

TESIS DE GRADO

**EVALUACIÓN DE ASPECTOS
ECOFISIOLÓGICOS DE
HUEVOS DE CHOIQUES**

Pterocnemia pennata pennata :
**LA ESTRUCTURA DE LA CÁSCARA Y
SU INFLUENCIA EN EL DESARROLLO
EMBRIONARIO**

Tesista:

María Cecilia San Martín

Directora de Tesis:

Bioq. Isabel Almirón

DICIEMBRE DE 2000

INTRODUCCIÓN

El ñandú petiso de la Patagonia, o choique (*Pterocnemia pennata pennata*), integra conjuntamente con el ñandú común (*Rhea americana*) la familia Rheidae, única familia del orden Rheiformes. Esta familia se distribuye en gran parte de Sudamérica (Argentina, Brasil, Bolivia, Chile, Paraguay y Uruguay), y es autóctona de este continente. Componen junto a los Struthioniformes (avestruces) Casuariformes (emús y casuarios) y Apterigiformes (kiwis), el grupo de aves no voladoras llamado Ratites (Sarrasqueta, 1995).

La ubicación taxonómica del ñandú petiso es la siguiente:

Clase Aves

Orden Rheiformes

Familia Rheidae

Género Pterocnemia

Especie *Pterocnemia pennata*

Subespecies *Pterocnemia pennata pennata*

Pterocnemia pennata garleppi

El choique se asemeja al ñandú común, diferenciándose de éste último por su menor tamaño, la existencia de pintas blancas en su plumaje grisáceo, su pico redondeado y de menor longitud. Por otro lado, al igual que el ñandú común, posee el cuello emplumado, tres dedos en cada extremidad y tarsos escutelados (patas con escamas). En la mayoría de las ocasiones no sobrepasan 1,2 mt. de altura, y su peso varía entre los 15 y 23 kg (*Boletín Ñandú N° 1* del Zoológico de Buenos Aires, 1996).

El área de distribución del choique comprende toda la región patagónica argentina (introducido en Tierra del Fuego), sur de Mendoza y sur de Chile. La subespecie *Pterocnemia pennata garleppi* o suri, habita en el altiplano (Argentina, Bolivia, Chile y Perú) (Sarrasqueta, 1995).

Actualmente, el choique se encuentra ubicado en el *Apéndice I de CITES* (Convención sobre el comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres), aunque su status estaría mejor representado en el *Apéndice II*. El *Apéndice I* comprende las especies silvestres en peligro de extinción, por lo tanto su comercio está prohibido, excepto que se las críe en cautividad, en cuyo caso serán tratadas como pertenecientes al *Apéndice II*. Este apéndice comprende a las especies que no están en peligro de extinción pero su comercio es controlado (Sarrasqueta, 1995).

La actividad reproductiva del choique es estacional. Comienza en otoño (abril/mayo), siendo los machos los primeros en manifestar conductas sexuales. Las primeras cópulas, denominadas pisadas, se observan a fines de julio, mientras que los primeros huevos son puestos a principios de agosto (Sarrasqueta, 1995).

Los choiques alcanzan la madurez sexual aproximadamente a los 2 años de edad. Existen casos de precocidad, donde las hembras empiezan a poner sus huevos al año de vida, como casos de retraso, donde inician la postura a los 3 años (Sarrasqueta, 1995).

En época de apareamiento, los machos mayores, que generalmente ejercen un fuerte dominio sobre el resto de la bandada, expulsan a los más jóvenes y luego pelean entre sí en la pugna por conseguir su propio harén. Luego del combate, el macho triunfante corteja y aparea con 3 a 5 hembras (Boletín Ñandú N°3, Zoológico de Bs. As.; 1996).

En vida silvestre, la alimentación del ñandú petiso consiste principalmente en raíces, hierbas, gramíneas, semillas y hasta en ciertas ocasiones, insectos y pequeños invertebrados (Boletín Ñandú N° 3 del Zoológico de Buenos Aires, 1996).

La buena nutrición de los choiques adultos es esencial para obtener un buen índice de postura y el nacimiento de charitos saludables. En la época de pre-puesta (desde comienzos de mayo a fines de julio), la hembra incorpora sustancias nutritivas que alimentarán al embrión durante su desarrollo y primeros días de vida. Es fundamental que reciban una dieta acorde a sus necesidades, ya que las deficiencias nutricionales van a significar trastornos en el embrión o en el charito (Sarrasqueta, 1995).

