

<sup>2</sup>CICyTTP – CONICET/Fac. de Cs. y Tec., UAdER Dr. Matteri y España, (3105)  
Diamante, Entre Ríos, Argentina. E-mail: cidcarlos@infoaire.com.ar;  
Present Address: Laboratorio de Ecología Animal/LZT/ESALQ,  
Universidade de São Paulo.

## Resumen

Datos disponibles sugieren que en diversos ambientes naturales las especies de vertebrados ovíparos suelen ser vulnerables a la depredación ejercida por hormigas coloradas (*Solenopsis invicta*, Parris, 2002). Allen *et al.* (1997) expresaron que las hormigas coloradas presentan un impacto sobre en la supervivencia y el crecimiento en peso del Alligator americano. Los objetivos de este estudio se basaron en determinar el porcentaje de nidos colonizados por hormigas coloradas en condiciones naturales en los diversos ambientes de nidificación en el área de distribución original de las hormigas coloradas, y evaluar el efecto de las hormigas en el éxito de eclosión de pichones de yacaré overo (*Caiman latirostris*). Los nidos fueron examinados al momento de la cosecha en cada uno de los ambientes de nidificación: embalsado, sabana y monte, estableciéndose la presencia o no de colonias de hormigas coloradas. Para determinar el efecto de las hormigas en los nidos de caimanes usamos cuatro nidos cosechados en la naturaleza e incubados artificialmente. Estos nidos cerca del final del período de incubación fueron divididos en dos y colocados en nidos artificiales de acuerdo al tratamiento: presencia o ausencia de hormigas. Se determinó el éxito de eclosión registrando la cantidad de individuos nacidos y aquellos que salieron del huevo, pero no del nido. Aproximadamente el 40% de los nidos mostró presencia de hormigas coloradas en cada uno de los ambientes. La presencia de estas hormigas produjo una disminución en el éxito de eclosión de huevos de yacaré overo de aproximadamente un 20%.

## **“ENSAYOS PRELIMINARES DE INCUBACIÓN DE HUEVOS DE CAIMAN CROCODILUS CROCODILUS Y DE OFERTA TECNOLÓGICA EN CONDICIONES DE COSECHA EN VIDA SILVESTRE”**

Jaime A- Ramírez-Perilla, Biol., M.S.

jaramirezp@unal.edu.co, jaramirezp@cable.net.co

Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias (Depto. de Biología)

### **RESUMEN**

Sistema de incubación para huevos de babilla (*Caiman crocodilus crocodilus*) sin requerimientos de energía externa distinta a la de la oferta ambiental mostró ser viable (80% de eficiencia) en sistemas de cosecha de huevos en vida silvestre. Desarrollo de experiencias preliminares que condujeron a la oferta tecnológica mencionada se relata en este escrito.

**Palabras claves:** *Caiman crocodilus*, Tecnología incubación, viabilidad embrionaria, huevos, neonatos

## INTRODUCCION:

Para efectos de promover una iniciativa de cosecha y aprovechamiento sostenible de huevos de babilla en condiciones de vida silvestre se requiere resolver al menos los siguientes aspectos fundamentales: 1. Valoración de producción, productividad y potencial de cosecha de huevos *in situ*; 2. Desarrollo de tecnología de incubación masiva de huevos aplicable a condiciones de vida silvestre; 3. tecnología para la producción de carne y pieles *ex situ* 4. Valor agregado (curtiembres, marroquinería, etc.); 5. Formas organizativas microempresariales de dueños de fundos vinculados a cadenas de producción; 6. Certificación legal del proceso incluidos mercados... etc.

Este documento enfatiza el punto 2 de los señalados. Muestra un resumen de resultados derivados del propósito de un proyecto destinado a desarrollar procedimientos técnicos adecuados para la incubación de huevos de *Caiman crocodilus crocodilus* (ALLIGATORIDAE) en la región orinoquense colombiana adelantado entre los años 1997-2001 (Ramírez-Perilla, 1999; 2001, 2002) aplicables a condiciones de vida silvestre.

Los estudios experimentales y exploratorios previos que soportan estos resultados se hicieron tanto *ex situ* como *in situ* en el Centro de Investigación Estación de Biología Tropical Roberto Franco (EBTRF), Universidad Nacional de Colombia y el Zocriadero Santa Ana, en el municipio de Villavicencio, Colombia en 1998 y 2000-2001. La experiencia obtenida condujo al diseño de un sistema de incubación bajo cobertizo de doble techo (cobertura de plástico de invernadero y malla polisombra) cuya viabilidad tecnológica se puso a prueba en 2001 con participación de comunidades rurales de bosques y sabanas inundables del Municipio de Paz de Ariporo (veredas de Camoruco, Morichales y El Desierto) en el Departamento de Casanare, Colombia, bajo condiciones de cosecha de huevos de *Caiman crocodilus crocodilus* en vida silvestre.

## MATERIALES Y METODOS

- Lugares de realización del trabajo:** Estación de Biología Tropical Roberto Franco (Universidad Nacional de Colombia) y Zocriadero Santa Ana en el Municipio de Villavicencio (Meta, Colombia). Participación de comunidades rurales de bosques y llanos inundables de las veredas de Camorucos, Morichales y El Desierto (N 5° 51' 26''; W 70° 47' 05'') en el municipio de



Paz de Ariporo (Casanare, Colombia).

## 2. Captura de información asociada a nidación y ensayos preliminares de incubación (año de 1998):

*Registro de Temperatura de nidos in situ* . En el año de 1998 se llevó un registro diario de postura de huevos del zoológico Santa Ana. Fueron seleccionados dentro del encierro cuatro nidos a los cuales, una vez retirados los huevos, se les colocó a cada uno un sensor de Temperatura dentro del nido como se muestra en la **Foto 1**. Este dispositivo permitía una lectura interna (dentro del nido) y otra externa al nido (protegido de la lluvia bajo una cestilla plástica) con registro de máximas y mínimas entre los horarios establecidos (06:00; 12:00; 18:00 horas) por tres días consecutivos. Para el efecto fueron usados termómetros digitales Control Company (certificación ISO 9000) con sensibilidad de 0.1 °C, rango de lectura 0-50 °C y seguridad de 1°C con registro de máximas y mínimas. Se aplicaron pruebas de diferencia mínima significativa (Test de Fisher) (Fig 2) y análisis de correlación de Pearson para establecer si existían diferencias en los promedios o relaciones entre la temperatura del medio ambiente y la de los nidos al interior.

