

## **INCUBADORA Y CRIADERO DE YACARÉ CON SISTEMA DE ENERGÍA SOLAR RESULTADOS DE LA PRIMERA CAMPAÑA**

J.M. Evans y F. Garreta  
CIHE, Centro de Investigación Hábitat y Energía, SICyT-FADU-UBA.  
C.C. 1765, Correo Central (1900), Capital Federal, Pabellón 3, 4to Piso, Ciudad Universitaria.  
Fax +54.(01) 576 3205. E-Mail: evans@fadu.uba.ar

### **RESUMEN**

Este trabajo presenta los resultados de la primera campaña de crianza de yacaré realizada en el Refugio de Vida Silvestre "El Cachapé" ubicado en la Provincia de Chaco. El proyecto incorpora una batería de 4 colectores solares de 10 m<sup>2</sup>, una caldera auxiliar a leña que producen agua caliente, un sistema fotovoltaico que genera la electricidad necesaria para la bomba de agua y sistemas de control termostático. El funcionamiento del sistema durante el período de incubación permitió mantener las temperaturas dentro de las estrictas condiciones ambientales, reduciendo la mortalidad a una cifra muy baja. Las temperaturas mantenidas en los piletones en invierno fueron menores que los valores esperados. El trabajo presenta resultados y conclusiones de la primera campaña.

### **INTRODUCCIÓN**

Este trabajo presenta los resultados de la primera campaña de crianza de yacaré realizada en el Refugio de Vida Silvestre "El Cachapé" ubicado en la Provincia de Chaco. En un trabajo anterior (Evans, 1997) se presentaron las características del diseño realizado en el marco de un convenio entre la Fundación Vida Silvestre Argentina y la Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo de la Universidad de Buenos Aires. El objetivo del proyecto, realizado en el Programa de Refugios de Vida Silvestre, es el aprovechamiento sostenible de recursos regionales con el fin de valorizar el hábitat de fauna en tierras marginales, ofrecer una nueva fuente de trabajo y conservar especies sujetas a la caza furtiva.

El proyecto realizado en una zona rural sin acceso a redes de energía convencional incorporar los siguientes elementos:

- colectores solares y una caldera a leña para el calentamiento de agua,
- sistema fotovoltaico con baterías, controladores de carga e inversores con el fin de lograr corriente AC a 220 V.
- incubadora de 3 m x 3 m x 2,7 m de altura con 75 mm de aislación en paredes y techo, un sistema de calefacción y humidificación con una bomba controlada por termostatos.
- piletones de crianza con aislación térmica, un sistema de calentamiento por losa radiante y una estructura con techo opaco y paredes de plástico translucido que permiten aprovechar la radiación solar y disminuyen las pérdidas.

En este trabajo se presentan los siguientes resultados de la primera campaña:

- las características del proyecto original y los cambios realizados en la primera etapa.
- las experiencias de realizar la construcción e instalación de un sistema solar complejo en una zona aislada.
- los resultados obtenidos en la incubadora, donde se tuvo que mantener una temperatura de 31°C, con una variación máxima de 1°C y una humedad relativa de 95%.
- las temperaturas en los piletones de crianza durante el invierno

En las conclusiones se presentan algunas de las recomendaciones que permitirán mejorar el funcionamiento del sistema existente y ajustes en las etapas siguientes.

### **EL PROYECTO CONSTRUIDO**

El proyecto original contempló 25 m<sup>2</sup> de colectores, dos calderas a leña, dos tanques de almacenamiento de agua caliente solar de 500 litros y dos baterías de piletones de 60 m<sup>2</sup> cada uno. Los dos sistemas de agua caliente eran un sistema cerrado con el fin de calentar la incubadora o los piletones y un sistema abierto para reponer agua en los piletones. Como resultado de las características experimentales de la instalación y los recursos limitados, en la primera etapa se realizó solamente el sistema solar cerrado y una batería de piletones.

El proyecto de la primera etapa incorpora 4 colectores solares de 2,5 m<sup>2</sup> cada uno con una superficie total de 10 m<sup>2</sup>, inclinado a 40° con orientación norte. Los colectores y la caldera auxiliar a leña con una capacidad estimada de 120 litros están conectados al tanque de almacenamiento de 500 litros por un circuito que permite transferir el agua caliente por termosifón. El sistema fotovoltaico con un panel de 0,8 m<sup>2</sup> genera la electricidad necesaria para la bomba de agua de baja potencia y los sistemas de control. La figura 1 indica los elementos principales del proyecto y su disposición en relación con el molino, tanque australiano, casa, etc.