En nuestro país se ofrece alimento balanceado para Ratites, cuya composición centesimal se aproxima a los requerimientos nutricionales de choiques reproductores (Ratites Reproductores, ALIBA SA).

Cada hembra de choique pone de 11 a 15 huevos por temporada, cuyo peso oscila entre 620 y 630 gramos (Boletín Ñandú N° 3, Zoológico de Buenos Aires, 1996), considerando hembras de 2 y 3 años de edad. No se tiene información de hembras mayores de 5 años. En condiciones de manejo en cautividad es posible en un futuro que se aumente esta cifra. Se espera elevar el promedio y alargar el periodo de postura a través de la selección, nutrición y el manejo del fotoperiodo (Sarrasqueta, 1995).

De todos los huevos de un nido, el 50% llegará a desarrollarse, el resto quedará dispersos alrededor y al descomponerse atraerán a insectos que constituirán el primer alimento de los charitos (Boletín Ñandú N° del Zoológico de Buenos Aires, 1996).

Las principales estructuras biológicas del huevo de choique no difieren de las de las aves en general (Sarrasqueta, 1995).

- Cáscara: es de color verde amarillento, con pintas blancas y pesa aproximadamente 75 gr. Está atravesada por miles de poros, brinda protección al embrión por su dureza y proporciona todo el calcio que necesita para el desarrollo de su esqueleto. Está constituida por carbonato cálcico (Sarrasqueta, 1995).
- Las membranas de la cáscara son: una externa que se adhiere a la cáscara y a una membrana interna que envuelve a la albúmina. En el extremo romo del huevo, ambas membranas se separan para formar la cámara de aire (Sarrasqueta, 1995).
- Cámara de aire: Permite la evaporación, facilita los movimientos previos a la eclosión y la respiración del embrión. Este fenómeno provoca un aumento en la cámara de aire y una reducción del peso del huevo (Boletín Ñandú N° 2 del Zoológico de Buenos Aires, 1996).
- Albúmina (clara): es la sustancia acuosa que rodea a la yema. Está constituida por un 10% de proteína y 90% de agua. Cumple funciones nutritivas y estructurales. Permite la difusión de gases. Estructuralmente actúa como suspensora y amortiguadora de la yema (Sarrasqueta, 1995).
- Vitelo (yema): se forma en el ovario, conjuntamente con la célula germinal

femenina (óvulo). Está compuesta por un 50% de agua, 30% de grasas y 20% de proteínas, y vitaminas liposolubles. Su función nutricional es fundamental. Su color es naranja amarillento (Sarrasqueta, 1995).

- Disco germinal: Es el óvulo fertilizado que ha comenzado su segmentación hasta la etapa de gastrulación. Es blanco y se observa sobre la yema a la puesta del huevo. (Sarrasqueta, 1995).
- Chalazas: están constituidas por parte de la albúmina que se enrolla en forma de espiral. Mantiene la yema en el centro del huevo (Sarrasqueta, 1995).

El huevo es un microcosmos separado del exterior y comunicado con el mismo por la cáscara. Debe ser permeable al oxígeno y otros gases, y permitir la pérdida de vapor de agua y dióxido de carbono. Todos los intercambios entre el embrión y el exterior se llevan a cabo a través de los poros de la cáscara, rasgo que constituye, junto con el espesor y la deposición de calcio, los rasgos biológicos especie específicos que determinan sus cualidades adaptativas. Cada uno de estos tres caracteres obedece a la genética individual, dentro de los rangos propios para la especie, que le otorga a la puesta de una hembra valores medibles según criterios de calidad, como la resistencia a la fractura. La posibilidad de relacionar la porosidad, el espesor y/o la deposición de calcio a la calidad deseable de un huevo, para ser consumido o incubado, proveería de valiosas y simples herramientas para determinar el destino de las puestas de una hembra, o las modificaciones factibles de introducir para lograr mejorar el producto según el destino deseado (dieta).

El ritmo al que se difunde el vapor de agua se controla por el número y longitud de los poros de la cáscara y la humedad del aire. Dado que el número de poros de la cáscara es fijo, sólo se puede cambiar la humedad en el interior de la incubadora a fin de controlar la pérdida de peso. (Deeming, 1999). La incubabilidad de los huevos de avestruz está determinada por muchos factores, incluyendo el espesor de la cáscara y su porosidad (Hicks-Allredge, 1994).