**A. Características bioclimáticas del lugar de postura:** Información de interés bioclimático y ecofisiológico fue tomada a 10 nidos en el momento en que se registraban posturas, cada vez que se encontraba un nuevo nido con huevos. Los parámetros determinados en cielo abierto o en el bosque, sobre los nidos con huevos, fueron T °C, H.R. (%), luminosidad y velocidad del viento (m/s). Se comparó estadísticamente la diferencia de promedios, de cada variable, entre el lugar del bosque donde se encontró el nido y el cielo abierto, mediante el Test de Student (Fig. 3).

**B. Ensayo de comportamiento térmico de diferentes sustratos de nidos dentro de cajas de icopor dispuestas a su vez dentro de un cobertizo de plástico.** Se construyó un invernadero de 3.5 m de largo x 3 m de ancho y 2.5 m de altura a la cumbre, dentro del cual se instalaron 7 cajas de icopor, con diferentes sustratos -hasta la mitad de las cajas- obtenidos de las posturas en el zoológico, así (**Foto 2**): Una caja vacía; dos cajas con agua; dos con sustrato pasto *Brachiaria* sp.; dos con sustrato empalizada-humus. Los sustratos llenaban las cajas hasta la mitad; la otra mitad constituía una cámara de aire cuando la caja se tapaba. A una de las cajas pares de cada sustrato se les ajustaba la tapa herméticamente mientras que la otra se dejaba

con la tapa levantada 1 cm con la idea de que hubiese intercambio térmico y gaseoso. Las cajas tenían las



siguientes dimensiones: 28 cm de ancho x 28 de largo y 30 cm de fondo. En ninguna de estas cajas fueron colocados huevos pero se desarrolló un protocolo de toma de datos de temperatura cada dos horas, por 24 horas consecutivas, por tres días, al interior del sustrato o fuera de él (cámara de aire) dentro de las cajas. A las mismas horas fueron tomadas Temperatura ambiente dentro y fuera del invernadero. Mediante una prueba aleatoria simple utilizando la diferencia mínima significativa del 95% se analizaron las diferencias estadísticas entre cajas, invernadero y medio ambiente

**C. Pruebas de viabilidad embrionaria (% de eclosión) en diferentes ensayos de incubación.**

- a. 125 huevos dispuestos en sustratos “empalizada-humus” distribuidos en cinco cajas de icopor bajo invernadero incubados hasta eclosión.
- b. 35 huevos puestos a incubar, en laboratorio, dentro de un sustrato “empalizada-humus” colocado sobre una rejilla plástica que lo separa de un volumen de agua dispuesto en el fondo de la caja de icopor. Dentro del agua se instaló un calentador de agua que, conectado a un termostato, mantenía una temperatura de 30°C. La caja se mantuvo a medio tapar (tapa sobrepuesta dejando una luz de 1 cm para facilitar intercambio gaseoso). Incubados hasta eclosión.
- c. Con el propósito de establecer a posteriori la fase en la cual ocurrió mortalidad en los huevos no natos bajo invernadero se hizo seguimiento de banda opaca a 78 huevos en cajas de icopor con sustrato “empalizada-humus”. De igual manera se procedió con 95 huevos en canastillas de plástico con sustrato de hojarasca que se humedecía a discreción como ensayo libre desarrollado en el zocriadero. Estas canastillas sobrepuestas (de uso en exhibidores comerciales de frutas) de tal manera que facilitan la circulación de aire entre ellas se mantuvieron dentro de un cuarto del zocriadero cuya temperatura de incubación se proveía con bombillos suspendidos sobre las canastillas.

Las fases de crecimiento banda opaca fueron descritas así: Fase I: Crecimiento de la banda opaca hasta el 50% del perímetro transversal del huevo; Fase II: hasta el 100 % del perímetro transversal; Fase III: hasta el 75 % del diámetro mayor longitudinal; Fase IV: crecimiento de banda opaca longitudinal entre el 75% y menos del 100%. Fase V: rango de tiempo después de que la banda opaca ha cubierto totalmente el huevo hasta eclosión. La morfodiferenciación total del embrión se completa en la etapa IV. Cuando se inicia la Etapa Fetal.

**3. Nuevos ensayos de viabilidad embrionaria (años 2000-2001)**

En el año 2000 se dispuso de 6 nidos para realizar una exploración de nuevas formas posibles de incubación comparadas cualitativamente, así:

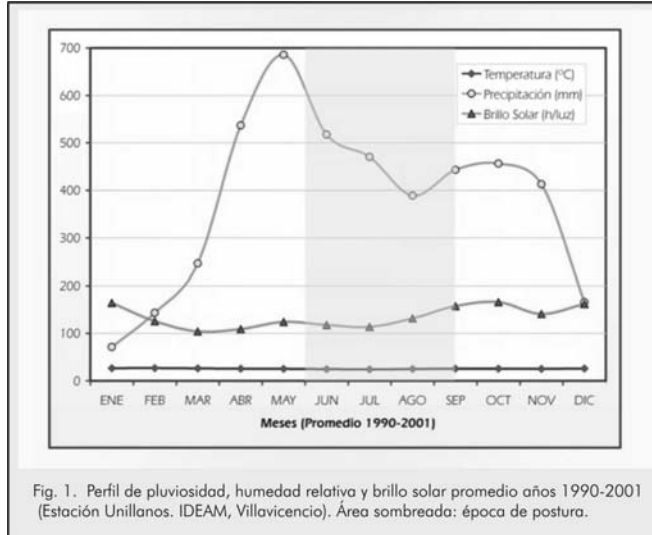
- A. Una nidada de 30 huevos fue incubada en laboratorio a 30 °C ± 1 °C y Humedad Relativa (H.R.) del 98% dentro de la carcasa de una antigua nevera con medidas interiores de 134 cm de alto x 66 cm de ancho x 59 cm de fondo. Estas condiciones fueron provistas por burbujeo de agua

dispuesta en una tina en el piso de la carcasa de la incubadora térmicamente regulada por un termostato fabricado por el Centro de Equipos Interfacultades de la Universidad Nacional de Colombia. Los huevos se dispusieron horizontalmente, guardando su polaridad, cubiertos hasta la mitad inferior por una capa de arena húmeda.

