

ESTIMACIÓN DEL ÉXITO REPRODUCTIVO DE LA GARZA REAL *Ardea alba*
(LINAEUS) EN LA FINCA AGROSOLEDAD. CÓRDOBA, COLOMBIA

JAVIER ALFREDO RODRÍGUEZ BARRIOS



UNIVERSIDAD DEL MAGDALENA
FACULTAD DE CIENCIAS BÁSICAS
PROGRAMA DE BIOLOGÍA CON ÉNFASIS EN RECURSOS HÍDRICOS
SANTA MARTA. D.C.T.H.

2002

ESTIMACIÓN DEL ÉXITO REPRODUCTIVO DE LA GARZA REAL *Ardea alba*
(LINAEUS) EN LA FINCA AGROSOLEDAD. CÓRDOBA, COLOMBIA

JAVIER ALFREDO RODRÍGUEZ BARRIOS



UNIVERSIDAD DEL MAGDALENA
FACULTAD DE CIENCIAS BÁSICAS
PROGRAMA DE BIOLOGÍA CON ÉNFASIS EN RECURSOS HÍDRICOS
SANTA MARTA. D.C.T.H.

2002

ESTIMACIÓN DEL ÉXITO REPRODUCTIVO DE LA GARZA REAL *Ardea alba*
(LINAEUS) EN LA FINCA AGROSOLEDAD. CÓRDOBA, COLOMBIA

JAVIER ALFREDO RODRÍGUEZ BARRIOS

Trabajo de investigación para optar al título de Biólogo con Énfasis en Recursos
Hídricos

Director

FRANCISCO TRONCOSO

Esp. Biología



UNIVERSIDAD DEL MAGDALENA
FACULTAD DE CIENCIAS BÁSICAS
PROGRAMA DE BIOLOGÍA CON ÉNFASIS EN RECURSOS HÍDRICOS
SANTA MARTA D.C.T.H.

2002

Nota de aceptación

405

Aprobada

Luz A. Velasco

Presidente del Jurado

Jurado

Jurado

Santa Marta, marzo de 2002

Agradecimientos

A mi madre,
Sara Isabel Barrios, a mi hermana,
Mi tía, mi abuela y a los que me
Apoyaron en todo momento.

Mil Gracias

Agradeciendo a:

DIOS En primer lugar, por darme la vida, salud y el conocimiento para llegar al final de esta meta.

Mi madre Sara por todo su apoyo y constante motivación a lo largo de mi carrera.

Mi hermana Mónica, mi tía Marly y mi abuelita Rosalía, por su apoyo sobre todo en los momentos difíciles.

Francisco Troncoso, Especialista en Biología, director del presente trabajo de investigación, por su apoyo incondicional.

Mis amigos Franck, Gary y Jorge que han sido como mis hermanos y sostén en cada momento.

Toda mi familia en la Iglesia de Fatima los cuales me brindaron alegría en los momentos amargos, para poder continuar.

Las Instituciones Universidad del Magdalena, INVEMAR y Todo el Personal administrativo de la Finca AGROSOLEDA S. A. sin los cuales no hubiera sido posible el desarrollo de este trabajo.

BB

00014

TABLA DE CONTENIDO

	Pág
INTRODUCCIÓN	14
1. ÁREA DE ESTUDIO	19
1.1 Características globales de la Zona	20
1.2 Climatología	21
1.3 Aspectos geomorfológicos e hidrodinámicos	22
1.4 LA COLONIA DE INCUBACIÓN	23
1.4.1 Distribución de las nidadas en árboles de diferentes alturas	23
2. METODOLOGÍA	27
2.1 FASE DE CAMPO	27
2.1.1 Etapa de Muestreo	27
2.1.2 Periodicidad	27
2.1.3 Método de Conteo	27
2.1.4 Transectos utilizados y estimación del área muestral.	28
2.1.5 Recolección de datos	31
2.1.5.1 Estimación del Éxito de Anidación	31
2.2 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN	33
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	42
3.1 FASES DE LA INVESTIGACIÓN	42
3.1.1 Fase de investigación de julio	42
3.1.2 Fase de investigación de agosto	45
3.1.3 Fase de investigación de septiembre	46
3.1.4 Fase de investigación de octubre	47
3.1.5 Fase de investigación de noviembre	48
3.2 POBLACIÓN DE LA GARZA REAL	48
3.4 ÉXITO DE ANIDACIÓN	49

023432



3.4.1	Calculo Matemático del Éxito de Anidación	53
3.3	FENOLOGÍA DE LA PUESTA	55
3.3.1	La distribución de las nidadas.	55
3.5	ANÁLISIS ESTADÍSTICO	60
3.5.1	Coefficiente de Correlación de Spearman Rho.	60
3.5.2	Análisis de Varianza	61
3.5.2.1	Porcentaje de Éxito vs Transectos (Primer Factor)	61
3.5.2.2	Porcentaje de Éxito vs Árbol (Segundo Factor).	63
3.5.2.3	Porcentaje de Éxito vs Altura del Nido (Tercer Factor)	65
4.	CONCLUSIONES	67
5.	RECOMENDACIONES	70
	BIBLIOGRAFÍA	71
	ANEXOS	80



LISTA DE TABLAS

	Pág
Tabla 1. Datos Mensuales de los tres factores y el éxito de anidación tomados en el transecto 1.	35
Tabla 2. Datos Mensuales de los tres factores y el éxito de anidación tomados en el transecto 2.	37
Tabla 3. Datos Mensuales de los tres factores y el éxito de anidación tomados en el transecto 3.	39
Tabla 4. Frecuencia de Alimentación de los polluelos en 5 nidos del garzerío durante 14 horas (agosto 7-10 del 2001).	48
Tabla 5. Tamaño de la nidada determinado en nidos exitosos.	50
Tabla 6. éxito de postura de la Garza Real en 2001 (registrado para 34 árboles).	53
Tabla 7. Total de parejas de anidación por transecto. (se incluyen todas las parejas reportadas para cada transecto).	56
Tabla 8. Número de nidos por árbol ocupado.	57
Tabla 9. Prueba de Correlaciones de Spearman Rho.	60

LISTA DE FIGURAS

	Pág
Figura 1. Localización geográfica del área de estudio.	26
Figura 2. Ubicación del garcerío dentro del biofiltro.	29
Figura 3. Sectorización de los tres transectos.	30
Figura 4. Numeración de los árboles escogidos al azar.	31

LISTA DE GRAFICAS

	Pág
Grafico 1. Disminución de las alturas de árboles hacia el sur de la colonia registrado en 68 árboles.	25
Grafico 2. Tiempo de iniciación de la anidación por cuatro especies de aves zancudas. Fuente: Frederick y Spalding (1994).	43
Grafico 3. Densidad de Huevos por nido en cada transecto.	50
Grafico 4. Ubicación de los nidos en los tres transectos.	58
Grafico 5. Densidad de Nidos en los tres transectos escogidos al azar.	58
Grafico 6. Densidad de nidos a lo largo de un transecto.	59
Grafico 7. Relación entre el número de nidos con diferentes tamaños de los árboles.	59
Grafico 8. Grafico de medias que muestra el éxito de anidación para los tres transectos.	59
Grafico 9. Aumento del éxito reproductivo hacia el centro de la colonia	59
Grafico 10. Diferencias entre el porcentaje de éxito de anidación y la altura de los nidos.	59

LISTA DE ANEXOS

	Pág
Anexo A. Vista de un nido con un solo huevo.	80
Anexo B. Detalle de un nido con dos huevos.	80
Anexo C. Vista de un nido con un polluelo.	81
Anexo D. Vista de un nido con dos polluelos.	81
Anexo E. Juveniles alimentándose.	82
Anexo E. Detalle de juveniles de la Garza real <i>Ardea Alba</i> . Fuente Wildlife (2000)	82
Anexo F. Vista Superior de un sector del garcerío.	83
Anexo G. Vista de un sector correspondiente al transecto 3.	83
Anexo H. Detalle general del garcerío en el transecto 1 y 2.	84
Anexo I. Vista de diferentes especies de garzas presentes en el garcerío.	84

RESUMEN

El presente trabajo fue realizado durante los meses de julio a noviembre de 2001 en la Finca Camaronera AGROSOLEDAD S.A. Departamento de Córdoba para estimar el éxito de anidación de la Garza Real *Ardea alba* (Linnaeus) en una colonia ubicada sobre una población de Mangle Bobo (*Laguncularia racemosa*) utilizado como filtro biológico y el cual está sumergido en una columna de agua de 1,4 m aproximadamente. La metodología empleada se basó en la proyección de transectos lineales (tres en total) que correspondieron a un cuarto de área total del garcerío. Se evaluaron tres aspectos hipotéticos que podían estar afectando el éxito de anidación de la especie, estos fueron: Posición de los nidos en la colonia, la ubicación de los árboles desde el borde hacia el centro de la colonia y la altura de los nidos.

Para evaluar las hipótesis planteadas, se desarrollaron dos pruebas estadísticas. El análisis de *Correlación de Spearman Rho*, el cual mostró una correlación significativa entre los factores hipotéticos y el éxito de anidación. El Análisis de Varianza a una vía (95 % de confianza) muestra claramente que existen diferencias significativas entre los factores hipotéticos y el éxito de anidación. los valores máximos de éxito se encontraron en el primer y segundo transecto y hacia el interior de la colonia correspondiente al sector Sur. No existió una tendencia muy clara entre el éxito de anidación y la altura de los nidos debido a que las diferencias de altura eran de tan solo pocos metros además de ser esta una población mangles relativamente joven (siete años).

El 53% de las parejas anidantes fueron exitosas. Al final de esta etapa de anidación la población tubo un aumento significativo, entre juveniles y adultos pasando de 4900 hasta 9126 garzas hacia el mes de noviembre debido al aporte de los juveniles exitosos. El sistema de manglar en el cual estas garzas ubicaron sus nidos presenta condiciones que propician un proceso de anidación exitoso de anidación como es la protección contra depredadores terrestres ya que los árboles se encuentran sumergidos en una columna de agua de aproximadamente 1.3 m., además un buen aporte alimenticio que proviene de 65 piscinas camaroneras con una producción trimestral de aproximadamente 1.5 toneladas de langostino *Pennaeus vahameni* ubicados a pocos metros del garcerío y la protección contra el efecto tensor ocasionado por el hombre.

INTRODUCCIÓN

"Es común encontrarlos con los más bellos plumajes en los sitios que consideramos sucios. Si se mantienen limpios es porque saben por dónde andan. La garza (*Ardea alba*) que cruza el pantano sin mancharse lo cruza porque sabe por dónde."

Aldegundo Garza de León (1996).

"Las aves silvestres viven en un medio ambiente fluctuante y poseen un patrón temporal no uniforme de requerimientos de energía." (Alfaro y Russi, 1989). "Su supervivencia y éxito reproductivo dependen del desarrollo de un programa de regulación de tiempo eficiente que les permita el ajuste de las funciones fisiológicas más importantes a períodos óptimos. La carga genética de las parejas que produzcan crías en épocas no aptas, será eliminada o reducida por selección natural." (Farner y King, 1971).

"Las regiones tropicales se caracterizan por presentar una estabilidad climática con tan solo dos períodos bien marcados, período seco y período de lluvias y esto favorece a las aves en la forma de que los actos reproductivos pueden llevarse a cabo a lo largo del año y en el cual existen ciertos factores que sumados al factor climático afectan el éxito reproductivo como sucede con las garzas reales." (Alfaro y Russi, 1989).

De todos los animales existentes en las costas colombianas, las aves constituyen el grupo más numeroso y de mayor colorido (Franky y Rodríguez, 1976). De igual forma, " Colombia es el país más rico del mundo en representantes del orden Ciconiformes, que corresponde a la mayoría de aquellas aves comúnmente

conocidas como *Zancudas*: garzas, coclearios, cigüeñas, ibis, espátulas y flamencos.” (Olivares, 1973). El régimen espacial de estuario es propicio a la formación de una inmensa gama de biotopos que facilitan el desarrollo de una rica avifauna (Franky y Rodríguez, 1976).

“La Garza real *Ardea alba* es conocida en Colombia, como la garza blanca; en la región de Guapi (Cauca). Entre las garzas de Colombia, esta es una de las más grandes con una longitud, más o menos de un metro; altura alrededor de 1,20 m cuando esta con el cuello levantado y el pico en lo alto.” (Olivares, 1973). Según Wildlife (2001), “La especie *Ardea alba*, en las riveras de Illinois y Mississippi tiene una longitud 86 – 104 cm, 140 cm de envergadura y 1280 a 1600 gr de peso”.

“Por lo general, los jóvenes nacen cubiertos de plumón blanco como el de sus padres; y los párpados de los mismos al nacer se encuentran abiertos. Todas las especies del orden se alimentan básicamente de peces, crustáceos, ranas y pequeños reptiles de manera especializada. ”Se ha confirmado además, que “existe una mayor eficacia de captura de las presas cuando cazan en solitario aunque hay menor gasto de energía cuando cazan en grupos .” (Wiggins, 1991).

“Es un orden cosmopolita del cual existen registros fósiles del Cretáceo (120 millones de años).” (Parquer, 1968; Reichenow, 1887; Sharpe, 1898; En: Olivares, 1973).

Según la Fundación Aves de Ambientes Costeros, ANCAV (2001) “su distribución va desde los Estados Unidos de América, hasta el sur de Argentina y es común de ambientes acuáticos, en rara ocasión se la encuentra en las costas. ”Es una especie común a lo largo de las corrientes de agua, estanques, campos de arroz, ciénagas de agua salada y agua dulce, y zonas fangosas. (National Audubon Society, 1998). Además es considerada como una especie cosmopolita, pues no solamente habita diversas regiones del nuevo continente, sino también del antiguo; desde el Sur de los Estados Unidos hasta la Patagonia, además en la



Indias Occidentales. Además es una verdadera especie *eurictona*, pues su área de dispersión ocupa en los continentes una porción más o menos dilatada. (Olivares, 1973). Arancibia y Sepúlveda, (2001) mencionan que esta "es una especie solitaria, pero que anida en colonias". Dollinger, (1976); CITES, (1984) afirman que esta es un ave gregaria de distribución mundial.

Hilty and Brown (1986), describen que "es una especie residente común de manglares, ríos y lagos que puede vivir desde el nivel del mar hasta 2600 de altitud. Algunas migran hasta Colombia individuales o en bandadas entre los meses de septiembre y noviembre. Se encuentran en casi cualquier parte del mundo desde las zonas tropicales, hasta Canadá o Chile".

"La primera época de celo se presenta de enero a julio y la segunda se presenta a finales de Julio y dura hasta inicios de septiembre. Los dos sexos ostentan un airón dorsal característico de la especie." (Nicedoforo and Olivares, 1964; En: Hilty & Brown, 1986). "un bellissimo manojito de egretas o sea unas cincuenta plumas finas, largas que alcanzan hasta 53 cm y, al parecer, descompuestas por sus ralos y largos filamentos." (Olivares, 1973).

"Generalmente construye sus nidos en las copas de los árboles a mediados de febrero." (Wetmore, 1965; Hilty and Brown, 1986; Hofman and Sawicki, 1994). "Amontona gran cantidad de palos delgados y secos hasta formar una plataforma de estructura sencilla pero resistente." (Olivares, 1973). "Por encima de los dos metros en mangles, cactus o grandes árboles ubica sus nidos." (Hilty and Brown, 1986; Hickman, 1994). "Pone de dos a cinco huevos de color azul celeste, los cuales miden 51 a 63 mm de largo y de 39 a 42 mm de ancho." (Oates, 1902; Hilty and Brown, 1986).

Alfaro y Russi, (1989), mencionan que "la ubicación de los nidos es un factor de mucha importancia en cuanto a las colonias mixtas se refiere. Además comentan

que existe una estratificación vertical relacionada aparentemente con el tamaño de cada una de las especies; *Ardea alba* y *Eudocimus alba* construyen sus nidos en la copa de los árboles. Mientras que *Ardea tricolor* y *Bubulcus ibis* cuyo tamaño es menor, construyen sus nidos a menor altura”.

Estudios de esta especie, en Norte América, muestran grandes cambios en los patrones de anidación como son: el número de aves anidantes en las colonias, localización de las colonias y el tiempo de anidación. Los cuales se atribuyen principalmente a cambios en los patrones hidrológicos que ocurren en los humedales (Odgen, 1994; Frederick and Splanding, 1994; Maccarone, 1994). Frederick, and Collopy, (1989b) demostraron que “existe un mayor fracaso de anidación en las épocas de invierno donde además existe un aumento de los niveles de los cuerpos de agua”. Frederick & Loftus, (1993) comentan además “que las épocas de invierno, con fuertes vientos y mucho frío están ligadas al fracaso de anidación de varias especies de aves zancudas”. Por el contrario, Schogolev (1996), asocia un aumento en la densidad de nidos con relación al aumento de los niveles de agua en los lagos.