El espesor y porosidad de las cáscaras han sido caracterizados en todas las aves de producción y en numerosas aves silvestres. Sin embargo, no se ha producido ninguna información referida a estos parámetros para *Pterocnemia pennata pennata*, objeto de nuestro estudio.

OBJETIVOS

Objetivo general

Estudiar parámetros ecofisiológicos de los huevos de la especie *Pterocnemia pennata pennata* involucrados en un proyecto de reproducción avícola del Parque Recreativo General San Martín.

Objetivos particulares

- 1) Determinar y comparar parámetros biométricos y el peso de los huevos de choique producidos en el Parque Recreativo bajo alimentación controlada, en semicautividad y en campos de la zona de Telsen.
- 2) Determinar y comparar características estructurales de la cáscara de los huevos: peso, espesor y porosidad.
- 3) Comparar los valores obtenidos por medición directa con aquellos calculables matemáticamente: peso y espesor de la cáscara.
- 4) Comparaciones de los datos obtenidos con los descriptos en la literatura para la especie y para otras especies relacionadas y no relacionadas.

METODOLOGÍA

COLECTA DE HUEVOS

- *Huevos colectados de la colonia de choiques del Parque*

La colonia de choiques del Parque estaba conformada por 4 machos y dos hembras, todos nacidos en el Parque. A comienzos de junio, estos animales comenzaron a ser alimentados con alimento balanceado Ratites Reproductores, ALIBA S.A., y suplemento de alfalfa ad libitum, basándose en un consumo promedio para choiques adultos de 550 grs/día (Sarrasqueta, 1995).

Los huevos fueron recolectados día por medio, siguiendo la frecuencia de postura, en las primeras horas de la mañana, y transportados manualmente sin embalaje hasta el laboratorio. Se recolectaron en total 15 huevos.

- *Huevos colectados a campo en la zona de Telsen*

Se colectaron 10 huevos de un nido activo recién puestos, se embalaron en un recipiente amortiguador, y se transportaron hasta el Parque.

MEDICIONES DE LOS HUEVOS

- *Dimensiones y peso de los huevos. Cálculo de parámetros biométricos.*

Los huevos fueron pesados en balanza de precisión 0,1 gr. y se midió su diámetro mayor y menor con calibre de precisión 0,01 mm. Se calcularon los siguientes parámetros biométricos:

- Volumen del huevo: estimado a partir de sus dimensiones lineales, utilizando la expresión propuesta por Preston (1974): $Volumen (cm^3) = K * (LB^2)$, donde K es una constante dependiente del peso, L es la longitud del huevo (en cm) y B el ancho o diámetro máximo (cm). Hoyt (1979) da como constante específica para el cálculo el valor de 0,51 (con un margen de variación de tan sólo el 2%) para un gran número de especies de aves, incluyendo el emú, el ñandú petiso o choique y el avestruz.

- Índice de elongación del huevo: calculado como la longitud del huevo dividida el ancho (Codenotti, 1997).

ANÁLISIS ESTRUCTURAL DE LA CÁSCARA

- *Peso total de la cáscara*

Se realizó un pequeño orificio a la altura de la cámara aérea, juntando todos los fragmentos de cáscara rotos, y se volcó el contenido del huevo en un recipiente. Se reunieron todos los fragmentos de cáscara correspondientes a cada huevo y se pesaron en balanza digital de precisión 1 gr.

También se calculó el peso de la cáscara de los huevos a partir del peso inicial del mismo, utilizando la fórmula propuesta en Ar y Rahn (1985):

$$\text{Peso de la cáscara (gr)} = 0,048 * W^{1,132}$$

donde W representa la masa inicial del huevo (gr).

- *Espesor de la cáscara*

Se realizaron mediciones en tres puntos de la cáscara en los huevos: en el extremo superior (polo delgado), en un fragmento de la parte media del huevo y en el extremo inferior (a la altura de la cámara aérea), utilizando un micrómetro de precisión 0,01 mm. Este espesor, medido en la cáscara seca, es considerado como la mejor aproximación a la longitud del poro (Ar y Rhan, 1985).

