

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
FACULTAD DE CIENCIAS
ESCUELA DE BIOLOGIA

ESTUDIO DE LA ANIDACION DEL MARTINETE CORONINEGRO O CHOCUACO Nycticorax
nycticorax (ARDEIDAE) EN ISLA PAJAROS, RIO TEMPISQUE, COSTA RICA.

TESIS

Para optar por el grado de
Licenciada en Biología con
Especialidad en Zoología
Presentada por

Ghisselle María Alvarado Quesada

1986

ESTUDIO DE LA ANIDACION DEL MARTINETE CORONINEGRO O CHOCUACO
Nycticorax nycticorax (ARDEIDAE) EN LA ISLA PAJAROS, RIO TEMPISQUE,
COSTA RICA

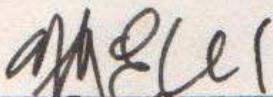
Tesis presentada en la Escuela de Biología

APROBADA



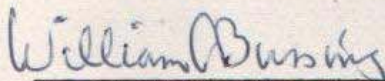
Director de Tesis.

Dr. F. Gary Stiles H.



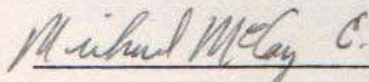
Miembro del Tribunal.

Dr. William Eberhard C.



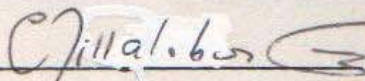
Miembro del Tribunal.

Dr. William Bussing



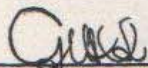
Miembro del Tribunal.

M.Sc. Michael McCoy.



Director de la Escuela de Biología.

M.Sc. Carlos Villalobos



Sustentante.

Ghisselle Alvarado Q.

DEDICATORIA

A mis Padres, Abuelita y Hermanos.

AGRADECIMIENTOS

A través de la presente deseo expresar mi más sincero agradecimiento a las siguientes personas:

a) a el Dr. Gary Stiles por incentivar desde temprano mi espíritu de investigación, corregir pacientemente muchos de mis errores, por sus valiosas enseñanzas, orientación y consejos durante el desarrollo de mi investigación.

b) A Juan Rodríguez, al Departamento de Vida Silvestre (Ministerio de Agricultura y Ganadería) y al personal del Refugio de Fauna Silvestre Rafael Lucas Rodríguez Caballero, quienes me brindaron su constante ayuda, conocimiento y amistad, e hicieron posible el llevar a cabo mi trabajo de campo, en especial a Eugenio Carrera y a Bernal Cortés.

c) a la Familia Carrera y a mis amigos de Puerto Humo, El Carao y Rosario, por todas las atenciones que me brindaron y por hacer tan agradable mi estadía allí.

d) a Juan Bautista Chavarría, por muchas de sus sugerencias en el análisis estadístico.

e) a María Elena Valverde, Hernán Camacho, Marielos Aguilar, Doris Fernández y Hugo Arguedas, quienes en una u otra forma me permitieron el uso de equipo o instrumentos de gran importancia en la realización de mi investigación.

f) Carlos Arias, Rosibel Solano, Rolando Delgado, Patricia Morúa, Luis F. Jirón, José Vargas, Jorge Gómez y William Bussing, quienes colaboraron en la identificación de especímenes.

g) a Fiorella Donato por el tiempo y consejos que me brindó mientras

preparaba la presentación oral de la tesis y en particular por su gran ayuda en el manejo del equipo de proyección.

h) a Olman Alvarado quién me obsequió y tomó las fotografías de la tesis.

i) a los señores Douglas Mock, Robert Dickerman, Mauro Fasola, Gonzalo Morales y Julio Sánchez por facilitarme importantes fuentes bibliográficas e información de gran interés.

j) a el Dr. William Eberhard, Dr. William Bussing, M.Sc. Michael McCoy y M.Sc. Carlos Villalobos por la revisión del manuscrito y por sus valiosas sugerencias.

k) a mis padres, abuelita, hermanos y Olman por el inagotable estímulo apoyo moral y económico que siempre me brindaron.

l) a el señor Edgar Quesada (Servicio Nacional de Aguas Subterráneas) por suministrarme los datos de precipitación de Puerto Humo.

m) a mis amigas y amigos por su gran apoyo y amistad.

INDICE GENERAL

Páginas

Estudio de la Anidación del Martinete Cororinegro o Chocuaco.....	ii
Dedicatoria	iii
Agradecimiento.....	iv
Indice General.....	vi
Resumen.....	vii
Introducción.....	1
Revisión Bibliográfica.....	3
Materiales y Métodos.....	7
Resultados.....	19
Discusión.....	56
Conclusiones.....	78
Bibliografía.....	80
Apéndice 1.....	84
Apéndice 2.....	85

RESUMEN

En Isla Pájaros, situada en el Río Tempisque, Costa Rica (10°20'N, 85°20'0) estudié los siguientes aspectos de anidación de la garza Nycticorax nycticorax: a) constitución del nido, b) altura de anidación, c) tamaño de las nidadas de huevos, d) peso, longitud, ancho y forma del huevo, e) crecimiento, dietas, supervivencia y mortalidad de pichones y g) si la altura y el grado de exposición del nido estuvieron asociados al éxito de anidación. La investigación se efectuó entre el 16 de julio y el 16 de diciembre de 1985, con 19 visitas al área de estudio. Los nidos fueron contruidos con palitos secos de mangle (Rhizophora mangle y Avicennia sp), leguminosas como uña de gato (Mimosa pigra) y (Machaerium sp), la gramínea (Echinochloa sp) y una rubiacea (Randia sp). Sin embargo los palitos de mangle fueron utilizados con mayor frecuencia. El número total de palitos por nido fue variable. La altura promedio de anidación fue de $1,85_m \pm 0,32$ (DS), (n=116). Las dimensiones promedio de los huevos (longitud por ancho) fueron de $51,35\text{mm} \pm 2,22$ (DS) X $37,43 \text{ mm} \pm 1,1$ (DS), (n=278) y el peso promedio de los huevos fue de $38,0 \text{ g} \pm 3,0$ (DS), (n=271). El período de incubación fue 21 días $\pm 0,76$ (DS) y encontré una pérdida en el peso de los huevos de $0,20 \text{ g} \pm 0,2$ (DS) por día de incubación. El índice promedio de forma del huevo fue de $72,57 \pm 3,0$ (DS), (n=245). La dieta de los pichones de N. nycticorax fue poco diversa (H=0,32), ya que predominó una dieta piscívora (77%), con un mayor consumo de Dormitator latifrons (Eleotridae) en relación a otros peces. Otras presas menos frecuentes fueron ratones, camarones, insectos acuáticos, ranas y restos de pichones pequeños de N. nycticorax, como patas y plumas.

INTRODUCCION

Los restos de pichones pequeños de N. nycticorax, como parte de la dieta sugieren la existencia de canibalismo. La supervivencia de huevos y pichones fue baja con respecto a otros estudios citados en la literatura. La altura de anidación y el grado de cobertura vegetal que protegió a los nidos no tuvo efecto sobre el éxito de anidación.

En Chile y Argentina, se reproducen en nuestro territorio, como aquellas que sólo son visitantes invernales que anidan en Norte América.

N. nycticorax anida en sitios muy variables como bosques de pinos y abedules, pantanos, humedales, marginales y cultivos frutales como manzanas (Palmer 1962, Tremblay y Ellison 1980, Hancock y Kuehlan 1984) y a alturas comprendidas entre 0 y 50 metros. Los nidos varían desde plataformas finas hasta estructuras sólidas, que son construidas con palitos gruesos y ásperos en la base del nido y con materiales más finos en el interior (Palmer 1962). Nidadas con uno hasta seis huevos y raramente siete u ocho han sido citados en la literatura para zonas templadas (Furbush 1923, Bent 1926 citado por Palmer 1962, Tremblay y Ellison 1980, Custer et al. 1983).

La especie es carnívora, con una dieta muy amplia. Consumen presas como ranas, sapos, salamandras, anguillales, peces, culebras, ratas, ratones, insectos, crustáceos y moluscos (Palmer 1962, Collins 1970, Hunter y Ralph 1976, Nisbet 1984).

La mayoría de los estudios efectuados para N. nycticorax corresponden a zonas templadas como Quebec, Canadá, Massachusetts, Nueva York, Georgia, Carolina del Norte en E.U.A. y Pavia, Italia. Sin embargo para la zona

INTRODUCCION

El martinete coroninegro o chocuaco, Nycticorax nycticorax es una garza de hábitos nocturnos. Se conocen cuatro subespecies y su distribución es muy amplia: América, Eurasia y Africa (Hancock y Kushlan 1984). La subespecie hoactli se distribuye desde Norte América hasta el norte de Chile y Argentina. En Costa Rica, según Stiles (1983), existen tanto poblaciones que se reproducen en nuestro territorio, como aquellas que sólo son visitantes invernales que anidan en Norte América.

N. nycticorax anida en sitios muy variables como bosques de pinos y abedules, pantanos, banbúes, manglares y cultivos frutales como manzanas (Palmer 1962, Tremblay Y Ellison 1980, Hancock y Kushlan 1984) y a alturas comprendidas entre 0 y 50 metros. Los nidos varían desde plataformas finas hasta estructuras sólidas, que son construidas con palitos gruesos y ásperos en la base del nido y con materiales más finos en el interior (Palmer 1962). Nidadas con uno hasta seis huevos y raramente siete u ocho han sido citados en la literatura para zonas templadas (Forbush 1925, Rent 1926 citado por Palmer 1962, Tremblay y Ellison 1980, Custer et al. 1983).

La especie es carnívora, con una dieta muy amplia. Consume presas como ranas, sapos, salamandras, sanguijuelas, peces, culebras, ratas, ratones, insectos, crustáceos y moluscos (Palmer 1962, Collins 1970, Hunter y Ralph 1976, Nisbet 1984).

La mayoría de los estudios efectuados para N. nycticorax corresponden a zonas templadas como Quebec, Canadá, Massachusetts, Nueva York, Georgia, Carolina del Norte en E.U.A. y Pavia, Italia. Sin embargo para la zona

tropical, existe muy poca información, por lo que es necesario que se efectuen estudios detallados acerca de la anidación de N. nycticorax.

El objetivo de esta investigación fue estudiar algunos aspectos de la anidación de N. nycticorax tales como: a) constitución del nido, b) vulnerabilidad del nido, c) tamaño de las nidadas de huevos, d) longitud, ancho, peso y forma de los huevos, e) crecimiento de pichones, f) dietas de pichones, g) supervivencia y mortalidad de pichones y h) comparar cada uno de los parámetros anteriores con la información citada para otras localidades de la zona templada e evaluar como la especie se adapta al medio tropical.

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

Según Palmer (1962) parejas o pequeñas bandadas de N. nycticorax llegan durante la época reproductiva a los sitios de anidación, donde establecen su territorio, el que sirve para efectuar despliegues sexuales, copulación y posterior anidación. La mayoría de los individuos se reproducen después del segundo año de vida, sin embargo se ha informado que en algunos casos la reproducción ocurre a la edad de un año (Gross 1923 citado por Palmer 1962, Custer y Davis 1982).

Ambos padres incuban los huevos (Forbush 1925, Hancock y Kushlan 1984). Un fenómeno frecuente en la familia Ardeidae es la asincronía de incubación (comenzar a incubar antes de poner el último huevo, de tal modo que los huevos no comienzan la incubación al mismo tiempo y no eclosionan al mismo tiempo). Así por ejemplo para N. nycticorax, Bubulcus ibis, Casmerodius albus y Egretta thula, se ha informado que la incubación empieza cuando el primer huevo ha sido puesto (Gross 1923 citado por Palmer 1962, Weber 1975, Maxwell y Kale 1977), mientras que para otras dos especies de garzas Egretta tricolor y Egretta caerulea, Maxwell y Kale (1977) hallaron que la incubación empezó en la mayoría de los casos después de la puesta del segundo huevo.

Los huevos de N. nycticorax son aproximadamente elípticos, cáscara con textura lisa y color verde azulado pálido y sin brillo (Palmer 1962).

Exito reproductivo

Como toda población animal, las de N. nycticorax se encuentran sometidas a una serie de factores naturales que limitan su éxito reproductivo, como tormentas, sequías y depredadores (Greenwood 1981 citado por Hancock y Kushlan 1984). Entre los depredadores citados para esta especie se encuentran cuervos* (Corvus brachyrhynchus, Tremblay y Ellison 1980) y (Corvus corax, Henny et al. 1984).

La contaminación ambiental ha causado daños serios a las poblaciones de N. nycticorax y de otras aves acuáticas, en particular por el desmedido uso de organoclorados como DDT (diclorodifenil tricloroetano), DDE (diclorofenil dicloroetileno), DDD (diclorodifenil dicloroetano) y PCB (bifenil policlorinado), desde 1947 hasta 1972 en E.U.A. y otras localidades. Por ejemplo, Henny et. al. (1984) encontraron que los residuos de DDE disminuyeron el porcentaje de nidos exitosos, sobre todo cuando los niveles de organoclarado fueron superiores a 8 ppm. Otros daños son, por ejemplo, la acumulación residual de DDE en el cerebro de los adultos, disminución del grosor de la cáscara del huevo (Rateliffe 1967, 1970, Anderson y Hickey 1972 citados por Henny et al. 1984, Price 1977 citado por Tremblay y Ellison 1980) y deformidades de pichones (Gilbertson et al. 1976).

La asincronía en la incubación, propicia el desarrollo diferencial de los pichones dentro de una misma nidada y por consiguiente de sus habilidades competitivas por el alimento que los padres depositan en los nidos así resulta común la muerte del pichón más joven y pequeño por hambre (Weber 1975, Procter 1975, Leber 1980, Poole 1982, Brawn y Hunt 1983, Mock 1985). Esto representa una forma de reducción de cría o reducir

el número de pichones a los que los padres puedan alimentar.

Hasta el momento se han hecho varios trabajos evaluando el grado de cobertura vegetal y su relación con el éxito de anidación. Sin embargo según Collias y Collias (1984) muchas de estas evaluaciones han sido subjetivas y señalaron que la importancia de la protección del nido varía con las circunstancias ecológicas y el tipo de depredadores en un tiempo y lugar.

Alimentación

N. nycticorax se alimenta en sitios de forrajeo como arrozales, canales de irrigación naturales o artificiales, fincas pesqueras, ríos y pantanos (Watmough 1978, Willard 1971, Fasola 1983).

Por lo general se ha informado que N. nycticorax forrajea durante la noche. Sin embargo Watmough (1978) señaló que puede forrajear también durante el día y asoció este comportamiento a la presencia de los pichones en los nidos. Fasola (1984) encontró que el ritmo en la actividad de forrajeo cambia de acuerdo a la época de anidación, en forma tal que antes de empezar la época reproductiva y durante la puesta de huevos, el forrajeo fue estrictamente nocturno, mientras que durante la crianza de pichones el forrajeo continuó a lo largo del día.

Varios autores han observado que en la captura de presas N. nycticorax emplea diversas tácticas de forrajeo como 'wading slowly' (vadeando lentamente), 'hovering' (revoloteando), 'waiting for prey' (esperando la presa y luego cazar), 'Plunging' (zambullendo), 'swimming feeding' (alimentándose mientras estén nadando) (Kushlan 1976, Watmough 1978, Hancock y Kushlan

1984).

El comportamiento de forrajeo de N. nycticorax es flexible. Según Collins (1970), N. nycticorax 'es un depredador oportunista que utiliza cualquier presa que sea más abundante o más fácil de capturar en cualquier espacio y lugar'.

Kushlan (1976) señaló en general para varias garzas (entre ellas N. nycticorax) que la disponibilidad de presas determinó muchas veces el comportamiento de forrajeo.

MATERIALES Y METODOS

Area de Estudio

El sitio de estudio fue Isla Pájaros, ubicada en el Río Tempisque, ($10^{\circ}20'N, 85^{\circ}20'O$), a una altitud de 5 msnm, (Fig.1). El área de la isla es pequeño (2,3 ha) y está cubierta en su mayor parte por mangle (Rhizophora mangle y Avicennia sp), y en menor grado en la región central, por arbustos espinosos como dormilona (Mimosa pigra) y Machaerium sp, escoba de pelotitas (Eleocharis mutata), lirio (Crinum erubescens) y la graminea Echinochloa sp. Leber (1980) informó de la existencia de otras especies vegetales como: Panicum registron, Paspalum vaginatum, Oryza latifolia y Guazuma ulmifolia. La fauna común incluye zanates (Quiscalus mexicanus), iguanas (Iguana igua) y boas (Boa constrictor). Descripciones más detalladas acerca de la geografía y ecología de la isla son proporcionadas por Leber (1980).

La precipitación de Puerto Humo y el Refugio de Fauna Silvestre Rafael Lucas Rodríguez Caballero (RFSRLRC) (localidades cercanas al área de estudio) durante 1985 fue de 1070,6 mm y 1715,6 mm respectivamente. Datos mensuales para ambas localidades son indicados en la Fig. 2.

La presente investigación se efectuó durante un período de 5 meses, entre el 16 de julio hasta el 16 de diciembre de 1985, con 19 visitas al área de estudio. Para llevar a cabo los objetivos marqué 154 nidos ubicados en la sección norte de la isla. Para ello coloqué a cada nido una cinta de nylon rojo y asigné además una clave de identificación.