En Colombia, poco a poco se han venido deforestando los sitios estratégicos que utilizaba esta garza para anidar, como sucedió en el antiguo garzerío de el Vía Parque Isla Salamanca, en donde anualmente construían sus nidos millones de aves zancudas (Toro, *et al.*, 1974; Naranjo, 1979).

Según Frederick y Splanding (1994), “la disturbancia del hombre es el factor principal de fracaso y relocalización de las colonias de esta y otras especies de aves zancudas”. Por esta razón, en los parques nacionales de los Estados Unidos, ya existen zonas de manejo especial y protección donde anualmente se forman grandes colonias de garzas. La predación de los nidos por causa de otros animales como los mapaches, reptiles y otras aves se da en menor escala, aunque también es un factor representativo en equilibrio de las poblaciones de polluelos. Frederick, y Collopy (1989a) afirman que “las colonias construidas al

menos 5 a 10 cm encima del agua, tienen mayor éxito de anidación ya que se protegen de algunos depredadores terrestres como los mapaches y zorros los cuales reducen significativamente estas colonias”.

En cuanto al éxito de los polluelos se a comprobado que existe un mayor porcentaje de supervivencia entre los dos primeros polluelos con relación al tercero y al cuarto. (Alfaro y Russi, 1989; Custer, 1989; Parker, *et al.*, 1989; Guster *et al.*, 1994).

En Colombia Estudios acerca de la biología reproductiva de la garza real, (Olivares, 1973; Hitty and Brown, 1986), los cuales describen algunos datos de carácter general. Hernández Claudia, (1989) describe el comportamiento y éxito reproductivo de siete especies de Ciconiformes tanto en Casanare como en Cartagena, dentro de las cuales incluye la especie en estudio.

Existe un reporte en las islas de nuestro país como ocurrió en San Andrés y Providencia en donde fue catalogada como especie migrante de Norte América y de igual manera se logró observar una colonia de anidación (Chirivi-Gallego, H., 1988).

Con este trabajo se estimaron resultados sobre el éxito de anidación de la Garza real *Ardea alba* en una colonia de anidación ubicada dentro de la Finca AGROSOLEDAD S.A. Bahía de Cispata (Golfo de Morrosquillo) durante la segunda fase de anidación del año 2001 que corresponde a los meses de julio a noviembre. Esto se desarrolló tratando de relacionar dicho éxito con base a tres factores específicos los cuales fueron: la posición de los nidos en la colonia, ubicación de los nidos desde el borde hacia el centro y la altura de los nidos.

1. ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio se encuentra ubicada dentro de la Finca AGROSOLEDAD S.A. la cual está situada en la costa caribe de Colombia (Golfo de Morrosquillo), al este del Río Sinú Municipio de Cispata. La laguna costera es el antiguo estuario de la desembocadura del río Sinú, el cual actualmente desemboca en el mar Caribe al este de Montería y al oeste del área de estudio.

El área principal de investigación fue escogida de acuerdo a las principales frecuencias de observación de la colonia de garzas realizada por funcionarios del INVEMAR en el marco de su proyecto Manejo integral del complejo URRRA con la colaboración del ornitólogo Felipe Stela.

“C.I. AGROSOLEDAD S.A. es una finca con vocación camaronera (cultivo en estanques del langostino *Pennaeus vahameni*) cuenta en la actualidad con 268 Hectáreas de espejo de agua en cultivo con producciones futuras para el 2001, de 2.000.000 kilogramos para su exportación principalmente a Europa y Estados Unidos. Este producto presenta certificación de calidad HACCP.” (AGROSOLEDAD, 2001).

Esta finca cuenta con 65 estanques para cultivar langostino. Antes de que las aguas con desechos provenientes de los estanques de levante lleguen a la ciénaga, estas pasan por una serie de biofiltros (4 en total) para ser purificadas de forma natural con ayuda de los mangles sembrados en estas piscinas de purificación. Uno de estos biofiltros es donde se encuentra la colonia de anidación de la garza real y otras especies más. Este biofiltro se conoce como el *garcerío* pues anualmente llegan a descansar o a anidar una gran cantidad de garzas y

otras especies de aves acuáticas y terrestres que encuentran en ese lugar un refugio contra algunos depredadores terrestres pues todo el mangle se encuentra sumergido aproximadamente a 1,40 m. Además existe protección contra el hombre pues, esta es una zona privada donde únicamente transitan sus propietarios y uno que otro investigador u observador de aves. El área total del garcerío es de 15 hectáreas y en su interior se encuentran dos especies de mangle (Figura 1), predominando la especie de Mangle Bobo (*Laguncularia racemosa*) que tiene una edad aproximada de siete años y una altura promedio de 5 m. seguida por el Mangle Rojo (*Rhizophora mangle*) que tiene aproximadamente 50 años de edad. actualmente se está desarrollando reforestación con esta especie en varios sectores de ese biofiltro. Además en los márgenes, por lo general se encuentran zonas mixtas, en donde estas especies crecen en conjunto con otras plantas acuáticas como helechos arborescentes.

Únicamente en la población de mangle Bobo es donde actualmente se está reproduciendo la garza real.

Existe un gradiente vertical de altura del mangle bobo que aumenta de Norte a Sur, y da a entender que este mangle se ha venido cultivando desde años atrás en dirección Sur-Norte.

Cabe decir, que la especie, se alimenta dentro de la finca dentro de los estanques para levante de langostino *Penaeus vahameni*.

1.1 Características globales de la Zona. El principal aporte fluvial es el río Sinú, el cual tiene una extensión aproximada de 400 Km y según los datos aportados por el Instituto Colombiano de Hidrología y Meteorología y Adecuación de Tierras (HIMAT, 1986), su caudal medio mensual es de 402.91 m³/seg, teniendo su mínimo a finales de la época seca en el mes de abril de 38.22 m³/seg y su máximo caudal de 735 m³/seg el mes de noviembre al final de la época de

lluvias. El material suspendido se promedió en 832 mg/l, considerándose un río no contaminado, y por estar el estuario en un área poco industrializada se considera también no contaminado. Así lo demuestran los estudios de las características físico-químicas y bacteriológicas realizadas en Distrito de Riego y Drenaje del Proyecto Córdoba (1982).

Sin embargo, en la Ciénaga de Soledad y su entorno se viene presentando un problema ambiental, que consiste en la proliferación de las poblaciones de cianofitas, principalmente del alga *Anabaena sp*, que produce complicaciones en la producción camaronera y en la diversidad del fitoplancton (Bateman y Rojas, 1999). La presencia de esta alga está condicionada a la baja salinidad. Se presume que su florecimiento puede estar asociada a las descargas de agua dulce provenientes del distrito de riego de la Doctrina , aguas ricas en nutrientes (nitrógeno y fósforo principalmente) que eutrofican las aguas (Vargas, 1995). Pero el riesgo de contaminación más alto es por hidrocarburos, en caso de que se produzca un derrame de petróleo en el Golfo de Morrosquillo, ya que por su morfología, las condiciones hidrodinámicas y acción de los vientos que predominan en dirección SW-NW, arrastrarían hacia la parte sur del Golfo la mancha de petróleo, introduciéndola en el estuario.

1.2 Climatología. El clima es subhúmedo seco, siendo la precipitación el factor climático más importante de la región; su distribución temporal está controlada' por la zona de convergencia intertropical y el régimen es unimodal, determinando una estación seca o de verano, que comprende los meses de diciembre a marzo, en la cual se presentan los vientos alisios proveniente del Noreste (NE); una estación intermedia a mediados de marzo hasta principios de abril, la época lluviosa o de invierno, que va desde el mes de abril al mes de noviembre, en la cual se presentan vientos del suroeste con características especial, que hacia los meses de agosto- septiembre, aparecen borrascas y tormentas eléctricas (Berrocal y Kadamany, 1983) El mes más seco es febrero y el más húmedo es agosto, en la planicie litoral se presentan zonas de baja pluviosidad (San Antero, San Bernardo

del Viento), donde la precipitación media es inferior a 1.000 mm (Instituto Geográfico Agustín Codazzi IGAC, 1993).

La suma de los promedios mensuales de lluvias establecidos indican una pluviosidad anual de 1267.6mm y la humedad relativa varía del 82% al 88%, estas modificaciones climáticas favorecen la alta productividad de los manglares (HIMAT.1986, recopilación de 14 años).

La temperatura tiene un promedio anual de 27.3°C (observaciones de 14 años). Las variaciones del promedio mensual a lo largo del año son de poca amplitud (inferiores a 2°C), debido en parte a que la temperatura superficial del océano adyacente se mantiene casi constante durante todo el año (HIMAT, 1986, recopilación de 14 años).

1.3 Aspectos geomorfológicos e hidrodinámicos. El complejo estuarino orográficamente se ubica en el área plana del departamento de Córdoba (alturas inferiores a 100 msnm), haciendo parte de la llanura Caribe. Hidrográficamente corresponde a la cuenca del río Sinú, que tiene una superficie aproximada de 13.700 Km². Del área total de la cuenca, corresponde a un 60% a la red fluvio-lacustre y al valle. En esta planicie fluvio-lacustre se observan diques naturales recientes y antiguos, cauces abandonados y depresiones parciales ó totalmente cubiertas de agua; en esta área existen dos distritos de riego y drenajes; Montería-Cereté y la Doctrina (IGAC, 1993).

La morfología del antiguo delta del río Sinú correspondía a la típica provincia deltaica, donde se presentaban varios brazos, lagunas, ciénagas y acumulaciones sedimentarias colonizadas por la vegetación; el río siguiendo la mecánica evolutiva deltaica, por acumulación de sedimentos en su fondo y en sus lados, alcanzó progresivamente su lecho por encima del valle, corría así entre dos diques de deposición encima de la llanura aluvial (Aguilera, 1986).

Aguilera (1986), realizó la clasificación del estuario antiguo cauce del río Sinú, en el cual, menciona que en 1942 el río Sinú sufrió una fuerte crecida aumentando su caudal, rompiendo el dique natural exactamente en el sitio de Tinajones y promoviendo una nueva orientación del lecho, desembocando directamente en el golfo. Al ser abandonado su cauce, su canal principal, el Caño Soldado, el Caño Remediapobres, el Caño Tojo y la ciénaga de la Soledad, Remediapobres, Galo, Felipito, Pipón y la bahía de Cispata, sufren la salinización de sus aguas y sus riberas soportan acumulaciones sedimentarias. Estos sitios donde antes tradicionalmente se sembraba arroz fueron colonizadas por plantas halófilas, principalmente el Mangle y el Corocillo. En la nueva desembocadura las condiciones hidrodinámicas son propicias para el avance hacia el mar del nuevo delta digital del río Sinú; en el antiguo delta, promovido por su desembocadura en la bahía de Cispata, al disminuir la influencia de los aportes fluviales, la marea aunque de poca amplitud, penetra mucho más adentro aumentando la influencia marina, transformándose en un estuario de planicie costera.

Los cambios geomorfológicos, resultantes de la variación en el sitio de la desembocadura del río Sinú, presentaron problemas de índole social y económico que dieron pie a la creación del distrito de riego de la Doctrina, principal factor de riesgo para el complejo estuarino por la forma de circulación de las aguas (provenientes del río Sinú y descargadas en la ciénaga de soledad) y por los productos agrícolas utilizados en ella (Aguilera, 1986).

1.4 LA COLONIA DE INCUBACIÓN

1.4.1 Distribución de las nidadas en árboles de diferentes alturas. El biofiltro de AGROSOLEDAD donde se ubica el garcerío presenta un proceso de repoblamiento desde hace ocho años. Este inició con la siembra de Mangle Bobo (*Laguncularia racemosa*) y para el año 2001 continua con el cultivo de Mangle Rojo (*Rhizophora mangle*) del cual se cree tiene mayor eficiencia como

mecanismo de filtración. Existe una secuencia de siembra la cual se evidencia en la distribución de las alturas de los árboles de incubación del centro de la colonia hacia las orillas (*L. Racemosa*) y es el centro donde se encuentran los árboles de mayor tamaño. Además se cuenta con datos descriptivos acerca del incremento acelerado en el tamaño de la colonia de garzas por parte de los propietarios del lugar, lo cual es un signo positivo de las buenas condiciones que presenta el lugar para el desarrollo de estos procesos masivos de reproducción.

También se evidenció en la densidad y distribución de los nidos, donde se pudo observar que el tamaño de los árboles es directamente proporcional al número de nidos (Tabla 1, 2, 3). A pesar de esta condición, se observa que este no es un factor representativo para este caso, ya que los árboles son muy jóvenes (entre 6 y 7 años) y además que sus diferencias de altura no son considerables. Esto se observa claramente en el grafico 7 en donde se muestra que no existe una tendencia clara de la especie de ubicar mayor cantidad de nidos en los árboles más grandes, puesto que el factor altura de los árboles no es muy representativo.

En primera instancia, cabe anotar que los árboles utilizados para la anidación son jóvenes (+/- 7 años) y de poca altura (entre 2 y 5.8 m). además se encuentran distribuidos en un gradiente de altura de los árboles que decrece del centro hacia las orillas, encontrándose árboles de mayor tamaño más hacia la parte sur del biofiltro.

Observando la distribución de las nidadas, se puede decir que la garza real puede elegir cualquier árbol sin importar su altura para construir su nido. La característica primordial es la de poner sus huevos en la copa de estos árboles que se encuentran parcialmente sumergidos y no en la parte media ni baja ni en los que están fuera del agua. Este aspecto fue estudiado más en detalle por Alfaro y Russi, 1989, quienes compararon dicha estratificación en cuatro especies de garzas en una colonia de Cartagena. La altura de los árboles no influyó en una



mayor densidad de nidos debido a que estos mangles presentan pocas diferencias de altura (Grafico 6 y 7).

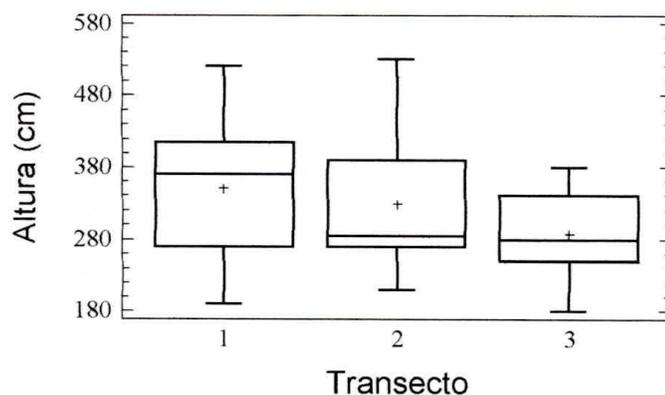


Grafico 1. Disminución de las alturas de árboles (desde T1 hacia T3) registrado en 68 árboles (Datos obtenidos por un muestreo desarrollado el mes de junio del 2001).

La grafica 1 muestra que las alturas de los árboles utilizados en los transectos no presentan una tendencia en particular hacia una altura específica. Más bien lo que se muestra en esta grafica es la distribución de la oferta de árboles y alturas por transecto. La poca altura de los árboles en el transecto 3 refleja el lugar con pocos árboles con ramas profundas.