- B. Una nidada de 35 huevos se incubó a 24 °C y 98% de H. R. en condiciones semejantes al caso anterior excepto que la carcasa de incubación permaneció en un cuarto con aire acondicionado.
- C. Debido a que simultáneamente fueron hechos estudios ecofisiológicos de los lugares de postura fuera del nido y dentro del nido (temperatura ambiente, H.R.; velocidad del viento, brillo solar; CO<sub>2</sub> y O<sub>2</sub>) (Ramírez\_Perilla, 2001; 2002) se optó por diseñar sistemas de incubación bajo cobertizos de malla polisombra (65% de retención de luminosidad que simulaban condiciones de sombrío de bosque) de 2m x 2m x 1.5 m de alto; así como cobertizos de malla polisombra con una sobrecubierta de plástico de invernadero dejando 20 cm de cámara entre uno y otro techo. Bajo estos cobertizos se pusieron a incubar huevos dentro de un sustrato compost elaborado con hojas secas de *Ficus* sp (Moraceae) y de *Vismia* sp. (Hypericaceae) que mostraron ser en el bosque los mejores compostajes para la construcción de nidos de incubación naturales usados por babillas. En el año 2000 se dispuso apenas de 24 huevos para ser incubados en un preensayo bajo malla polisombra y de 19 huevos que fueron incubados bajo cobertizo de plástico de invernadero y polisombra. En el año 2001 se dispuso de 294 huevos que se incubaron bajo el cobertizo de plástico invernadero-polisombra.
- D. En 2001 se realizó un ensayo demostrativo de cosecha e incubación de huevos de babillas en vida silvestre con la participación de comunidades rurales de las veredas de Camorucos, El Desierto y Morichales en el Municipio de Paz de Ariporo (Casanare). Fueron incubados 24 nidos de los cuales fueron seleccionados 648 huevos fértiles e incubados conforme a la descripción hecha por Ramírez-Perilla (2001) bajo el sistema de cobertizo plástico de invernadero-polisombra. Los datos de registro de eclosión fueron tomados por la comunidad y obtenidos los porcentajes de éxito. De otro lado, cinco nidos *in situ* (166 huevos), de 21 en total, fueron dejados en el mismo lugar de postura con el propósito de saber cuantos se perdían por razones de inundación, pudrición o depredación.

## RESULTADOS Y DISCUSION

**Característica climática del lugar de realización del trabajo:** La Fig. 1 muestra el perfil promedio decadal de pluviometría (IDEAM, com. escrita, 2001) de pluviometría, brillo solar y Temperatura (°C) del área urbana de Villavicencio donde se encuentra la EBTRF y dentro del área de cobertura de los registros climáticos que incluyen al zocriadero ubicado en el sector suburbano de la ciudad.



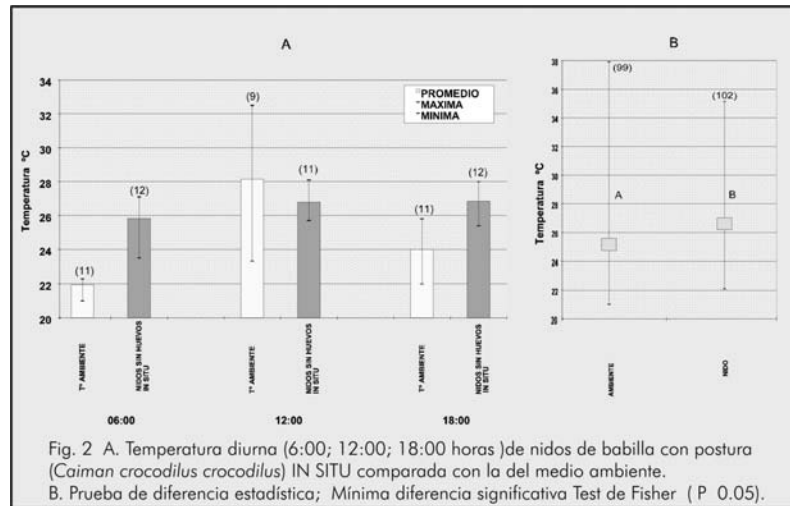
La Temperatura promedio año varía entre 26.8°C en enero y 24.2 °C en julio; el rango diurno-nocturno puede ser hasta 18 °C en los meses de verano (no lluviosos). La Humedad relativa promedio es inversamente proporcional a la temperatura mensual/año y fluctúa entre un mínimo de 77% en enero hasta un máximo de 86% en los meses de mayo a julio. El régimen pluviométrico es unimodal (Fig 1) con periodo lluvioso entre los meses de marzo a noviembre,

precedido de una época seca (menos de 200 mm de precipitación) entre los meses de diciembre a febrero. Los picos máximos de precipitación son en mayo (686 mm) y octubre (456.5 mm con un cortísimo periodo de menor pluviosidad en el mes de agosto (389 mm). Las horas luz/día (Brillo solar, Fig 1) son prácticamente iguales para el periodo de verano en enero (164.2 horas luz/día) como en el de lluvias en el mes de julio (166 horas luz/día).

**Temperaturas de nidos *in situ* en zoológico.**

Mientras la temperatura ambiente promedio a las 6:00 horas (Fig. 2) es de 21.95 °C; de 28.14 °C a las 12:00 y de 23.99 °C a las 18:00; la de los nidos varían entre 25.8 °C a las 6:00 y 26.84 °C a las 18:00 (26.79 °C medio día) bajo las condiciones propias del momento de la determinación. El nido conserva 3.87 °C por encima de la temperatura ambiente a las 6:00 y 2.85 °C a las 18:00; al medio día la temperatura del nido es inferior en 1.35 °C. El rango promedio de diferencia de temperatura ambiente entre las 6:00 y 18:00 es 6.19 °C comparado con el ascenso de temperatura dentro del nido de apenas 0.99°C en el mismo periodo.

Durante la tarde (12:00 a 18:00) la temperatura ambiente disminuye 4.15 °C mientras el nido registr 0.05 °C por encima del promedio a medio día. En la noche (18:00 a 6:00) la temperatura ambiente baja 2.04 °C en promedio (tasa



de pérdida de 0.17 °C/hora) y el nido 1.02 °C (tasa de pérdida promedio de 0.08 °C/hora). A las 6:00 el nido tiene 25.8 °C cuando la temperatura ambiente promedio es de 21.95°C.

Las temperaturas mínimas del nido están siempre por encima de los valores correspondientes a las del medio ambiente e igual ocurre con las máximas excepto al medio día; eso significa que el nido protege a los huevos de los excesos térmicos del medio ambiente diurno y atempera los nocturnos. La amplitud de rango de temperatura (máxima-mínima) es mayor en el medio ambiente (mínimo 1.3°C y máximo 9.3°C en promedio) y más parejo en los nidos (mínimo 2.3 °C y máximo 3.6 °C). Un registro, aislado, realizado bajo invernadero mostró que nidos con huevos conservan en promedio mayor de temperatura (1.18 °C a 3.13 °C) que nidos sin huevos.