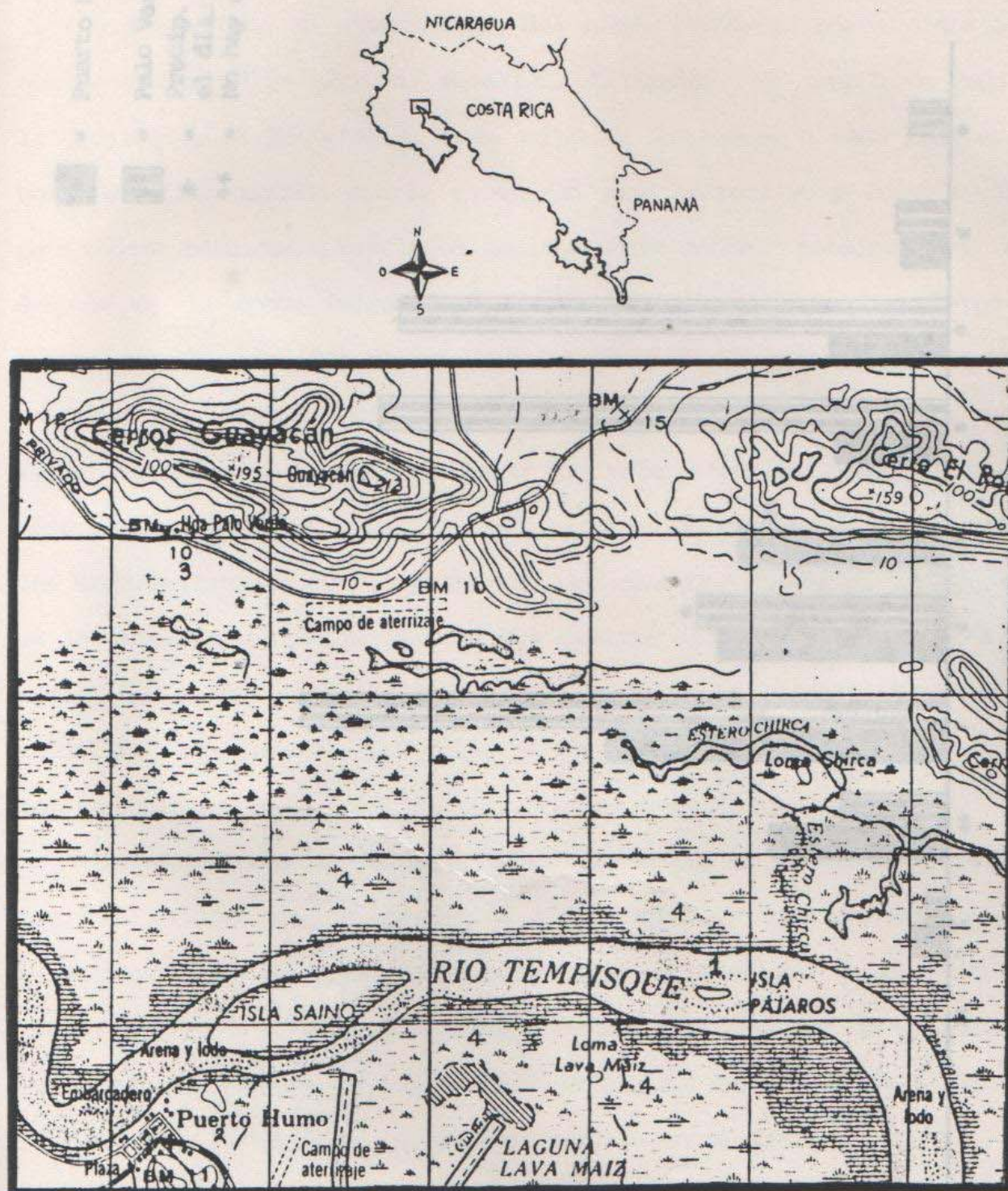


Figura 1. Area de Estudio. 1. Isla Pájaros, 2. Puerto Humo 3. Refugio de Fauna Silvestre, 4. Areas de pantano o laguna.

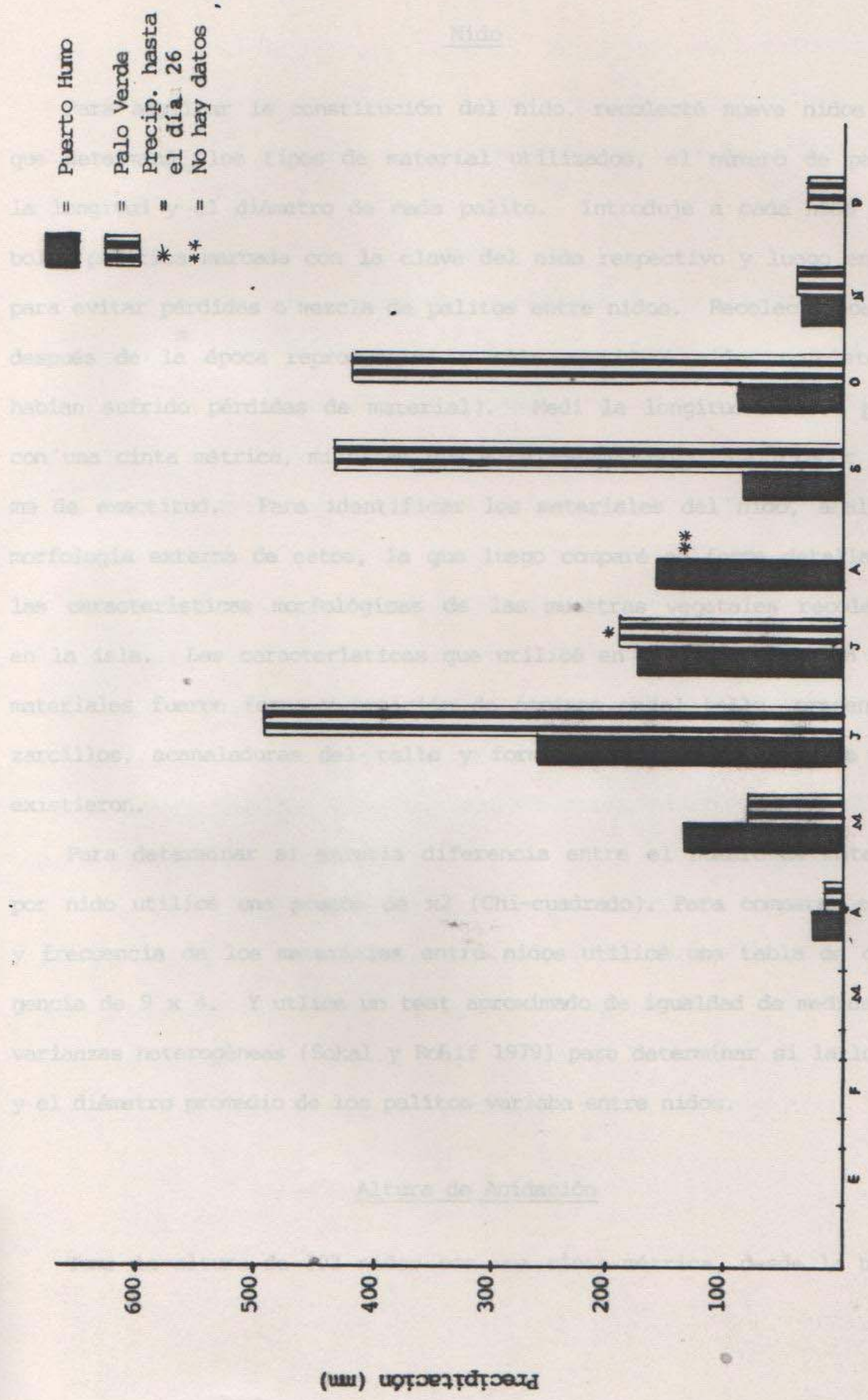


Figura 2. Precipitación mensual durante 1985, para las localidades de Puerto Humo y el Refugio de Vida Silvestre Rafael Lucas Rodríguez Caballero (Palo Verde).

Nido

Para analizar la constitución del nido, recolecté nueve nidos a los que determiné, los tipos de material utilizados, el número de palitos, la longitud y el diámetro de cada palito. Introduje a cada nido en una bolsa plástica marcada con la clave del nido respectivo y luego en sacos para evitar pérdidas o mezcla de palitos entre nidos. Recolecté los nidos después de la época reproductiva y sólo consideré nidos completos (no habían sufrido pérdidas de material). Medí la longitud de los palitos con una cinta métrica, mientras que el diámetro con un calibrador de 0,1 mm de exactitud. Para identificar los materiales del nido, analicé la morfología externa de estos, la que luego comparé en forma detallada con las características morfológicas de las muestras vegetales recolectadas en la isla. Las características que utilicé en la identificación de los materiales fueron forma y posición de espinas en el tallo, presencia de zarcillos, acanaladuras del tallo y forma y posición de la hoja cuando existieron.

Para determinar si existía diferencia entre el número de materiales por nido utilicé una prueba de χ^2 (Chi-cuadrado). Para comparar el tipo y frecuencia de los materiales entre nidos utilicé una tabla de contingencia de 9×4 . Y utilicé un test aproximado de igualdad de medidas para varianzas heterogéneas (Sokal y Rohlf 1979) para determinar si la longitud y el diámetro promedio de los palitos variaba entre nidos.

Altura de Anidación

Tomé la altura de 102 nidos con una cinta métrica, desde la base de

cada uno hasta el sustrato del manglar. En el análisis estadístico utilicé distribuciones de frecuencias, promedio aritmético (promedio), la desviación estándar (DS) y pruebas de Kolmogorov-Smirnov (una y dos muestras, Siegel 1976).

Huevos

Estudié el tamaño, reposición y pérdidas de las nidadas durante la incubación, como la longitud, ancho, peso y forma de los huevos. Tomé el peso de 272 huevos (PH) con una pesola manual calibrada en 100 g. Para determinar la longitud del huevo (LH) y el ancho del huevo (AH) utilicé un calibrador (Fig.3). Evalué la forma del huevo por medio del índice de forma, $I = AH/LH \times 100$ (Romanoff y Romanoff 1949).

En el análisis de los datos anteriores utilicé promedios $\pm$ DS, pruebas de Kolmogorov-Smirnov (dos muestras), distribuciones de frecuencias, análisis de varianza (ANDEVA, modelo II), prueba de t de student, y para evaluar la forma promedio de los huevos entre nidadas, utilicé el test aproximado de igualdad de medias para varianzas heterogéneas (Sokal y Rohlf 1979).

Determiné la pérdida de peso a 30 huevos durante la incubación, a los que marqué con lápiz y efectué sucesivas mediciones del peso. El peso promedio de los huevos $\pm$ DS en la eclosión, lo hallé para 6 huevos justo en el momento en que el huevo mostró una abertura en la cáscara y escuché los chillidos débiles del pichón que estaba por eclosionar.

Figura 3. Metodología de medición de la longitud y el ancho de los huevos. a. Calibrador utilizado para la medición de los parámetros, b. y c. manipulación del calibrador en la medición del ancho y longitud.

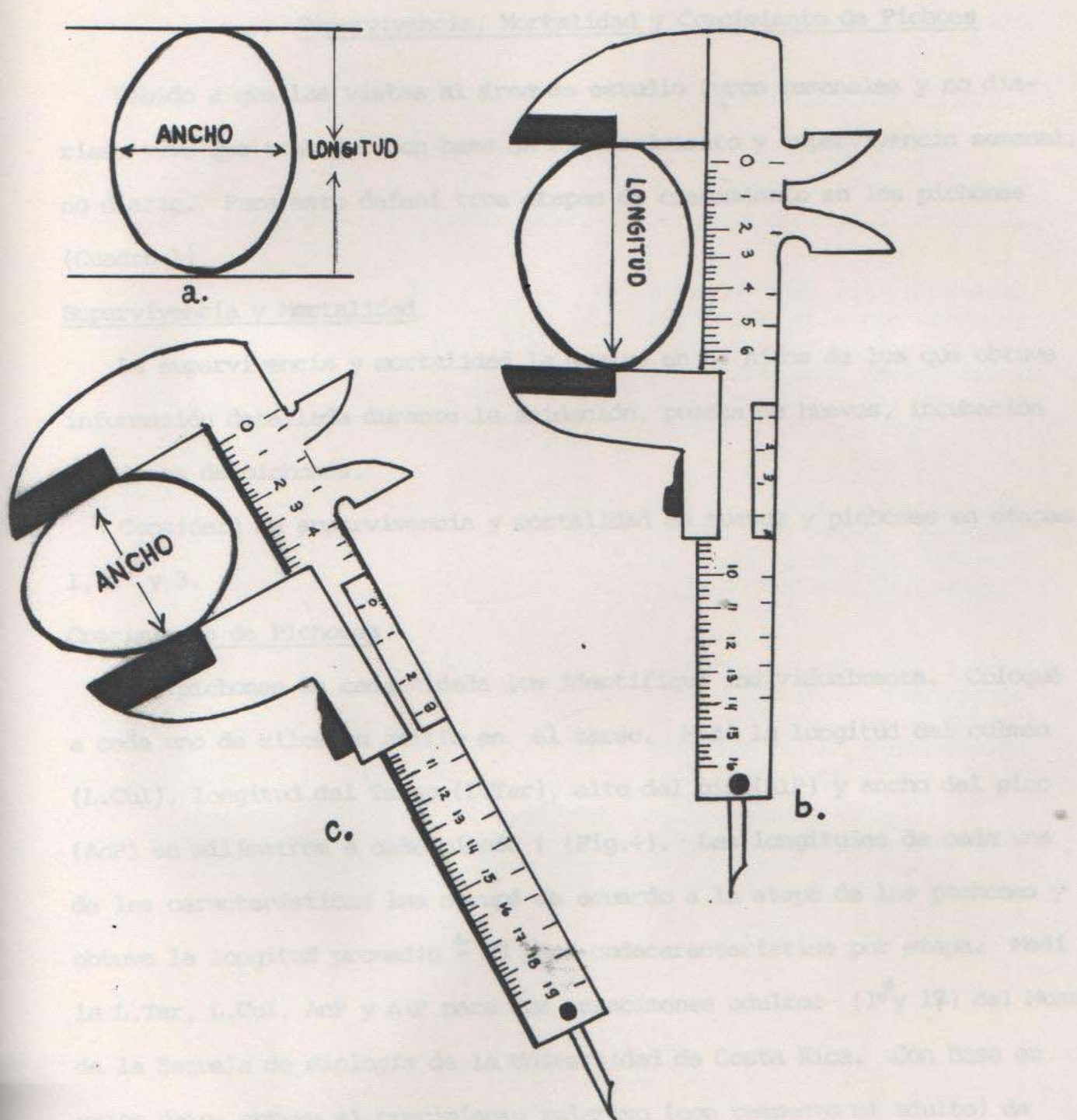


Figura 3. Metodología de medición de la longitud y el ancho de los huevos. a. Gráficamente indica la ubicación de los parámetros, b y c. manipulación del calibrador en la medición del ancho y longitud.

Supervivencia, Mortalidad y Crecimiento de Pichones

Debido a que las vistas al área de estudio fueron semanales y no diarias, tuve que trabajar con base en el crecimiento y supervivencia semanal, no diario. Para esto definí tres etapas de crecimiento en los pichones (Cuadro 1)

Supervivencia y Mortalidad

La supervivencia y mortalidad la evalué en 63 nidos de los que obtuve información detallada durante la anidación, puesta de huevos, incubación y crianza de pichones.

Consideré la supervivencia y mortalidad en huevos y pichones en etapas 1, 2 y 3.

Crecimiento de Pichones

Los pichones de cada nidada los identifiqué individualmente. Coloqué a cada uno de ellos un anillo en el tarso. Medí la longitud del culmen (L.Cul), longitud del Tarso (L.Tar), alto del pico (AlP) y ancho del pico (AnP) en milímetros a cada pichón (Fig.4). Las longitudes de cada una de las características las agrupé de acuerdo a la etapa de los pichones y obtuve la longitud promedio $\pm$ DS para cada característica por etapa. Medí la L.Tar, L.Cul, AnP y AlP para dos especímenes adultos (1♂ y 1♀) del Museo de la Escuela de Biología de la Universidad de Costa Rica. Con base en estos datos obtuve el crecimiento relativo (con respecto al adulto) de cada característica por etapa. Utilicé pruebas de Friedman (Siegel 1976) para comparar el crecimiento entre los pichones hermanos, cuando las nidadas fueron de 3 y 4 pichones, mientras que para

Cuadro 1. Características morfológicas de los pichones de N. nycticorax durante las etapas 1, 2 y 3. Isla Pájaros Costa Rica, 1985

ETAPA	DIAS	CARACTERISTICAS
1	0-7	plumaje natal gris homogéneo a plumaje gris con mechones blancos sobre el área ocular pico triangular de apariencia cartilaginosa, iris amarillo pálido
2	7-14	plumaje gris alterno con blanco en mayor cantidad de áreas pico más diferenciado, iris amarillo oscuro
3	14 o más	plumaje anteado con listas café oscuro, adquisición de características de juvenil, pico lanceolado y endurecido, iris anaranjado

Figura 1. Meditaciones aferradas a los pichones a. ala de pico, b. extremo de pico, c. cabeza y d. torso.

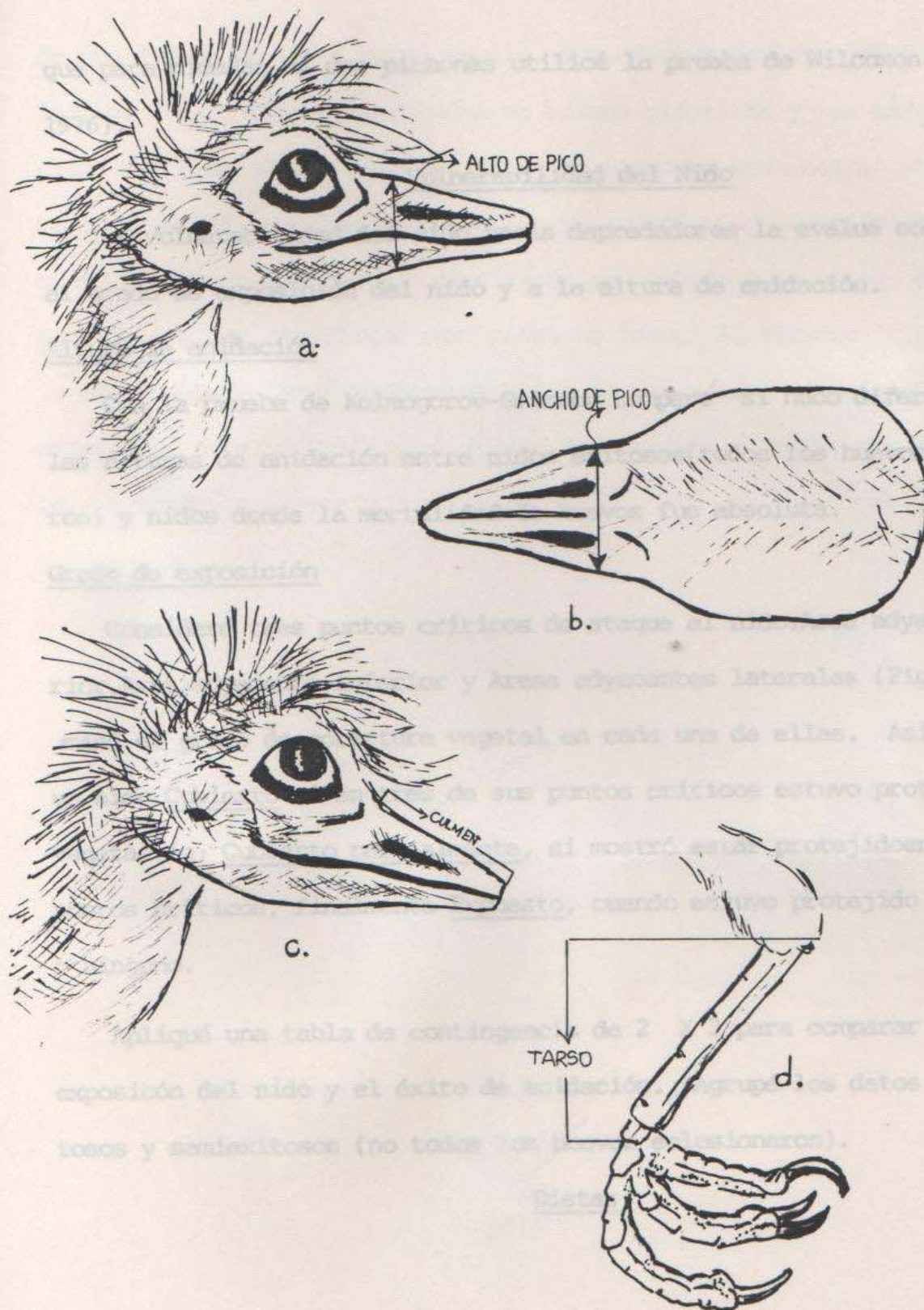


Figura 4. Mediciones efectuadas a los pichones, a. alto de pico, b. ancho de pico, c. culmen y d. tarso.

que para nidadas de dos pichones utilicé la prueba de Wilcoxon (Siegel 1976).