ÁREA DE ESTUDIO

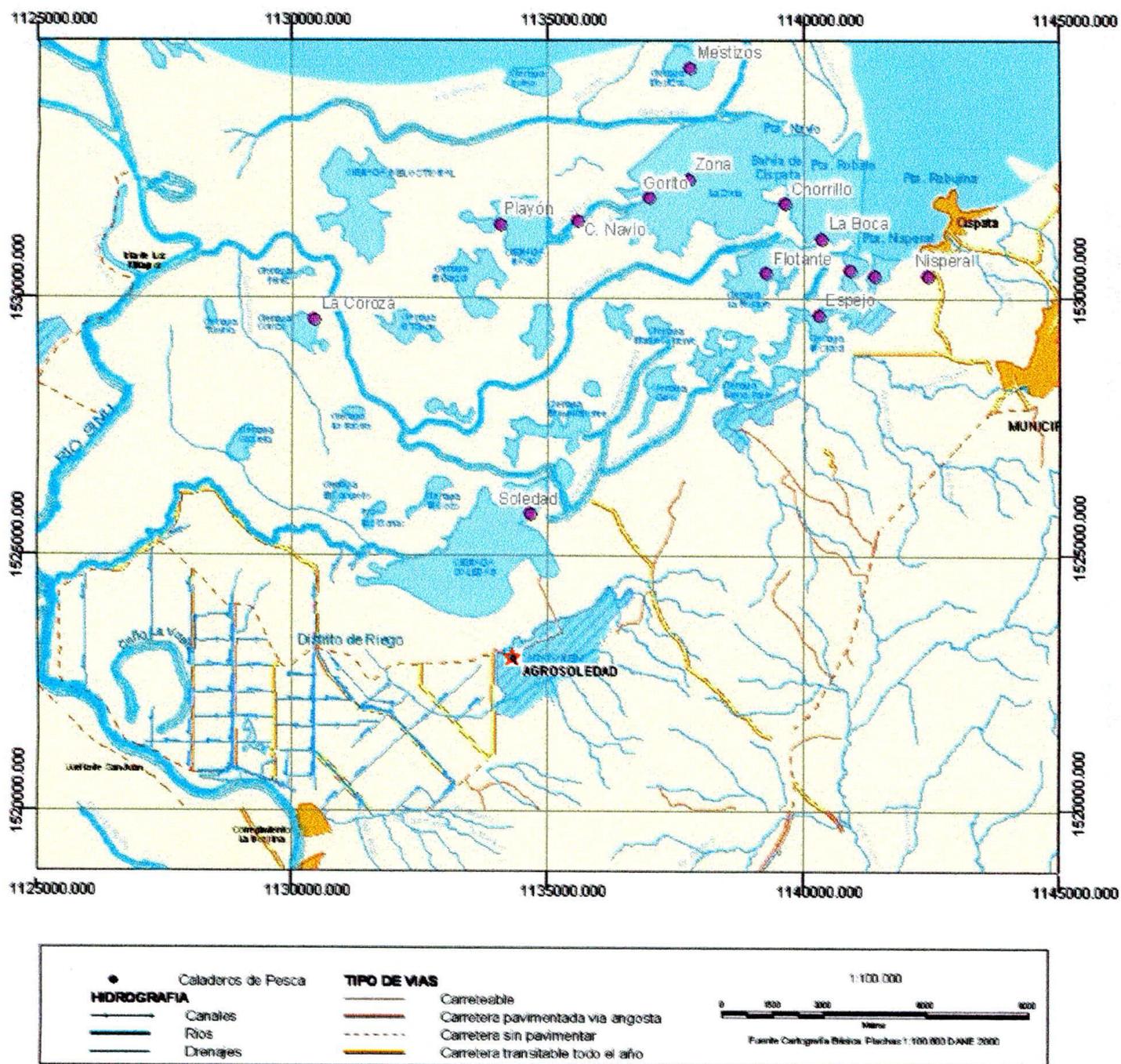


Figura 1. Localización geográfica del área de estudio. Fuente: INVEVAR 2001 – 2002. Plan de seguimiento y monitoreo deltaico estuarino del Río Sinu.

2. METODOLOGÍA

2.1 FASE DE CAMPO

2.1.1 Etapa de Muestreo. Las observaciones se realizaron durante los meses de julio a noviembre del año 2001 que corresponde a la segunda fase reproductiva de la garza real durante ese año. Cabe anotar que en la colonia aun se encontraban nidos con juveniles pertenecientes a la primera fase de anidación (abril a julio).

2.1.2 Periodicidad. El muestreo se desarrolló con una periodicidad de 8 días por mes (primera semana de cada mes), con la colaboración en el transporte por parte del Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras (INVEMAR), y la estadía en el lugar de muestreo fue posible gracias a la colaboración de la administración de la Finca AGROSOLEDAD S.A.

Los muestreos se desarrollaron por lo general de 6:00 am a 12:00 m y 2:00 pm a 6:30 pm durante todos los días del muestreo utilizando un bote para transitar entre los caños del garcerío (Figura 2).

2.1.3 Método de Conteo. Para estimar el número total inicial de aves adultas en el área de estudio, se utilizó el método de parar y contar sobre recorridos en accesos posibles con repeticiones (Promedio de 8 conteos) y así disminuir el error de la estimación, con ayuda de un operario y la canoa facilitada en la misma finca

o caminando ciertos tramos dentro del manglar cuando era necesario debido a las condiciones del sistema, el cual no permitía la entrada del bote, tratando de ubicar los sitios de anidación. Esto solo se desarrolló en el mes de julio. con este método se hicieron recorridos en la zona, deteniéndose en puntos equidistantes para contar los individuos adultos de la especie en estudio.

El objetivo en esta etapa era de tener un dato lo más aproximado posible sobre el tamaño de la población total inicial de la colonia de garzas (julio) y realizar otro conteo en iguales condiciones al final del proceso de anidación (noviembre) para conocer el incremento de la población en ese año de anidación y además obtener un dato lo más cercano posible en cuanto al aporte de los polluelos exitosos al tamaño de la población.

2.1.4 Transectos utilizados y estimación del área muestral. La colonia más representativa de incubación de la Garza real de Cispata se encuentra en la Finca de AGROSOLEDAD y está ubicada dentro de uno de los cuatro biofiltros (Biofiltro el Garcerío) que purifican aguas para levante de cultivo de langostinos (*Pennaeus vahameni*). La extensión del biofiltro de este a oeste es de aproximadamente 390 m. el ancho de la colonia (Figura 2). Vertical a esta franja es de 380, lo cual corresponde a un área aproximada de 15 hectáreas (150.000 m²).

El área de incubación correspondía únicamente a la población de mangle bobo (*Laguncularia racemosa*) que es el más abundante del biofiltro (Figura 2). Si se descuenta el resto del área sin árboles de incubación se obtiene un área real de incubación de 12 hectáreas.

Toda la comunidad de Manglar que se encuentran dentro del biofiltro, está sumergida aproximadamente a 1,40 m de agua que se encuentra circulando lentamente proveniente de los estanques camaroneros. Esta condición, brinda protección a las garzas contra los depredadores terrestres para sus nidos.



Se delimitó el área de muestreo (solo el área de anidación de la garza real) realizando recorridos alrededor del garcerío y midiendo el largo y ancho del sector para estimar el área total anidación correspondiente a los árboles ocupados por nidos de garzas reales (Figura 2) con ayuda de una cuerda metreada de 50 metros de longitud.

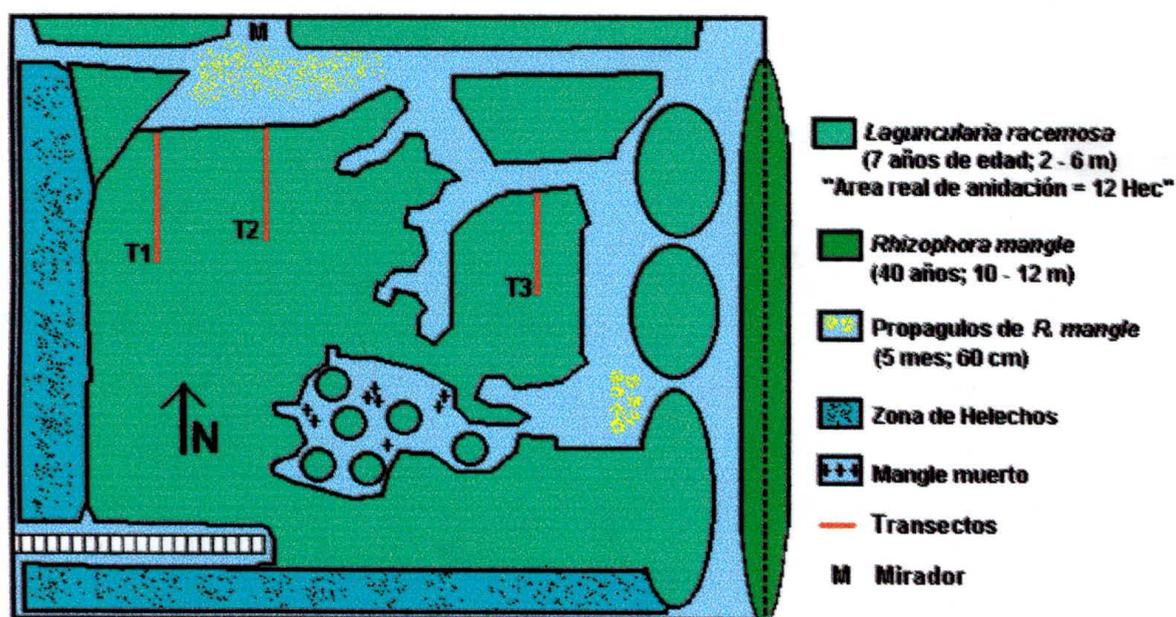


Figura 2. Ubicación del garcerío (BIOFILTRO) dentro del biofiltro.

Además se ubicaron tres transectos donde se encontraba más homogénea la colonia cuya longitud correspondió a la presencia de árboles ocupados por nidos de la garza. Por esta razón, existieron transectos más largos que otros (Figura 2). Esto con el fin de tomar los datos de la población de ponedores. Estos transectos abarcaron un área igual a un cuarto del área total de anidación del garcerío (3 hectáreas = 30.000 m²) y con estos datos extrapolar los resultados a la colonia total (12 hectáreas).

Dentro de cada transecto, se registraron los árboles de incubación, en una extensión aproximada de 25 metros a la izquierda y 25 metros a la derecha. De

esta manera se muestreó durante cada mes un área fija en cada transecto (T1 = 1 hectárea, T2 = 1 hectárea y T3 = 1 hectárea) para un total de 3 hectáreas donde se hizo una registro inicial de la población de parejas anidantes y por ende de nidos para cada sector abarcado por los diferentes transectos (Figura 3). En 50 m de transecto se registró por lo tanto un área de 1/4 de hectárea con repeticiones para disminuir el error de la estimación.

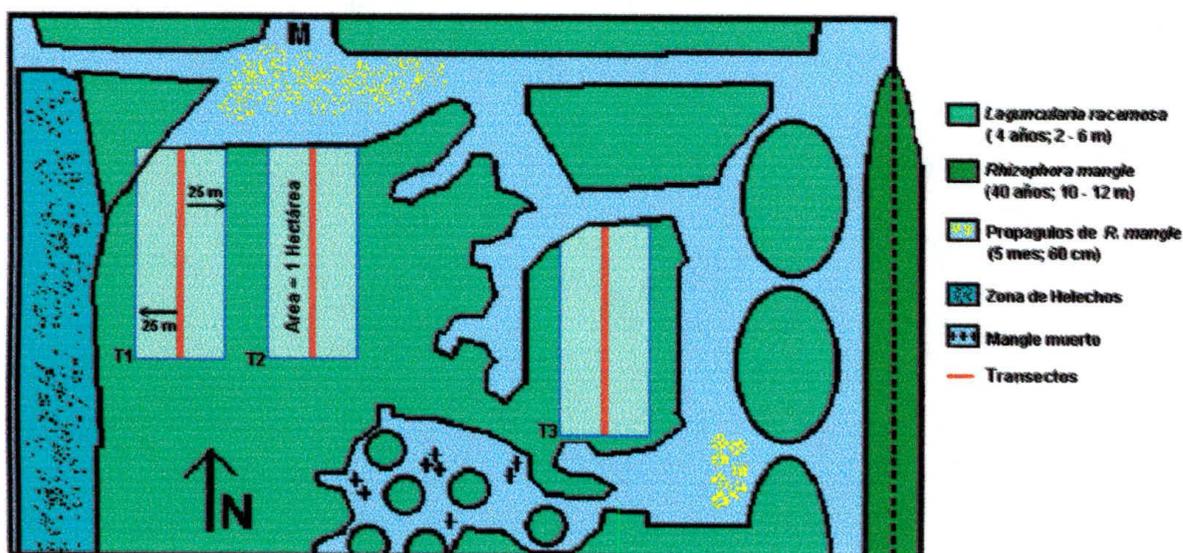


Figura 3. Sectorización de los tres transectos para el registro de los árboles de incubación, las parejas anidantes y los nidos.

Para realizar el análisis estadístico y comprobar las hipótesis planteadas, se escogieron dentro de cada transecto catorce árboles al azar (Tabla 1, 2 y 3), en donde se registraba mensualmente datos de éxito por transecto, éxito por árboles escogidos al azar, éxito de las parejas (nidos) y polluelos exitosos. Con base a estos datos se pudo conocer como variaba el éxito de anidación en los diferentes transectos, árboles y posición de los nidos de acuerdo a su estratificación vertical en el árbol. Los árboles fueron enumerados en orden ascendente desde la orilla hacia el centro de la colonia, para ver si existían diferencias significativas entre el éxito de anidación del borde con relación al centro de la colonia (Figura 4).

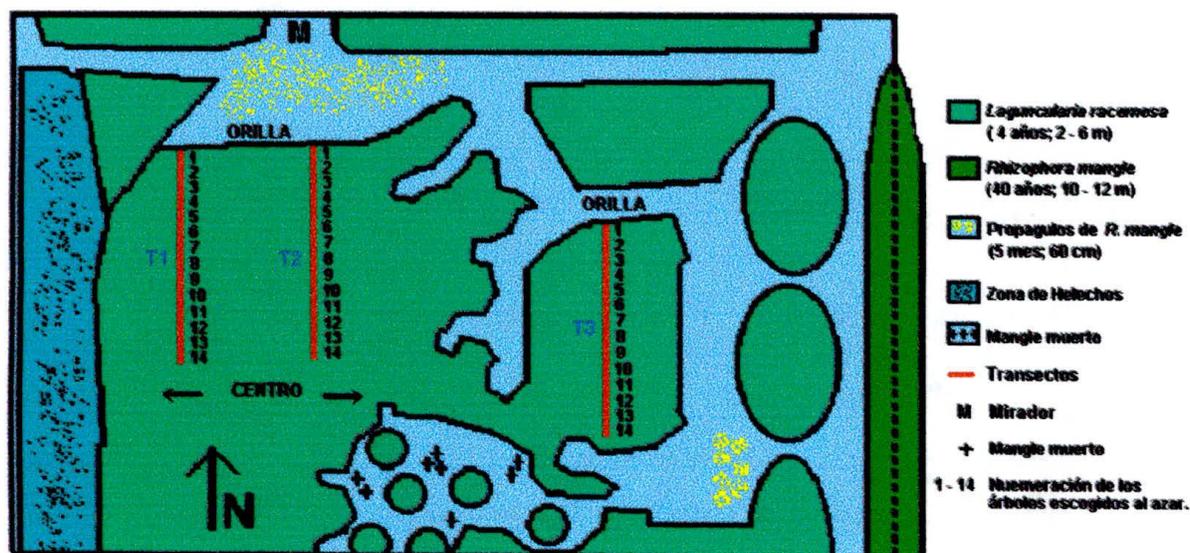


Figura 4. Numeración de los árboles escogidos al azar.

2.1.5 Recolección de datos. Para la toma de los datos de campo, inicialmente se anotaron algunos aspectos generales como identificación de otras especies en la colonia que también llegaban para anidar o simplemente para dormir, y los predadores potenciales que también se encontraban en el lugar. Además se llevó un registro en tablas de campo para obtener datos sobre el éxito mensual de los nidos muestreados para cada transecto como se observa en las tablas 1, 2 y 3.

2.1.5.1 Estimación del Éxito de Anidación. Para analizar la fenología de la puesta, en cuanto a la distribución de las nidadas, únicamente en el primer mes (agosto) se tomaron datos en todos los árboles que se encontraban en cada transecto y se tabularon. Estos datos eran: transecto, árbol, altura del árbol, número de nidos por árbol, número de huevos, número de polluelos, y altura de cada nido. (Tabla 1, 2 y 3). En ese mismo mes se seleccionó un máximo de 14 árboles al azar por transecto y se marcaron con bolsas para mayor facilidad del estudio y su ubicación. La numeración de estos árboles se hizo de un extremo (orilla de los caños) hacia el centro de la colonia. Estos árboles se visitaron los

primeros días de cada mes para tomar los mismos datos que para todos los árboles de cada transecto (Tabla 1,2 y 3).

El éxito de anidación para cada mes se estimó con base a la relación entre el total de huevos viables o polluelos exitosos en cada nido y el número máximo de huevos encontrados en cada transecto muestreado, valorado como “**Porcentaje de Éxito**” (tablas 1, 2 y 3), de la siguiente forma:

$$E = \frac{Ni}{N \max} \times 100$$

donde,

E = Porcentaje de éxito por nido

Ni = Número inicial de Huevos o polluelos (diferencia entre un mes y el inmediatamente anterior)

$N \max$ = Número máximo de huevo encontrado en el transecto (por lo general = 4)

De igual forma se estimó el **porcentaje de éxito promedio en cada transecto**

Para los diferentes meses de muestreo (final de las tablas 1, 2 y 3):

$$ETn = \frac{E_2 + E_3 + E_4 + E_5}{4}$$

donde,

ETn = Éxito promedio de un Transecto

E_2, \dots, E_5 = Éxitos promedio de cada mes (agosto a noviembre)

Finalmente, con los datos de éxito temporal promedio para cada transecto, se realizó un estimativo del **éxito promedio de toda la colonia** de garzas reales para esa época de anidación, utilizando la siguiente expresión:



$$ET = \frac{ET1 + ET2 + ET3}{3}$$

donde,

ET = Éxito promedio de la colonia.