No existe correlación entre las temperaturas del medio ambiente y las del nido. Son independientes unas de otras (Coeficiente de correlación de Pearson  $\rho=0.25$ ;  $R^2=0.0639$ ). Existe diferencia mínima significativa ( $p\_valor \leq 0.05$ , Test de Fisher) entre las temperaturas del nido y las del medio ambiente.

#### **Microclima en el lugar de nidación en zoocriadero:**

El lugar de preferencia de postura de las babillas en bosques inundables son muy sombreados (alta cobertura vegetal) y al borde de los límites de cuerpos de agua dentro del bosque después del periodo de máxima inundación; excepcionalmente se encuentran nidos en sabana abierta o entre el agua. En los lugares de nidación la cobertura vegetal (bosque) provee una alta Humedad Relativa (%) del medio ambiente y protege a los nidos tanto de una alta exposición a la radiación solar (energía calorica) como al exceso de lluvia cuando esta ocurre torrencialmente. El bosque además provee de hojarasca para la construcción de nidos por las babillas. En la Fig. 3 se muestran las condiciones de H.R. (%); Temperatura, Brillo solar y velocidad del viento (m/s) en condiciones de cielo abierto comparadas con los mismos parámetros dentro del bosque a la altura de los nidos. La velocidad del viento tomado puntualmente (Fig. 3), es de 0.396 m/s (mín. 0.0; máx. 1.7 m/s) y difiere significativamente ( $p\_valor \leq 0.001$ ) del promedio del viento sobre el nido (0.124 m/s  $\pm$  0.191) bajo el dosel del bosque. Estos valores no son representativos de la ocurrencia real debido a que no fueron registrados de manera continua; los resultados no permiten hacer inferencia alguna y merecen una atención muy particular debido a la importancia convectiva del viento y de remoción e intercambio de gases respiratorios (CO<sub>2</sub> y Oxígeno) del nido durante la incubación.

En cuanto a la Temperatura (Fig. 3), las diferencias promedio del cielo abierto y del bosque corresponden a varianzas iguales ( $p\_valor \leq 0.296$ ) y difieren estadísticamente entre

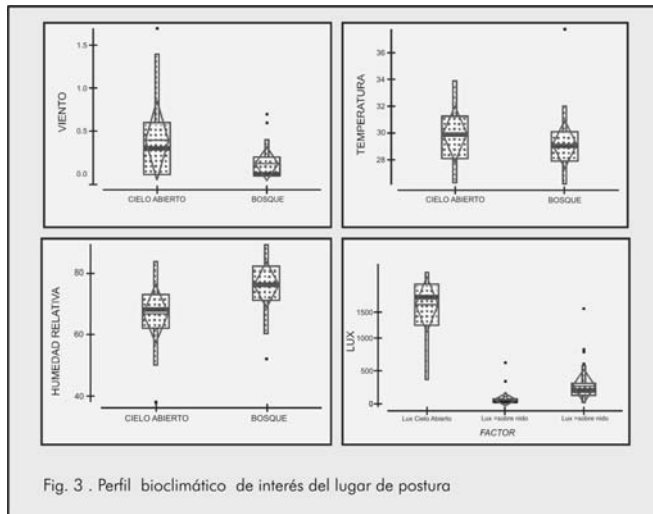
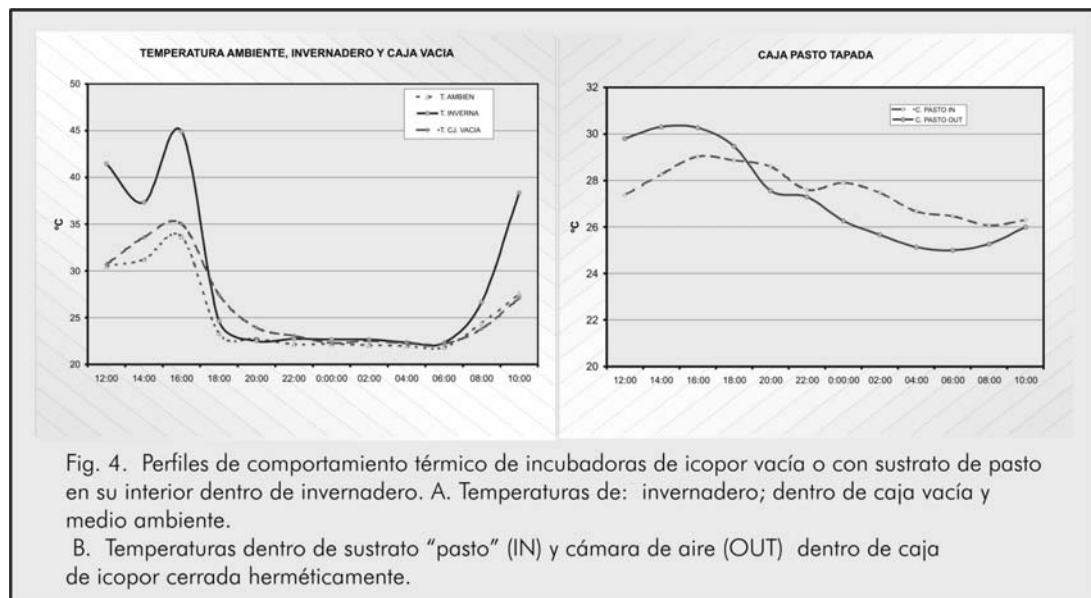


Fig. 3 . Perfil bioclimático de interés del lugar de postura

sí (  $p$ -valor  $\leq 0.0316$ ) a pesar de que sus promedios son muy cercanos:  $29.95\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2.08$  para cielo abierto y  $29.13\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1.8$  para el bosque). Es mayor la H.R del bosque ( $76\% \pm 7.33$ ) que la del cielo abierto ( $66.7\% \pm 0.5$ ) difiriendo estadísticamente entre sí (  $p$ -valor  $\leq 0.0001$ ). Las unidades lux son máximas en cielo abierto y con muy poca incidencia máxima y mínima dentro del bosque a la altura de los nidos. El porcentaje de luz solar reflejada dentro del bosque es un indicativo de la cobertura del bosque y se determinó estableciendo el porcentaje de luz reflejada dentro del bosque en relación con la reflejada en sabana abierta. Sobre el nido el porcentaje promedio de luz reflejada es de 4.1% a 16.99% con valores mínimos de 0.97% hasta 50.83%. Por esta razón, como veremos más adelante se diseñó un cobertizo doble de plástico de invernadero y malla polisombra que proveía de un sombrío del 65% para la incubación *ex situ* de huevos de babilla en sustrato de compost-humus de hojarasca.