Vulnerabilidad del Nido

La vulnerabilidad del nido hacia depredadores la evalué con respecto al grado de exposición del nido y a la altura de anidación.

Altura de anidación

Con la prueba de Kolmogorov-Smirnov comparé si hubo diferencias en las alturas de anidación entre nidos exitosos (todos los huevos eclosionaron) y nidos donde la mortalidad de huevos fue absoluta.

Grado de exposición

Consideré tres puntos críticos de ataque al nido: Área adyacente superior, Área adyacente inferior y Áreas adyacentes laterales (Fig.5), y examiné el grado de cobertura vegetal en cada una de ellas. Así catalogué un nido Cubierto si en tres de sus puntos críticos estuvo protegido por vegetación; Cubierto parcialmente, si mostró estar protegido en dos de los puntos críticos, finalmente Expuesto, cuando estuvo protegido en un punto o ninguno.

Apliqué una tabla de contingencia de 2 X 3 para comparar el grado de exposición del nido y el éxito de anidación. Agrupé los datos de nidos exitosos y semiexitosos (no todos los huevos eclosionaron).

Dietas

Provoqué la regurgitación (vómito) a los pichones por medio de un masaje suave y circular en la región abdominal, seguido de una ligera

de una ligera opresión en el cuello, que efectué con los dedos pulgar e índice. Recogí las regurgitadas en bolsas plásticas y las marqué con la clave del nido al que pertenecieron los pichones examinados. Posteriormente fijé las muestras en formalina y procedí a su identificación. Hubo muestras que no fue posible clasificarlas debido a su estado de digestión, por lo que las clasifiqué como peces no Idem. El término 'tipo de presa' lo utilicé para hacer referencia a las presas a nivel de clase, ej. mamífero, ave o pez. Utilicé el índice de diversidad de Shannon (Daniel 1983) para evaluar la diversidad de la dieta.

Figura 1. Vista lateral del estómago del nido.
a. Área adyacente superior, b. Área adyacente inferior
y c. Área adyacente lateral.



Figura 5. Puntos críticos de ataque al nido.
a. área adyacente superior, b. área adyacente inferior
y c. áreas adyacentes laterales.

RESULTADOS

Epoca de Anidación

Dos periodos de anidación separados aproximadamente por 30 días caracterizaron la época reproductiva de Nycticorax nycticorax en Isla Pájaros, 1985 (Fig. 6). El 18 de julio encontré seis nidos ya contruidos y la puesta de huevos había ya iniciado. Hallé 18 nidos pichones en etapas 1, 2 y 3 el 16 y 17 de agosto. El primer periodo de anidación fue muy corto (44 días y con una tasa de anidación muy baja, 30 nidadas completas (nidadas que mantienen un número estable de huevos durante varios días y no sufren pérdidas y reposiciones sucesivas). El 7 de setiembre ningún nido contenía huevos y pichones pequeños. El segundo periodo de anidación fue más largo (78 días) y hallé 85 nidadas completas. Al inicio del periodo, 28 de setiembre, observé gran cantidad de adultos transportando materiales de construcción; estos se desplazaban desde la región central de la isla hacia zonas periféricas ubicadas en la sección norte y encontré 24 nidos con huevos. La puesta de huevos de este periodo se prolongó incluso hasta finales de noviembre.

Además de N. nycticorax otras especies de garzas como Bubulcus ibis, Casmerodius albus, el garzón Mycteria americana, la espátula rosada Ajaia ajaja y el pato aguja Anhinga anhinga utilizaron los sitios de anidación de Isla Pájaros, en 1985.

||||| = Nidadas de reposición

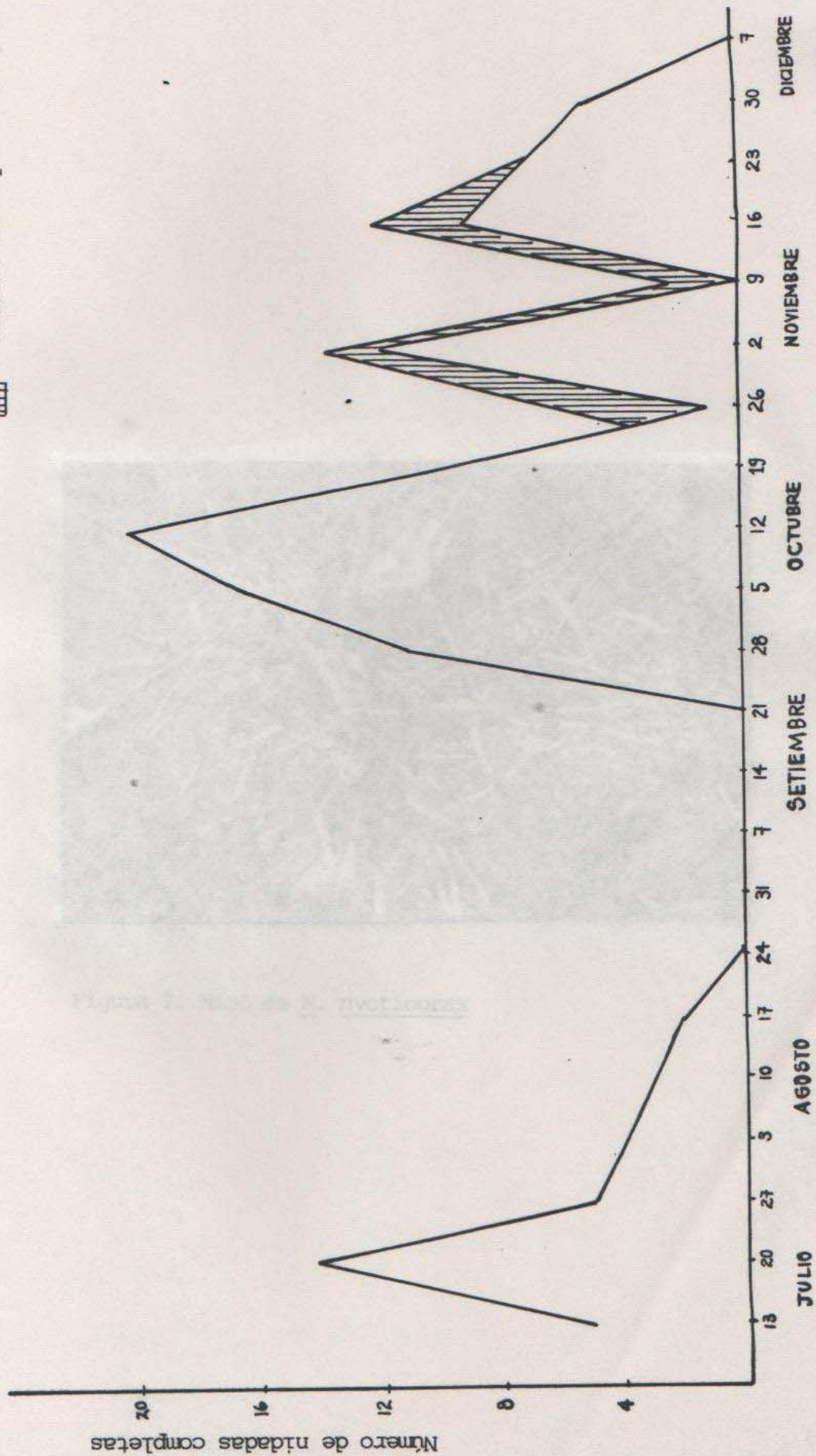


Figura 6. Fechas aproximadas de establecimiento de nidadas completas durante la época reproductiva de N. nycticorax, 1985.



Figura 7. Nido de N. nycticorax

Nido

El nido de N. nycticorax fue de construcción simple y a base de palitos secos que fueron tejidos unos con otros formando una plataforma, que en algunos casos se asemejó a una copa (Fig.7). En su base el nido estuvo compuesto por materiales más largos y gruesos (materiales fundadores), mientras que el resto estuvo compuesto por materiales más finos y pequeños (materiales de relleno).

El número de palitos utilizados en la construcción del nido fue variable ($P < 0,01$, $\chi^2 = 118,23$, 8 g.l.). La longitud y el diámetro promedio de los palitos por nido se indican en el cuadro 2. Ambos parámetros mostraron diferencias significativas entre los nueve nidos ($P < 0,01$, $F = 12,74$, 8 y 479 g.l., $P < 0,01$, $F = 14,34$, 8 y 500 g.l. respectivamente, test aproximado de igualdad de medidas para varianzas heterogéneas).

El análisis de la composición de los nueve nidos indicó que N. Nycticorax utilizó varios materiales en la construcción de los mismos, como tallos secos de mangle (Rhizophora mangle y Avicennia sp), leguminosas (Mimosa pigra y Machaerium sp), bejucos de bignoniaceas, el guácimo (Guazuma ulmifolia), la gramínea (Echinochloa sp) y la rubiaceae (Randia sp). Algunos de estos materiales se indican en la Fig. 8. Los materiales en los 9 nidos no fueron utilizados en igual proporción ($P < 0,01$, $\chi^2 = 105,7$, 8 g.l., tabla de contingencia, Cuadro 3). Tallitos delgados y gruesos de mangle fue el material de utilización más frecuente. Todos estos materiales se encontraron en la Isla o en áreas aledañas, lo que sugirió que N. nycticorax no recorrió grandes distancias para la recolección de los mismos.

Cuadro 2. Longitud (LONG) y diámetro (DIAMET) de los palitos usados en la construcción de nueve nidos de *N nycticorax* en Isla Pájaros, Costa Rica, 1985. ($P < 0,01$, $\chi^2 = 118,23$, 8 g.l.).

CLAVE IDENT. NIDO	No. PALITOS	LONG $\bar{X} \pm DS$	DIAMET $\bar{X} \pm DS$
$G_{17}-NA_5$	142	$20,30 \pm 7,2$	$0,46 \pm 0,17$
$G_{20}-NA_6$	241	$20,08 \pm 7,2$	$0,39 \pm 0,14$
$G_{19}-NA_1$	160	$23,62 \pm 8,3$	$0,37 \pm 0,15$
$G_{19}-NA_8$	133	$25,47 \pm 9,2$	$0,46 \pm 0,21$
$G_{29}-NA_5$	84	$22,52 \pm 8,6$	$0,53 \pm 0,19$
$G_{12}-NA_4$	169	$19,55 \pm 6,6$	$0,42 \pm 0,17$
$G_{28}-NA_{23}$	155	$23,46 \pm 8,5$	$0,34 \pm 0,13$
$G_{28}-NA_1$	88	$24,01 \pm 10,0$	$0,36 \pm 0,19$
$G_{12}-NA_2$	141	$25,29 \pm 8,5$	$0,38 \pm 0,14$
PROM. TOTAL	$145,89 \pm 46,4$	$22,70 \pm 8,24$	$0,41 \pm 0,17$

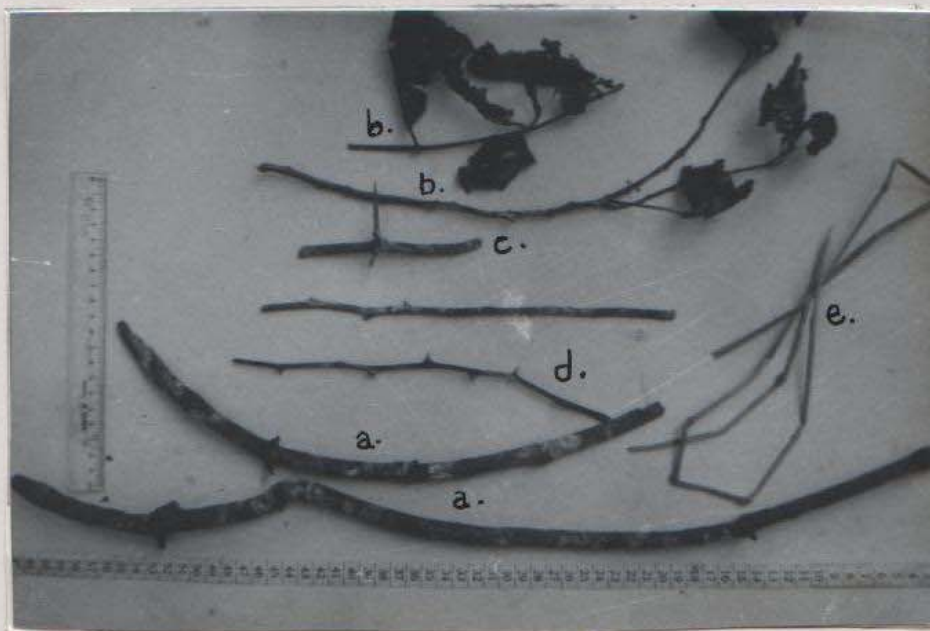


Figura 8. Materiales empleados en la construcción del nido, a y b. palitos gruesos y delgados de mangle, c. la rubiaceae Randia sp., d. Machaerium sp y e. la gramínea Echinochloa sp.

Cuadro 3. Frecuencia y tipo de los materiales (palitos) utilizados por N. nycticorax en la construcción de nueve nidos, Isla Pájaros, Costa Rica, 1985. ($P < 0,01$, $\chi^2 = 105,69$, 24 g.l)

CLAVE INDENT. NIDO	MUESTRA	TIPO Y FRECUENCIA							
		a	b	c	d	e	f	g	h
G ₁₇ -NA ₅	142	37	77	11	4	0	5	4	4
G ₂₀ -NA ₆	241	26	167	24	10	0	6	8	0
G ₁₉ -NA ₁	160	27	121	3	0	0	0	9	0
G ₁₉ -NA ₈	133	45	77	2	4	0	1	0	4
G ₂₉ -NA ₅	82	30	40	4	0	0	1	6	1
G ₁₂ -NA ₄	169	50	88	10	4	0	4	13	0
G ₂₈ -NA ₂₃	141	17	101	6	4	0	3	7	3
G ₂₈ -NA ₁	82	10	64	2	2	1	3	0	0
G ₁₂ -NA ₂	136	27	94	11	1	0	3	0	0
TOTAL	1286	269	829	73	29	1	26	47	12

a = palitos de mangle grueso.
(Rhizophora mangle y
Avicennia sp)

c = bejucos de bignociacea.

e = ramita de guácimo.
(Guazuma ulnifolia)

g = Machaerium sp.

b = palitos de mangle
delgado.
(R. mangle y
Avicennia sp)

d = gramínea (Echinocloa
sp)

f = rubiaceae (Randia sp)
h = leguminosa (Mimosa
pigra)

Hallé cuatro nidos contruidos sobre antiguos nidos, lo que sugiere la reutilización de materiales como base para una nueva constucción.

Altura de Anidación

La altura promedio de anidación fue de $1,85 \text{ m} \pm 0,32$, ($n=116$), con un ámbito de 1,10 a 2,54m. Los dos períodos de anidación no mostaron diferencias significativas en la altura de anidación ($P>0,05$, $D_{MAX}= 0,33$, Kolmogorov- Smirnov, dos muestras, Fig,9).

Tamaño y Reposición de las nidadas

Observé nidadas de dos a cuatro huevos, sin embargo las de dos y tres fueron más frecuentes (Fig.10)

La nidada promedio fue de $2,77$ huevos $\pm 0,58$, ($n=63$ nidadas).

Entre el 26 de octubre y el 23 de noviembre, en 10 nidos marcados hubo reposición de las nidadas cuando estas se perdieron. En algunos casos la reposición tuvo éxito, en otros no (Fig.11).

Huevos e incubación

Período aproximado de incubación

El tiempo de incubación fue de $21 \pm 0,76$ días ($n=8$ nidos).

Peso de los huevos

El peso de los huevos de ambos períodos reproductivos fue de $38,0 \text{ g} \pm 3,0$, con un ámbito de 30,50 a 46,0g ($n=271$). Los pesos promedio de los huevos en uno y otro período variaron significativamente ($P<0,01$ $t=2,43$, t de student, Fig.12).

El peso de

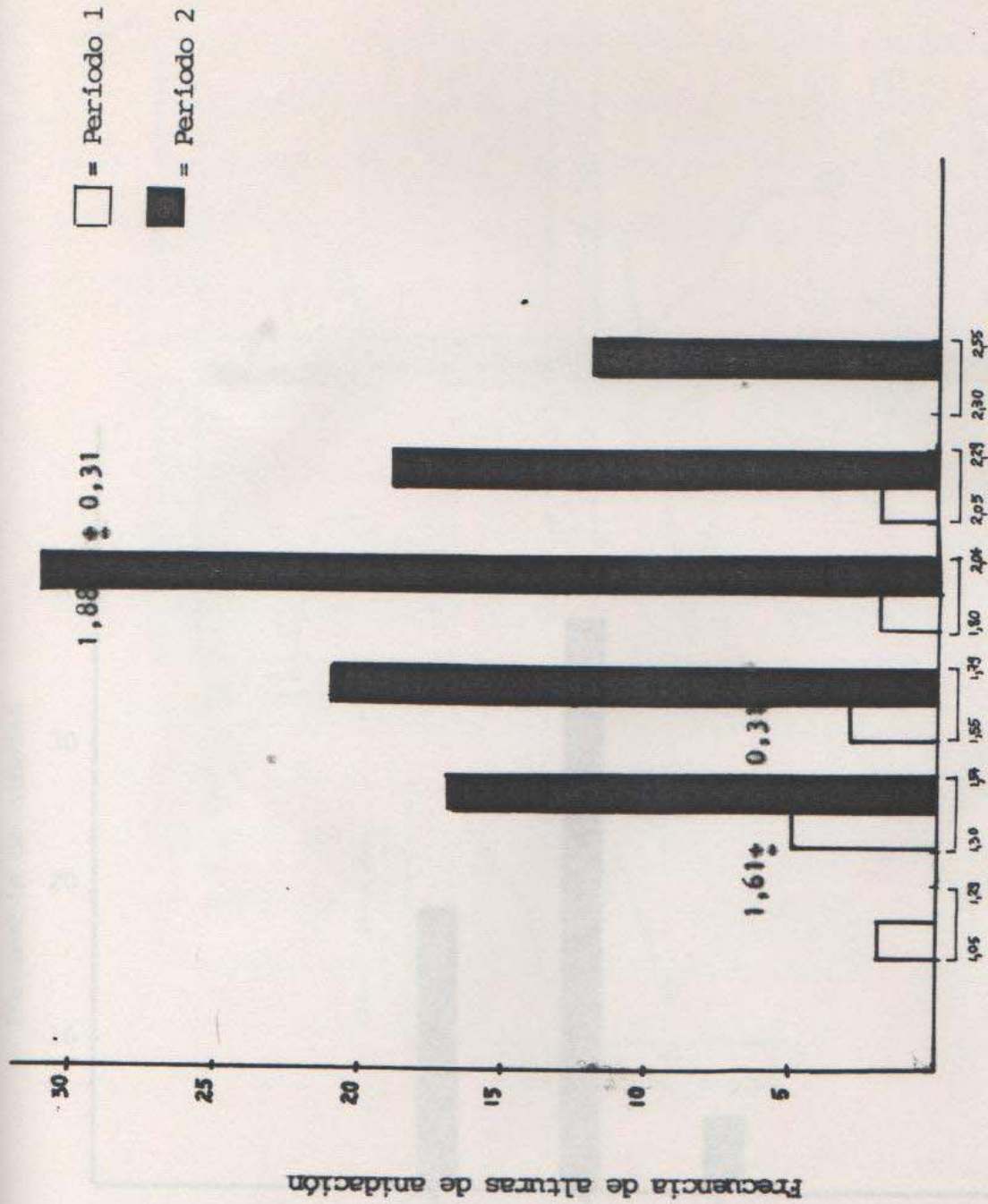


Figura 9. Alturas de anidación de *N. nycticorax* durante el primer y segundo periodos de anidación. Isla Pájaros, Costa Rica, 1985. ($P > 0,05$, $D_{MAX} = 0,33$, Kolmogorov-Smirnov, dos muestras $n=14$ y 102 respectivamente).