También se calculó el espesor de las cáscaras a partir del peso inicial del huevo, utilizando la fórmula propuesta en Ar y Rahn (1985):

$$\text{Espesor (um)} = 50 * W^{0,47}$$

donde W representa la masa inicial del huevo (gr).

- *Recuento de poros por unidad de superficie*

Los fragmentos de cáscara de los huevos fueron hervidos en hidróxido de sodio al 5% (gr/vol) durante 5 min. para remover las membranas internas y la cutícula externa (Ar y Rhan, 1985). Se dejaron secar a temperatura ambiente, y se colocaron en agua corriente durante 10 minutos aproximadamente, provocando la hidratación de los poros por capilaridad, con lo que se hicieron visibles a simple vista. Para realizar el recuento se colocó un cuadrado de papel transparente de 0,25 cm² sobre 20 campos, seleccionados al azar, y se contaron los poros en cada campo con ayuda de una lupa (40 aumentos).

La metodología utilizada para este recuento es una variante más sencilla de la técnica propuesta por Ar y Rhan (1985), según la cual, luego de hervir las cáscaras en hidróxido de sodio se sumergen en ácido nítrico para ampliar el tamaño del poro y permitir la penetración de las tinturas. Debido al tamaño de los poros de los huevos de choique,

visibles a simple vista, toda esta maniobra no fue necesaria, con la ventaja adicional de no alterar el tamaño del poro.

- *Aproximación a la forma geométrica de los poros de la cáscara*

Se adaptó la técnica histológica de desmineralización ósea, tratando fragmentos de cáscara con ácido nítrico 7% durante 24 hs y conservándolos en alcohol 96°. Los fragmentos fueron transiluminados y observados al microscopio óptico con 100 aumentos y fotografiados.

Los resultados del análisis estructural de la cáscara se correlacionaron entre sí y se contrastaron con los datos bibliográficos de otras especies de aves emparentadas y no emparentadas.

Se realizaron los siguientes tests estadísticos: Anova de 1 factor y Análisis de regresión, todas del programa *Microsoft Excel*®.

RESULTADOS

COMPARACIÓN DE PARÁMETROS BIOMÉTRICOS ENTRE LOS HUEVOS DEL PARQUE Y LOS PROVENIENTES DE TELSEN:

- *Diámetros, Índice de elongación y volumen:*

<i>Parámetro</i>	<i>Parque (15) X±DS</i>	<i>Telsen (10) X±DS</i>
<i>Diámetro mayor (cm)</i>	<i>12,64 ± 0,28</i>	<i>12,85 ± 0,66</i>
<i>Diámetro menor (cm)</i>	<i>8,81 ± 0,27</i>	<i>8,99 ± 0,28</i>
<i>Índice de elongación</i>	<i>1,44 ± 0,06</i>	<i>1,43 ± 0,05</i>
<i>Volumen (cm³)</i>	<i>501 ± 29</i>	<i>531 ± 57*</i>

X±DS: Promedio ± Desvío Standard

**p < 0,05 (Anova de 1 factor)*

(N): número de huevos

El tamaño de los huevos de la colonia de choiques del Parque oscila, para el eje mayor, entre 12,1 y 13,1cm mientras que para el eje menor entre 7,9 y 9,2cm. Las dimensiones de los huevos recolectados de nidos silvestres de la zona de Telsen, oscilan entre 11,7 y 13,5 cm. para el eje mayor y entre 8,6 y 9,5 cm para el eje menor. Los huevos de Telsen muestran un volumen significativamente mayor a los del Parque (*p<0,05; Anova 1 factor).

- *Peso:*

	<i>Parque</i>	<i>Telsen</i>
<i>Peso (grs) X±DS</i>	<i>571 ±29 (15)</i>	<i>574±118 (10)</i>

X±DS: Promedio ± Desvío Standard

(N): número de huevos.

El peso de los huevos del Parque varió entre 542 y 600 gr, los huevos de Telsen variaron entre 456 y 692 gr.

COMPARACION DE PARÁMETROS ESTRUCTURALES DE LA CÁSCARA ENTRE LOS HUEVOS DEL PARQUE Y LOS PROVENIENTES DE TELSEN

- *Peso total de la cáscara referido al peso inicial del huevo (%):*

	<i>Parque</i>	<i>Telsen</i>
<i>Pcásc./Pinic * 100 X±DS</i>	<i>15,3 ± 0,6 (15)*</i>	<i>12,9 ± 0,9 (10)</i>

X±DS: Promedio ± Desvío Standard

** p < 0,05 (Anova de 1 factor)*

(N): número de huevos

Los huevos de la colonia del Parque tienen cáscaras más pesadas que los huevos recolectados de vida silvestre de Telsen, aunque el volumen de éstos últimos resultó

mayor. Podría decirse que los huevos de Telsen son más grandes pero con cáscaras más livianas que los huevos del Parque.