$ET1$, $ET2$ y $ET3$ = Exitos promedio totales de los transectos.

Además se respondió a las hipótesis planteadas para este trabajo evaluando estadísticamente el comportamiento del éxito de anidación y el efecto de tres factores hipotéticos que podrían estar alterando dicho éxito por medio de un análisis de correlación por rangos (Spearman Rho, 1904) y un análisis de varianza para cada factor. estos fueron:

1. **Transectos:** se pretende observar si la posición de cada transecto en la colonia tiene variaciones de porcentaje de éxito reproductivo (valorado por medio de un análisis de varianza a una vía).
2. **Árboles:** se comparó si la posición de los árboles hacia en interior de la colonia numerados de la orilla hacia el centro en orden ascendente (Figura 4) presentaba diferencias significativas de un extremo hacia el centro (valorado por medio del coeficiente de correlación un análisis de varianza a una vía).
3. **Altura de los nidos:** se pretendió observar si existe una relación directa entre la altura de los nidos y el éxito reproductivo (valorado por medio del coeficiente de correlación un análisis de varianza a una vía).

2.2 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

Se utilizó el Método estadístico no paramétrico del *coeficiente de correlación por rangos* (Spearman, 1904) para relacionar dos de los factores limitantes del éxito reproductivo en la colonia mencionados anteriormente (Arboles y Altura de los

nidos). Y un *análisis de varianza de una vía* para comparar los datos de los tres factores ligados al éxito de anidación. esta última prueba se ajustó al Test de Bonferroni y de Tukey, de acuerdo al número de muestras se comparaban y para observar entre que grupo de datos existen diferencias significativas evaluadas por medio de probabilidades. La variable dependiente correspondió a los datos de porcentaje éxito y los factores (variables independientes) correspondieron a los *transectos, árboles y altura de los nidos*.

Con estos análisis de varianza se pudo confirmar cual de las siguientes hipótesis es la que se acepta para cada factor y su relación al éxito reproductivo:

Ha1. Existen diferencias significativas en el éxito de anidación de la Garza real *Ardea alba* de acuerdo a la posición de los nidos en la colonia.

Ho1. No existen diferencias significativas en el éxito de anidación de la Garza real *Ardea alba* de acuerdo a la posición de los nidos en la colonia.

Ha2. Existen diferencias significativas en el éxito de anidación de la Garza real *Ardea alba* según la ubicación de los árboles en la colonia de anidación.

Ho2. No existen diferencias significativas en el éxito de anidación de la Garza real *Ardea alba* según la ubicación de los árboles en la colonia de anidación.

Ha3. El éxito de anidación de la Garza real *Ardea alba* es afectado por la altura de los nidos ubicados en los diferentes árboles de incubación.

Ho3. No hay diferencias significativas en el éxito de anidación de la Garza real *Ardea alba* y la altura de los nidos ubicados en los árboles de incubación.

Los paquetes estadísticos utilizados fueron el Statgraphics 2.6 (para el análisis de varianza a una vía) y Systat 9 (para la Correlación de Spearman).



Tabla 1. Datos Mensuales de los tres factores y el éxito de anidación tomados en el transecto 1.

Árbol al azar	Mes 1 Julio			Mes 2 Agosto		Mes 3 Septiembre		mes 4 Octubre		mes 5 Noviembre	
	Nidos	Huevos	Altura (cm)	Pollos	% de éxito	Pollos	% de éxito	Pollos	% de éxito	Pollos	% de éxito
1	1	2	190	2	50	2	50	1	25	2	50
1	2	2	180	2	50	2	50	2	50	2	50
1	3	3	200	3	75	2	50	1	25	1	25
1	4	1	200	1	25	1	25	1	25	1	25
1	5	3	150	3	75	2	50	2	50	2	50
1	6	2	200	1	25	2	50	2	50	2	50
1	7	2	200	2	50	2	50	2	50	2	50
2	1	3	300	3	75	2	50	2	50	2	50
2	2	1	280	1	25	1	25	1	25	1	25
2	3	1	210	1	25	1	25	1	25	1	25
2	4	2	280	2	50	2	50	2	50	2	50
2	4	2	270	0	0	0	0	0	0	0	0
3	1	3	260	3	75	3	75	3	75	3	75
3	2	2	240	2	50	1	25	1	25	1	25
3	3	2	220	2	50	0	0	0	0	0	0
3	4	2	220	2	50	2	50	2	50	2	50
3	5	1	240	1	25	1	25	1	25	1	25
4	1	2	160	2	50	2	50	2	50	2	50
4	2	2	150	2	50	2	50	2	50	2	50
4	2	1	150	1	25	0	0	0	0	0	0
4	3	2	130	2	50	2	50	2	50	2	50
4	4	1	130	0	0	0	0	0	0	0	0
5	1	3	260	3	75	3	75	3	75	3	75
5	2	2	260	2	50	2	50	2	50	2	50
5	2	1	280	1	25	1	25	1	25	1	25
5	3	2	280	2	50	1	25	1	25	1	25
5	4	2	220	0	0	0	0	0	0	0	0
5	6	1	270	1	25	1	25	1	25	1	25
6	1	2	280	2	50	1	25	1	25	1	25
6	2	2	290	2	50	2	50	2	50	2	50
6	3	1	290	1	25	1	25	1	25	1	25
6	4	4	260	2	50	4	100	2	50	2	50
6	5	2	220	2	50	2	50	2	50	2	50
6	6	1	290	1	25	1	25	1	25	1	25
7	1	1	320	1	25	1	25	1	25	1	25
7	2	2	280	2	50	2	50	2	50	2	50
7	3	2	290	2	50	2	50	2	50	2	50
7	4	2	380	2	50	2	50	2	50	2	50
7	5	3	380	3	75	3	75	3	75	3	75
7	6	2	350	2	50	2	50	2	50	2	50
7	7	2	340	2	50	2	50	2	50	2	50
8	1	2	280	2	50	2	50	2	50	2	50
8	2	2	310	2	50	2	50	2	50	2	50
8	3	2	300	2	50	2	50	2	50	2	50
8	4	2	220	2	50	2	50	2	50	2	50
8	5	4	300	3	75	4	100	4	100	4	100
8	6	3	300	3	75	3	75	3	75	3	75

8	7	2	180	2	50	2	50	2	50	2	50
9	1	2	350	2	50	2	50	2	50	2	50
9	2	2	350	2	50	2	50	2	50	2	50
9	3	1	320	1	25	1	25	1	25	1	25
9	4	4	310	3	75	3	75	3	75	3	75
9	5	3	310	3	75	3	75	3	75	3	75
9	6	3	340	3	75	3	75	3	75	3	75
9	7	2	330	2	50	2	50	2	50	2	50
10	1	3	320	3	75	3	75	3	75	3	75
10	2	2	320	2	50	2	50	2	50	2	50
10	3	2	280	2	50	2	50	2	50	2	50
10	4	4	320	3	75	4	100	4	100	4	100
10	5	4	320	3	75	4	100	4	100	4	100
10	6	2	310	2	50	2	50	2	50	2	50
10	7	2	310	2	50	1	25	2	50	2	50
11	1	4	400	4	100	4	100	4	100	4	100
11	2	4	350	4	100	3	75	3	75	3	75
11	3	4	400	2	50	3	75	3	75	3	75
11	4	4	400	4	100	4	100	4	100	4	100
11	5	4	400	4	100	4	100	4	100	4	100
11	6	3	390	3	75	3	75	3	75	3	75
11	7	3	390	3	75	3	75	3	75	3	75
11	8	2	390	2	50	2	50	2	50	2	50
11	9	2	410	2	50	2	50	2	50	2	50
11	10	2	410	2	50	2	50	2	50	2	50
12	1	3	380	3	75	3	75	3	75	3	75
12	2	3	380	3	75	3	75	3	75	3	75
12	3	4	380	4	100	4	100	4	100	4	100
12	4	3	380	3	75	3	75	3	75	3	75
12	5	3	360	3	75	3	75	3	75	3	75
12	6	2	380	2	50	2	50	2	50	2	50
12	7	2	370	2	50	2	50	2	50	2	50
13	1	4	410	4	100	4	100	4	100	4	100
13	2	2	420	2	50	2	50	2	50	2	50
13	3	2	420	2	50	2	50	2	50	2	50
13	4	4	410	4	100	4	100	4	100	4	100
13	5	4	420	4	100	4	100	4	100	4	100
13	6	3	415	3	75	3	75	3	75	3	75
13	7	2	410	2	50	2	50	2	50	2	50
13	8	2	410	2	50	2	50	2	50	2	50
14	1	3	410	3	75	3	75	3	75	3	75
14	2	3	420	3	75	3	75	3	75	3	75
14	3	4	400	4	100	4	100	4	100	4	100
14	4	4	430	4	100	4	100	4	100	4	100
14	5	3	410	3	75	3	75	3	75	3	75
14	6	3	410	3	75	3	75	3	75	3	75
14	7	3	420	3	75	3	75	3	75	3	75
14	8	3	440	3	75	3	75	3	75	3	75
14	9	3	440	3	75	3	75	3	75	3	75
Total	384	236	Porcentaje de éxito medio		57,81		56,77		56		58,7
			Total de Polluelos			218		215		213	

Tabla 2. Datos Mensuales de los tres factores y el éxito de anidación tomados en el transecto 2.

Árbol al azar	Mes 1 Julio			Mes 2 Agosto		Mes 3 Septiembre		mes 4 Octubre		mes 5 Noviembre	
	Nidos	Pollos	Altura (cm)	Pollos	% de éxito	Pollos	% de éxito	Pollos	% de éxito	Pollos	% de éxito
1	1	2	250	2	50	2	50	2	50	2	50
1	2	2	240	2	50	2	50	1	25	1	25
1	2	1	230	1	25	1	25	1	25	1	25
1	3	1	230	1	25	1	25	0	0	0	0
1	4	3	220	2	50	2	50	2	50	2	50
1	5	2	260	2	50	2	50	0	0	0	0
1	6	2	260	2	50	2	50	2	50	2	50
2	1	2	240	1	25	1	25	1	25	1	25
2	2	1	220	1	25	1	25	1	25	1	25
2	2	3	260	3	75	3	75	3	75	3	75
2	3	3	260	3	75	3	75	3	75	3	75
2	4	2	250	1	25	1	25	1	25	1	25
2	5	2	260	2	50	2	50	2	50	2	50
3	1	2	240	2	50	2	50	2	50	2	50
3	2	2	250	1	25	1	25	1	25	1	25
3	2	2	240	2	50	2	50	2	50	2	50
3	3	2	240	2	50	2	50	1	25	1	25
3	4	1	220	1	25	1	25	1	25	1	25
4	1	2	180	2	50	2	50	2	50	2	50
4	2	1	180	0	0	0	0	0	0	0	0
4	2	1	160	0	0	0	0	0	0	0	0
4	3	3	160	3	75	3	75	3	75	3	75
4	4	2	210	2	50	2	50	2	50	2	50
4	5	2	210	2	50	2	50	2	50	2	50
5	1	2	280	2	50	2	50	2	50	2	50
5	2	1	270	1	25	1	25	1	25	1	25
5	2	4	250	2	50	2	50	2	50	2	50
5	3	4	260	4	100	3	75	3	75	3	75
5	4	3	220	3	75	3	75	3	75	3	75
5	5	3	250	3	75	3	75	3	75	3	75
5	6	2	250	2	50	2	50	2	50	2	50
5	7	2	240	2	50	2	50	2	50	2	50
5	8	2	250	2	50	2	50	2	50	2	50
6	1	4	250	2	50	2	50	2	50	2	50
6	2	1	240	1	25	1	25	1	25	1	25
6	2	2	270	0	0	0	0	0	0	0	0
6	3	2	250	2	50	2	50	2	50	2	50
6	4	1	290	2	50	2	50	2	50	2	50
7	1	3	320	3	75	3	75	3	75	3	75
7	2	3	320	3	75	3	75	3	75	3	75
7	2	2	340	2	50	2	50	2	50	2	50
7	3	2	340	2	50	2	50	2	50	2	50
7	4	2	350	2	50	2	50	2	50	2	50
7	5	3	320	3	75	3	75	3	75	3	75
7	6	2	330	2	50	2	50	2	50	2	50
8	1	2	280	2	50	2	50	2	50	2	50
8	2	1	270	1	25	1	25	1	25	1	25

8	2	1	300	1	25	1	25	1	25	1	25
8	3	2	280	2	50	2	50	2	50	2	50
8	4	2	270	2	50	2	50	2	50	2	50
8	5	2	300	2	50	2	50	2	50	2	50
8	6	2	300	2	50	2	50	2	50	2	50
9	1	3	310	3	75	3	75	3	75	3	75
9	2	3	310	3	75	3	75	3	75	3	75
9	2	3	310	3	75	3	75	3	75	3	75
9	3	2	310	2	50	2	50	2	50	2	50
9	4	2	330	2	50	2	50	2	50	2	50
9	5	3	310	3	75	3	75	3	75	3	75
9	6	1	300	1	25	1	25	1	25	1	25
9	7	1	300	1	25	1	25	1	25	1	25
10	1	4	410	4	100	4	100	4	100	4	100
10	2	4	420	4	100	4	100	4	100	4	100
10	2	3	400	3	75	3	75	3	75	3	75
10	3	3	410	3	75	3	75	3	75	3	75
10	4	3	410	3	75	3	75	3	75	3	75
10	5	3	420	3	75	3	75	3	75	3	75
10	6	3	360	3	75	3	75	3	75	3	75
10	7	2	390	2	50	2	50	2	50	2	50
10	8	2	420	2	50	2	50	2	50	2	50
10	9	4	400	4	100	4	100	4	100	4	100
11	1	2	440	2	50	2	50	2	50	2	50
11	2	2	460	2	50	2	50	2	50	2	50
11	2	3	440	3	75	3	75	3	75	3	75
11	3	2	450	2	50	2	50	2	50	2	50
11	4	3	460	3	75	3	75	3	75	3	75
11	5	3	410	3	75	3	75	3	75	3	75
11	6	4	430	4	100	4	100	4	100	4	100
11	7	3	440	3	75	3	75	3	75	3	75
12	1	4	410	4	100	4	100	4	100	4	100
12	2	2	410	2	50	2	50	2	50	2	50
12	2	2	400	2	50	2	50	2	50	2	50
12	3	2	380	2	50	2	50	2	50	2	50
12	4	2	410	2	50	2	50	2	50	2	50
12	5	2	410	2	50	2	50	2	50	2	50
12	6	3	410	3	75	3	75	3	75	3	75
12	7	3	360	3	75	3	75	3	75	3	75
13	1	3	410	3	75	3	75	3	75	3	75
13	2	2	410	2	50	2	50	2	50	2	50
13	3	2	440	2	50	2	50	2	50	2	50
13	4	2	460	2	50	2	50	2	50	2	50
13	5	3	440	3	75	3	75	3	75	3	75
13	6	2	450	2	50	2	50	2	50	2	50
14	1	3	460	3	75	3	75	3	75	3	75
14	2	3	410	3	75	3	75	3	75	3	75
14	3	4	430	4	100	4	100	4	100	4	100
14	4	3	440	3	75	3	75	3	75	3	75
14	5	4	410	4	100	4	100	4	100	4	100
Total	338	230	Porcentaje de éxito medio Total de Polluelos	55,87	218	55,6	213	54,33	209	53,32	

Tabla 3. Datos Mensuales de los tres factores y el éxito de anidación tomados en el transecto 3.