La sala de incubación tiene 75 mm de poliuretano (sin CFC) proyectado in situ sobre las cuatro paredes y techo. La ventana tiene protección solar exterior y un panel aislante con el fin de reducir la posibilidad de sobrecalentamiento y pérdidas excesivas.

Cafios perforados con una tela suspendida permitieron obtener la alta humedad requerida. Cuatro tambores plásticos de 200 litros colocados en la sala proporcionan capacidad térmica con el fin de reducir la variación de temperatura.

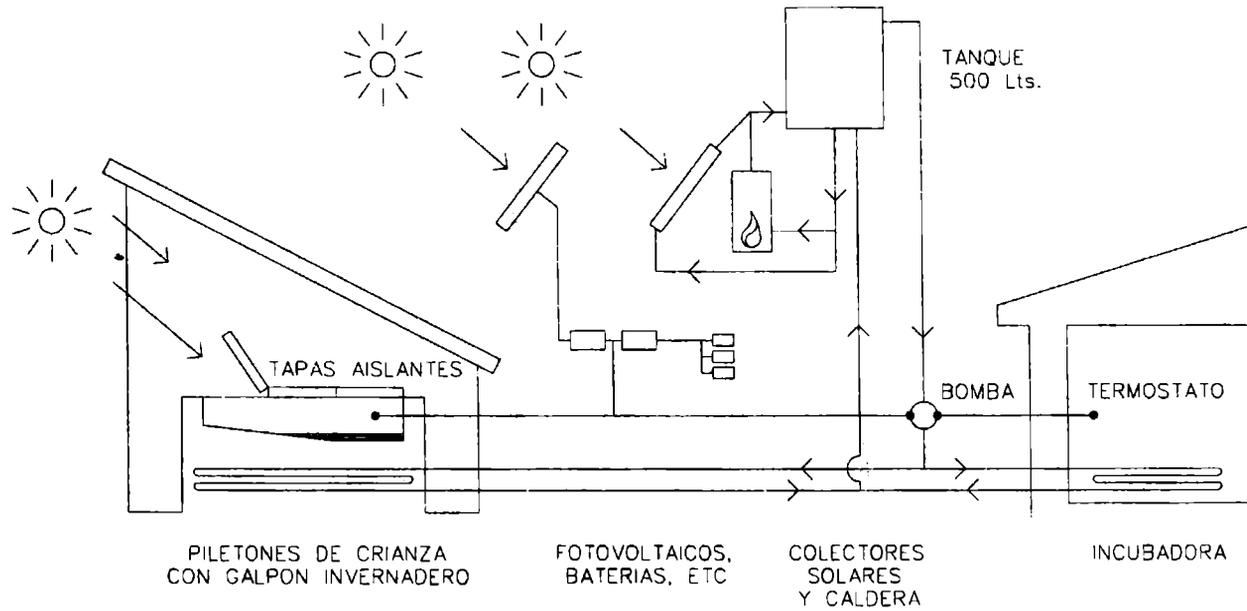
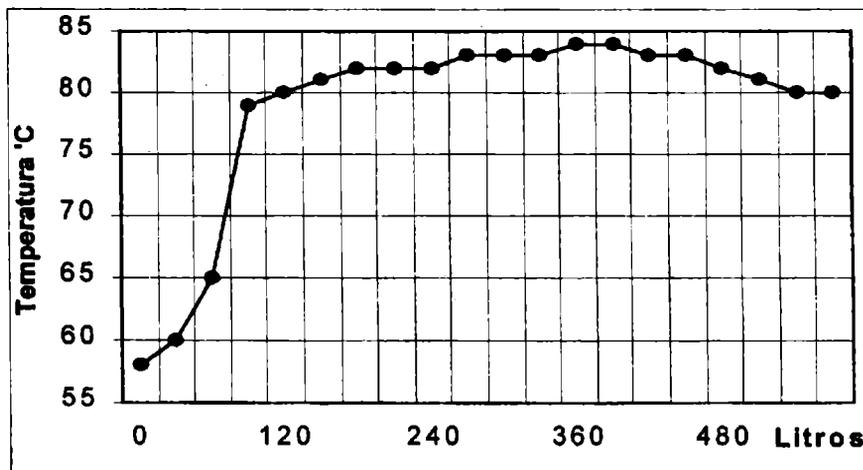


Figura 1. Sistemas solares, incubadora y pilotes.

#### FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA SOLAR

Los colectores de 10 m<sup>2</sup> y el tanque de almacenamiento proporcionan adecuadas cantidades de agua caliente, aún en días soleados en invierno. Se registró la temperatura del agua en los momentos de realizar mantenimiento o cambios al sistema. En verano, la temperatura llegó a superar 80°C, en todo el volumen del tanque. En invierno, la temperatura superaba 50° en casi todo el volumen del tanque en días soleados. La figura 2 indica la distribución de la temperatura del agua registrada durante el drenaje



del sistema.

Figura 2. Temperatura registrada en la salida de agua durante el drenaje del sistema solar en diciembre, en función del volumen de agua desagotada.

El volumen total de agua en el sistema, incluyendo tanque de agua, colectores y caños, es aproximadamente 600 litros. Por lo tanto, cada intervalo horizontal corresponde a 30 litros aproximadamente.

#### MEDICIONES REALIZADAS EN LA INCUBADORA

El funcionamiento del sistema automático de calefacción de la incubadora durante el período de incubación permitió mantener las temperaturas dentro de las estrictas condiciones ambientales: la temperatura de diseño fue 31° C, con una variación máxima de 1° C, que se debe mantener durante el período de incubación de aproximadamente 40 días en enero y febrero. Al mismo tiempo la humedad relativa debe mantenerse en 95%. Las temperaturas exteriores previsible oscilan entre 15 y 37 ° C, con medias diarias variando entre 20 y 32° C. Las mediciones en la incubadora fueron realizadas con dos termómetros industriales ubicados en distintas alturas sobre la pared interior, un termómetro con termocupla y lectura numérica en pantalla, el registro de la pantalla del termostato que controlaba la bomba y un termómetro con registro automático de datos "Hobo", programado para registrar las temperaturas cada 48 minutos durante el periodo de incubación en el centro de la incubadora a una altura de 1,5 m. Las temperaturas fueron registradas manualmente dos veces por día. Los datos del Hobo fueron transferidos a computadora durante las visitas de los biólogos de Vida Silvestre. Este registro permitió la verificación independiente de las condiciones durante todo el período.

Los termómetros industriales no fueron suficientemente precisos para registrar con exactitud la estratificación, pero los datos obtenidos indican que la variación de temperatura con la altura era mínima. Las características térmicas de la sala, la protección solar y el control de infiltraciones ayuda a lograr este resultado.

La figura 3 indica los resultados de los registros de temperatura, durante un período típico de 4 días. Las variaciones de temperatura fueron mínimas con un valor promedio de 31,13° C y casi siempre dentro de los límites establecidos. Las variaciones de temperatura indican la frecuencia de uso de la bomba y la apertura de la puerta. El enfriamiento típico registrado en 48 minutos es 0,3° C, mientras el calentamiento de la Bomba es de alrededor de 0,8° C en el mismo período. La frecuencia de uso de la bomba en épocas frías es aproximadamente una vez cada 3-4 horas.

Los registros en la figura 4 indican la frecuencia de distintos rangos de temperatura en bandas de 0,5° C. La figura indica que los valores se mantenía dentro 0,5°C de la temperatura óptima, de 30,5 y 31,5°C durante el 87% del tiempo. Solo 1% de los registros exceden la temperatura máxima de diseño. En los registros se elimino la primera lectura con una temperatura inferior a 30°C. Como resultado de las condiciones buenas logradas, el porcentaje de nacimientos de 95% fue muy elevado con una producción de más de 400 nacimientos vivos.

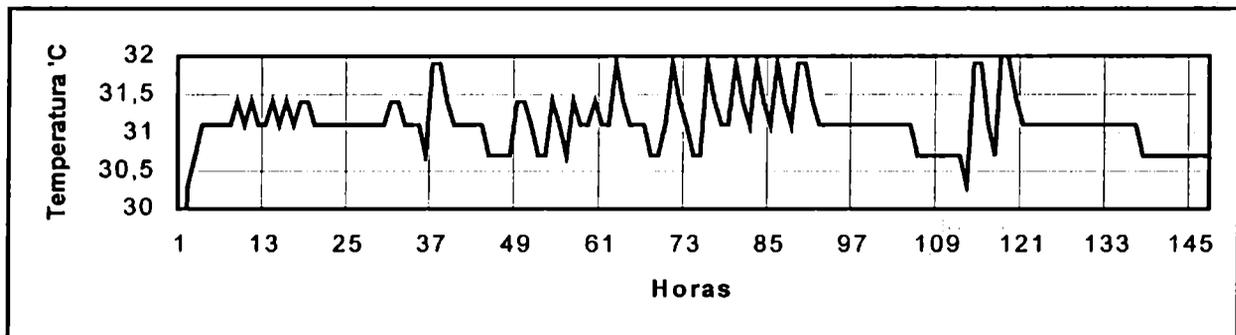


Figura 3. La variación de temperatura en el tiempo. Temperaturas en un período de 5 días. Cada intervalo de tiempo es de 4 horas.