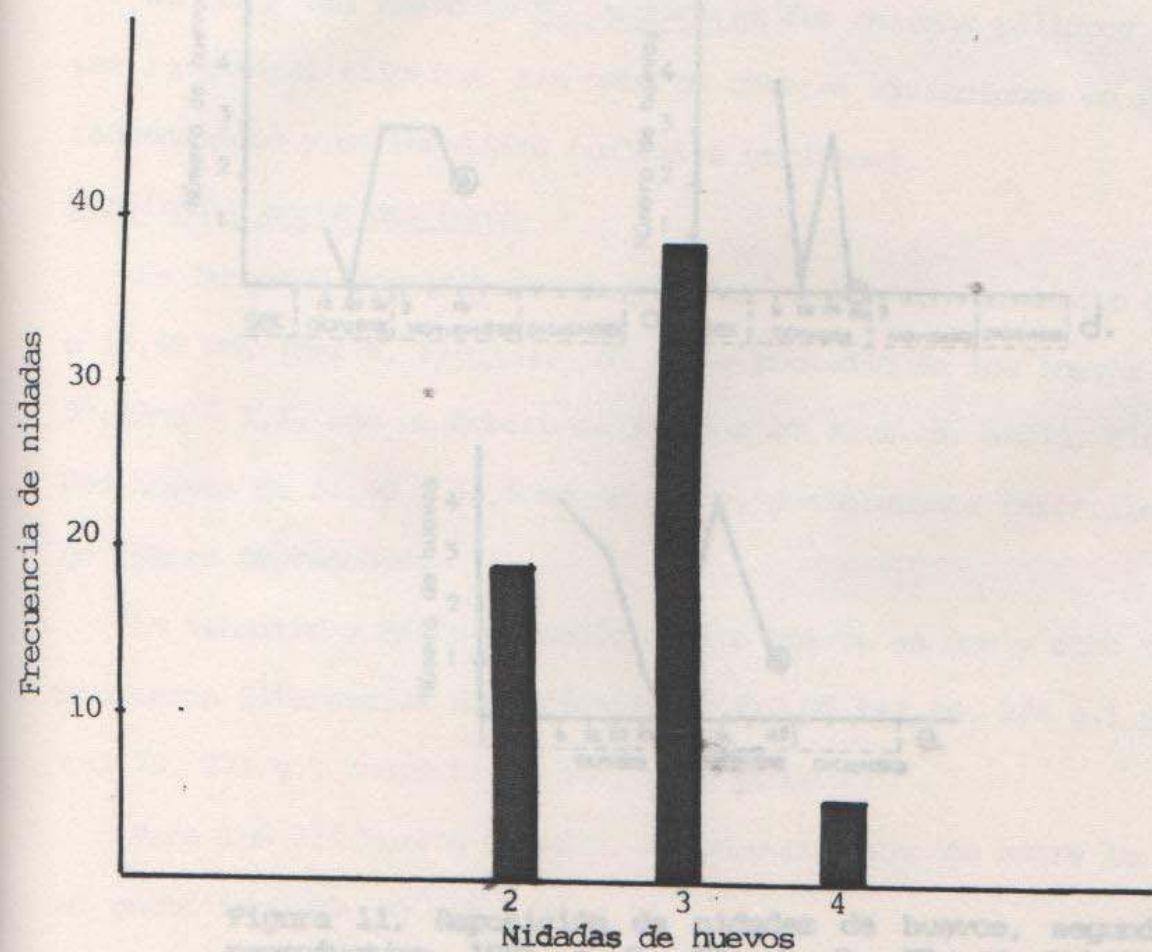


Figura 10. Frecuencia de los diferentes números de huevos por nido (nidadas) hallados para *N. nycticorax* durante el segundo período de anidación en Isla Pájaros, Costa Rica, 1985, (n=63),

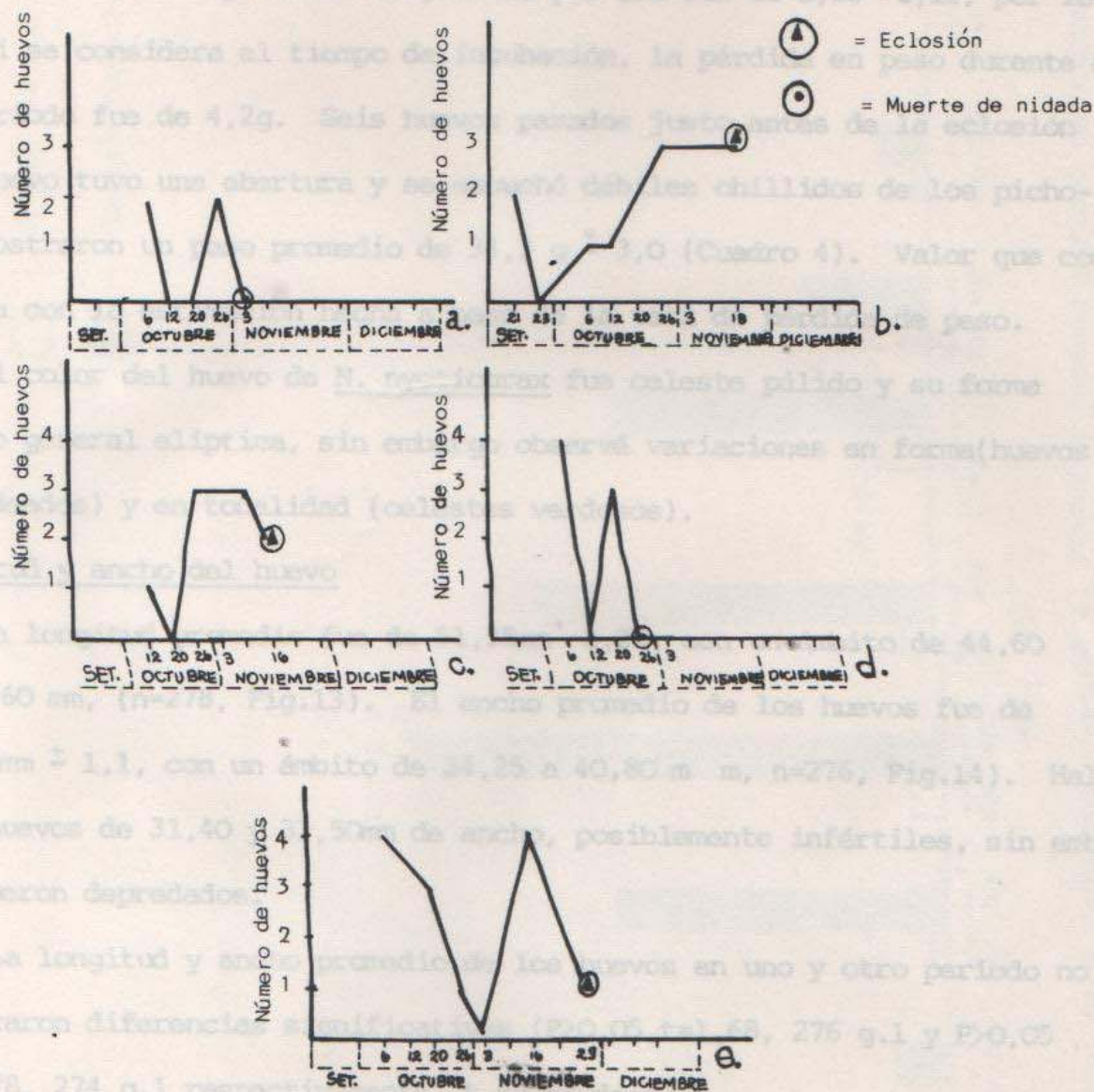


Figura 11. Reposición de nidadas de huevos, segundo periodo reproductivo, 1985, a. $G_{6C}-NA_5$, b. $G_{28}-NA_2$, c. $G_{12}-NA_2$, d. $G_{6C}-NA_5$, e. $G_{12}-NA_3$.

30 huevos disminuyó notablemente durante el periodo de incubación (segundo periodo). La tasa promedio de pérdida por día fue de $0,20 \pm 0,12$, por lo que si se considera el tiempo de incubación, la pérdida en peso durante este periodo fue de 4,2g. Seis huevos pesados justo antes de la eclosión (el huevo tuvo una abertura y se escuchó débiles chillidos de los pichones) mostraron un peso promedio de $34,3 \text{ g} \pm 3,0$ (Cuadro 4). Valor que concuerda con la estimación hecha a base de la tasa de pérdida de peso.

El color del huevo de N. nycticorax fue celeste pálido y su forma por lo general elíptica, sin embargo observé variaciones en forma (huevos redondeados) y en tonalidad (celestes verdosos).

Longitud y ancho del huevo

La longitud promedio fue de $51,35 \text{ mm} \pm 2,22$, con un ámbito de 44,60 a 58,60 mm, (n=278, Fig.13). El ancho promedio de los huevos fue de $37,43 \text{ mm} \pm 1,1$, con un ámbito de 34,25 a 40,80 mm, n=276, Fig.14). Hallé dos huevos de 31,40 y 33,50mm de ancho, posiblemente infértiles, sin embargo fueron depredados.

La longitud y ancho promedio de los huevos en uno y otro periodo no mostraron diferencias significativas ($P > 0,05$, $t = 1,68$, 276 g.l y $P > 0,05$, $t = 1,78$, 274 g.l respectivamente, t de student)

Para los 276 huevos medidos, no hubo correlación entre la longitud y el ancho ($r = 0,10$, $P > 0,05$, 274 g.l)

El tamaño de las nidadas no influyó sobre el peso, longitud y ancho de los huevos (Cuadro 5).

Forma de los huevos

□ = Primer período

■ = Segundo período

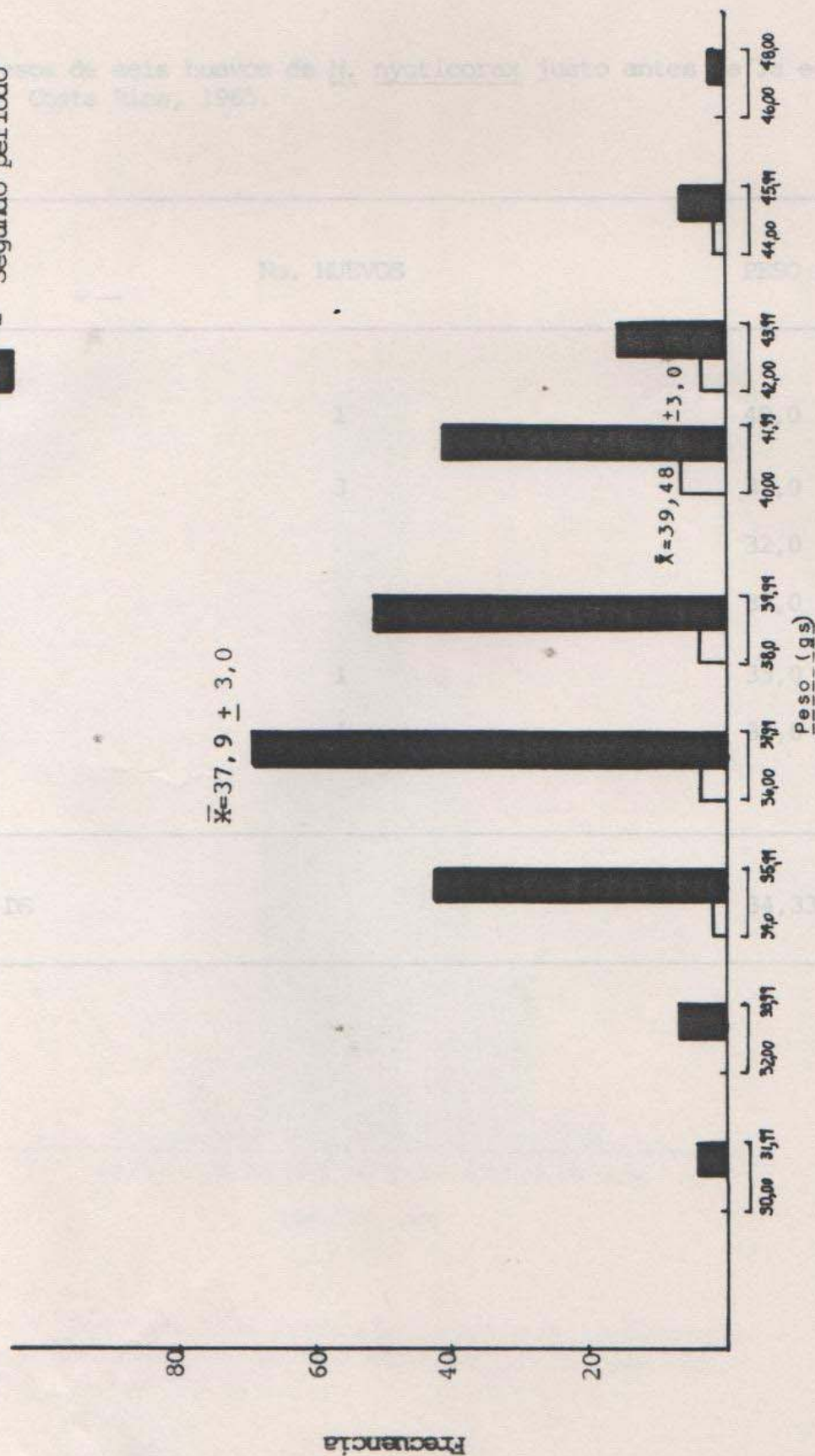


Figura 12. Peso de los huevos de *N. nycticorax* durante el primer y segundo período de anidación en Isla Pájaros, Costa Rica, 1985, ($P < 0,01$, $t_e = 4,2$, con 269 g.l., $n = 23$ y 248 respectivamente).

Cuadro 4. Pesos de seis huevos de N. nycticorax justo antes de la eclosión. Isla Pájaros, Costa Rica, 1985.

NIDO	No. HUEVOS	PESO (g)
$G_{28} - NA_6$	1	40,0
$G_2 - NA_3$	3	32,0
		32,0
		33,0
$G_{28} - NA_4$	1	35,0
$G_{28_n} - NA_9$	1	34,0
PROMEDIOS $\pm$ DS		34,33 $\pm$ 3,0

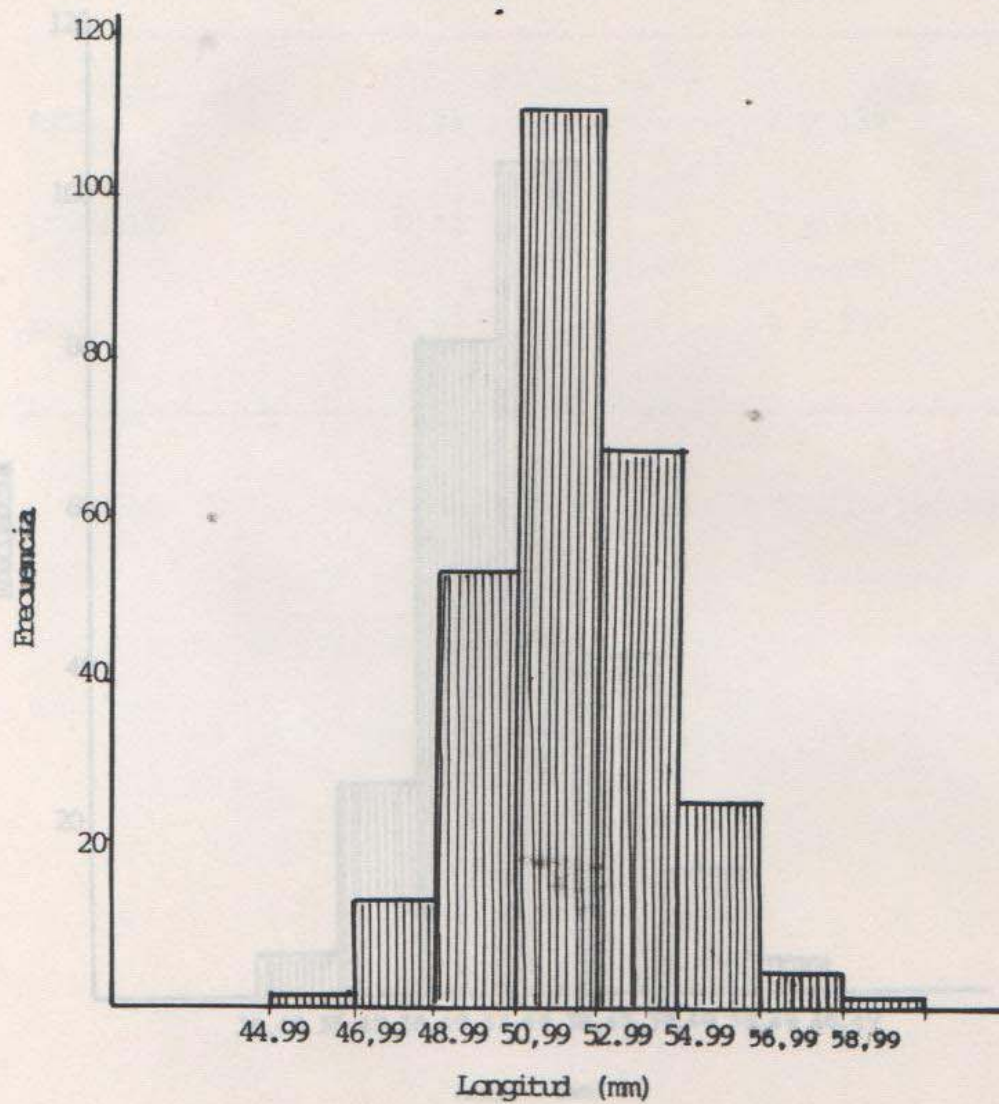


Figura 13. Frecuencia de la longitud de los huevos de *N. nycticorax*, durante el primer y segundo período, 1985, Isla Pájaros, Costa Rica, (n= 278).