#### **Comportamiento térmico de cobertizo de plástico y cajas de icopor con sustratos naturales de incubación:**

La Fig. 4 muestra perfiles de variaciones diarias (diurnas-nocturnas) de temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), cada dos horas. Se puede comparar el comportamiento térmico de una caja de icopor vacía dentro del invernadero (Fig.A) con otra (Fig. 4 B) que, dentro del mismo invernadero, contiene un sustrato de incubación de “empalizada-humus” obtenido de un nido en el bosque.



Estos perfiles se repiten en la Fig. 5 en la que adicionalmente se muestra el comportamiento térmico de cajas de icopor tapadas herméticamente y que contenían agua ó sustrato “pasto” ó sustrato “empalizada”. Se hizo una réplica de las mismas pero con la diferencia de que estas se dejaron “a medio tapar” (1 cm de luz entre tapa y caja) para facilitar el intercambio gaseoso y térmico del sustrato.



El perfil de variaciones de temperatura diurnas-nocturnas, en todos los registros, conservan un paralelismo absoluto muy ajustado; la temperatura promedio máxima para todos los casos sucede a las 16:00 horas (33.66 °C en el medio ambiente; 44.9 °C dentro del invernadero; 35 °C en la caja vacía; 27.5°C en la cámara de aire de la caja de icopor con agua; 29.9 °C dentro de la empalizada; 31 °C dentro del pasto). Dentro del invernadero los sustratos conservan una temperatura media, las 24 horas, que puede considerarse dentro de los límites térmicos fisiológicos, mínimos a medios, propios para incubación (28.51 °C día y 26.15°C noche dentro de sustrato pasto; 28.58 °C día y 26.72 °C noche dentro del sustrato empalizada cuando las cajas se mantienen tapadas herméticamente). En general la temperatura promedio es ligeramente menor dentro de los sustratos cuando las cajas se mantienen a medio tapar.

La temperatura mínima del invernadero y del medio ambiente ocurre a las 16:00. La energía térmica máxima acumulada entro del invernadero durante el día (a las 16:00 horas) prácticamente se disipa a las 18:00 (Figs. 4 y 5) y se mantiene en los niveles umbrales mínimos de 22 °C toda la noche. A las 18:00 horas, en los sustratos de pasto y empalizada dentro de cajas tapadas la temperatura supera los 28 °C y baja a un mínimo de 26 °C a las 6:00 horas del día siguiente. En iguales condiciones horarias, la temperatura dentro de los sustratos en las cajas a medio tapar es próxima a 24 °C. Huevos incubados a esta temperatura no tienen viabilidad embrionaria.

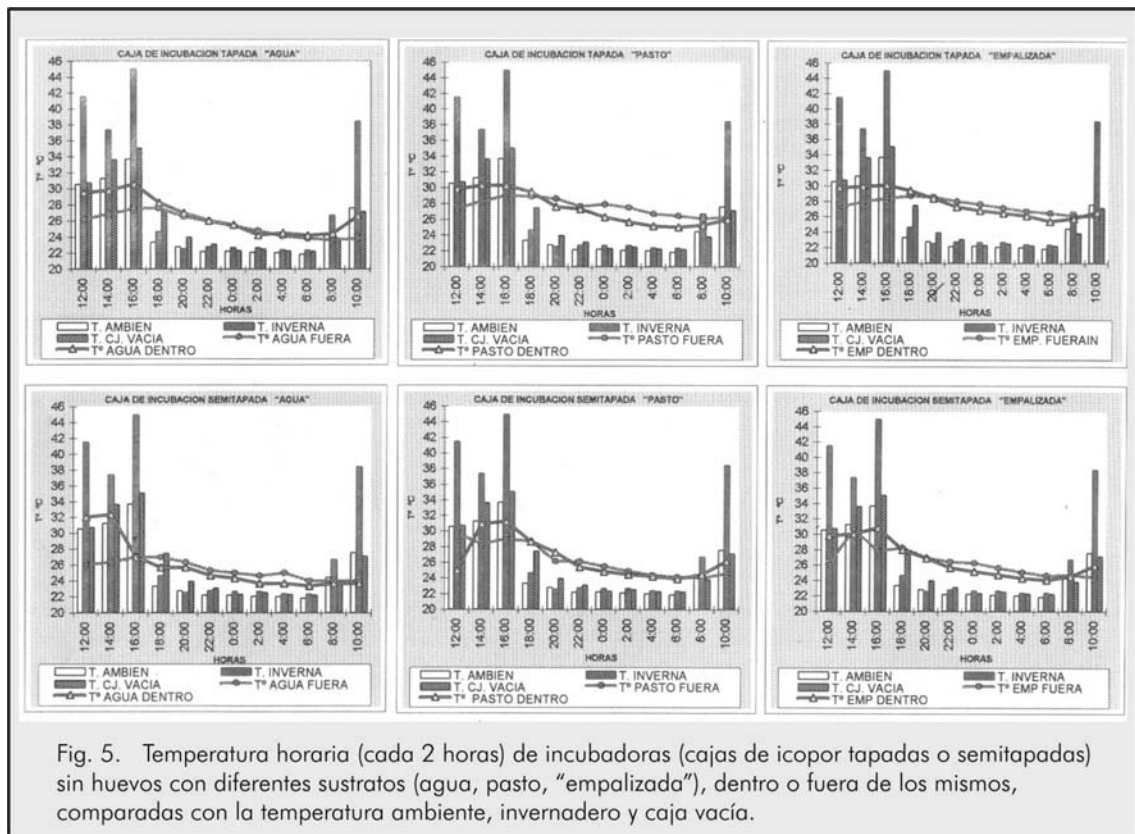


Fig. 5. Temperatura horaria (cada 2 horas) de incubadoras (cajas de icopor tapadas o semitapadas) sin huevos con diferentes sustratos (agua, pasto, "empalizada"), dentro o fuera de los mismos, comparadas con la temperatura ambiente, invernadero y caja vacía.

El rango de variación promedio de temperatura dentro del sustrato pasto es de 27.3°C a las 12:00 y de 26.4°C a las 6:00 horas del día siguiente con un máximo de 29 °C a las 14:00; en empalizada es de 27.9 °C, 26.1 °C y 28,36°C respectivamente. Por comparación, en el agua las temperaturas son de 26.2°C, 23.8°C y 27.5 °C respectivamente y, la caja vacía 30.7°C, 2.2°C y 35°C a las mismas horas. Las cajas a medio tapar tienen un comportamiento térmico que se ubica entre los de la caja vacía y cajas con sustrato pasto o de empalizada.