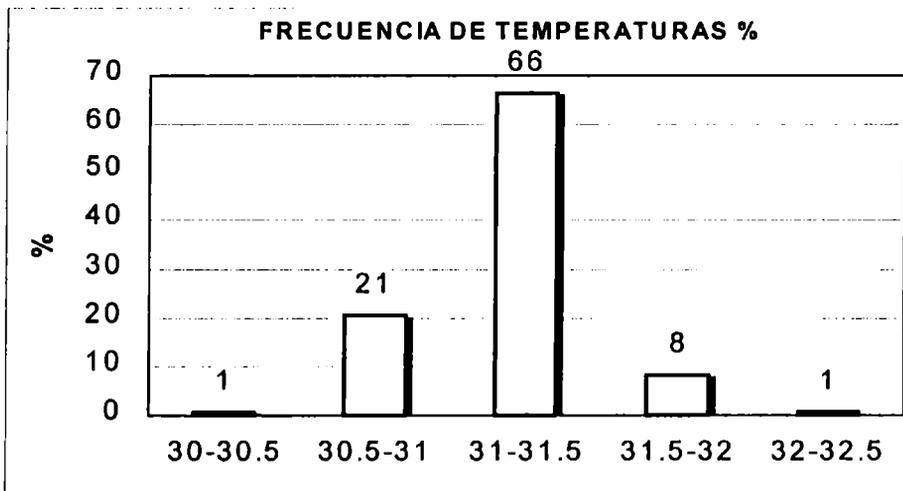


Figura 4. La frecuencia de temperaturas, en intervalos de 0,5° C, registrados cada 48 minutos en la incubadora durante un período de 5 días.

87 % de los registros tienen una variación máxima de 0,5° C, 99 % tiene una variación máxima de 1° C.

#### MEDICIONES REALIZADAS EN LOS PILETONES DE CRIANZA

Las temperaturas del aire registradas a baja altura en los piletones en invierno fueron menores que los valores esperados. Las mediciones indican temperaturas muy estables debido a la gran inercia térmica, obtenida con la losa de hormigón, las paredes interiores de ladrillo macizo y la aislación térmica de poliuretano de 75 mm. Esta inercia permite lograr una disminución de solo 1° C por día aproximadamente en condiciones normales de uso. Cuando la temperatura desciende a niveles inferiores a 25° C, los yacarés disminuyen su nivel de actividad y su ritmo de alimentación. A valores inferiores a 20° C aproximadamente entran en un estado total de hibernación. El objetivo de los piletones es el de lograr temperaturas superiores a 25° C y óptimamente alrededor de 30°, con el fin de producir yacarés de 500 mm de largo al finalizar el año, logrando mayor valor comercial y especímenes más desarrollados para devolver a la naturaleza.

En días con sol, el invernadero y la calefacción con agua de los colectores es suficiente para lograr temperaturas de 25° C en invierno. Sin embargo, en períodos fríos con días nublados, las temperaturas disminuyen a 18-22° C. La figura 5 indica la frecuencia de temperaturas con un valor medio de 24° C. Si bien las temperaturas logradas son muy buenas para viviendas, exceptuando las temperaturas superiores a 28° C durante el 7% del tiempo, todavía no se logran las temperaturas óptimas para la crianza de yacaré.

## RESULTADOS

Los resultados logrados en la sala de incubación fueron muy satisfactorios. La frecuencia máxima de activación de la bomba de 1 vez cada 2 horas según las mediciones realizadas en la sala de incubación es levemente mayor que el intervalo deseable (una vez cada cuatro horas). Las tres alternativas posibles para aumentar el intervalo y reducir la variación de temperatura son:

- aumentar la aislación térmica existente de 75 mm de poliuretano,
- incorporar un timer para asegurar un intervalo mayor, con el riesgo de obtener una mayor calda de temperatura.
- aumentar la inercia térmica, duplicando el número de barriles de agua en el interior de la incubadora

La última solución es la más económica y fácil de implementar. Con mejor protección solar y aislación de la ventana, se considera posible evitar totalmente temperaturas superiores a 32°C.