Cuadro 5. Comparación entre nidadas de 2, 3 y 4 huevos con respecto a peso, longitud y ancho del huevo. (ANCOVA).

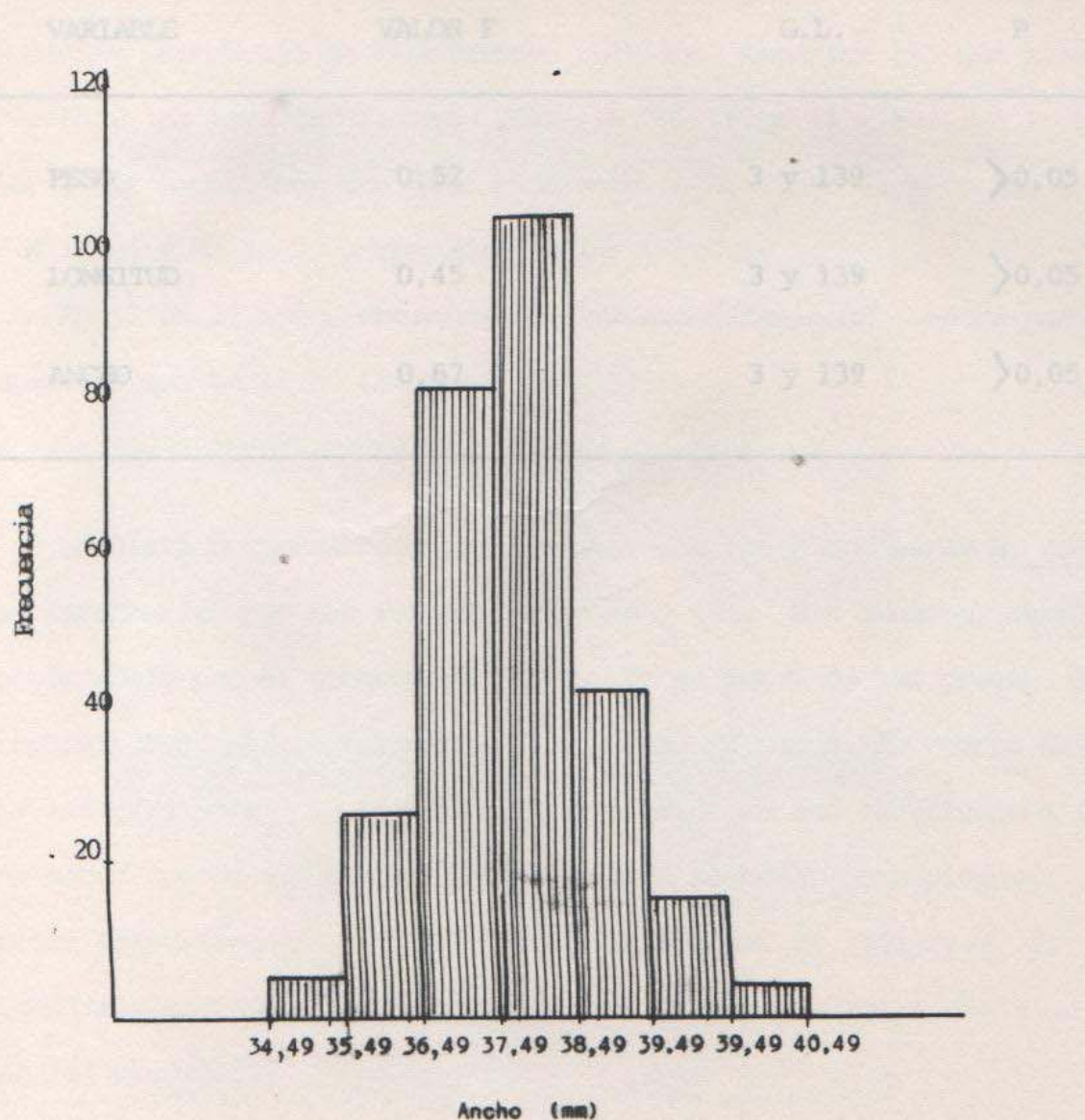


Figura 14. Distribución de frecuencias del ancho de los huevos de *N. nycticorax* durante el primer y segundo período de anidación, Isla Pájaros, Costa Rica (n=276).

Cuadro 5. Comparación entre nidadas de 2, 3 y 4 huevos con respecto a peso, longitud y ancho del huevo, (ANDEVA).

VARIABLE	VALOR F	G.L.	P
PESO	0,52	3 y 139	>0,05
LONGITUD	0,45	3 y 139	>0,05
ANCHO	0,67	3 y 139	>0,05

El índice promedio de forma del huevo fue de $72,57 \pm 3,0$, (n=245).

36

El índice de forma de los huevos varió significativamente entre 82 nidadas, ($P < 0,01$, $F = 94,2$, 81 y 40 g.l, test aproximado de igualdad de medias par-varianzas heterogéneas)

Crecimiento de Pichones

Los pichones en etapa 1 (n=28) mostraron para las características AnP y ALP un porcentaje de crecimiento relativo, superior al que presentaron para las características L.Tar y L.Cul (Figs 15 y 16). A la vez AnP y ALP experimentaron un crecimiento total menor durante las etapas 1, 2 e inicios de la 3, comparado a L.Tar y L.Cul.

En 17 de 28 nidos encontré crecimiento diferencial entre pichones mientras que en 11 no (Cuadro 6, Fig.17).

Dieta

La dieta proporcionada por los padres a los pichones de N. nycticorax se caracterizó por ser variada (Figs 18 y 19). Sin embargo, resaltó la preferencia por el consumo de peces. De un total de 184 presas, de 51 regurgitadas, 142 correspondieron a peces; de estos 130 fueron debidamente identificados. La Fig.20 indica el grado en que las diversas familias de peces fueron explotadas como fuente de alimento para pichones. De los peces identificados, 95(73%) fueron guarasapos, D. latifrons, de la familia Eleotridae. Otras presas menos frecuentes en la dieta se indican en el cuadro 7.

Encontré materia vegetal presente en dos formas distintas asociada

a las regurgitadas

a) como filamentos finos

b) como pelotas o masas

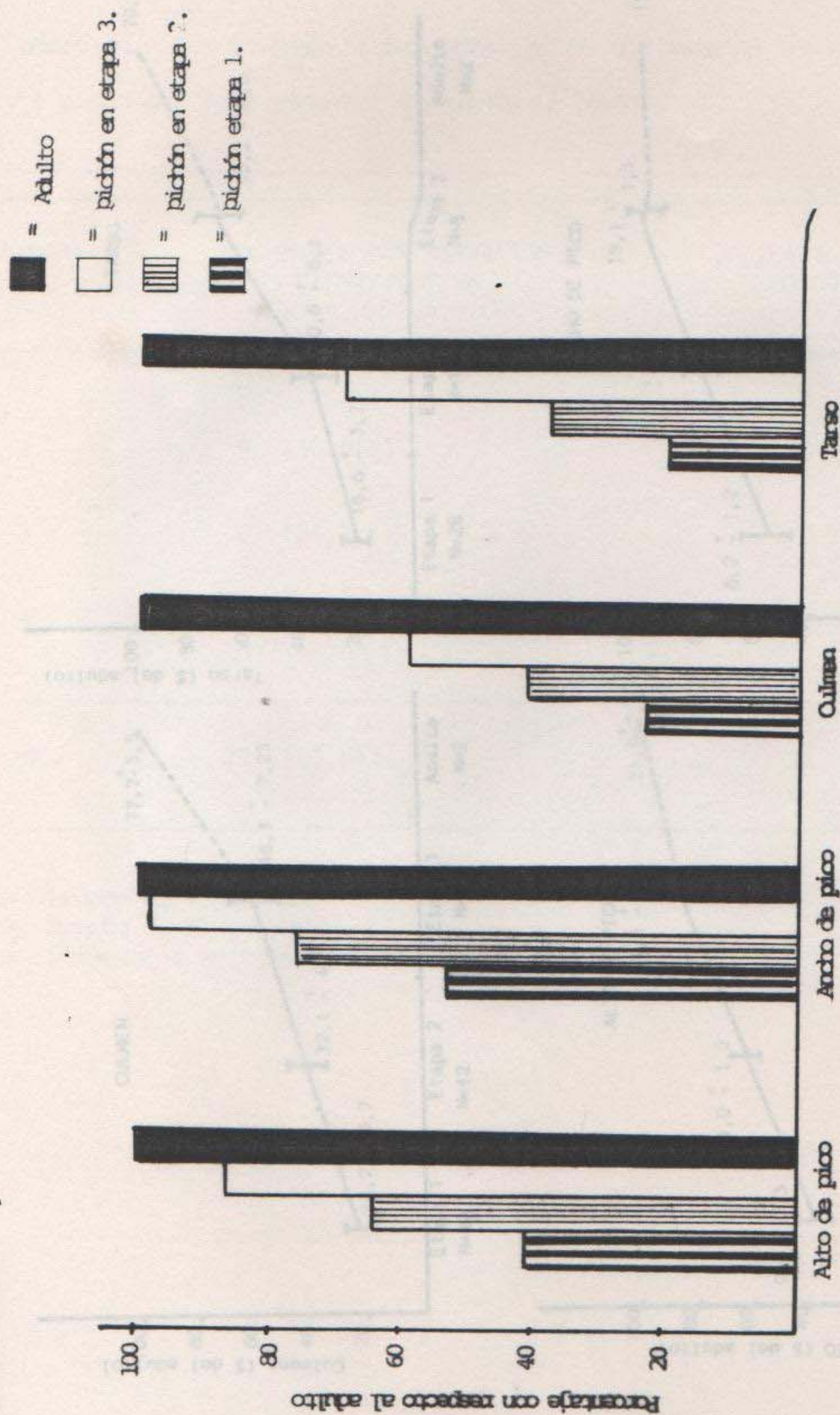


Figura 15. Proporciones relativas de las características longitud de tarso, longitud de culmen, longitud de ancho y alto del pico de pichones en etapas 1, 2 y 3 con respecto al adulto. Isla Pájaro, Costa Rica, 1985.

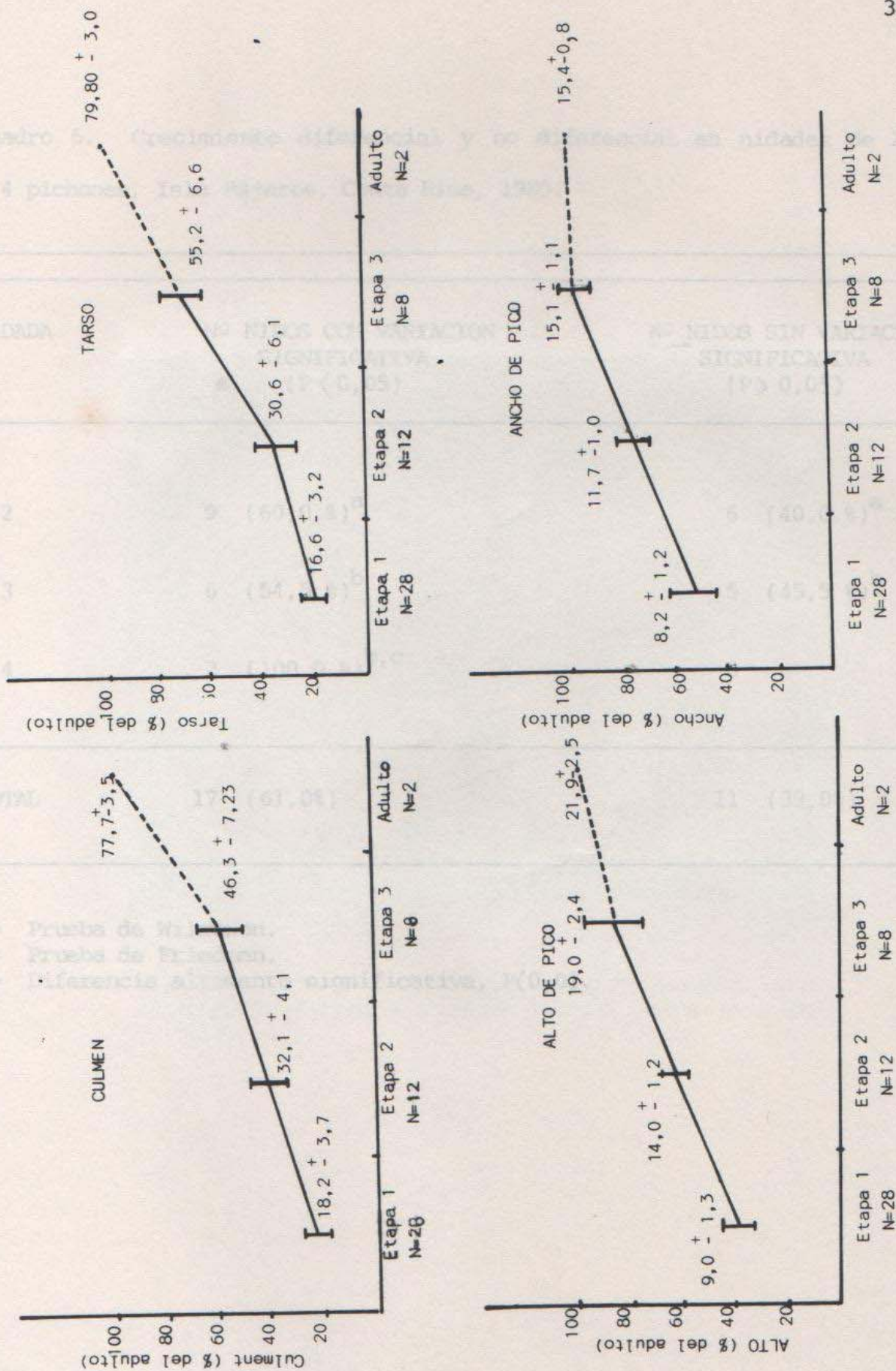


Figura 16. Crecimiento relativo del tarso, culmen, ancho y alto del pico de 48 pichones de *N. nycticorax* durante las 3 etapas de desarrollo, Isla Pájaros, Costa Rica, 1985. línea punteada (aproximación al adulto)

Cuadro 6. Crecimiento diferencial y no diferencial en nidadas de 2, 3 y 4 pichones, Isla Pájaros, Costa Rica, 1985.

NIDADA	Nº NIDOS CON VARIACION SIGNIFICATIVA ($P < 0,05$)	Nº NIDOS SIN VARIACION SIGNIFICATIVA ($P > 0,05$)
2	9 (60,0 %) ^a	6 (40,0 %) ^a
3	6 (54,5 %) ^b	5 (45,5 %) ^b
4	2 (100,0 %) ^{b,c}	0
TOTAL	17 (61,0%)	11 (39,0%)

a= Prueba de Wilcoxon.

b= Prueba de Friedman.

c= Diferencia altamente significativa, $P < 0,01$.



Figura 17. Pichones de *N.nycticorax* de una misma nidada. Nótese la diferencia de tamaños, 1. pichón menor, 2. pichón intermedio, 3. pichón mayor.

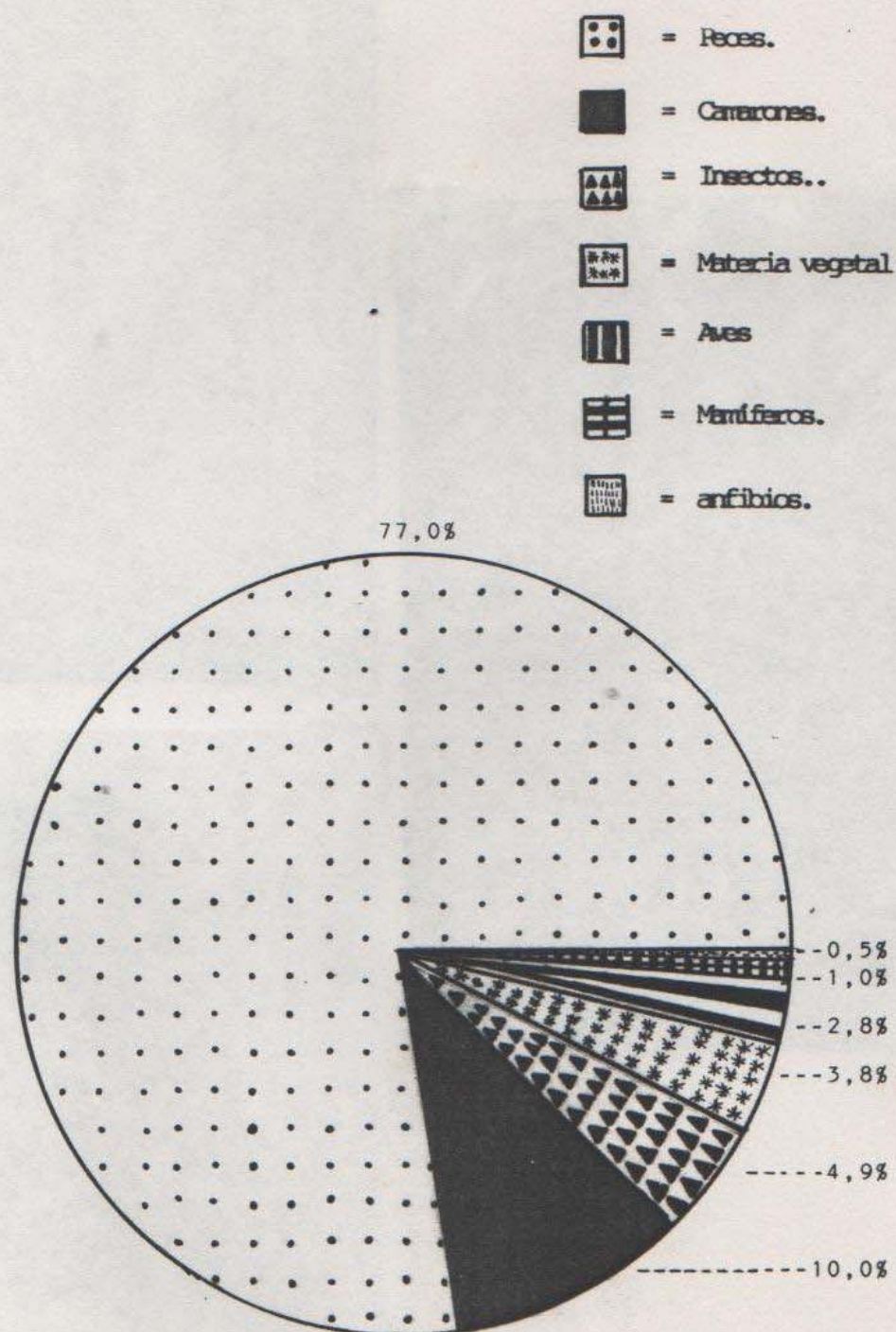


Figura 18. Dieta general de pichones de *N. nycticorax* durante el primer y segundo período reproductivo en Isla Mujeres, Costa Rica, 1985. (n= 184).