Árbol al azar	Mes 1 Julio		Altura (cm)	Mes 2 Agosto		Mes 3 Septiembre		mes 4 Octubre		mes 5 Noviembre	
	Nidos	Pollos		Pollos	% de éxito	Pollos	% de éxito	Pollos	% de éxito	Pollos	% de éxito
1	3	2	200	1	25	1	25	1	25	1	25
1	4	2	200	2	50	2	50	2	50	2	50
1	5	2	200	2	50	2	50	2	50	2	50
1	1	2	210	2	50	2	50	2	50	2	50
1	2	2	180	2	50	0	0	0	0	0	0
2	2	2	200	2	50	1	25	1	25	1	25
2	3	1	180	1	25	0	0	0	0	0	0
2	4	1	180	1	25	0	0	0	0	0	0
2	1	3	200	3	75	3	75	3	75	3	75
3	4	3	200	3	75	3	75	3	75	3	75
3	5	1	210	1	25	1	25	1	25	1	25
3	1	4	190	3	75	3	75	3	75	3	75
3	2	2	190	2	50	2	50	2	50	2	50
3	3	1	180	1	25	1	25	1	25	1	25
4	2	2	150	2	50	2	50	2	50	2	50
4	3	1	150	1	25	1	25	1	25	1	25
4	4	1	180	1	25	1	25	1	25	1	25
5	3	4	250	3	75	3	75	3	75	3	75
5	4	4	270	4	100	4	100	4	100	4	100
5	5	2	260	2	50	2	50	2	50	2	50
5	6	1	260	1	25	1	25	1	25	1	25
5	7	1	260	1	25	1	25	1	25	1	25
5	1	2	250	2	50	2	50	2	50	2	50
5	2	2	220	2	50	2	50	2	50	2	50
6	3	2	240	2	50	2	50	2	50	2	50
6	4	2	270	2	50	2	50	2	50	2	50
6	5	2	270	2	50	2	50	2	50	2	50
6	1	3	260	3	75	3	75	3	75	3	75
6	2	1	260	1	25	1	25	1	25	1	25
7	3	2	280	2	50	2	50	2	50	2	50
7	4	1	280	1	25	1	25	1	25	1	25
7	5	1	290	1	25	1	25	1	25	1	25
7	1	1	280	1	25	1	25	1	25	1	25
8	4	2	300	2	50	2	50	2	50	2	50
8	5	2	280	2	50	2	50	2	50	2	50
8	6	1	260	1	25	1	25	1	25	1	25
8	1	3	310	2	50	2	50	2	50	2	50
8	2	3	300	3	75	3	75	3	75	3	75
8	5	2	280	2	50	2	50	2	50	2	50
8	6	1	260	1	25	1	25	1	25	1	25
9	1	4	250	2	50	2	50	2	50	2	50
9	2	1	240	1	25	1	25	1	25	1	25
9	2	2	270	0	0	0	0	0	0	0	0
9	3	2	250	2	50	2	50	2	50	2	50
9	4	1	290	2	50	2	50	2	50	2	50
9	1	2	260	2	50	2	50	2	50	2	50
10	2	1	280	1	25	1	25	1	25	1	25



10	3	2	280	2	50	1	25	1	25	1	25
10	4	2	220	0	0	0	0	0	0	0	0
10	5	1	270	1	25	1	25	1	25	1	25
10	6	2	280	2	50	1	25	1	25	1	25
11	1	2	290	2	50	2	50	2	50	2	50
11	2	3	310	3	75	3	75	3	75	3	75
11	3	3	310	3	75	3	75	3	75	3	75
11	4	3	310	3	75	3	75	3	75	3	75
11	5	2	310	2	50	2	50	2	50	2	50
11	6	2	330	2	50	2	50	2	50	2	50
11	7	3	310	3	75	3	75	3	75	3	75
11	8	1	300	1	25	1	25	1	25	1	25
12	1	3	320	3	75	3	75	3	75	3	75
12	2	3	320	3	75	3	75	3	75	3	75
12	2	2	340	2	50	2	50	2	50	2	50
12	3	2	340	2	50	2	50	2	50	2	50
12	4	2	350	2	50	2	50	2	50	2	50
12	5	3	320	3	75	3	75	3	75	3	75
12	6	2	330	2	50	2	50	2	50	2	50
13	1	1	320	1	25	1	25	1	25	1	25
13	2	2	280	2	50	2	50	2	50	2	50
13	3	2	290	2	50	2	50	2	50	2	50
13	4	2	380	2	50	2	50	2	50	2	50
13	5	3	380	3	75	3	75	3	75	3	75
13	6	2	350	2	50	2	50	2	50	2	50
13	7	2	340	2	50	2	50	2	50	2	50
14	1	3	320	3	75	3	75	3	75	3	75
14	2	3	320	3	75	3	75	3	75	3	75
14	2	2	340	2	50	2	50	2	50	2	50
14	3	2	340	2	50	2	50	2	50	2	50
14	4	2	350	2	50	2	50	2	50	2	50
14	5	3	320	3	75	3	75	3	75	3	75
14	6	2	330	2	50	2	50	2	50	2	50
Total	277	164	Porcentaje de éxito medio Total de Polluelos		48,4	148	46,2	148	46,2	146	45,6

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 FASES DE LA INVESTIGACIÓN

3.1.1 Fase de investigación de julio. De los ocho días de muestreo correspondientes a ese mes, los tres primeros se emplearon para calcular el área de muestreo y ubicar los tres transectos.

También se observó una variedad de especies que se encontraban en su periodo reproductivo que inició semanas o meses después de la anidación de la Garza real (*Ardea alba*, *Egretta thula*, *Eudocimus alba*, *Bubulcus ibis*, *Phalacrocorax brasilianus*, *Cochlearius cochlearius* y *Anhinga anhinga*), lo cual concuerda con estudios realizados en la Florida por Frederick and Spalding (1994) los cuales identificaron una sucesión de anidación entre cuatro especies de aves zancudas (*Ardea alba* (Great egret), *Ardea tricolor* (Tricolored herons), *Ardea tricolor* (Little Blue herons) y *Eudocimus albus* (White ibises)) (grafico 1), aunque se muestra que a pesar de que el periodo critico de anidación de la Garza real empieza más temprano que el resto, este continua hasta después de que el resto de especies han concluido su periodo de anidación. Este comportamiento fue muy similar en el área de estudio.

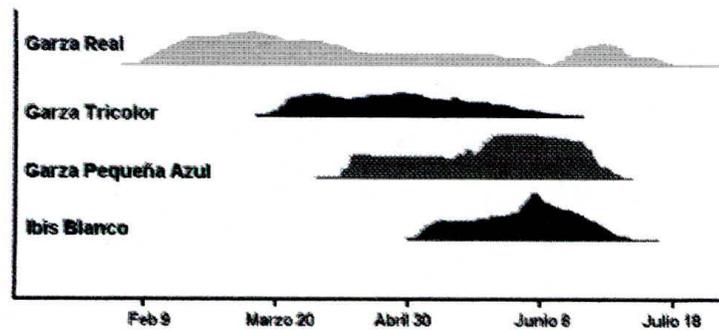


Grafico 2. Tiempo de iniciación de la anidación durante 1987 por cuatro especies de aves zancudas en los manglares del Everglades. La altura de las secciones coloreadas representan el número de nidos activos. Fuente: Frederick y Spalding (1994).

Además se tomaron datos acerca de la fenología de la puesta y distribución de las nidadas en el total de árboles que estaban dentro de cada transecto al igual que los datos iniciales en los árboles escogidos al azar (Tabla 1,2 y 3).

3.1.2 Fase de investigación de agosto. El objetivo de esta fase fue obtener los datos en los árboles escogidos al azar dentro de los tres transectos, buscando con esto desarrollar un muestreo en un cuarto del área total de la colonia y luego extrapolar los datos obtenidos al área total (Tabla 4).

Además se estimó la viabilidad de los huevos y la tasa de mortalidad de los polluelos al igual que el éxito de postura y de polluelos. Se encontró de igual forma que la tasa de mortalidad estaba influenciada principalmente por accidentes de los polluelos al caer del nido y ser depredados en su mayoría por caimanes. Se pudo observar algunas aves depredadoras como *Cathartes aura*, *Coragyps atratus*, *Caracara plancus* y *Milvago chmachima* las cuales cohabitaban el sector de anidación.

Según Scharf (1989) y Frederick (1989) existen algunas aves rapaces que pueden ocasionar efectos representativos al interior de las colonias por causa de

la depredación, entre las que se encuentra *Bubo virginianus* como el principal agente depredador, *Buteo lineatus* y *Poliburus plancus* en menor frecuencia.

Como lo mencionan Krebs (1978); Wittettenberg and Hunt (1985) (citado por Frederick, 1994). “La depredación juega un importante papel selectivo en la evolución de las colonias de anidación de las garzas, además estos autores mencionan que las ciconiformes son vulnerables a muchos tipos de depredadores”. Rodgers (1987) menciona que “como estrategia anti-depredador es ubicar sus colonias sobre vegetación que se encuentra sumergida dentro cuerpos de agua de profundidad significativa, en donde pocos predadores como Mapaches y Nutrias pueden causar perturbación y abandono de colonias enteras a través de mortandades excesivas, ya que el porcentaje de mortandad por mamíferos solo alcanza entre el 1 y 2%”.

En esta fase se presentaron los picos máximos de mortalidad los cuales se presentan entre el cuarto y el décimo día, donde la depredación juega un papel importante, luego esta disminuye notablemente a medida que la edad aumenta y probablemente se torna más importante la muerte por inanición o competencia entre los polluelos del mismo nido.

También en esta fase de investigación se determinó el tipo de alimento que consumían los polluelos (básicamente el langostino *Pennaeus vahameni*) y la frecuencia de alimentación en cinco nidos a lo largo del día (tabla 4) donde se puede apreciar como fluctúa la frecuencia alimenticia de los polluelos lo cual corresponde a las primeras horas del día y luego al caer la tarde. No se pudo establecer una relación directa entre el número de polluelos por nido y la frecuencia alimenticia, pero si se apreció que los polluelos de mayor tamaño son por lo general los que presentaron mayor posibilidad de adquirir el alimento.

“Los polluelos nacidos en segundo y tercer lugar, están más expuestos a morir por inanición, ya que el polluelo mayor tiene más ventajas por la edad y tamaño, de

competir por el alimento, aunque el polluelo dos llega a ser su competidor". El polluelo de poca edad tiene menos posibilidad de escapar de un depredador; como a su vez un polluelo solo en el nido es más vulnerable a ser atacado. Alfaro y Russi, (1989); Custer, 1989; Parker, *et al.*, (1989); Guster *et al.*, (1994) mencionan que "por lo general, los primeros dos huevos puestos, son los que presentan una mayor probabilidad de éxito con relación al tercero." Se han diseñado modelos para predecir el éxito de anidación para los polluelos con solo observar el tamaño de los huevos con el criterio de que aquellos que presenten menor tamaño corresponden al último huevo puesto (Custer and Frederick, 1990).

Tabla 4. Frecuencia de Alimentación de los polluelos en 5 nidos del garzerío durante 14 horas (agosto 7-10 del 2001).

HORA	P1	P2	P3	P4	P5	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13
6:00 am	x	X	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
7:00 am	x	x		x			x	x	x			
8:00 am	x	x	x	x						x	x	x
9:00 am												
10:00 am												
11:00 am					x	x						
12:00 m												
1:00 pm												
2:00 pm												
3:00 pm	x	x	x	x								
4:00 pm				x	x	x				x	x	x
5:00 pm							x	x	x			
6:00 pm	x	x	x		x	x	x	x	x			
7:00 pm				x								
TOTAL	5	5	4	6	4	4	4	4	4	3	3	3
NIDO	1		2		3		4			5		

P: Polluelos.

Total: frecuencia total de alimentación para cada polluelo.

Fuente: El autor.

De igual forma Mock (1984) menciona que "existe una jerarquía entre los polluelos de la Garza real; donde los de mayor edad, expulsan del nido o matan a sus hermanos más jóvenes, y asocian este patrón de conducta al tamaño de la presa

que consumen, ya que a menor talla de alimento, es más fácil que estos monopolicen dicho alimento entre los polluelos de mayor tamaño”.

Cabe mencionar que durante el mes de agosto y finales de septiembre, existió un aporte significativo de nutrientes como resultado de la excesiva carga de guano producida en su mayoría por los juveniles y en menor proporción por los adultos, básicamente en las horas de la noche, en donde se concentraba toda la población para descansar. De todas formas, este *boom* de nutrientes, en su mayoría compuestos nitrogenados y fosfatos, no produjo un efecto tensionante en el manglar ni en la ciénaga adyacente, ya que la carga de guano sobrenadante era retenida por medio de colectores hechos con ramas, que detenían el flujo hacia otros lugares del manglar y luego recogida para ser utilizada como abono. Baxter (1994b) encontró en colonias de garzas de Australia, una relación directa entre los periodos de anidación y la destrucción de los bosques de manglar utilizados para ubicar los nidos, debido a una carga excesiva de nutrientes aportada por el guano de estos animales principalmente por niveles excesivos de Nitrógeno y Fósforo en los sitios de anidación lo cual ocasionaba la muerte de los árboles en la colonia.

3.1.3 Fase de investigación de septiembre. Se continuó estimando la tasa de mortalidad y éxito de anidación de los polluelos en los árboles escogidos al azar. De todas formas la probabilidad de supervivencia de los nuevos individuos fue extremadamente baja debido a la presión de selección ejercida por el resto de polluelos que se encontraban en estos nidos, lo cual pudo ser comprobado en el siguiente mes, donde escasamente se lograron observar pocos individuos correspondientes a este periodo de anidación.

Cabe decir, que en este periodo se registraron nuevos huevos en los nidos muestreados, lo cual implica que existe un buen aporte alimenticio y optimas condiciones climáticas. No es posible afirmar que por el simple hecho de que las garzas y otras especies de aves acuáticas anidan en ese lugar, sea este un

indicador de optimas condiciones del complejo manglarico, ya que el medio solo presenta mangles jóvenes (6-7 años) y el estado de conservación o de optimas condiciones de los mangles no puede ser predecible a esta edad. En cuanto al aporte alimenticio cabe recordar que está constituido en mayor proporción por langostino que se cultiva en el lugar. Mas bien se puede decir que la garza está aprovechando un recurso favorable para su periodo de anidación exitoso.

Hoffman *et al.*, (1994) afirman que “este tipo de colonias periódicas y masivas de aves zancudas es un indicador importante que optimas condiciones en los humedales, lo cual se encuentra íntimamente ligado a una abundancia alimenticia y estabilidad climática (hidrológica) aportada por dicho ecosistema en estos desarrollados en La Florida”.

Schogolev (1996) realizó monitoreos en colonias de garzas y otras aves acuáticas durante ventidos años. Dicho autor encontró una relación directa entre las fluctuaciones hidrológicas y la densidad de las poblaciones, ya que el numero de nidos de estas aves tendía a aumentar en los periodos de aguas altas donde además existía un mayor aporte de alimento.

2.1.4 Fase de investigación de octubre. Además de continuar estimando la tasa de mortalidad y éxito de anidación de los polluelos en los árboles escogidos al azar (Tablas 1, 2 y 3), en esta fase se registraron polluelos en estado avanzado de desarrollo en los nidos muestreados.

Otro aspecto interesante que pudo ser observado correspondió a las asociaciones de esta y otras especies de aves zancudas para la consecución del alimento, lo cual reduce en gran medida el esfuerzo de captura por especie. Este patrón de conducta ha sido descrito en el Río Sambarmati de la India por Parasharya y Mathew, (1994), los cuales documentan asociaciones entre varias especies de

aves zancudas y mamíferos, y además demuestran que esta estrategia presenta mayores expectativas de viabilidad reproductiva y adaptativas a los humedales.

En este periodo, el sector correspondiente al tercer Transecto, básicamente era utilizado como dormitorio de garzas (*A. alba* y *E. Thula*) aunque aún permanecían pequeños parches con nidos y grandes polluelos.

2.1.5 Fase de investigación de noviembre. Las garzas habían terminado casi por completo su periodo de anidación pues solo quedaban unos cuantos nidos muy dispersos en los tres transecto con polluelos de gran tamaño. Fue en este mes donde se realizó el último conteo de juveniles y adultos, con repeticiones para poder estimar **la población final** y el número de polluelos exitosos en la colonia.

2.2 POBLACIÓN DE LA GARZA REAL

Para calcular las abundancias de la población de la garza real más adecuado para ello es efectuar las observaciones durante las fases de vuelo al amanecer y al final de la tarde.

Estas garzas no suelen salir a cazar en agregaciones como sucede con otras especies de aves zancudas, por lo cual se tuvo que contar desde un puntos fijos (miradores) a cada individuo adulto que salía de su sitio de descanso o de los nidos durante las horas mencionadas.

En dichos conteos (al inicio de la etapa de anidación) se pudo registrar hasta **4900 aves** con errores estimados de hasta 50 animales. Este error se disminuyó por el conteo repetido en el mismo punto, el cual reduce el error, de más de 50 animales en un conteo aislado a un error de menos de 10 animales en el conteo repetido varias veces, como comenta Hening en sus estudios desarrollados con colonias de *Phalacrocorax brasilianus* en la Ciénaga Grande de Santa Marta.