**Ensayos preliminares de viabilidad embrionaria:**

Simultáneamente con los registros de comportamiento térmico antes señalados se incubaron 125 huevos, dispuestos en cinco cajas de icopor, dentro de sustrato de “empalizada-humus”, bajo invernadero. De otro lado, en laboratorio se incubaron 35 huevos dentro de sustrato “empalizada-humus” a 30°C, mediante calentamiento de una cama de agua regulada con termostato, en el piso de la caja, como se describe en la Metodología. El propósito fue determinar el grado de viabilidad embrionaria y el tiempo de incubación hasta eclosión. Los resultados se muestran en la Tabla 1.

En ambos casos nacieron solamente 8 huevos, que corresponden a una mortalidad embrionaria del 93.6% (8/125 x 100) para el caso de huevos incubados bajo invernadero y de 22.8% (8/35 x 100) para los huevos incubados bajo las condiciones de laboratorio. En los huevos eclosionados el tiempo de incubación fue mayor para los incubados bajo invernadero (94 ± 1.93 días) que para los incubados a 30 °C (89.7 ± 0.66 días (Tabla 1).

Simultáneamente se hizo un seguimiento paralelo de crecimiento de banda opaca en 78 huevos (3 nidos) incubados en sustrato “empalizada-humus” bajo invernadero, de un lado; y por otro, a 95 huevos incubados bajo unas condiciones de ensayo del propio

TABLA 1. RESULTADOS PRELIMINARES DE VIABILIDAD EMBRIONARIA Y TIEMPO DE INCUBACIÓN							
Tipo de Incubación *	Viabilidad embrionaria			Tiempo de incubación hasta eclosión			
	Huevos (n)	Mortalidad %	Nacidos (n)	μ ± D.S.	Máx.	Mín	CV %
Invernadero	125	93.6	8	94 ± 1.93	97	92	0.2
Laboratorio**	35	22.8	8	89.7±0.66	90	88	0.007

\* Dentro de cajas de icopor en sustrato de “empalizada-humus”. \*\* a 30 °C.

zocriadero (ver Metodología). La finalidad era establecer las frecuencias de cada una de los estadios de la banda opaca definidos para este caso, a la cual los huevos no eclosionados habían detenido su desarrollo embrionario (Tabla 2).

<b>TABLA 2. FRECUENCIAS DE HUEVOS NO ECLOSIONADOS EN DIFERENTES ESTADIOS DE BANDA OPACA</b>										
<b>Tipo de incubación</b>	<b>ESTADIOS SEGÚN BANDA OPACA*</b>									
	<b>I</b>		<b>II</b>		<b>III</b>		<b>IV</b>		<b>V</b>	
	(n)	%	(n)	%	(n)	%	(n)	%	(n)	%
Invernadero: cajas de icopor con sustrato empalizada- humus (n= 78 huevos)	(3)	<b>3.9</b>	(22)	<b>28.2</b>	(32)	<b>41</b>	12	<b>15.4</b>	9	<b>11.5</b>
Calefacción con bombillos sustrato hojarasca (n= 95 huevos)	(11)	<b>11.6</b>	(54)	<b>56.8</b>	(23)	<b>24.2</b>	(7)	<b>7.4</b>	(0)	<b>(0)</b>
* Ver definición en texto (1.C.c.ii)										

Como en la etapa IV se completa la morfodiferenciación organogénica total del embrión (hasta aquí la fase embrional), entonces el estadio V es típicamente fetal. A este estadio se llega más o menos a los 42 días en huevos incubados a 30°C ± 1 °C (Ramírez-Perilla, 2001, 2002) en sistemas de incubación artificiales apropiadas para el efecto (Sierra, 1994). Hasta la etapa III aquí descrita la demanda de consumo de oxígeno es muy baja y a partir de la etapa fetal este es un factor limitante de extremada importancia según se deriva de los trabajos de Rodríguez M, Stonerook y Ulloa (1994)

Visto de esta manera, el hecho de que en el sistema de calefacción con bombillos (Tabla 2), el 92.6 % de los huevos no superaron la fase III y, sumados los de la fase IV (7.4%) el 100% no superan la fase embrional. Significa que el método sería el menos recomendable como para intentar mejorarlo. Mucho menos cuando el sistema depende de energía eléctrica y depende se procedimientos no estandarizables en cuanto a manejo de la Humedad Relativa dentro de los nidos.

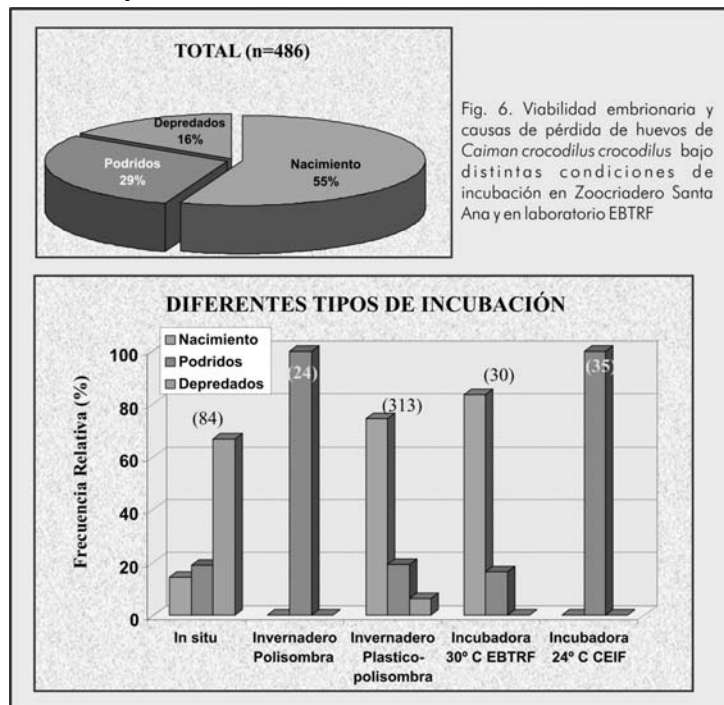
Con la otra alternativa, bajo el sistema de incubación en invernadero (cajas de icopor con sustrato empalizada-humus) (Tabla 2), el hecho de que al menos 9 huevos (11.5%) hubiesen llegado a una fase de desarrollo fetal previa a la eclosión indica que, entendidas las causas de mortalidad, y aplicados sus correctivos, este sistema de incubación podría ser una posibilidad para la

incubación masiva de huevos sin tener que recurrir a energía diferente a la de la oferta ambiental. Podría entenderse que huevos que no superaron las etapas IV y V (26.9%) tuvieron como limitante máximo probablemente un déficit de Oxígeno. En las etapas previas (I, II, III) muy crítico puede ser la Humedad Relativa, sumado a otros factores. La Humedad Relativa no parece ser crítica en etapas avanzadas de desarrollo fetal a juzgar por la observación en campo de nidos virtualmente secos que presentaban fetos vivos próximos a eclosionar.