Figura 19. Algunas de las presas consumidas por *N. nycticorax*, a. ratón (*Sigmodon hispidus*), b. camarones (*Peneaus stylirostris*), c. restos de ave, 1-a regiones corporales no identificadas, 1-b y 2. patas de pichones, 3. huevo, 4 pluma. Isla Pájaros Costa Rica, 1985.

Cuadro 7. Familias y Especies de peces con *N. hyaline* como fuente alimentaria durante el primer y segundo periodo reproductivo. Costa Rica.

□ = Eleotridae.

■ = Characidae.

▤ = Poeciliidae.

▥ = Ariidae.

▧ = Cichlidae.

▨ = Syntbranchidae.

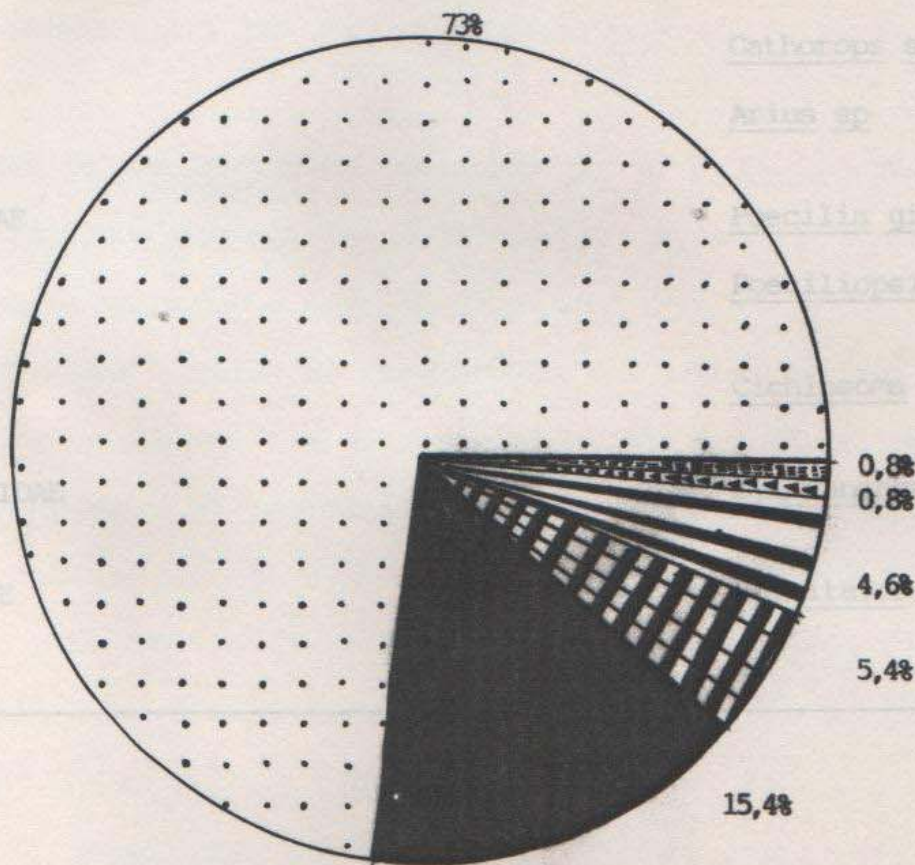


Figura 20. Porcentajes de explotación de diversas familias de peces como fuente de alimento para pichones, durante el primer y segundo periodo reproductivo. Isla Rájaros, Costa Rica, 1985, (n= 130).

Cuadro 7. Familias y Especies de peces consumidos por los pichones de N. nycticorax como fuente alimenticia durante 1985, Isla Pájaros, Costa Rica.

FAMILIA	GENEROS O ESPECIES
CHARACIDAE	<u>Astyanax fasciatus</u> <u>Roeboides guatemalensis</u>
ARIIDAE	<u>Cathorops sp</u> <u>Arius sp</u>
POECILIIDAE	<u>Poecilia gillii</u> <u>Poeciliopsis sp</u>
CICHLIDAE	<u>Cichlosoma longuimanus</u>
SYNBRANCHIDAE	<u>Synbranchus sp</u>
ELEOTRIDAE	<u>Dormitator latifrons</u>

compactas. Entre los insectos hallé tanto formas maduras (1 *Bdellostoma - tidae*) como inmaduras (una larva de neuróptero, *Corydalidae*, *Corydalus* sp), y entre los mamíferos y anfibios, dos ratones (*Sigmodon hispidus*) y una rana respectivamente.

El hallazgo de un huevo, tres patas, plumas aisladas o restos de plumaje natal y secciones corporales no identificadas de *N. nycticorax* dentro de la dieta de los pichones, sugiere que la especie se depreda a sí misma (canibalismo). No hubo desapariciones de pichones dentro de los nidos donde hallé los restos de plumaje, regiones corporales, huevos y patas.

A pesar de que las presas consumidas por *N. nycticorax* fueron variadas la dieta fue poco diversa ($H = 0,31$, peces evaluados a nivel de clase y $H = 0,60$, peces evaluados a nivel de familia).

De 17 presas totales de regurgitadas del primer período todas fueron *D. latifrons*, y sólo en 7 de 43 regurgitadas del segundo período, no encontré *D. latifrons*. El promedio de 'tipos de presa' por nido fue $1,33 \pm 0,6$, considerando materia vegetal como parte de la dieta, y $1,21 \pm 0,5$ cuando la excluí de la dieta. La dieta de los pichones de nueve nidos que examiné en dos o tres muestreos sucesivos, no mostro variación significativa ($P > 0,05$, $F = 0,53$, 3 y 18 g.l, ANDEVA, Cuadro 8).

Supervivencia y mortalidad de huevos y pichones,

vulnerabilidad del huevo

La supervivencia de huevos y pichones de *N. nycticorax* en Isla Pájaros, segundo período, 1985 fue muy baja. Sin embargo la mayor mortalidad ocurrió en huevos (Cuadro 9). De 175 huevos, sólo 67 (38,30%) eclosionaron; en

Cuadro 8. Dieta de pichones de N. nycticorax hallada en 1,2 ó 3 muestreos diferentes, en Isla Pájaros, Costa Rica 1985 .

NIDO	MUESTREO	Nº PRESAS	Nº TIPO PRESA	PRESA
G ₂₈ -NA ₁₀	1	4	1	<u>D. latifrons</u>
	2	13	3	<u>D. latifrons</u> 1 instecto (Bdellostomatidae) Materia vegetal
G ₂₈ -NA ₅	1	6	3	<u>D. latifrons</u> <u>Symbranchus sp</u> 1 rana
	2	2	2	<u>D. latifrons</u> Materia vegetal
G ₂₈ -NA ₇	1	2	2	pez 'No. Idem' materia vegetal
	2	4	2	<u>D. latifrons</u> camarón (<u>Penaeus stylostris</u>)
G ₂₈ -NA ₈	1	5	2	<u>D. latifrons</u> <u>A. Fasciatus</u>
	2	8	2	<u>D. latifrons</u> <u>A. fasciatus</u>
G ₂₈ -NA ₁₁	1	1	1	<u>D. latifrons</u>
	2	2	1	<u>D. latifrons</u>
G _{6c} -NA ₇	1	11	3	<u>D. latifrons</u>
	2	1	1	ranas, plumas restos aves <u>D. latifrons</u>

Cuadro 8. Continuoado

NIDO	MUESTREO	Nº PRESAS	Nº TIPO PRESA a	PRESA
G ₂₀ -NA ₃	1	1	1	<u>D. latifrons</u>
	2	2	2	<u>D. latifrons</u> materia vegetal
	3	1	1	<u>D. latifrons</u>
G ₁₇ -NA ₅	1	5	4	<u>D. latifrons</u> ratón (<u>Sigmodon hispidus</u>) poecílicos <u>A. fasciatus</u>
	2	4	1	<u>Arius sp.</u>
G ₂₈ -NA ₄	1	1	1	ratón (<u>S. hispidus</u>)
	2	2	2	<u>D. latifrons</u> <u>P. gillii</u>

a= Para efectos de este análisis, cada especie de pez fue considerada como un tipo presa.

Cuadro 9. Supervivencia y mortalidad por etapas específicas de N. nycticorax en Isla Pájaros, Costa Rica, 1985.

ETAPA	lx^a	dx^b	qx^c	qxd^d	sxd^e
HUEVO	175	108	0,61	0,03	0,97
1	67	24	0,36	0,05	0,95
2	43	15	0,34	0,04	0,96
3	28	?	?	?	?

^a = supervivencia.

^b = mortalidad.

^c = tasa mortalidad por etapa específica (qx/lx)

^d = mortalidad promedio diaria.

^e = supervivencia promedio diaria.

10(5,7%) observé al zanate picarlos; 95(54,3%)desaparecieron sin indicación; 2(1,1%) se perdieron cuando un nido fue destruido; y 1(0,6%) apareció quebrado. De los 95 huevos desaparecidos sin indicación, un número considerable pudo haber sido depredado por el zanate durante los días en que la Isla no se visitó, ya que de otra muestra de 26 huevos, 16 fueron depredados por este ave.

El promedio de nacimientos por nido ($n=63$ nidos) fue de $1,1 \pm 1,2$ pichones, y la supervivencia promedio de pichones por nido que superaron los 15 días de edad fue de $0,90 \pm 1,0$. No consideré la supervivencia hasta que los pichones lograran el vuelo, dado que los mismos tienden a lanzarse al barro cuando se alarman, superados los 15 días de nacidos.

Nidadas de 2 y 3 huevos mostraron un rendimiento total muy similar y superior al rendimiento en nidadas de 4 huevos (Cuadro 10). En nidadas de 4 pichones el rendimiento total fue nulo, mientras que en nidadas de 2 y 3 pichones fue de 50,0% Y 52,0% respectivamente (Cuadro 11).

La altura de los nidos donde las nidadasde huevos fueron exitosas y las no exitosas no mostró diferencias significativas ($P > 0,05$, $D_{MAX} = 0,16$, Kolmogorov- Smirnov, dos muestras, Fig.21). El grado de cobertura vegetal que protegió al nido tampoco mostró tener importancia en la supervivencia de los huevos ($P > 0,05$, $X^2 = 3,99$, Tabla de Contingencia, 2 g.l.).

La supervivencia de N. nycticorax durante las etapas de huevo, 1, 2 y 3 estuvo afectada por varios depredadores o peligros potenciales (Cuadro 12 , Fig.22). Las iguanas no actuaron como depredadores, pero por su masa corporal podrían destrozar nidos al desplazarse sobre la ve-

Cuadro 10. Rendimiento total de nidadas de 2,3 y 4 huevos de N. nycticorax durante el segundo período reproductivo de 1985, Isla Pájaro, Costa Rica.

NIDADA	N°NIDOS	N°HUEVOS PUESTOS	N°HUEVOS ECLOSION	N°PICHONES ETAPA 3	NIDADAS EXITOSAS ^a	NIDADAS ^b SEMI-EXITOSAS
2	19	38	12 (31,6%)	5 (42,0%)	2	5
3	39	117	43 (36,7%)	19 (44,0%)	2	15
4	5	20	10 (50,0%)	4 (20,0%)	0	2

^a = todos los huevos producen pichones en etapa 3

^b = no todos los huevos producen pichones en etapa 3.

Cuadro 11. Rendimiento total de nidadas de 2, 3 y 4 pichones de N. nycticorax durante el segundo período reproductivo de 1985, en Isla Pájaros, Costa Rica.

NIDOS	Nº NIDADAS	PICHONES SUPERVIVIENTES ETAPA 1	PICHONES SUPERVIVIENTES ETAPA 2	PICHONES SUPERVIVIENTES ETAPA 3	Nº NIDOS EXITOSOS
2	17	34	26(76,0%)	17(50,0%)	7
3	7	21	17(81,0%)	11(52,0%)	2
4	1	4	0	0	0

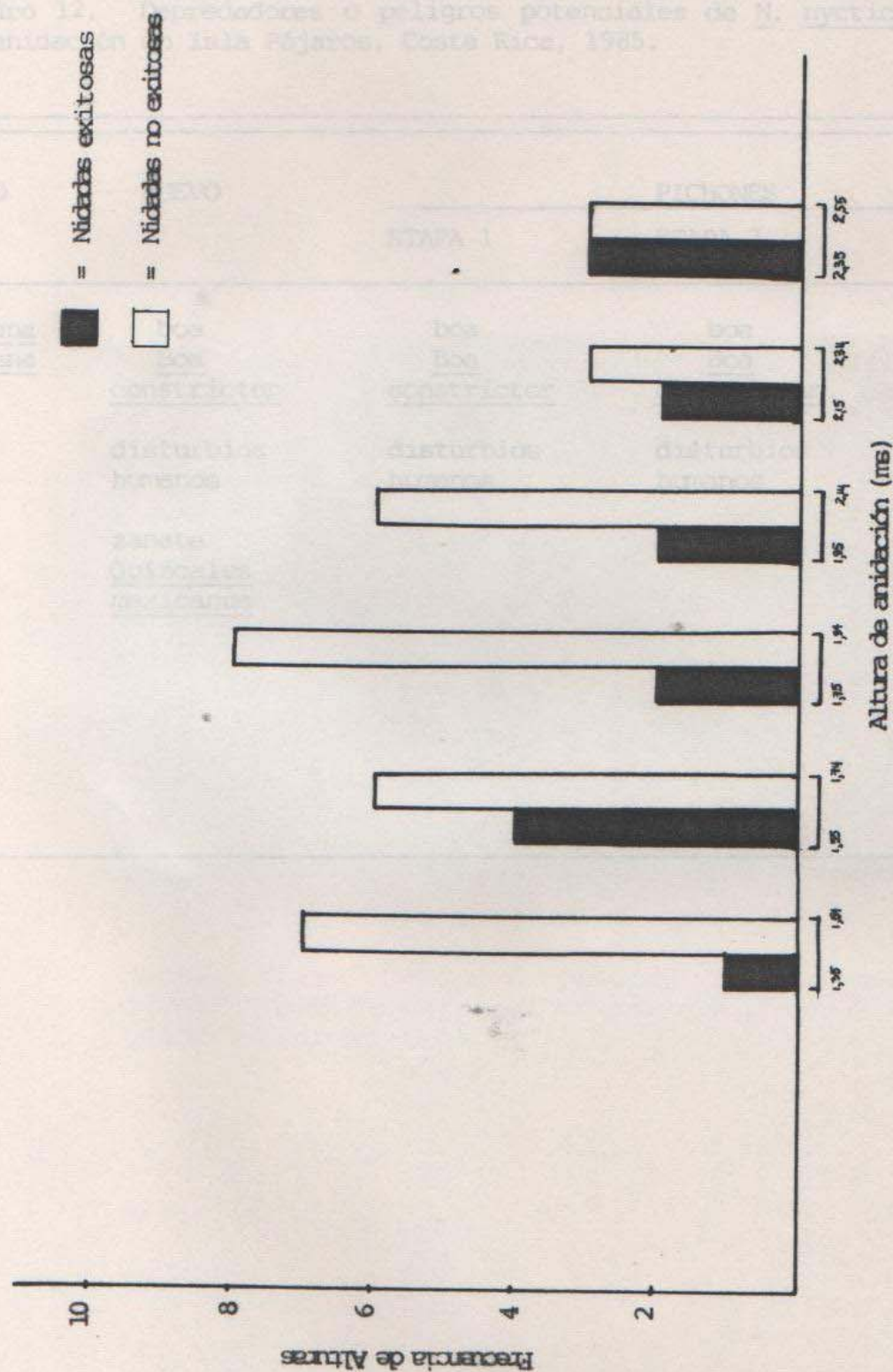


Figura 21. Alturas de anidación de *N. nyctiorax* en nidadas exitosas y no exitosas. Isla Pájaro, Costa Rica, 1985, (E20,05, DMAX=0,16, Kolmogorov - Smirnov, dos muestras)

Cuadro 12. Depredadores o peligros potenciales de N. nycticorax durante la anidación en Isla Pájaros, Costa Rica, 1985.

NIDO	HUEVO	PICHONES		
		ETAPA 1	ETAPA 2	ETAPA 3
<u>Iguana</u> <u>iguana</u>	boa <u>Boa</u> <u>constrictor</u>	boa <u>Boa</u> <u>constrictor</u>	boa <u>Boa</u> <u>constrictor</u>	querque <u>Polyoborus</u> <u>plancus</u>
	disturbios humanos	disturbios humanos	disturbios humanos	disturbios humanos
	zanate <u>Quiscalus</u> <u>mexicanus</u>			grado de actividad de los pichones.
				riesgo de lanzarse al barro



Figura 22 Efecto de la depredación por zanate (Quiscalus mexicanus)
Se indica un huevo depredado, tanto su vitelo como su cáscara hallados sobre el barro del manglar.

destruizar nidos al desplazarse sobre la vegetación del manglar. Seis nidos fueron totalmente destruidos durante la época de estudio, es probable que una iguana haya sido la causa de tal destrucción.

A inicios de noviembre, el garzón (Mycterria americana) comenzó la anidación. El robo de los materiales de los nidos de N. nycticorax fue evidente durante mis visitas del 28 y 29 de noviembre, porque algunas de las cintas de nylon que coloqué para el marcaje de los nidos de N. nycticorax aparecieron en los nidos de M. americana.

Registros mensuales de precipitación 1963-1964, de Puerto Rico (Fig. 2). Indica que la mayor precipitación fue en junio y julio, y se presentó luego un notable descenso durante el resto del año (Fig. 2). Datos del R.F.S.R.D.R.C., muestran dos picos de precipitación durante 1963, correspondientes a los meses de junio y agosto, con una marcada disminución de precipitación entre los meses hasta el día 26 de julio (Fig. 2), sin embargo el registro de precipitación estuvo suspendido desde el 26 de julio y todo el mes de agosto lo que no permitió una evaluación en este tiempo. Los dos períodos de precipitación de junio y septiembre no coincidieron con los picos de anidación de N. nycticorax, pero sí los antecedieron. Es posible que la lluvia o aumento de los niveles de agua y el alimento disponible hayan actuado como un desencadenador sobre el inicio de los períodos de anidación. La lluvia ha sido ligada a las épocas reproductivas

DISCUSION

Epoca de Anidación

Los registros de anidación de N. nycticorax efectuados por Sánchez (1986 com. pers.) en localidades cercanas a Isla Pájaros a partir de 1979, indicaron inicios de anidación en los meses de julio y agosto. Para Isla Pájaros no se tuvo evidencia de la anidación de N. nycticorax en esas fechas, sino hasta el 21 de julio de 1983, cuando Sánchez halló 32 nidos. En 1984 encontró una alta tasa de anidación y el seis de julio del mismo año estimó 400 nidos en la isla. Estas fechas coincidieron con las halladas en este estudio para el inicio del primer período de anidación.