- *Comparación de los pesos de las cáscaras medidos en forma directa, con los pesos calculados teóricamente mediante la fórmula propuesta en Ar y Rahn (1985):*

	<i>Parque</i>	<i>Telsen</i>
<i>Peso de la cáscara medido (gr) X±DS</i>	83 ± 10,1 (15) (a)	77,7 ± 13,3 (10) (c)
<i>Peso de la cáscara calculado (gr) X±DS</i>	59,3 ± 6,3 (15) (b)	66,2 ± 8,6 (10) (d)

X±DS: Promedio ± Desvío Standard

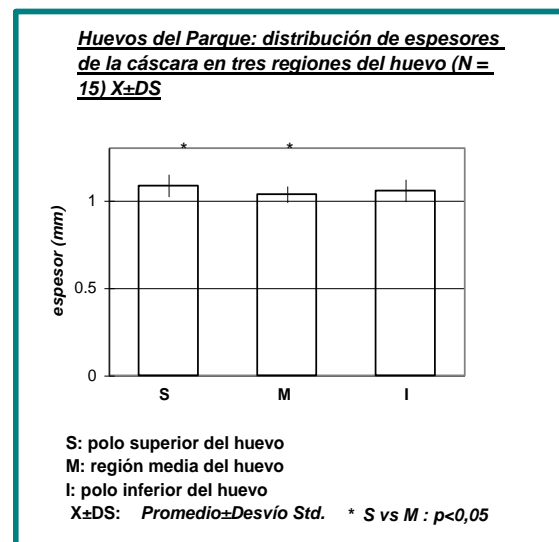
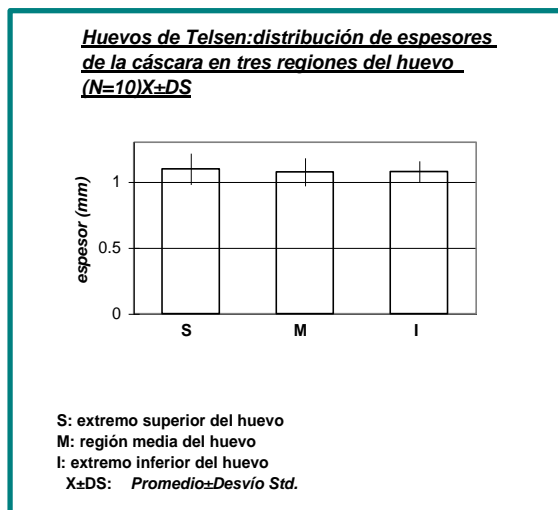
(a) vs (b): p<0,05; (c) vs (d): p<0,05 (Anova de 1 factor)

(N): número de huevos.

En ambos casos, los pesos de las cáscaras calculados teóricamente son significativamente menores a los obtenidos por medición directa. El porcentaje de desviación para los huevos del Parque es de 28 ± 3 %, mientras que para los huevos de Telsen es de 14 ± 5 %.

- *Espesor de la cáscara obtenido por medición directa:*

En los huevos del Parque, espesor del extremo superior es significativamente mayor que el espesor de la región media del huevo.



Los espesores de las tres regiones de los huevos de Telsen fueron semejantes.

En todos los huevos evaluados, el espesor del extremo opuesto al de la cámara aérea ó polo superior, tendió a ser mayor que el espesor del resto del huevo.

- *Comparación de los espesores de la cáscara medidos en forma directa, con los espesores calculados teóricamente mediante la fórmula propuesta en Ar y Rahn (1985):*

	Parque	Telsen
Espesor promedio medido (mm) $X \pm DS$	$1,04 \pm 0,03$ (9) (a)	$1,08 \pm 0,09$ (9) (c)
Espesor calculado (mm) $X \pm DS$	$0,96 \pm 0,04$ (9) (b)	$1,00 \pm 0,05$ (9) (d)

$X \pm DS$: Promedio \pm Desvío Standard

(a) vs (b): $p < 0,05$; (c) vs (d): $p < 0,05$ (Anova de 1 factor)

N: número de huevos

El espesor promedio medido de los huevos de las tres zonas evaluadas fue semejante. El espesor calculado teóricamente resultó significativamente menor que el medido tanto para los los huevos del Parque como para los de Telsen. Los porcentajes de desviación son de $8,1 \pm 3,8\%$ para los huevos del Parque, y $7,1 \pm 4,9\%$ para los de Telsen.