Un número máximo de **9126 animales** fue estimado después de la fase de incubación de 2001 correspondiente al aporte de juveniles exitosos . En este cálculo se incluyeron las crías de la fase de incubación con animales adultos. La base para ello fueron los datos fenológicos de la incubación (Tabla 7).

El dato para los primeros días de noviembre es un número máximo. En esta fase de la investigación los juveniles de la garza real ya estaban abandonando continuamente los nidos. Para calcular una cifra cercana a la realidad, los conteos debieron realizarse con varias repeticiones temprano en la mañana y durante la fase de descanso al finalizar la tarde, cuando toda la colonia regresaba al garzerío.

2.3 ÉXITO DE ANIDACIÓN

Visto de forma general, el éxito de anidación corresponde también a un gradiente igual al descrito para la densidad de las nidadas, ya que se obtuvo un mayor éxito de anidación hacia el interior de la colonia que corresponde al sector sur el cual correspondió al primer lugar utilizado por la Garza real para construir sus nidos. Entre los meses de julio a noviembre del año 2001 se encontraron con más frecuencia puestas de dos, seguido por puestas de tres huevos. Únicamente un 11.5 % tuvo 4 polluelos.

Las parejas exitosas tuvieron en promedio un éxito de **2.17 polluelos**. No hubo necesidad de sacar un promedio de polluelos por árbol de puesta, pues por lo general eran pocos nidos y no impedía su monitoreo periódico.

Tabla 5. Tamaño de la nidada determinado en nidos exitosos.

Tamaño de la puesta	Frecuencia	% Éxito
Puesta de 1 Huevo	40	17.0
Puesta de 2 Huevos	103	43.8
Puesta de 3 Huevos	65	27.7
Puesta de 4 Huevos	27	11.5
Total	235	100

Fuente: El Autor.

El número de huevos por nido reportado en los árboles de los diferentes transectos muestra que es muy bajo comparado con resultados obtenidos por otros autores para Colombia, que corresponden a 2-5 huevos por nido (Olivares, 1973; Hilty y Brown, 1989) y en Estados Unidos (Oates, 1902; Frederick y Collopy, 1989b), ya que en lugar de muestreo solo se encontró por lo general nidos con dos huevos y escasamente 4 huevos que corresponde al número máximo.

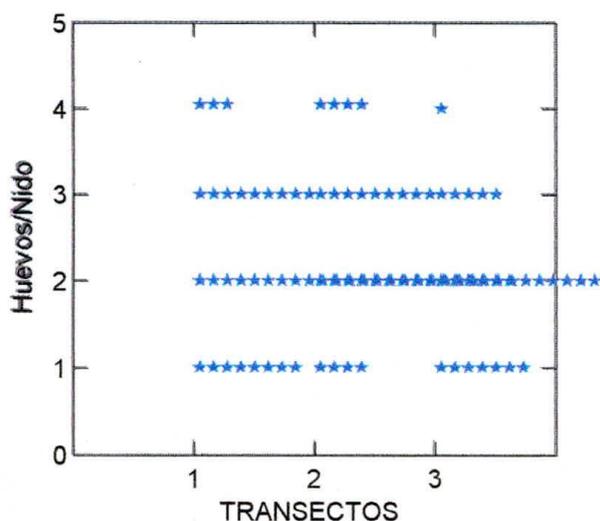


Gráfico 3. Densidad de Huevos por nido en cada transecto, n = 98 (Systat 9). Existe un incremento del transecto 1 al 3 (Norte a Sur) con una frecuencia mayor de puestas de 2 huevos.

Esto se debe a varios factores entre los cuales está que los datos corresponden a la segunda etapa de anidación y lo más probable es que el pico máximo de postura se encuentra durante la primera época de anidación, como lo comenta Frederick y Spalding (1994) los cuales analizaron los ciclos reproductivos anuales en la Florida y observaron la existencia de picos máximos de postura durante la primera etapa de anidación que se da entre abril y mayo (Grafico 2). Pratt y Winkler (1985) por el contrario, reportaron en una colonia de California un promedio de 2.87 huevos por nido, observando fluctuaciones anuales con disminuciones representativas en el número de huevos por nido.

A pesar de que los árboles de incubación son muy jóvenes y el área de anidación es de tan solo 12 hectáreas, el número de individuos pertenecientes a la especie en estudio puede considerarse elevado tanto al comienzo como al final de la fase de anidación (9126 individuos). Esto se relaciona debido a que se conjugan varios factores que hacen de este un lugar ideal para la anidación exitosa de esta y otras especies de aves acuáticas del garcerío. Primero que todo y uno de los aspectos de mayor importancia es la ubicación de los árboles sobre una columna de agua de aproximadamente 1.3 metros de profundidad. Este factor clave para el éxito lo estudiaron Frederick y Collopy (1989a) quienes encontraron que "las colonias que se construyen encima del agua a una profundidad de por lo menos 50 a 100 cm, tienen mayor éxito de anidación ya que se protegen contra depredadores terrestre como los mapaches, zorros y ratas los cuales afectan altamente a las colonias".

Estudios en La Florida desarrollados por Frederick (1994) demostraron que "el éxito de anidación de esta y otras especies de aves zancudas es asociado de una forma directa a la disponibilidad y calidad del alimento y no tanto por el efecto de la disturbancia humana, condición esta que se cumple perfectamente en el Garzerío de AGROSOLEDAD debido a la alta disponibilidad de alimento que aportan las piscinas camaroneras que se ubican a su alrededor.

Bancroft *et al.*, (1988); Baxter (1994a) y David (1994), lograron determinar que "las fluctuaciones en los niveles de agua en los humedales utilizados para anidar y



conseguir alimento son un indicador del éxito de anidación de las especies de aves zancudas. Ellos observaron que en periodos de sequía, la formación de colonias disminuyen notablemente al igual que el éxito de anidación el cual puede alcanzar valores del 30 al 40% de porcentaje de éxito de anidación. En los Estados Unidos se ha reportado que el esfuerzo de anidación ha venido aumentado con el paso del tiempo, trayendo consigo una reducción considerable de nidos por colonia. Además que la localización de grandes colonias ha venido cambiando de posición y tamaño según estudios desarrollados en Norte América por lo general hacia los meses de diciembre a julio. (Custer, 1977; Schogolev, 1996; Hofman *et al.*, 1994; Smith, 1995; Smith and Collopy, 1995).

Scharf (1989); Chavez-Ramirez and Slack (1995) encontraron que “existe un cambio de ubicación de las colonias de anidación de la Garza real desde las regiones insulares hacia los sistemas lóticos y lénticos para protegerse de los depredadores y de disturbancia humana.”

“El fracaso de anidación se ve afectado en primer lugar por el abandono de los nidos, en épocas de inviernos fuertes y del crecimiento de los lagos ya que existe mayor disponibilidad de alimento pero mayor dificultad de acceso a sus sitios de pesca.” (Frederick and Collopy, 1989b; Maddock and Baxter, 1991; Merrifield and Naughton, 1994).

Otro aspecto que se pudo observar en el sitio del garcerío es su protección ante el mayor agente perturbador y depredador el cual es el hombre. Por encontrarse este garcerío en una zona privada y vigilada, no existe presión humana sobre este lugar, ya que tan solo pocas personas transitan diariamente por este sector, solo para inspeccionar. Este quizás es el aspecto que brinda mayor seguridad y facilidad para que las garzas construyan sus nidos adicional al hecho de que poseen una valiosa fuente de alimento aportada por las piscinas camaroneras que se encuentran alrededor del biofiltro.

Todo lo anteriormente mencionado conduce a la inquietud de preguntarse hasta donde podrá este sistema, soportar la carga de anidación y presencia de esta y otras especies que utilizan este sitio como lugar de albergue y anidación, observando que la proyección anual es a su incremento y además que en las épocas de anidación el nivel de contaminación de las aguas es muy elevado debido a la cantidad de materia orgánica que excretan estas aves con su “guano”.

Varios autores han comprobado que el “abandono y desaparición de estos sitios de anidamiento masivo se deben principalmente a la perturbación ocasionada por el hombre además de otros factores como los cambios meteorológicos e hidrológicos.” (Naranjo, 1979; Frederick y Collopy, 1989b; Merrifield and Maughton, 1994; Maddock and Baxter, 1991).

Tabla 6. éxito de postura de la Garza real en 2001 (registrado para 42 árboles).

	N	Mínimo	máximo	Promedio	Desviación
Promedio de parejas con éxito	42	1	4	2.17	0.019

N: Número de árboles muestreados al azar.

Mínimo y Máximo: frecuencia mínima y máxima respectivamente de postura por nido.

Fuente: El Autor.

2.3.1 Calculo Matemático del Éxito de Anidación. Según la expresión y los datos tabulados (Tabla 1, 2 y 3), el porcentaje de éxito para cada nido (pareja anidante) durante cada mes de muestreo, se estimó con base a la siguiente expresión:

$$E = \frac{N_i}{N_{\max}} \times 100$$

donde,

E = Porcentaje de éxito por nido

N_i = Número inicial de Huevos (diferencia entre un mes y el anterior)

N_{max} = Número máximo de huevo encontrado en el transecto (= 4)

Luego se estimó el éxito promedio para todos los nidos en los últimos cuatro meses de muestreo y finalmente se pudo obtener un dato del **porcentaje promedio de éxito** para cada transecto según la siguiente expresión:

$$ET_n = \frac{E_2 + E_3 + E_4 + E_5}{4}$$

donde,

ET_n = Éxito promedio de un Transecto específico en todo el periodo de anidación.

E_2, \dots, E_5 = Éxitos promedio de cada mes (agosto a noviembre)

Entonces;

$$ET_1 = \frac{E_2 + E_3 + E_4 + E_5}{4} = \frac{57.81 + 56.77 + 56 + 58.7}{4} = 57.32\%$$

$$ET_2 = \frac{E_2 + E_3 + E_4 + E_5}{4} = \frac{55.87 + 55.6 + 54.33 + 53.32}{4} = 54.78\%$$

$$ET_3 = \frac{E_2 + E_3 + E_4 + E_5}{4} = \frac{48.4 + 46.2 + 46.2 + 45.6}{4} = 46.6\%$$

Finalmente, El **éxito promedio de toda la colonia** de garzas reales para esa época de anidación, se calculó de acuerdo a la siguiente expresión:

$$ET = \frac{NT_1 + NT_2 + NT_3}{3}$$

donde,

ET = Éxito promedio de la colonia.

$NT1$, $NT2$ y $NT3$ = Exitos promedio totales de los transectos.

Entonces;

$$ET = \frac{NT1 + NT2 + NT3}{3} = \frac{57.32 + 54.78 + 46.6}{3} = 52.9\% \approx 53\%$$

Este valor de **53%** de éxito de anidación, corresponde a un valor alto de éxito, si se tiene en cuenta que está es la segunda etapa de anidación correspondiente a ese año.

Baxter (1994a) calculó una producción promedio de éxito del 30 – 40% durante un censo realizado en 25 colonias ubicadas en el pantano Corscrew (Australia).

Bancroft *et al.*, (1988) encontró durante un censo de 4 años, en 25 colonias de La Florida, un porcentaje de éxito de anidación máximo del 30 al 40% durante los años de mayor estabilidad climática. Este pudo observar de igual forma que el número de colonias disminuía notablemente durante los periodos más críticos al igual que el éxito de anidación de las aves zancudas.

2.4 FENOLOGÍA DE LA PUESTA

2.4.1 La distribución de las nidadas. El primer mes de muestreo fue utilizado para el registro del número de nidos y huevos en todos los árboles que se encontraban dentro del área ocupada por los transectos (Tabla 7), encontrando un número mayor de árboles en el primer transecto y menor en el tercer transecto.

Luego, con base a los datos se escogieron árboles al azar dentro de cada transecto para facilitar el registro en los siguientes meses de muestreo, el cual en algunos casos se refiere únicamente a estos árboles. En cada transecto se marcaron 14 árboles. Su numeración se hizo desde la orilla hacia el centro de la colonia. Por lo tanto las cifras 1 – 14 representan un gradiente hacia el interior de la colonia y son utilizados para las estadísticas solo de éxito de anidación (Figura 4). Finalmente en cada árbol escogido al azar se evaluó la tasa de mortalidad y éxito por árbol de incubación durante los meses de muestreo (Tablas 1, 2 y 3).

Tabla 7. Total de parejas de anidación por transecto (1/4 área del área total). Se incluyen tanto árboles al azar, como el resto encontrado en cada sector abarcado por los transectos durante el primer mes de muestreo.

Transecto	N° de Parejas en anidación	N° de Árboles
1	339	46
2	298	48
3	117	35
Total	754	129

Fuente: El Autor.

Con el registro de aproximadamente un cuarto (Tabla 7) del área puesta que fue de 754 parejas reportadas durante el primer mes de muestreo para los árboles que se encontraban en cada área de los transectos (Figura 3), al extrapolar este dato a la población total, resulta una población inicial de ponedores calculada de **3016 parejas**. El calculo del porcentaje de éxito de anidación calculado con el promedio de los datos mensuales de los tres transectos se determinó **53%**.

$$\text{Parejas exitosas al final del periodo de anidación} = \frac{53 \times 3016}{100} = 1565$$

Al multiplicar las 1565 parejas exitosas y el promedio de éxito de puesta (2,17) da como resultado un promedio de **4226 juveniles con éxito**. Sumando este número total de juveniles al calculado de la población en el primer mes de muestreo que

fue de **4900 individuos**, da como resultado un máximo de **9126** garzas reales entre jóvenes y adultos en el área al final del periodo.

La densidad de nidadas en la colonia incrementa de norte a sur (Grafico 4). De igual forma se presentó un incremento de nidos y ponedores del transecto 3 y 2 al 1 (Gráficos 5). El sector Norte (borde exterior de la colonia) fue ocupado al final por las garzas, esto puede explicarse debido a que las primeras garzas que llegan para construir sus nidos, tienen la posibilidad de escoger los mejores sitios del manglar, donde exista una mayor protección contra predadores potenciales. Por esta razón los primeros lugares en ser utilizados para anidar se encuentran hacia el "centro" y finalmente aquellas garzas que solo alcanzan a llegar los últimos días deben ubicarse en los extremos donde corren mayor peligro contra depredadores en su mayoría terrestres.

En promedio se construyeron 8 nidos por árbol. Los números máximos están alrededor de 13 nidos por árbol de puesta lo que muestra claramente la poca cobertura foliar de estos árboles jóvenes (Tabla 8), a diferencia de los estudios desarrollados por Chavez y Slack (1995), quienes encontraron en Texas árboles con una densidad promedio de nidos de 121/árbol en parches de mangles inundados. Existe una tendencia del ave por ubicar mayor cantidad de nidos en árboles de mayor tamaño, aunque las diferencias de altura entre los árboles es de apenas pocos metros o centímetros (Grafico 7).

Tabla 8. Número de nidos por árbol ocupado.

	N	Mínimo	Máximo	Promedio	Desviación
Nidos/árbol	139	1	13	7.755	0.31

Fuente: El Autor.

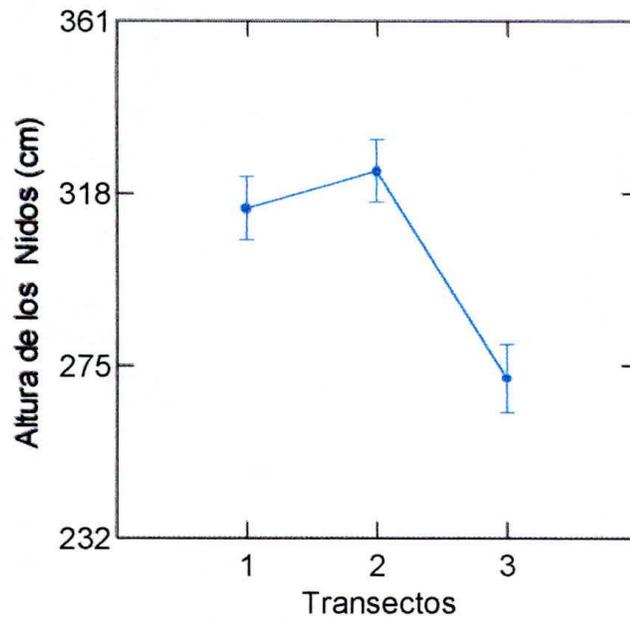


Grafico 4. Ubicación vertical de los nidos en los tres transectos (Grafico de medias al 95% de confianza). Los resultados gráficos muestran las diferencias que existen entre los tres transectos con relación a las alturas de los nidos.