Registros mensuales de precipitación 1980-1984, de Puerto Humo (Nicoya), indicaron que setiembre fue el mes más lluvioso (Apéndice 1); Leber señaló la misma tendencia durante 1973-1974 para Isla Pájaros. Sin embargo, en 1985 el mes con mayor precipitación fue junio, y se presentó luego un notable descenso durante el resto del año (Fig.2). Datos del R.F.S.R.L.R.C., mostraron dos picos de precipitación durante 1985, correspondientes a los meses de junio y setiembre, con una marcada disminución de precipitación entre los mismos hasta el día 26 de julio (Fig.2), sin embargo el registro de precipitación estuvo suspendido desde el 26 de julio y todo el mes de agosto lo que no permitió una evaluación en este tiempo. Los dos períodos de precipitación de junio y setiembre no coincidieron con los picos de anidación de N. nycticorax, pero sí los antecedieron. Es posible que la lluvia o ascenso de los niveles de agua y el alimento disponible hayan actuado como un desencadenador sobre el inicio de los períodos de anidación. La lluvia ha sido ligada a las épocas reproductivas

de muchas aves guanacastecas (Leber 1980, Stiles 1986 com. pers.).

La época de anidación de N. nycticorax en 1985 y años anteriores, diferió de las épocas citadas en otras investigaciones (Cuadro 13). Estas investigaciones correspondieron en su mayoría a zonas templadas, donde el fotoperíodo y la temperatura ambiental, más que la precipitación son importantes en determinar el inicio de los periodos de anidación. Por lo tanto no es sorprendente que en Costa Rica N. nycticorax anide algunos meses más tarde.

En este estudio, como en otras investigaciones se ha encontrado a N. nycticorax durante la anidación asociado a colonias mixtas de otras aves (Cuadro 14).

Nido

El nido de N. nycticorax (y en general de todos los Ardeidae) es una estructura grande y simple. Collias y Collias (1984) argumentaron que aves grandes, generalmente hacen plataformas de ramitas, mientras que aves pequeñas como regla hacen nidos más compactos y de materiales finos fuertemente entrelazados uno con otros.

La anidación de N. nycticorax en manglares ha sido poco citada, principalmente debido a que la mayoría de los estudios corresponden a zonas templadas. Sin embargo, la especie anida en manglares de Cuba, Java y en Florida (Hancock y Kushlan 1984, Maxwell y Kale 1977). N. nycticorax utiliza habitats de anidación como bosques de pinos y de abedul blanco (Betula papyrifera), cultivos frutales como manzanas, pantanos y bambues (Palmer 1962, Tremblay y Ellison 1980, Hancock y Kushlan 1984). Según

Cuadro 13. Épocas de anidación para N. nycticorax en Guanacaste, Costa Rica y otras localidades de zonas templadas.

EPOCA DE ANIDACION	REGION	AUTOR
Julio-agosto 1979	Guanacaste Costa Rica	Sánchez J. (com.personal)
Julio 1983	Guanacaste Costa Rica	Sánchez J. (com.personal)
Julio 1984	Guanacaste Costa Rica	Sánchez J. (com. personal)
mayo	Maine, E.U.A.	Palmer (1962)
Abril-mayo	Quebec-Canadá	Tremblay y Ellison (1980)
Mayo-junio	Massachusetts E.U.A.	Forbush (1925)
Marzo-julio	Camarge, Francia	Hafner (1977 citado por Watmough 1978)

Cuadro 14. Especies de aves con las que N. nycticorax ha constituido colonias mixtas de anidación.

COMPOSICION DE COLONIAS MIXTAS	REGION	AUTOR
<u>Ardea herodias</u> , <u>Phalacrocorax</u> <u>Auritus</u> , <u>Larus argentatus</u>	Quebec Canadá	Tremblay y Ellison (1980)
<u>Egretta tricolor</u> , <u>Egretta</u> <u>Thula</u> , <u>Bubulcus ibis</u> , <u>Casmerodius albus</u> , <u>Egretta</u> <u>caerulea</u> , <u>Nyctanassa violacea</u> <u>Ardea herodias</u> , <u>Butorides</u> <u>virescens</u> , <u>Eudocimus albus</u>	Florida E.U.A.	Maxwell y Kale (1977)
<u>E. albus</u> , <u>C. albus</u> , <u>B. ibis</u> <u>Anhinga anhinga</u> , <u>Mycteria</u> <u>americana</u> , <u>Ajaia ajaja</u> <u>Plegadis falcinellus</u> .	Guanacaste Costa Rica	La presente investigación (1985)

Palmer (1962) el sitio de anidación es altamente variable, como podría esperarse en especies con amplia distribución geográfica.

Materiales de anidación varían con el habitat, pero en general pesadas y ásperas ramitas son utilizadas en la fundación del nido, mientras que materiales finos son tejidos y empleados como forro en la superficie (Palmer 1962). En Isla Pájaros hallé la misma relación; palitos gruesos de mangle (mayoría de raíces zancudas) los utilizaron como fundadoras, mientras que palitos cortos y delgados también de mangle (ramitas terminales) y el resto de los materiales citados se encontraron en el relleno del nido. Como lo indiqué pienso que la mayor parte de estos materiales fuer on recolectados en la isla. Palmer (1962) señaló que los materiales del nido de N. nycticorax son reunidos cerca del área circundante al árbol de anidación, o a cientos de metros del nido; al mismo tiempo que es común remover palos de un nido viejo para usarlos en reconstrucción. Incluir fragmentos de gramíneas u hojas en los nidos es común en esta especie, por ejemplo Gross (1923 citado por Palmer 1962) halló como forro raíces largas y fragmentos de pasto de playa. Materiales como Machaerium sp, Mimosa pigra y Randia a parte de constituir relleno del nido pueden ayudar a entrelazar más los materiales por medio de sus espinas y proporcionar una estructura más compacta.

El comportamiento de construcción del nido es programado genéticamente, pero perfeccionado con la práctica en las aves tejedoras estudiadas por Collias y Collias (1984). Es probable que en N. nycticorax el patrón general de construcción del nido esté determinado genéticamente, mientras que el tipo, la longitud y el diámetro del material, así como la cantidad del mismo estén influenciados por la disponibilidad en el habitat de

anidación y por la edad y experiencia de la pareja criadora.

Altura de Anidación

Como indiqué en Isla Pájaros la altura de anidación fue de 1.85 ± 0.32 y los nidos fueron contruidos sobre la vegetación del manglar. Los dos períodos de anidación no mostraron diferencias significativas en las alturas de anidación, sin embargo la muestra tan pequeña del primer período ($n=14$) pudo influir en la significancia de la prueba.

Nidos de N. nycticorax han sido hallados sobre el suelo hasta alturas de 50m (Palmer 1962, Hancock y Kushlan 1984), en particular Tremblay y Ellison (1980) hallaron alturas promedio de anidación de 5,2m en Gros Pelerin, isla cubierta por abedules blancos (Betula papyrifera) y de 3,1 m en Ilé Brule, cubierta principalmente por bálsamo(Abies balsamea). Según Stiles (1986 com. personal) la altura de la vegetación puede determinar la altura de anidación.

En algunas especies de la fam. Ardeidae, se ha observado en general que anidan en sitios específicos de la vegetación (Cuadro 15).

Tamaño de las Nidadas y Reposición

Nidadas más grandes a las de N. nycticorax encontradas en Costa Rica, han sido halladas en zonas templadas (Cuadro 16). Juárez (1967) en Nayarit, México, halló para Cochlearius cochlearius (pariente muy cercano a N. nycticorax) nidadas de dos a cuatro huevos, con un promedio de 2.42 ± 0.60 , valores similares a los hallados en esta investigación.

Cuadro 15. Patrones generales de las alturas de anidación observados en algunas especies de la familia Ardeidae.

ALTURA DEL NIDO	ESPECIES	AUTOR
Altas o en el tope de la vegetación	<u>Casmerodius</u> <u>albus</u>	Cristy (1928 citado por Leber 1980)
Medias	<u>N. nycticorax</u> <u>Nyctanassa</u> * <u>violacea</u>	Cristy (1928 citado por Leber 1980)
Bajas	<u>Bubulcus ibis</u> <u>Egretta tricolor</u>	Leber (1980) Jenni (1969 citada por Maxwell y Kale 1977) Cristy (1928 citado por Leber 1980).

Cuadro 16. Nidadas de huevos de N. nycticorax en zonas templadas y tropicales.

TAMAÑO DE LA NIDADA	n	NIDADA $\bar{X} \pm DS$	REGION	AUTOR
1-6	98	4,1 $\pm$ 0,1	Quebec Canadá	Tremblay y Ellison (1980)
2-5	493	3,6 $\pm$ 0,7	Massachusetts y Carolina del Norte	Custer et al. (1983)
2-4	63	2,8 $\pm$ 0,6	Guanacaste Costa Rica	La presente investigación

El tamaño de la nidada se ha pensado está sujeto a variación geográfica (Moreau 1944 citado por Maxwell y Kale 1977). Ricklefs (1980 citado por Poole 1982) hipotetizó que esta relación entre el tamaño de las nidadas y la variación geográfica se debió, a la estacionalidad en las fuentes de alimento; mientras que Lack (1947 y 1968 citado por Poole 1982) lo asoció a la cantidad de tiempo disponible por los padres para alimentar pichones, dependiente de la longitud del día. Sin embargo Maxwell y Kale (1977) encontraron variación significativa entre las nidadas promedio de huevos de dos colonias separadas por 300 km. Para estos autores factores como a) diferencias en la disponibilidad de alimento, b) stress social causado por el apiñamiento de nidos y competencia, c) condiciones óptimas y subóptimas del tiempo antes y durante la puesta de huevos y d) el nivel de toxinas en los miembros de una colonia, son más importantes que la latitud en determinar el tamaño de las nidadas.

Incubación y Peso del Huevo

El tiempo de incubación fue de 21 días $\pm$ 0,76 con un ámbito de 20 a 22 días, y a pesar de que se determinó en una muestra muy pequeña, no diferió notablemente de los períodos hallados en otras investigaciones. Tremblay y Ellison (1980) hallaron un tiempo de 22-23 días y Hancock y Kushlan (1984) de 21-23 días.

El peso del huevo durante la incubación no fue constante. Según Rahn y Ar (1976) los huevos pierden aproximadamente 18% de su peso inicial. Esta pérdida en peso es debida principalmente a la pérdida de agua, en forma líquida o vapor através de la cáscara (Ar et al. 1974). La difusión

del agua hacia el exterior ocurre a través de los poros de la cáscara del huevo. La tasa de pérdida de agua depende de a) la geometría de los poros, que determinan la conductividad del vapor de agua, b) la temperatura del huevo que determina la presión del vapor de agua dentro del huevo y c) otros factores como el comportamiento parental, la estructura del nido y condiciones ambientales (Vleck et al. 1983).

En esta investigación se halló en los huevos una pérdida de agua de $0,20 \text{ g} \pm 0,12$ por día de incubación, valor muy similar al encontrado por Vleck et al. (1983) de $0,17 \text{ g} \pm 0,17$, para N. nycticorax.

Ancho y Longitud del Huevo

La longitud y el ancho promedio de los huevos no mostraron valores muy diferentes a los hallados en otras investigaciones (Cuadro 17), sin embargo diferieron significativamente de las muestras estudiadas por Tremblay y Ellison (1980) para longitud y ancho (Cuadro 18); mientras que para las muestras de huevos estudiadas por Palmer (1962) sólo las longitudes promedio variaron significativamente. Con respecto a las muestras estudiadas en Costa Rica por Sánchez y en esta investigación, no hallé diferencia significativa para ninguno de los dos parámetros. El diámetro del oviducto de la hembra podría explicar en parte estas diferencias. Además entre especies las variaciones en el tamaño del huevo son relacionadas con el tamaño del cuerpo del ave, y a nivel intraespecífico se ha determinado que la edad de la hembra juega un papel importante, pues huevos pequeños se producen durante el primer año de la puesta y al final de la época reproductiva (Romanoff y Romanoff 1949).

Cuadro 17. Longitud y Ancho de los huevos de N. nycticorax en Guanacaste Costa Rica y otras localidades de Norte América y Canadá.

LONGITUD X ANCHO (mm)	n	AUTOR
$53,14 \pm 1,73 \times 37,24 \pm 1,1$	20	Palmer (1962) 1
$52,4 \pm 0,1 \times 37,20 \pm 0,1$	320	Tremblay y Ellison (1980) 2
$51,35 \pm 2,2 \times 37,43 \pm 1,1$	276	Esta investigación 3
$49,88 \pm 3,9 \times 37,30 \pm 2,6$	30	Sánchez J. (com. personal). 4.

Cuadro 18. Resultados de pruebas de t de Student en la comparación de la longitud y ancho de huevos de muestras estudiadas en Costa Rica, E.U.A. y Canadá.

COMPARACION	PARAMETRO	VALOR t'	PROBABILIDAD
3 vs 4	Longitud	0,19	$P > 0,05$
3 vs 4	Ancho	0,56	$P > 0,05$
3 vs 1	Longitud	3,45	$P < 0,05$
3 vs 1	Ancho	0,76	$P > 0,05$
3 vs 2	Longitud	8,54	$P < 0,05$
3 vs 2	Ancho	3,76	$P < 0,05$

Pichones

Como lo indiqué los pichones en etapa 1 mostraron un ALP y AnP relativo, mas similar al del adulto, en comparación con las características L.Tar y L.Cul. Lo anterior justifica que el alto y ancho del pico experimentaran poco crecimiento durante el desarrollo del pichón en las etapas 1, 2 e inicios de la 3.

Segun Ricklefs (1979) la tasa de crecimiento varía inversamente con la madurez funcional. Este mismo autor señaló que en aves que al eclosionar muestran madurez funcional de sus órganos o estructuras corporales (precociales), su crecimiento es lento, pues la mayoría de las células estan diferenciadas y la energía debe ser invertida más en metabolismo y termorregulación que en crecimiento; contrario a lo que ocurre en aves cuyos órganos y estructuras corporales son funcionalmente inmaduras.

Aun cuando en este estudio se analizo unicamente el crecimiento de una única especie, los resultados son consistentes con una tasa de crecimiento inversa en relación a la madurez funcional de la estructura y el grado de desarrollo. Por ejemplo, desde inicios de la etapa 1, el alto y ancho del pico en los pichones mostraron mayor madurez, y estas características reflejan el tamaño de la boca (importante en la recepción del alimento proporcionado por los padres), mientras que el largo del pico mostro valores iniciales mas bajos (pico es usado para cazar sólo después de salir del nido). Es probable que los argumentos fisiológicos que señaló Ricklefs (1979) en relación al crecimiento dependiente del grado de desarrollo sean válidos aún a nivel de estructuras.

Hallé crecimiento diferencial en 17(61%) de 28 nidos, sin embargo co-

mo lo indica el cuadro 6, este fenómeno fue mas evidente en nidadas que contenían cuatro pichones, mientras que en nidadas de dos y tres pichones los porcentajes de nidos que mostraron diferencias significativas fue muy parecido.

En algunos casos se ha observado crecimiento diferencial entre pichones de una misma nidada, como parte de los efectos de la estrategia reducción de cría y como respuesta a una intensa competencia entre pichones por el alimento que los padres depositan en el nido (Braun y Hunt 1983 Mock 1985, O'Connor 1977 citado por Verschul y Jackson 1977). Reducción de cría ha sido interpretado como una adaptación a fuentes impredecibles de alimento (Lack 1954), de modo que si hay alimento abundante todos los pichones se alimentan y sobreviven, mientras que si el alimento es escaso solo los pichones mayores se alimentan y sobreviven (Verschul y Jackson 1977).

Como lo indique, en los nidos en los que hallé dentro de las regurgitadas de pichones, restos como patas, plumas y huevos de *N. nycticorax* no hubo pérdida de pichones, lo que sugiere una depredación intraespecífica (canibalismo). Es decir los adultos atacan otros nidos. Sin embargo, es necesaria evidencia como determinación de las causas específicas de la muerte de cada uno de los pichones desaparecidos, estado nutricional de los pichones antes de la muerte y del comportamiento intraespecífico de los adultos hacia los pichones en las colonias de anidación, para juzgar si realmente constituyo este un caso de canibalismo y si realmente el fenómeno es común en la especie.

No obtuve evidencia directa que indicara que durante 1985 operara el fenómeno de reducción de cría. Sin embargo los resultados de rendimiento

total en nidadas de huevos y pichones (Cuadro 10 y 11) sugieren que al menos durante 1985, los adultos estuvieron capacitados para criar nidadas de tres pichones con mayor éxito inclusive que con nidadas de dos, por lo que es probable que durante el período de anidación de 1985, en Isla Pájaros, la disponibilidad de alimento no fue un factor limitante en el éxito reproductivo de N. nycticorax, y por lo tanto que el fenómeno de reducción de cría no haya tenido importancia. (excepto posiblemente para nidadas de cuatro pichones), sin embargo en el presente estudio se consideraron pocas nidadas y falta mas información al respecto.

Dieta

Una dieta muy variada ha sido citada para N. nycticorax (Palmer 1962, Collins 1970) y concuerda con lo encontrado en esta investigación. Palmer (1962) señaló que en 117 muestras estomacales recolectadas en diferentes partes de los E.U.A., contenían 51,53% de peces, 22% de crustáceos 16% insectos acuáticos, 6% anfibios (ranas), 2% ratones y el resto de hormigas y arañas. Esto indica una dieta un poco menos piscívora y más diversa que la que hallé en esta investigación (Cuadro 19). Este mismo autor informó que N. nycticorax consumio 16 familias de peces como Clupeidae, Catostomidae, Cyprinidae, Cyprinodontidae, Aneuridae, Esocidae, Anguillidae, Percidae, Labridae, Tetraodontidae y Triglidae; mientras que en Isla Pájaros, este ave explotó solo seis familias de peces, con marcada preferencia por D. latifrons. Biderman y Dickerman (1978) comunicaron el consumo de D. latifrons, Cichlasoma trimaculatum, (peces) y Pennaeus vanamei (camaron) en dos ejemplares de N. nycticorax examinados en Guatemala.

Cuadro 19. Diversidad de las dietas de N. nycticorax en E.U.A. según Palmer (1962) y los hallados en esta investigación.

INDICE DE DIVERSIDAD SHANNON	Nº CLASES	n	AUTOR
0,56	6	117	Palmer (1962)
0,32	6	117 ^a	La presente investigación.
0,60	12	158 ^b	La presente investigación.
0,38	7	184 ^c	La presente investigación.

^a= sin incluir materia vegetal.

^b= sin incluir materia vegetal, peces considerados a nivel de familia.

^c= considerando materia vegetal, peces a nivel de familia.