Los piletones de crianza tienen temperaturas medias inferiores a la temperatura de diseño prevista. La ubicación original del termostato en la losa de hormigón no permitió una respuesta rápida a la variación de temperatura, tanto para el arranque de la bomba, como el corte. En julio se realizaron dos modificaciones al sistema.

1. Se cambió el circuito de termosifón entre la caldera a leña y el tanque de almacenamiento. Con tres llaves de paso se conectó la caldera, tipo "Quematutti" de aproximadamente 120 litros, directamente a la bomba y el circuito de calentamiento de los piletones.
2. El termómetro de los piletones fue colocado sobre el caño de entrada de agua caliente con el fin de controlar el sistema según la temperatura del agua.

Con la nueva conexión, se inició el ciclo de bombeo directamente de la caldera, cuando la temperatura de éste llega a 70°C aproximadamente. Después de unos 20 minutos de bombeo la temperatura del agua en la entrada empieza a bajar y se corta la bomba manualmente. Se puede repetir el ciclo cada hora o cuando la caldera recupera la temperatura. Con el mismo ciclo se puede manejar el bombeo de agua del tanque de acumulación del sistema solar en los días soleados.

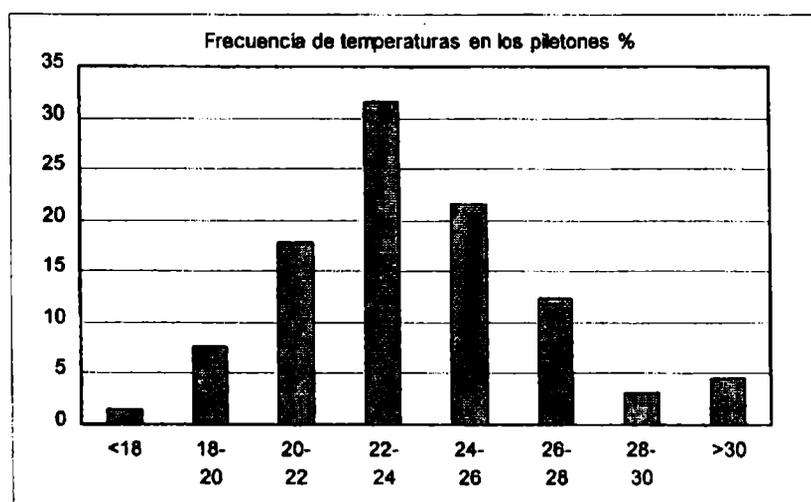


Figura 5.

Frecuencia de los registros de las temperaturas obtenidas en los piletones: Período de abril a julio, antes de realizar modificaciones al sistema.

## CONCLUSIONES

La zona de Chaco estuvo sujeta a serias inundaciones durante la primera mitad de 1998. El proyecto, ubicado en el puesto original de "El Cachapé" no fue afectado directamente por las inundaciones, pero los accesos al mismo no permitían la entrada de vehículos convencionales. Aún en julio, solamente fue posible acceder a las instalaciones a caballo o en tractor, evitándose esta última alternativa con el fin de conservar los caminos debajo del agua. El sistema energético totalmente autónomo demostraba claramente las ventajas de las energías renovables.

El proyecto demuestra la posibilidad de lograr condiciones muy estables con temperaturas mantenidas entre límites muy reducidos con sistemas solares activos. El funcionamiento de la sala de incubación fue muy bueno con los resultados esperados. Se espera mejorar el funcionamiento de los piletones de crianza con modificaciones del sistema y la incorporación de un sistema de control más sofisticado. Este tipo de instalación puede ser utilizado para la crianza de otros tipos de animales y aves.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen el apoyo del Dr. Eduardo Bolo Bolaño, propietario del Cachapé y la información, datos y asesoramiento proporcionados por el Lic A. Parrera y D. Moreno del Programa Refugios, Fundación Vida Silvestre, Argentina.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- J. M. Evans, S. De Schiller y F. Garreta, (1997) "Diseño de una planta solar de rancho de Yacaré", Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente, Vol 1, N° 1, pp 61-64.
- A. Parrera (1998). "Proyecto Yacaré". Revista Vida Silvestre, Buenos Aires, julio de 1998.