- *Porosidad de las cáscaras y aproximación a la forma geométrica de presentación de los poros:*

El promedio de N° de poros/cm² de cascara (densidad) de los huevos del Parque y Telsen, no mostró diferencias:

	N° poros / cm² ($X \pm DS$)
Parque	30 ± 9 (15)
Telsen	28 ± 5 (10)

$X \pm DS$: Promedio \pm Desvío standard

N: número de huevos

- *Aproximación a la geometría del poro*

Se apreció a través del material fotográfico. La luz a través del espesor de la cáscara desmineralizada, mostró una construcción tubular, sin evidenciar ramificaciones o deformaciones.

Foto 11 – Vista frontal de un poro (100 aumentos).

Foto 12 – Vista diagonal de dos poros (100 aumentos)

ANÁLISIS COMPARATIVOS DE LOS PARÁMETROS ESTUDIADOS

- *Relaciones entre el espesor y porosidad de la cáscara con el tamaño del huevo*

	<i>Parque Coeficiente de Correlación</i>	<i>Telsen Coeficiente de correlación</i>
<i>N° poros/cm² vs Volumen</i>	<i>0,55 (35)</i>	<i>0,26 (9)</i>
<i>Espesor promedio vs Volumen</i>	<i>0,47 (29)</i>	<i>0,78 (9)</i>
<i>Espesor promedio vs Peso inicial</i>	<i>0,37 (8)</i>	<i>0,83 (9)</i>

Se observa que a mayor volumen del huevo es mayor la densidad de poros y el espesor de la cáscara. Asimismo, el espesor de la cáscara aumenta en relación al aumento de peso.

DISCUSIÓN

Un carácter distintivo de los animales homeotermos es la protección que brindan a sus embriones. En la mayoría de las aves, el cuidado parental involucra la incubación de huevos a los que aíslan relativamente de su entorno. Sin embargo, el rasgo que define el grado de protección del embrión de un ave está determinado por la misma estructura del huevo. La cáscara está diseñada para protegerlo, sus perforaciones microscópicas permiten el intercambio de oxígeno y dióxido de carbono aunque adicionalmente proveen un escape para el vapor de agua. Como resultado, el huevo debe estar provisto de una cáscara que, si bien permita el intercambio de los gases en las tasas apropiadas para el desarrollo, admita una pérdida de vapor de agua correctamente compensada con la cantidad de agua pre-empacada en el huevo y producida metabólicamente por el embrión. En este contexto, la cáscara del huevo no puede dissociarse de la función respiratoria del embrión. Una vez que la cáscara se ha formado, el número y las dimensiones de sus poros (diámetro y longitud determinada por el espesor), son fijadas. En el contexto de su función protectora, la fragilidad de la cáscara determinará la integridad de la estructura del huevo. Desde una perspectiva de producción, la fragilidad produce, para ciertos huevos comercializables, pérdidas que ascienden a más del 14% de una producción total (Correa Cardona, 2000).

En nuestra experiencia, la alimentación *ad libitum* en corral con alimento balanceado durante el periodo de prepuesta y puesta, pareciera satisfacer, o al menos equiparar, las demandas naturales, ya que se alcanzan valores de peso de los huevos semejantes.

Para una especie dada, el tamaño del huevo está determinado genéticamente, aunque puede variar según la edad de la madre, condición física de ésta, la secuencia de puesta, el hábitat de cría y la disponibilidad de alimento. En este sentido, cabe recordar que las condiciones climáticas y territoriales del Parque son las naturales para la especie, y que la diferencia estriba en que la alimentación fue controlada y el movimiento restringido por el corral. Adicionalmente, la puesta estudiada representa la primera de esta población.