Parar entender este problema fueron adelantados paralelamente juiciosos estudios de ecofisiología de incubación en nidos *in situ* y *ex situ*, en laboratorio o bajo distintos tipos de cobertizos (Ramírez\_Perilla, 2001, 2002) diseñados teniendo en cuenta, además, las condiciones bioclimáticas (este reporte) propias de los lugares de nidación de *Caiman crocodilus* en los bosques. Un primer resultado para la comprensión de este problema es que la calidad del sustrato de incubación es la condición mayor para que la misma sea exitosa. De esta forma un nido debe: mantener una alta Humedad Relativa y no ser susceptible a encharcamiento por efecto de lluvias torrenciales *in situ*; permitir el intercambio gaseoso de Oxígeno y CO<sub>2</sub>; y estar protegido de la radiación solar directa. Estas condiciones lo cumplen sustratos construidos con hojarasca completamente seca propia de vegetación semicaducifolia en el trópico (*Vismia sp.*, *Ficus sp.*, etc) dentro de un proceso normal de compostaje y humificación que es el que sucede en los nidos naturales durante la incubación y que puede ser replicado *ex situ*.

**Viabilidad embrionaria bajo diferentes condiciones de incubación in situ y ex situ y factores que inciden en pérdida de huevos.**

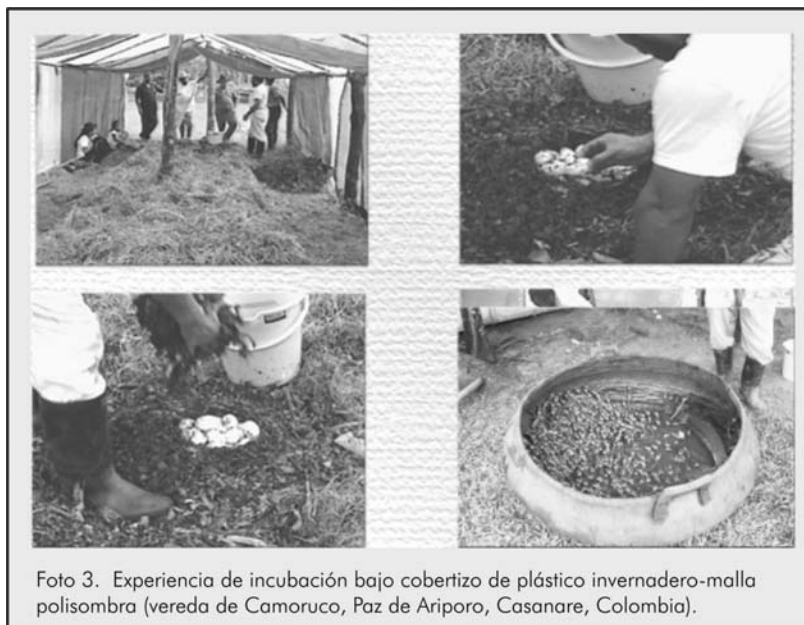
La Fig. 6 muestra los resultados de diferentes tipos de incubación hechos en el año 2000. De 30 huevos incubados bajo condiciones estrictamente controladas en laboratorio a temperatura de 30°C ± 1°C y 95-98% de H.R. nacieron 25 (83.3%) y se dañaron 5 (16.7%); 35 huevos incubados a 24°C, no nacieron. Tres nidos con 86 huevos en total dejados en incubación *in situ* produjeron 64 neonatos (74.4%), 21 huevos (24.4 %) fueron depredados y 1 (1.16%) se pudrió (Fig. 6). De dos nidos (63 huevos) dejados *in situ*, en 2001, nacieron 12 (19%); fueron depredados 35 (55.6%) y 16 se pudrieron (25%). Por comparación, bajo condiciones de vida silvestre, Goodwin y Marian (1978) publicaron



los resultados de un ensayo con aligátore donde 62% de nidos completos produjeron juveniles; 32% fueron destruidos por predadores y 8% por inundación.

Todos los huevos de una nidada de 24, incubados bajo cobertizo de polisombra, murieron en un estadio fetal muy próximo a la eclosión (Fig. 6). Se atribuye la mortalidad a un exceso de humedad motivada por lluvias torrenciales propias de la época. El sustrato de los nidos se alcanzó a saturar de agua. Parámetros ecofisiológicos de este nido estuvieron dentro de rangos fisiológicos promedio (Oxígeno 19.95%; CO<sub>2</sub> 3711 ± 327.5 ppm; Temperatura 29.6 °C) excepto la H.R. que según registros puntuales fue en muchos casos del 100% (H.R. 96.15 ± 4.96 %) (Ramírez-Perilla, 2001, 2002).

En el año 2000, en cobertizo de plástico invernadero-polisombra nacieron 16 huevos (84.21%) de 19. Tres (15.8%) sufrieron pudrición. El porcentaje de eclosión fue similar a los de la incubadora a 30°C en laboratorio. En 2001, se repitió el ensayo en el zocriadero con

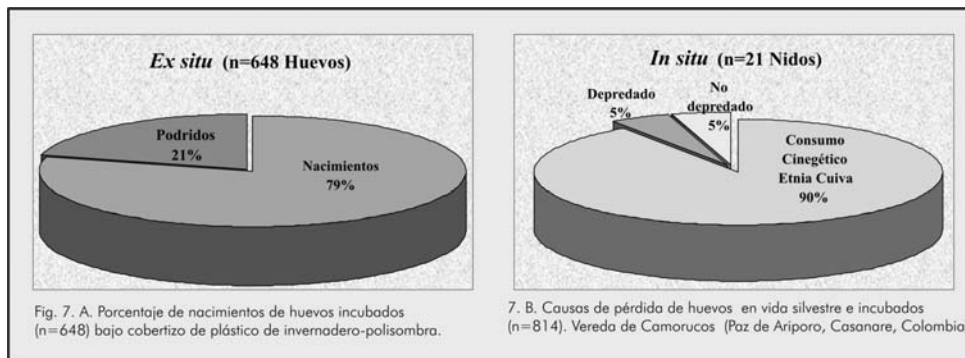


el sistema plástico invernadero-polisombra , pero esta vez con 294 huevos. De estos nacieron 217 (73.81%), 20 (6.8%) fueron depredados y 57 (19.4%) se dañaron. El consolidado sobre 313 huevos, sumados los de 2000 y 2001, se muestra en la Fig. 6.