El consumo de un recurso particular debe estar supeditado a su abundancia en el medio y su contenido energético. Yañez y Díaz (1977) indicaron que D. latifrons fue principalmente un consumidor primario del tipo detritivoro vegetal y de gran importancia por poder transformar la energía potencial del detritus vegetal en energía utilizable para otros niveles tró-

ficos como peces, aves acuáticas y el hombre.

Según Bussing y López (1977), D. latifrons se distribuye tanto en la Cuenca del Río Tempisque como en la Cuenca del Río Bebedero, entre 5 y 30 msnm; sobre fondos lodosos y tiene afinidad marina. D. latifrons junto con otros peces han sido asociados a la explotación de los manglares en Panamá (D' Croz y Kwiecinski 1979).

La mayor parte de las presas consumidas por N. nycticorax, son comúnmente encontradas dentro del R. Tempisque, lo que sugiere que la especie forrajea en áreas no muy lejanas a los sitios de anidación y en cierta medida justifica un mayor consumo de peces (Cuadro 20).

La presencia de materia vegetal en la dieta de N. nycticorax, ha sido citada por Palmer (1962) y Collins (1970); en la presente investigación encontré un 38% de ocurrencia. Yo considero que la materia vegetal se presenta en la dieta debido a dos causas principalmente: a) ingestión accidental, cuando el ave por capturar determinadas presas ingiere pequeños filamentos de algas, b) ingestión secundaria, cuando la materia vegetal estaba ya presente en el tracto digestivo de una presa como D. latifrons. Por lo que no creo que N. nycticorax activamente ingiera materia vegetal, como anteriormente ha sido sugerido.

Cuadro 20. Localización geográfica de las presas consumidas por N. nycticorax durante la época de anidación, 1985.

PRESA	LOCALIZACION	
<u>D. latifrons</u>	Cuenca del R. Tempisque y Cuenca del R. Bebedero; sobre fondos lodosos, de afinidad marina.	Bussing y López (1977)
<u>A. fasciatus</u>	Cuenca del R. Tempisque y C. del R. Bebedero, en riachuelos, ríos y pantanos, 4 a 465 m.	Bussing y López
<u>R. guatemalensis</u>	Cuenca del R. Tempisque y C. del R. Bebedero, se ha colectado en Pto. Humo.	Bussing y López
<u>P. gillii</u>	C. del R. Tempisque y C. del R. Bebedero, abundante en orillas del río poco profundas.	Bussing y López (1977)
<u>Poeciliopsis sp.</u>	Cuenca del R. Bebedero, ríos anchos, entre 5 y 115 msnm, aguas salobres en bocas de desembocaduras	Bussing y López (1977)
<u>Cathrops sp.</u> <u>Arius sp.</u>	Peces de afinidad marina sin embargo dado el efecto de la marea, es común hallarlo en buen parte del Río Tempisque.	Bussing (1986, com. personal).
<u>Symbranchus</u>	Cuenca del R Tempisque y C. del R. Bebedero, en fondos lodosos.	Bussing y López (1977)
<u>Syngnodon hipidus</u> (ratón)	Areas de charral, potrero matorral espinoso Refugio de Vida Silvestre	Vaughan et al. (1982)
<u>Pennaues stylirostris</u> (camarón)	áreas de manglar	Bravo (1979 citado por Campos 1983).

Supervivencia, mortalidad,

vulnerabilidad del nido

La supervivencia de huevos y pichones de N. nycticorax durante 1985 en Isla Pájaros fue inferior a la hallada en otros estudios (Cuadro 21 y 22), por ejemplo Custer et al. (1983) encontraron una supervivencia en pichones (mayores de 15 días) cuyo porcentaje fue más del doble obtenido en esta investigación. La diferencia más drástica entre la supervivencia de uno y otro estudio están determinados por los porcentajes de eclosión de huevos o supervivencia a este nivel. Custer et al. (1983) hallaron un mayor éxito de supervivencia de pichones, que de huevos, sin embargo estos autores hallaron un 77.2% de eclosión de huevos, Tremblay y Ellison (1980) un 56,0% y en la presente investigación únicamente encontré un 38,3%.

Aves depredadoras como Corvus brachyrhynchus, Larus delawarensis han sido observadas en otras colonias de anidación de N. nycticorax (Tremblay y Ellison 1980, Custer et al. 1983). Leber (1980) durante 1972-1974 halló también bajos porcentajes de supervivencia y señaló que el zanate fue visto depredando huevos de varias de las especies que allí anidaron, particularmente influyó sobre el éxito de anidación de la garza blanca C. albus.

Cuadro 21. Supervivencia de pichones de N. nycticorax hasta 15 o más días de edad.

NUMERO PICHONES NACIDOS	NUMERO PICHONES SUPERVIVIENTES	AUTOR
1122	1025 (91,4%)	Custer et al. (1983)
67	28 (41,8%)	Esta investi- gación.

Cuadro 22. Mortalidad y supervivencia de huevos de N. nycticorax durante la incubación.

NH ^a	HE ^b	HD ^c	HI ^d	HFN ^e	HFNE ^f	HQ ^g	HND ^h	HD ⁱ	AUTOR
1598	1234 (77,2%)	239 (15,0%)	54 (3,4%)	37 (2,3%)	20 (1,3%)	--	--	--	Custer et al. (1983)
149	84 (56,0%)	43 (29,0%)	10 (7,0%)	--	2 (1,0%)	3 (2,0%)	--	7 (5,0%)	Tremblay y Ellison (1980)
175	67 (38,3%)	95 (54,3%)	--	--	--	1 (0,6%)	10 (5,7%)	2 (1,1%)	la presente

a = número de huevos puestos.

b = número de huevos que eclosionaron.

c = número de huevos desaparecidos.

d = número de huevos infértiles

e = número de huevos hallados fuera del nido.

f = número de huevos fértiles pero no eclosionaron.

g = número de huevos quebrados.

h = número de huevos perdidos por destrucción del nido.

i = número de huevos depredados.

Tremblay y Ellison (1980) argumentaron que las perturbaciones humanas a las colonias de anidación reduce el éxito de anidación por causar inhibición de la puesta de huevos; por facilitar la depredación de huevos o por que los padres abandonan las nidadas. Las ocasiones en que observé al zanate cuando picó los 10 huevos ocurrió en momentos en que por nuestra presencia los padres abandonaron las nidadas. A pesar que la isla es de acceso restringido, carece de vigilancia y es probable que durante los días que la isla no se visitó, la presencia de camaroneros o pescadores en la isla o sitios cercanos pudo facilitar el abandonamiento de las colonias por los padres y por lo tanto favorecer la depredación de huevos por el zanate.

Parámetros como grado de cobertura vegetal sobre el nido y la altura de anidación han sido planteados en muchos casos como factores importantes en determinar el grado de depredación (Nie y Nolan citados por Collias y Collias 1980, Serventy y Whitell citados por Hancock y Kushlan 1984), sin embargo tales parámetros no influyeron sobre el éxito de N. nycticorax.

Resulta difícil desde un punto de vista de observador determinar que pueda ser camuflado contra el zanate u otros depredadores. Sólo luego de minuciosos análisis acerca del comportamiento de cada uno de los depredadores hacia los nidos y de sus habilidades depredadoras, una pueda juzgar los puntos críticos en la vulnerabilidad del nido.

N. nycticorax se espanta con mucha facilidad ante las perturbaciones cuando están los adultos incubando, es posible que en un futuro esta especie evolucione hacia mecanismos más efectivos en el cuidado de los huevos. Aspecto que podría reducir las posibilidades de depredación.

CONCLUSIONES

1. Los manglares representan un papel importante en la biología de N. nycticorax por ofrecer grandes potencialidades como sitios de anidación, materia prima en la construcción del nido y micro-habitats protegidos que permiten el desarrollo de formas inmaduras de camarones y peces que son utilizados como fuente alimenticia. La utilización de los mismos sugiere una de las principales adaptaciones de N. nycticorax a zonas tropicales.

2. La precipitación asociada a la disponibilidad de alimento muy probablemente juega un papel importante como desencadenador del inicio de la época de anidación.

3. El número de palitos utilizados en la construcción de los nuevos nidos, así como la longitud y el diámetro de los mismos fue variable.

4. El grado de utilización de un material de anidación está determinado por la disponibilidad en el medio; así como por la función que el mismo pueda desempeñar dentro del nido. Materiales de mayor longitud y grosor se utilizan menos que materiales finos del mismo mangle, dado que los primeros actúan como fundadores y los segundos como material de relleno.

5. Materiales como Machaerium sp, Randia sp, Mimosa pigra, por mostrar espinas en su tallo, ayudan a entrelazar otros materiales y dan más consistencia al nido.

6. Características de los pichones como longitud del alto y ancho del pico muestran un tamaño relativo más similar al del adulto al nacer en comparación a las características longitud del tarso y longitud de

culmen; por lo que su crecimiento durante las etapas 1,2 e inicios de la 3 fue menor.

7. A pesar de que N. nycticorax consumió presas de naturaleza muy variada, la diversidad de su dieta fue baja, dada su preferencia por peces.

8. La materia vegetal no debe ser considerada como parte de la dieta de N. nycticorax.

9. La supervivencia de N. nycticorax durante 1985 en Isla Pájaros fue muy baja, y ello estuvo asociado a la gran mortalidad que ocurrió a nivel de huevos.

10. Depredadores como zanates (Quiscalus mexicanus), boas (Boa constrictor), querques (Polyoborus plancus) y peligros potenciales como iguanas (Iguana iguana), disturbios humanos y la tendencia de los pichones en etapa 3 a lanzarse al barro del manglar bajo contextos de alarma, disminuyen el éxito de anidación.

11. La altura de anidación y el grado de exposición del nido no influyeron sobre el éxito de anidación de N. nycticorax durante el segundo período reproductivo de 1985.

BIBLIOGRAFIA

- Ar, A, C.V. Paganelli, R.B. Breeves, D.G. Greene y H. Hunt. 1974. The avian egg: water vapor conductance, shell thickness, and functional pore area. *Condor* 76: 153-158.
- Biderman, J. D y R.W. Dickerman. 1978. Feeding behavior and food habits of the Boat-billed heron. (Cochlearius cochlearius). *Biotropica* 10: 33-37.
- Braithwaite, L.W y M. Clayton. 1976. Breeding of the Nankeen Night Heron Nycticorax caledonicus while in juvenile plumage. *Ibis* 118: 584-586.
- Braun, Barbara y G.L. Hunt. 1983. Brood reduction in Black legged kitiwakes. *Auk* 100: 469-476
- Bussing, W.A y Myrna.I. López. 1977. Distribución y aspectos ecológicos de los peces de las cuencas hidrográficas de Arenal, Bebedero y Tempisque, Costa Rica. *Revista de Biología Tropical* 25: 13-37
- Collias, N.E y Elsie, C. Collias. 1984. Nest building and bird behavior. New Jersey, U.S.A. Princenton University Press. 336 p.
- Collins, C.T. 1970. The Black-Crowned Night Heron as a predator of Tern chicks. *Auk* 87: 584-586.
- Costa Rica, Instituto Geográfico Nacional. 1973. Mapa 'Talolinga, Costa Rica'. Segunda Edición. Hoja Cartográfica No. 3146 IV. Escala 1: 50,000.
- Costa Rica, Instituto Geográfico Nacional. 1973. Mapa Tempisque, Costa Rica. Segunda Edición. Hoja Cartográfica No. 3147 III.
- Custer, T.W y R.G. Osborn. 1978. Feeding habitat use by colonially breeding herons, egrets, and ibises in North Carolina. *Auk* 95: 733-743.
- Custer, T. W, R.G. Osborn y W. F. Sout. 1980. Distribution, species abundance, and nesting use of Atlantic Coast colonies of herons and their allies. *Auk* 97: 591-600.
- Custer, T. W y W. E. Davis. 1982. Nesting by- one-year- old Black-Crowned Night Herons on Hope Island, Rhode Island. *Auk* 99: 784-786.
- Custer, T. W, G. L. Hensler y T.E. Kainser. 1983. Clutch size, reproductive success, and organochlorine contaminants in Atlantic Coast Black-Crowned Night Heron. *Auk* 100: 699-710.

- D'Croz, L y B. Kwienicinski. 1979. Contribución de los manglares a los manglares a las pesquerías de la Bahía de Panamá. *Revista de Biología Tropical* 28: 13-29.
- Daniel, W. W. 1983. *Bioestadística. Base para el análisis de las ciencias de la salud.* Traducido del inglés por Pérez J.H. México D.F, Editorial Limusa. 485 p.
- Fasola, M. 1983. Nesting populations of herons in Italy depending on feeding habitats. *Boll. Zool* 50: 21-24.
- Fasola, M. 1984. Activity rhythm and feeding success of nesting Night Herons Nycticorax nycticorax. *Ardea* 72: 217-222.
- Forbush, E. H. 1928. *Birds of Massachusetts, U.S.A.* Norwood Press. 336-343 p.
- Gilbertson, M, R.D. Morris y R. A. Hunter. 1976. Abnormal chicks and PCB residue levels in eggs of colonial birds on the lower Lakes (1971-1973). *Auk* 93: 434-442.
- Hancock, J y J. Kushlan. 1984. *The herons Hand Book.* Londres, Inglaterra, London Editions Etd, 288 p.
- Henny, C.J. L.J. Blus y A.J. Krynitsky. 1984. Current impact of DDE on Black Crowned Night Heron in the Intermountain West. *The Journal of Wildlife Management* 48: 1-15.
- Hunter, R. A y R.D. Morris. 1976. Nocturnal predation by a Black Crowned Night Heron at a Common Tern Colony. *Auk* 93: 628-633.
- Juárez, L. C. 1967. Observaciones acerca de la Biología de Nidificación y Crianza de la Garza Pico de Cucharón, Cochlearius cochlearius, en San Blas, Nayarit. Tesis de Licenciatura. México D.F. Universidad Autónoma de México. 250 p.
- Leber, K. K. 1980. Habitat utilization in a tropical herony. *Brenesia* 17: 97-136.
- Maxwell, G. R y H. W. Kale. 1977. Breeding Biology of five species of herons in Coastal Florida. *Auk* 94: 689-700
- Mock, D. W. 1973. Feeding methods of the Boat-Billed Heron, a deductive hypothesis. *Auk* 92: 590-592.
- _____. 1985. Siblicidad brood reduction: The prey-size hypothesis. *The American Naturalist* 125: 327-343.
- Nisbet, C. T. 1984. Seasonal variation in breeding success of common Terns: consequences of predation. *Condor* 86: 53-60.

- Palmer, R. S. (Ed). 1962. Hand boock of the North American Birds. Vol 1. New Haven, Yale Univ. Press. pp 472-484.
- Poole, A. 1982. Brood Reduction in Temperate and Sub-Tropical Osprey. *Oecologia* 53: 11-119.
- Procter, L. C. 1975. The problem of chicks loss in the South Polar Skua *Catharacta Maccormicki*. *Ibis* 117: 452-459.
- Rahn, L. C. y A. Ar. 1974. The avian egg: incubation time and water loss. *Condor* 76: 147-152.
- Ricklefs, R. E. 1979. Patterns of growth in birds. V. A comparative study of development in the Starling, Common Tern, and Japanese Quail. *Auk* 96: 10-30.
- Siegel, S. 1976. Estadísitca no paramétrica. Aplicada a las ciencias de la conducta. Traducido del inglés por Aguilar, V. J. México, D.F, Editorial Trillas. 346 p.
- Sokal, R. R y F. J. Rohlf. 1979. Biometría. Traducido del inglés por Lahoz. M. Madrid, España. H. Blume. 832 p.
- Stiles, F. G. 1983. 'Checklist of Birds'. In: Janzen, D. H. Costa Rica Natural History. Chicago, The University of Chicago Press, pp 531-532.
- Stinson, C.H. 1979. On the selective advantage of fratricide in raptors. *Evolution* 33: 1219-1225.
- Tremblay Jacqueline y L. Ellison. 1979. Efects Of Human disturbance on breeding of Black Crowned Night Herons. *Auk* 96: 364-369.
- Tremblay Jacqueline y L. Ellison. 1980. Breeding success of the Black Crowned Night heron in the St. Lawrence Estuary. *Canadian Journal of Zoology* 58: 1259-1263.
- Vaughan, C, G. Canesa, M. Mc Coy, M. Rodríguez, J. Bravo, J, Sánchez, R. Morales, T. Hawkins, E. Crozier, D. Shafeer y R. Hodgson. 1982. Plan de manejo y desarrollo del Refugio de Fauna Silvestre Rafael Lucas Rodríguez Caballero. Heredia, Costa Rica, Editorial EUNA. 272 p.
- Vleck, Carol. M, D. Vleck, H. Rahn y C. V. Paganelli. 1983. Water loss in Heron and tern eggs. *Auk* 100: 76-83.
- Watmough, B. R. 1978. Observations on nocturnal feeding by night herons NNycticorax nycticorax. *Ibis* 120: 356-358.

Weber, J. W. 1975. . Notes on Cattle Egret breeding. Auk 92: 111-117.

Werschkul, D. F. 1979. Sibling competition and Avian growth rates. Ibis 121: 97-102.

Willard, D. E. 1977. The feeding ecology and behavior of five species of herons in Southeastern New Jersey. Condor 79: 462-470.

Yañez, Arancibia y G. González. 1977. Ecología trofodinámica de Dormitator latifrons (Richardson) en Nueve Lagunas costeras del Pacífico de México. (Pisces: Eleotridae). An. Centro Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nac. Auton. México. 4: 125-140.

Apéndice 1. Precipitación de Puerto Humo (1980-1985).

MES	1980	1981	1982	1983	1984	1985
ENERO	10,0	0,0	44,0	0,0	0,0	0,0
FEBRERO	4,0	0,0	0,0	108,0	0,0	0,0
MARZO	0,0	21,8	0,0	4,0	26,6	0,0
ABRIL	3,0	10,0	77,5	16,6	60,0	25,5
MAYO	183,0	423,3	490,4	110,1	127,4	135,8
JUNIO	186,0	495,4	128,6	206,3	215,1	261,3
JULIO	147,0	34,7	28,3	172,4	181,2	175,3
AGOSTO	213,3	381,9	6,0	260,2	136,0	159,4
SETIEMBRE	409,3	486,7	456,1	294,0	423,9	135,6
OCTUBRE	427,6	181,6	124,5	160,5	204,3	142,3
NOVIEMBRE	281,1	92,4	0,0	155,7	110,8	35,4
DICIEMBRE	0,0	27,6	0,0	60,5	0,0	0,0

Apéndice 2. Precipitación del Refugio de Fauna Silvestre Rafael Lucas Rodríguez Caballero, 1985.

MES	PRECIPITACION (mm)
ENERO	0,5
FEBRERO	0,0
MARZO	0,0
ABRIL	14,6
MAYO	82,8
JUNIO	495,0
JULIO	187,5 ^a
AGOSTO	NO HAY DATOS
SETIEMBRE	439,5
OCTUBRE	421,90
NOVIEMBRE	42,50
DICIEMBRE	31,30

^a = incluye precipitación hasta el 26 de julio, 27 a 31 no hay datos.