nesting success in altricial birds. *Auk* 84:305-321.
- O'Connor, R. J. 1975. The initial size and subsequent growth in passerine nestlings. *Bird Banding* 46: 329-340.
- Paynter, R. A., Jr. 1954. Interrelations between clutch-size, brood-size, pre fledging survival, and weight in Kent Island Tree Swallows. *Bird Banding* 25: 35-58, 102-239, 136-148.
- Raffaele, H. A. 1989. A guide to the birds of Puerto Rico and the Virgin Islands. Revised Edition, Princeton University Press, New Jersey. 254 pp.
- Ricklefs, R. E. 1967. A graphical method of fitting equations to growth curves. *Ecology* 48(6):978-983.
- . 1983. Avian postnatal development. *In* D. S. Farner, J. R. King, and K. C. Parkes (eds.), *Avian biology*, Vol. III, pp. 2-83. Academic Press, New York.
- Ross, H. A. 1980. Growth of nestling Ipswich Sparrow in relation to season, habitat, brood size, and parental age. *Auk* 97:721-732.
- Royama, T. 1966. Factors governing feeding rate, food requirement and brood size of nestling Great Tits *Parus major*. *Ibis* 108:313-347.
- Schranz, F. G. 1943. Nest life of the Eastern Yellow Warbler. *Auk* 60:367-387.
- Skutch, A. 1975. Parent birds and their young. University of Texas Press, Austin and London. 503 pp.
- Van Balen, J. H. 1973. A comparative study of the breeding ecology of the Great Tit *Parus major* in different habitats. *Ardea* 61:1-93.
- Wetmore, A. 1916. Birds of Puerto Rico. *Bull. U.S. Dept. Agr.* 326:1-140.
- . 1927. Birds of Porto Rico and Virgin Islands, IX:3-4, pp. 245-598. *N.Y. Acad. Sci., Sci. Surv. P. R. and Virgin Islands*.
- Wiley, J. W. 1985. Shiny Cowbird parasitism in two avian communities in Puerto Rico. *Condor* 87:163-176.
- Zach, R., and J. N. M. Smith. 1981. Optimal foraging in wild birds? *In* A. C. Kamil and T. D. Sargent (eds.), *Foraging behavior: ecological, ethological, and psychological approaches*, pp. 95-110. Garland STPM Press.