Con las evidencias positivas de los resultados de incubación bajo cobertizo de plástico de invernadero-polisombra se promovió un ensayo en el año 2001 con comunidades rurales del Municipio de Paz de Ariporo para evaluar la eficiencia del sistema bajo condiciones de cosecha e incubación de huevos en vida silvestre. En la vereda Camorucos se construyeron un cobertizo de techo de plástico invernadero-polisombra, con techo de dos aguas, de 7.8 m de largo, 4 m de ancho y cumbre a 2.1 m (Ramírez-Perilla, 2001). (Foto 3)

Otro cobertizo similar fue hecho pero con malla polisombra solamente. Se cosecharon 24 nidos y se distribuyeron en los dos cobertizos. En total se incubaron 648 huevos (100% fértiles) bajo las cubiertas en sustrato seleccionado de los nidos cosechados. Los datos de eclosión fueron tomados por la comunidad y certificados a posteriori por el investigador con base en los neonatos vivos. Resultados globales muestran que de 648 huevos nacieron 513 (79%), se pudrieron 135 (20.83%) (Fig. 7 A).

De los cinco nidos (166 huevos) dejados *in situ* con el propósito de saber causas de mortalidad, todos fueron recogidos para consumo cinegético por la etnia nómada Cuiva que cada año, durante el periodo de inundación circulan por todas las sabanas inundables en busca de comida. Igual sucedió con 16 nidos más que teníamos ubicados. La Fig. 7 B indica un consolidado entre los huevos incubados y los predados por la comunidad indígena mostrando la frecuencia relativa de pérdida de huevos. Indudablemente se requiere hacer un estudio concienzudo de lo que sucede realmente en vida silvestre.



#### RESEÑA BIBLIOGRAFICA:

GOODWIN y MARION W. 1978. Aspects of the nesting ecology of american alligators in north central Florida. *Herpetologica* 34: 43-47.

RODRIGUEZ M, STONEROOK M y ULLOA G. 1994. Respiración de embriones de *Caiman crocodilus fuscus*. *Trianea* 5: 123-131.

RAMIREZ-PERILLA, J. 1999. Informe Técnico Final. "Control de calidad de huevos y desarrollo de Tecnología alternativa para la incubación de posturas de cocodrilos y tortugas en la Estación de Biología Tropical Roberto Franco". Ministerio de Agricultura, Programa Nacional de transferencia de Tecnología Agropecuaria (PRONATTA); Universidad Nacional de Colombia.

RAMIREZ-PERILLA, J. 2001. Avances en tecnología de incubación para hevos de babilla (*Caiman crocodilus crocodilus*) cosechados en Vida Silvestre. *Rev. Zoodivulgación (EBTRF)* Año 3, No.1. Villavicencio, Colombia

RAMIREZ-PERILLA, J. 2002. Informe Técnico Final. Manejo *Ex situ* de huevos de babilla (*Caiman crocodilus crocodilus*) aplicable a cosecha en vida libre, *in situ*". Ministerio de Agricultura, Programa Nacional de transferencia de Tecnología Agropecuaria (PRONATTA); Universidad Nacional de Colombia.

SIERRA, D. C. 1994. Caracterización de desarrollo embrionario de *Caiman crocodilus fuscus* incubado bajo tres regímenes de temperatura. Trabajo de Grado para optar al título de bióloga. Depto. De Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.

**Agradecimientos:** A la Estación de Biología Tropical Roberto Franco (Universidad Nacional de Colombia) y al zoológico Santa Ana en la ciudad de Villavicencio, Colombia, donde fue realizado buena parte de la investigación. Al Programa

Nacional de Transferencia de Tecnología Agropecuaria (Ministerio de Agricultura de Colombia, Banco Mundial) por la co-financiación de los proyectos. A la comunidad rural de las veredas de Camorucos, Morichales y El Desierto en el Municipio de Paz de Ariporo (Casanare, Colombia).

## COMPORTAMENTO DE TERMORREGULAÇÃO EM JACARÉS-DE-PAPO-AMARELO (CAIMAN LATIROSTRIS) ADULTOS EM CATIVEIRO

BASSETTI, LUÍS A. B.<sup>(1)</sup>; CHIANN, CHANG<sup>(2)</sup>; TOLOI, CLÉLIA<sup>(2)</sup>, M. C.;  
VERDADE, LUCIANO, M.<sup>(1)</sup>

(1) Laboratório de Ecologia Animal - Universidade de São Paulo; (2) IME -  
Universidade de São Paulo.

### OBJETIVOS

Este estudo teve como objetivo, estabelecer a variação térmica corpórea de jacarés-de-papo-amarelo (*Caiman latirostris*) adultos em cativeiro durante um ano e checar a existência de uma possível interação com os componentes ecológico-comportamentais dos jacarés, tais como: sexo, estágio reprodutivo e tamanho corpóreo.

### MATERIAL E MÉTODOS

#### Caracterização das Instalações

Os recintos de reprodução de jacarés-de-papo-amarelo do Laboratório de Ecologia Animal/ESALQ/USP, constam de quatro módulos de 9 x 10 m, cada um contendo um tanque de 4 x 6 m de espelho d'água com 1 m de profundidade máxima e cinco abrigos de nidificação de 2 x 2 m (Figura 1).

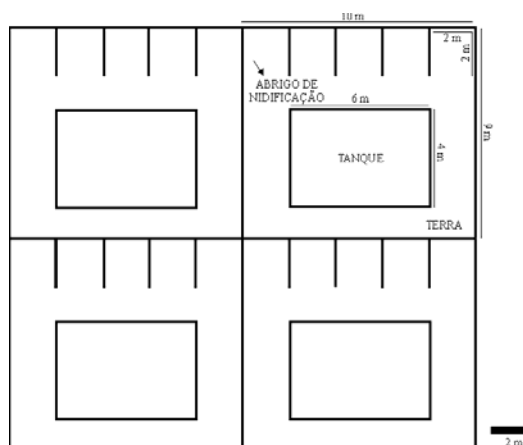


Figura 1- Recintos de reprodução dos jacarés-de-papo-amarelo do Laboratório de Ecologia Animal/ESALQ/USP