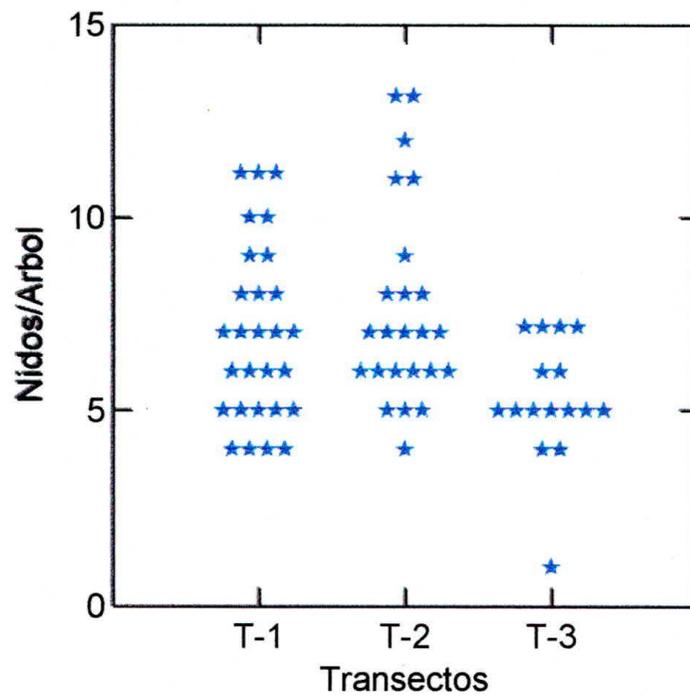


Grafico 5. Densidad de Nidos en los tres transectos escogidos al azar. (N = 68)

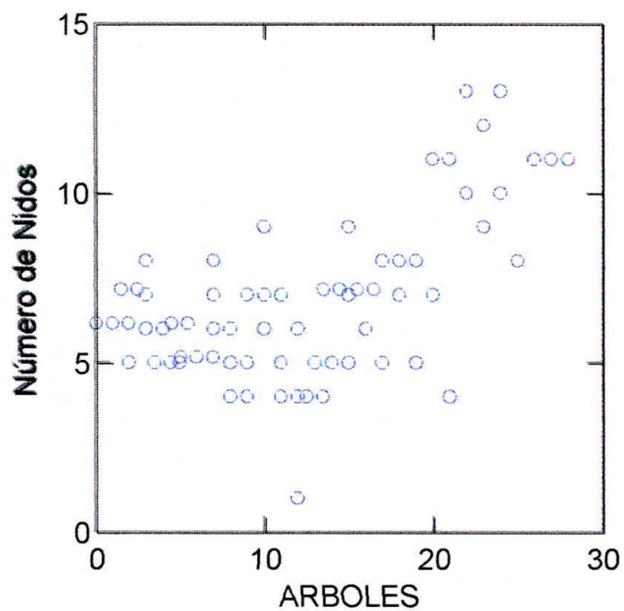


Grafico 6. Densidad de nidos a lo largo de un transecto (N = 129 árboles). Existe además un gradiente de incremento del tamaño de los árboles hacia el interior del transecto (Grafico 5).

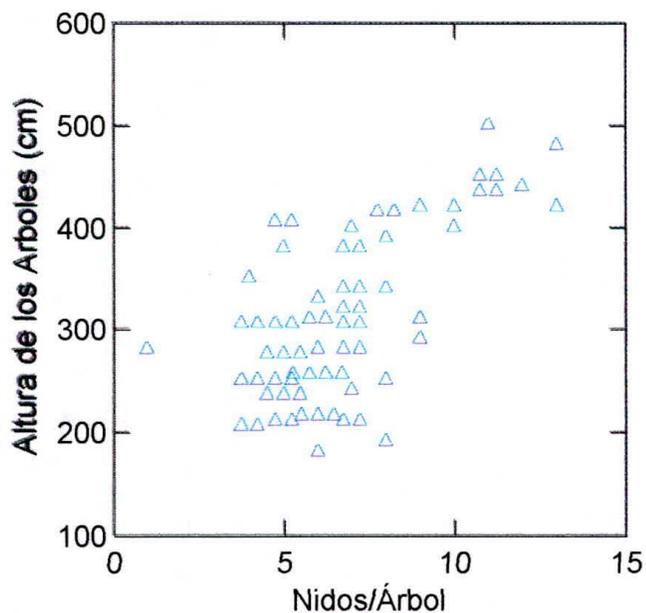


Grafico 7. Relación entre el número de nidos con diferentes tamaños de los árboles (Incremento hacia el centro de la colonia), N = 68 (Systat 9).

2.5 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

En términos generales se puede decir que los resultados encontrados se relacionan claramente con lo planteado en las hipótesis alternativas del trabajo, lo cual puede observarse claramente en el análisis de varianza utilizado para evaluar los tres factores que alteraron el éxito de anidación de la Garza real en el Garcerío de AGROSOLEDAD.

2.5.1 Coeficiente de Correlación de Spearman Rho para los factores fenológicos de incubación en la colonia.

Factor 1 = Árboles escogidos al azar (1-14)¹
 Factor 2 = Altura del nido
 Factor 3 = Porcentaje de éxito de la puesta

Tabla 9. Prueba de Correlaciones de Spearman Rho.

	Factor 1	Factor 2	Factor 3
Factor 1	1.000		
Factor 2	0.887	1.000	
Factor 3	0.515	0.508	1.000

Interpretación de los resultados e la correlación

El coeficiente de correlación entre los árboles escogidos al azar y el éxito de anidación (0.515), muestra que existe un incremento del éxito hacia el centro de la colonia (árbol No 1 correposniente a la orilla hacia el árbol No 14 correspondiente al centro de la colonia). De igual forma, se aprecia un incremento

¹ Los valores 1-14 indican la distancia de los árboles a lo largo del transecto desde los ubicados en la orilla (No 1) hasta los ubicados dentro de la colonia (No 14).

de altura de los árboles hacia el centro ya que el valor del coeficiente entre los árboles escogidos al azar y la altura de los nidos (factor 1 y factor 2) es muy fuerte (0.887) y directamente proporcional al éxito de anidación entre la altura de los nidos y el tercer factor (0.508).

Este análisis estadístico muestra que en el centro de la colonia existen las mejores condiciones para que las garzas tengan un proceso exitoso de anidación, lo cual es propiciado por la presencia de árboles de mayor tamaño que brindan una mayor cobertura foliar y protección para la construcción de los nidos y por estar separados a una distancia considerable de la orilla, aspecto que puede explicarse debido a que hay una mejor protección contra otros depredadores potenciales de los nidos.

2.5.2 Análisis de Varianza para los factores que afectan el éxito de anidación

2.5.2.1 Posición de los nidos vs Transectos (Primer Factor)

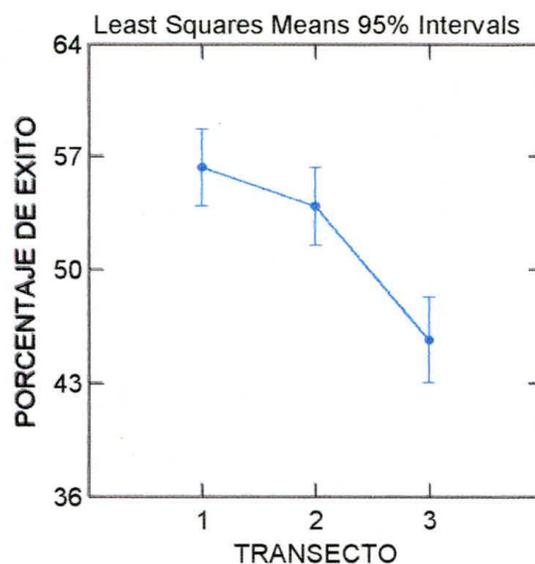


Grafico 8. Grafico de medias que muestra el éxito de anidación para los tres transectos.

Resultados Numéricos

Variable Dependiente	N	Múltiple R	Raíz Cuadrada del Múltiple R
PORCENTAJE DE ÉXITO	900	0.202	0.041

Análisis de Varianza					
Fuente	Suma de Cuadrados	df	Media de Cuadrados	Razón F	P
TRANSECTO	21352.037	2	10676.018	19.114	0.000
Error	501022.269	897	558.553		

Ajuste de Boferroni			
Matriz de par las probabilidades de la comparación entre los transectos			
	1	2	3
1	1.000		
2	0.232	1.000	
3	0.000	0.000	1.000

Interpretación de los resultados de la ANOVA

En los resultados gráficos, los valores de éxito para los tres transectos se muestran claramente que existen diferencias significativas entre los dos primeros transectos con relación al transecto final lo cual indica que el éxito de anidación disminuye considerablemente hacia el noreste de la colonia (Grafico 8).

Múltiple R (correlación múltiple para la variable dependiente: éxito reproductivo) explica una baja correlación entre las dos variables éxito reproductivo y transectos ($R = 0.202$). La Raíz cuadrada del múltiple R (variabilidad en porcentaje de la variable dependiente), muestra que el 4% de la variación del éxito reproductivo es afectado por la posición de los transectos.

La probabilidad de la matriz del Análisis de Varianza indica que hay una diferencia significativa muy marcada en contra de la H_0 entre los transectos ($P = 0.000$), pero

no dice entre cuales.

La matriz de probabilidades ajustada a *La Prueba de Bonferroni*, muestra que entre el transecto 1 y 2 no existen diferencias significativas ($P = 0.232$) pero entre el transecto 1 y 3 ($P = 0.000$) y el transecto 2 y 3 ($P = 0.000$) si existen diferencias significativas. Por lo cual se rechaza la hipótesis Nula y se acepta la alternativa.

“ **H_{a1}** . Existen diferencias significativas en el éxito de anidación de la Garza real *Ardea alba* según la los nidos en la colonia.”

2.5.2.2 Porcentaje de Éxito vs Ubicación de los árboles del borde hacia el centro (Segundo Factor).

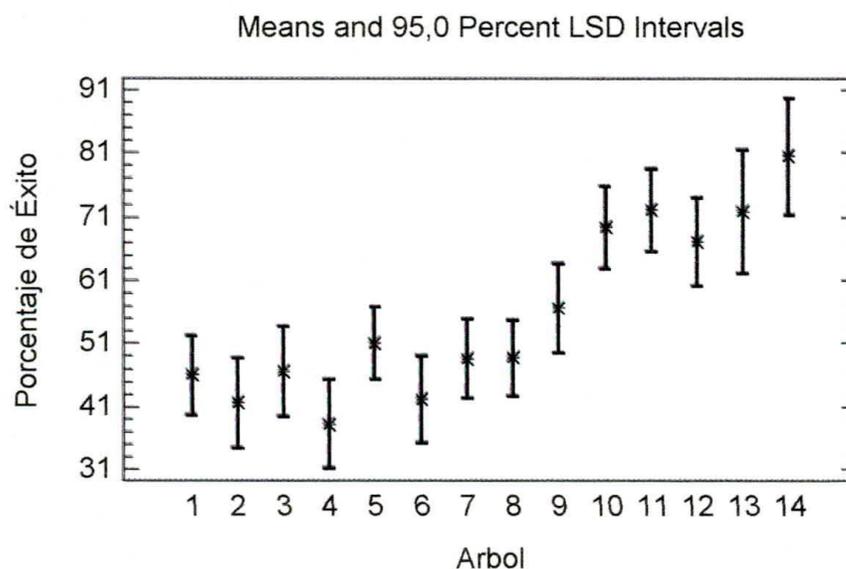


Gráfico 9. Aumento del éxito reproductivo hacia el centro de la colonia (registrado en 34 árboles marcados al azar).

Resultados Numéricos

Variavle Dependiente	N	Múltiple R	Raíz Cuadrada del Múltiple R
PORCENTAJE DE ÉXITO	900	0.560	0.314

Análisis de Varianza					
Fuente	Suma de Cuadrados	df	Media de Cuadrados	Razón F	P
ÁRBOL	163779.269	13	12598.405	31.128	0.000
Error	358595.037	886	404.735		

Interpretación de los resultados de la ANOVA:

En los resultados gráficos, muestran un aumento del éxito de anidación hacia el centro de la colonia, el cual corresponde a los últimos árboles.

Múltiple R, explica una correlación entre las dos variables éxito reproductivo y árboles ($R = 0.560$).

Squared Múltiple, muestra que el 31% de la variación del éxito reproductivo es afectado por la posición de los árboles desde al borde hacia el centro de la colonia

La probabilidad de la matriz del Análisis de Varianza indica que hay una diferencia significativa muy marcada en contra de la H_0 entre los transectos ($P = 0.000$). Por esta razón, se desecha la hipótesis nula y se acepta la alternativa.

“**Ha₂**. Existen diferencias significativas en el éxito de anidación de la Garza real *Ardea alba* según la ubicación de los árboles desde el borde hacia el centro de la colonia.”

2.5.2.3 Porcentaje de Éxito vs Altura de los Nidos (Tercer Factor)

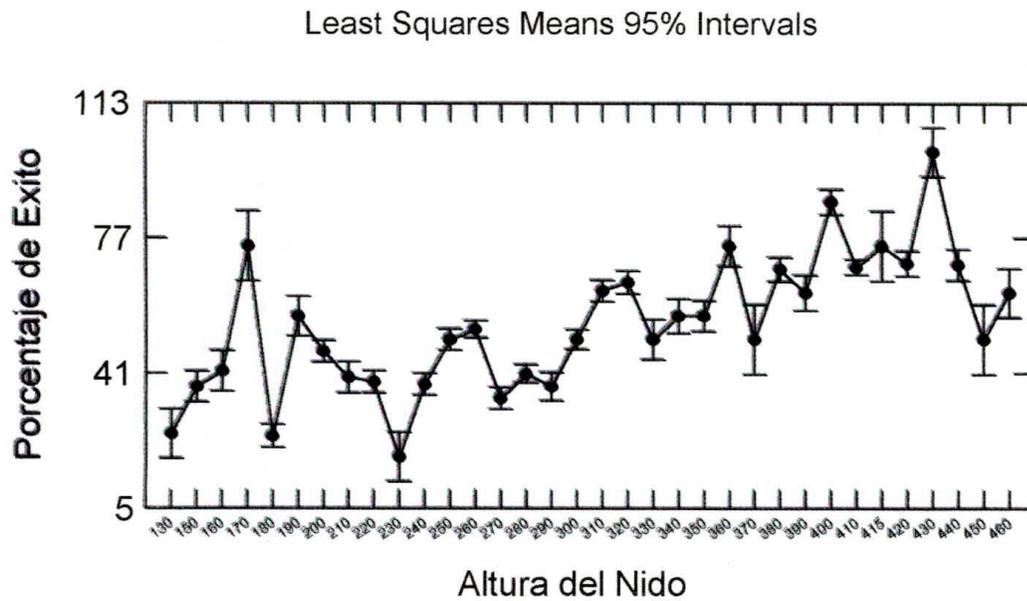


Gráfico 10. Diferencias entre el porcentaje de éxito de anidación y la altura de los nidos.

Resultados Numéricos

Análisis de Varianza					
Fuente	Suma de Cuadrados	df	Media de Cuadrados	Razón F	P
Altura_Nido	224088,0	33	6790,54	19,71	0.000
Error	298286,0	866	344,44		

Interpretación de los resultados de la ANOVA:

En los resultados gráficos, muestran una tendencia muy leve en cuanto al efecto de la altura de los nidos con relación al éxito de estos nidos observándose un incremento de este hacia los árboles de mayor tamaño. Además, se puede apreciar que existen diferencias significativas entre algunas alturas.

Las diferencias de alturas entre los árboles no proporcionan un rango amplio que le permita a las garzas escoger una posición dentro de los árboles para ubicar sus nidos o que muestre un gradiente bien marcado de incremento del éxito desde los árboles ubicados en la zona Norte (borde exterior) y la parte central (Gráfico 6). De todas formas, el pico máximo de éxito se encontró en los nidos ubicados a mayor altura (Gráfico 10) correspondientes a la región Sur o centro de la colonia, pero esto no es definitivo para afirmar que exista una relación directa entre la altura de los nidos y el éxito de anidación.

Existe una tendencia por ubicar los nidos en alturas que oscilan entre 2 y 3 metros sobre el nivel del agua (Gráfico 6), y solo en los árboles de mayor tamaño ubicados al sur de la colonia, por tener una mayor cobertura foliar, fue donde pudo encontrarse mayor cantidad de nidos por árbol (Figura 5 y 6).

La probabilidad de la matriz del Análisis de Varianza indica que hay una diferencia significativa muy marcada en contra de la H_0 entre las diferentes alturas de los árboles con relación a su éxito reproductivo ($P = 0.000$). Por esta razón, se desecha la hipótesis nula y se acepta la alternativa.

“ **H_{a3}** . El éxito de anidación de la Garza real *Ardea alba* es afectado por la altura de los nidos ubicados en los diferentes árboles de incubación.”

3. CONCLUSIONES

Los resultados generales revelan de forma clara que ese ecosistema presenta condiciones optimas para el desarrollo de un proceso exitoso de anidación.

El número total de parejas anidantes estimadas en toda la población (3016 parejas = 6032 adultos), es muy superior al determinado en los conteos poblacionales durante el primer mes de muestreo (4900 adultos aproximadamente). Esto es debido a que la ubicación de las nidadas en la colonia no presenta una distribución homogénea y que más bien, existen lugares en los que se puede encontrar mayor o menor número de parejas anidantes con relación al sector muestreado por los transecto.

La densidad de nidos en la colonia muestra un gradiente que incrementa desde al borde hacia el centro de la colonia. Ello equivale también a el aumento observado del transecto 3 y 2 hacia el primer transecto y a la secuencia de las zonas ocupadas inicialmente. El área Norte (borde exterior de la colonia) fue ocupada al final por las garzas. En promedio se construyeron 8 nidos por árbol. El número máximo está alrededor de 13 nidos por árbol de puesta.

El éxito de anidación fue mayor en la zona central en comparación con los bordes del garcerío debido a que en dicho lugar se presentan árboles de mayor tamaño y menos perturbados.

La mayor frecuencia de postura durante esta etapa de anidación correspondió a nidos con dos huevos y muy esporádicamente puestas de cuatro huevos.

Como medio de protección, estos animales eligen aquellos árboles sumergidos parcialmente en una columna de agua, como medio de protección contra depredadores terrestres, que en cualquier momento pueden atacar sus nidos.

A pesar de que los árboles de anidación son muy jóvenes y el área de anidación es de tan solo 12 hectáreas, el número de individuos pertenecientes a la especie en estudio puede considerarse elevado tanto al comienzo como al final de la fase de anidación (9126 individuos correspondientes al aporte de juveniles exitosos al final de la etapa de anidación).

La fuente alimenticia fue proporcionada principalmente por las piscinas camaroneras del sector, en las cuales se pudo encontrar extensas poblaciones de adultos en busca del alimento para sus polluelos el cual consistía en el Langostino *Pennaeus vahameni*.

Se pudo encontrar diferencias significativas del éxito de anidación en el transecto 1 y 2 con relación al 3 el cual muestra los valores más bajos de porcentaje de éxito.

En cuanto al efecto de la posición de los árboles a lo largo de los transectos, se pudo apreciar un incremento del éxito de anidación hacia el interior de la colonia, el cual corresponde a los árboles de la región sur y de mayor tamaño.

No existió una relación clara entre el éxito de anidación y la ubicación de los nidos en un gradiente vertical, lo cual puede ser explicado, debido a que esta colonia se encontraba formada sobre árboles que además de ser de poca altura, no presentaban diferencias muy marcadas entre sus alturas que permita a la especie escoger una altura específica.

4. RECOMENDACIONES

Este sistema se presta para desarrollar otros estudios de algunos factores que también presentan mucha importancia en este proceso reproductivo.

Sería de gran importancia realizar conteos posteriores para proyectar hasta donde puede este sistema soportar a una población de representativa magnitud en un área de pocas hectáreas.

Es relevante obtener datos sobre la alimentación de los pollos para relacionar este aspecto con el crecimiento y densidad de los mismos durante varias épocas de anidación.

Estos y otros estudios más se necesitan para esta y otras especies que se reproducen en este lugar y con ello tener datos más completos acerca de toda la biología reproductiva de estas especies, lo cual es un aspecto de gran importancia, si se quieren utilizar indicadores biológicos para evaluar procesos de recuperación del manglar y la producción secundaria de estos sistemas.

BIBLIOGRAFÍA

-  AGROSOLEDAD S. A (online). 2001. (citado 10 de abril de 2000)
Disponible en Internet: www.agrosoledad.com.
-  AGULIREA, J. Clasificación del estuario del antiguo cauce del río Sinú.
Cartagena. Tesis: Facultad de Oceanografía Física. Escuela Naval "Almirante
Padilla" 1986. Cartagena, Colombia. 108 p.
-  ALFARO, Mónica y RUSSI, Daisy. Estimación del Éxito de Anidamiento de la
Garza Morena *Egretta tricolor* (Gosse, 1847) en la Laguna de San Lorenzo,
Cartagena (Colombia). En: Boletín Ecotrópica. No. 19. 1986. p. 3 - 25.
-  ARANCIBIA, Eduardo y SEPÚLVEDA Andrés. Guía de Campo de las Aves
de Chile (online). Universitaria: Santiago de Chile. 1991. (Citado 15 de
febrero de 2000). Disponible por Internet: <http://www.ccpo.odu.edu/~andres/aves/089.0.html>.
-  BALDI, A. and KISBENEDEK, T. Factors influencing the occurrence of
Great White Egret (*Egretta alba*), Mallard (*Anas platyrhynchos*), Marsh
Harrier (*Circus aeruginosus*), and Coot (*Fulica atra*) in the reed archipelago
of Lake Velence, Hungary. En: Ecology. Vol. 17. No. 4 (1998); p. 384-390.
-  BATEMAN N. y ROJAS. Diagnóstico y Evaluación Ecológica del antiguo delta
del Río Sinú con énfasis en la Bahía de Cispata y ciénagas aledañas.
INVEMAR. Santa Marta D.T.C.H. 1999; 156 p.



-  BAXTER, G. S. The influence of synchronous breeding, natal tree position, and rainfall on egret nesting success. En: *Colonial Waterbirds* Vol. 17. No. 2 (1994a); p. 120 -129.
-  BAXTER, G. S. Phosphorus and nitrogen in wetlands with and without egret colonies. En: *Australian Journal of Ecology*. Oxford, Australia. Vol. 19, No. 4 (1994b); p. 409-416.
-  BELTZER, A. H. Annual fluctuations of the heron populations in the middle Parana River floodplain, Argentina. En: *Revista de la Asociación de Ciencias Naturales*. Vol. 20. No. 1-2. (1989); p. 111-114.
-  BELANT. J. L.; TYSON. L. A. and MASTRANGELO. P. A. Effects of lethal control at aquaculture facilities on populations of piscivorous birds. En: *Wildlife Society Bulletin*. Vol. 28, No. 2. (2000); p. 379-384
-  CHAVEZ, F. and SLACK, R. D. Differential use of coastal marsh habitats by nonbreeding wading birds. En: *Colonial Waterbirds*. Vol. 18. No. 2. (1995); p. 166 - 171.
-  CHAVEZ-RAMIREZ, F. and SLACK, R. D. Differential use of coastal marsh habitats by nonbreeding wading birds. En: *Colonial Waterbirds*. Vol. 18. No. 2, (1995); p. 166-171.
-  CHIRIVI-GALLEGO, H. The tetrapod fauna and some ecological aspects from the San Andres Archipelago Cays and Providence, Colombia. En: *TRIANEA*. No. 2 (1988); p. 277 - 337.
-  CHOU, Ya-Lun. *Análisis estadístico*. Editorial Omega. España. (1978); 860 p.

-  CUSTER, T. W. Egg size and laying order in Black-crowned Night-Herons, Snowy Egrets, and Great Egrets. En: Pacific Seabird Group Bulletin Baxter. No. 16. (1989); 24 p.
-  CUSTER, T. W. and FREDERICK, P. C. Egg size and laying order of snowy egrets, great egrets, and black-crowned night-herons. En: Condor. Vol. 92, No. 3 (1990); p. 772-775.
-  CUSTER, T. W. and OSBORN R. G. Wading birds as biological indicators: 1975 colony survey. U.S.A. En: Fish Wildl. Serv. Spec. Sci. Rep. No. 206 (1977); p. 46 – 68.
-  David, P. G. Wading bird nesting at Lake Okeechobee, Florida: An historic perspective. En: *Colonial-Waterbirds*. Vol. 17. No. 1 (1994); p. 69-77.
-  DE LA PENA, M. R. Notas nidológicas sobre garzas (Aves: Ardeidae). En: *Historia Natural*. No. 1 (1968); 161 - 68.
-  DE LEÓN, Aldegundo. fundador de la colección del Museo de las Aves de México. México. 1998. (Citado 15 noviembre de 2001) Disponible en Internet: <http://www.siti.com.mx/musave.dir/html.dir/aldeg.htm>.
-  FERNÁNDEZ, Mario. Convención Internacional sobre el comercio de especies en peligro. Aves de la Pampa (online). CITES: Argentina 1984. (citado noviembre 20 de 2000). Disponible en Internet: <http://orbita.starmedia.com/~faunapampeana/av/4avescites.html>.
-  FRANKY, Simón y RODRÍGUEZ P. Lista General de la Aves de la Isla Salamanca. En: *INDERENA*. (1976); p. 1-15.

-  FREDERICK, P. C. and COLLOPY, M. W. The role of predation in determining reproductive success of colonially nesting wading birds in the Florida Everglades. En: CONDOR. Vol. 91. No. 4 (1989a); p. 860 – 867.
-  _____. Nesting success of five ciconiiform species in relation to water conditions in the Florida Everglades. En: AUK. Vol. 106. No. 4 (1989b.); p. 625 – 634.
-  FREDERICK, P. C. and LOFTUS, W. F. Responses of marsh fishes and breeding wading birds to low temperatures: A possible behavioral link between predator and prey. ESTUARIES. Vol. 16. No. 2 (1993.); p. 216 – 222.
-  FREDERICK, P. C. and MCGEHEE, S. M. Wading bird use of wastewater treatment wetlands in central Florida, USA. En: *Colonial Waterbirds*. Vol. 17. No. 1 (1994.); p. 50-59.
-  FREDERICK, Peter and SPALDING, Marilyn. Factors Affecting Reproductive Success of Wading Birds (Ciconiformes) in the Everglades Ecosystem. Everglades Ecosystem and its Restoration. Edit. St. Lucie Press. The United States. 1994. p. 659-690.
-  FREDERICKSEN, Tod y HERRERA, José. Guía de aplicación estadística en el programa Systat 9.0 para ciencias Biológicas y Forestales. Argentina (1999); 24 p.
-  GUSTER, T. W. and PETERSON, D. W., Jr. Growth rates of great egret, snowy egret and black-crowned night-heron chicks. En: *Colonial Waterbirds*. Vol. 14. No. 1 (1991); p. 46 - 50.

-  GILL, Frank. Ornithology. Second Edition. Ed. Freeman and Compani (New York). Págs. 2001. 766p.
-  HENNIG Tübingen, Veit. Investigaciones sobre la biología del Cormorán o Pato Cuervo (*Phalacrocorax b. brasilianus*) en la Ciénaga Grande de Santa Marta, Colombia. 1998. Documento. Corporación Autonoma Regional del Magdalena. Biblioteca General. 48 p.
-  HERNÁNDEZ, Claudia. Estudio Comparativo del Comportamiento Reproductivo y la Ecología de Siete Especies de Aves. Santafé de Bogotá. 1989. 240 p. Trabajo de grado (Biologo Marino). Universidad Jorge Tadeo Lozano. Area de Ecología Marina.
-  HILTY, Steven and BROWN, William. A Guide to the Birds of Colombia. Priceton University Press. Priceton (USA). 1986. p 836.
-  HOFMAN W.; BANCROFT, G.; STONG, A.; SAWICKI, R.; HOFFMAN, W. and JEWELL, S. Relationships among wading bird foraging patterns, colony locations, and hydrology in the Everglades. En: EVERGLADES.-THE-ECOSYSTEM-AND-ITS-RESTORATION. Ed. LUCIE-PRESS. Florida, The Unites States. (1994); p. 615 - 657.
-  HOFMAN W.; BANCROFT, G. and SAWICKI, R. Foraging habitat of wading birds in the water conservation areas of the Everglades. EVERGLADES.-THE-ECOSYSTEM-AND-ITS-RESTORATION. Florida, Unites States. (1994); P. 585 - 614.
-  HOY, M. D. Depredations by herons and egretas at bait fish farms in Arkansas. En: AQUACULT. MAG. Vol. 20. No. 1 (1994); p. 52-56.

-  KOMAR, Oliver. Sobre el uso correcto de nombres de aves de Mesoamérica, con una revisión de cambios recientes en la taxonomía hecho por la Unión Americana de Ornitólogos (online). MESOAMERICANA: Ohio Wesleyan University. Junio de 1996. Vol. 1, No. 1. (citado 15 febrero del 2001). Disponible en Internet: <http://ccb.stanford.edu/mesoamericana/Meso/meso1.html>
-  MADDOCK, M. and BAXTER, G. S. Breeding success of egretas related to rainfall: A six-year Australian study. En: *Colonial Waterbirds*. Vol. 14. No. 2 (1991); p. 133 - 139.
-  MERRIFIELD, K. and NAUGHTON, M. Waterbird censuses of Cabell Marsh, 1992 and 1993. En: *NORTHWEST SCI*. Vol. 68. No. 2 (1994); 139 p.
-  Boletín Latinoamericano de la National Audubon Society (online). AUDUBOND: Miami, Florida. 1998. (citado 12 de febrero de 2001). Disponible en Internet: http://www.audubon.org/local/latin/bulletin1/bulletin1_esp.html.
-  ODGEN, John. A Comparison of Wading Bird Nesting Colony Dynamics (1931 – 1946 and 1974 – 1989) as an Indication at Ecosystem Condition in the Southern Everglades. *Everglades Ecosystem and its Restoration*. Edit. St. Lucie Press. Florida, The Unites States (1994); p. 533 - 568.
-  OLIVARES, Antonio. *Las Ciconiiformes Colombianas*. Ed. PROYSER Proyectos y Servicios. Colombia. 1973. 303 p.
-  PARASHARYA. B. M.; MATHEW. K. L. 1994. Feeding association of Little Egret and Great Egret with a Dabchick. En: *PAVO*. Vol. 32. No. 1-2 (1994); p. 161-162.

- 📖 PARKER, G. A.; MOCK, D. W. and LAMEY, T. C. How selfish should stronger sibs be. En: *AM.-NAT.* Vol. 133. No. 6 (1989) p. 846 - 868.
- 📖 PRATT H, W. Nesting success of Common Egrets and Great Blue Herons in the San Francisco Bay Region. En: *CONDOR.* No. 74: (1972); p. 447 – 463.
- 📖 ROBBINS Chandler; BRUUN, Bertel and RIM, Herbert. A guide to field identification birds of North America. Ed. St. New York: Martin's Press. 2001. 366 p.
- 📖 RODGERS J. A., Jr. Reproductive success of three heron species on the west coast of Florida. En: *Fla. Field. Nat.* No 8 (1980); p. 37 – 40.
- 📖 SCHARF, William. Coastal Great Heron and Great Egret colonies of the Michigan Great Lakes. En: *The Jack-Pine Warbler.* Vol. 67. No. 2 (1989); p. 53 – 65.
- 📖 SCHOGOLEV, I. V. Fluctuations and trends in breeding populations of colonial waterbirds in the Dnestr Delta, Ukraine, Black Sea. En: *Colonial Waterbirds.* Vol. 19 (Spetial) (1996); p. 91 - 97.
- 📖 SMITH, J. P. Foraging flights and habitat use of nesting wading birds (Ciconiiformes) at Lake Okeechobee, Florida. En: *Colonial Waterbirds.* Vol. 18. No. 2 (1995); p. 139 - 158.
- 📖 SMITH, J. P. and COLLOPY, M. W. Colony turnover, nest success and productivity, and causes of nest failure among wading birds (Ciconiiformes) at Lake Okeechobee, Florida (1989-1992). Florida USA. En: *Ecological studies on the littoral and pelagic systems of Lake Okeechobee.* No. 45 (1995); p. 287 – 316.

📖 TAYLOR R., J. and E. D., Michael. Predation on an inland herony in eastern Texas. En: *Wilson Bull.* No. 83 (1971); p. 172 – 177.

WIGGINS, D. A. Foraging success and aggression in solitary and group-feeding great egretas (*Egretta alba*). En: *Colonial Waterbirds.* Vol. 14. No. 2 (1991); p. 176 - 179.

ANEXOS



Anexo A. Vista de un nido con un solo huevo



Anexo B. Detalle de un nido con dos huevos.



Anexo C. Vista de un nido con un polluelo.



Anexo D. Vista de un nido con dos polluelos.



Anexo E. Juveniles alimentándose.



Anexo E. Detalle de juveniles de la Garza real *Ardea Alba*.
Fuente Wildlife (2000)



Anexo F. Vista Superior de un sector del garcerío.



Anexo G. Vista de un sector correspondiente al transecto 3.



Anexo H. Detalle general del garcerío en el transecto 1 y 2.



Anexo I. Vista de diferentes especies de garzas presentes en el garcerío.