El parámetro que da una mejor idea del tamaño del huevo es su volumen, que está en razón directa con la longitud y la anchura del mismo (Hoyt, 1979). En la presente experiencia, los volúmenes calculados a partir de las dimensiones del huevo muestran una tendencia a ser mayores para los huevos provenientes de la zona de Telsen. Esto puede significar bien un rasgo de esa población, o bien que fueron puestos por hembras más maduras. Los parámetros biométricos determinados se encuentran dentro de los rangos de valores sugeridos por la literatura (Boletín Ñandú N°1 del Zoológico de Buenos Aires, 1996; Sarrasqueta, 1995).

La calidad de la cáscara depende de muchos factores, incluyendo la adecuada nutrición, problemas de salud, prácticas de manejo y condiciones ambientales.

Las cáscaras de los huevos estudiados representan entre el 12 y el 16% del peso total del huevo. La cáscara del huevo de la gallina doméstica representa el 12,3% de su peso (Romanoff y Romanoff, 1949), mientras que para el avestruz, la información es muy variada, desde el 14 al 20% según el autor (Romanoff y Romanoff, 1949; Fundación para la Innovación Agraria, 1996).

La fórmula propuesta en Ar y Rahn (1985) para la estimación del peso de la cáscara no reflejó el peso real determinado. Los valores resultantes fueron subestimados entre un 14 y 28%, lo que limitaría la utilización de esta herramienta para ser aplicada a los huevos de nuestra especie en estudio.

De la misma manera, la aplicación de la fórmula propuesta en Ar y Rahn (1985) para el cálculo de espesor, arrojó valores también subestimados respecto a los valores registrados de alrededor de un 10%.

Las cáscaras de los huevos de las aves varían enormemente en su espesor, siendo éste característico de la especie (Smith, 1984). La siguiente tabla permite comparar el peso del huevo y espesor de la cáscara establecidos en el presente trabajo para el ñandú petiso o choique, con valores para otras aves referidos en la literatura:

<i>Especie</i>	<i>N° de Obs.</i>	<i>Peso del huevo (gr)</i>	<i>Espesor de la cáscara (mm)</i>
Pingüino rey (<i>Apterodytes patagonicus</i>)	2	302	0,80
Albatros patas negras (<i>Diomedea nigripes</i>)	13	305	0,53
Pelícano común (<i>Pelecanus onocrotalus</i>)	1	200	0,65
Cóndor andino (<i>Vultur gryphus</i>)	1	321	0,61
Ganso común (<i>Anser anser</i>)	-	174	0,67
Avestruz (<i>Struthio camelus</i>)	-	1500	2
Ñandú petiso (<i>Pterocnemia pennata p.</i>)	8	538	1,05

La porosidad de la cáscara es un carácter hereditario, siendo cada huevo característico de la hembra que lo pone, dentro del rango propio de la especie (Hicks-Allredge, 1994). En este sentido, nuestros datos indican que la población de huevos del Parque es la que presenta la mayor densidad de poros respecto de los huevos de Telsen.

En un contexto relacionado con un carácter genético propio de la especie, visualizamos a los poros como una estructura de tipo cilíndrica, no ramificada ni deformada, siendo ésta la primera comunicación sobre este rasgo. Algunas especies emparentadas, como todas las Struthioniformes, presentan poros ramificados. Otros que presentan poros ramificados son los Falconiformes y los Ciconiformes (Ar y Rahn, 1985).

González y col. (1999) encuentran en huevos de avestruz una relación positiva entre la porosidad y el tamaño del huevo, no así entre el espesor de la cáscara y el tamaño. Los resultados obtenidos en nuestro estudio sobre huevos de choique, coinciden en cuanto a una correlación entre la porosidad y el tamaño, pero, al contrario de la literatura mencionada, también se demuestra correlación entre el espesor de la cáscara y el tamaño del huevo. Desde el punto de vista biológico, estas relaciones resultan razonables, ya que una masa

mayor (embrión) significa una necesidad de ventilación mayor y una capacidad de contención estructural también mayor para un ambiente dado.

El término *anidadores desérticos* describe a especies en las cuales los huevos están expuestos a condiciones de sequedad ambiental inusuales (Ar y Rahn, 1985). El principal problema al que se enfrentan los huevos de estas aves, es la pérdida excesiva de agua. Los huevos de las aves que anidan a grandes altitudes, se enfrentan al problema de la menor disponibilidad de oxígeno, hecho que los lleva a regular la difusión de este elemento (Carey et al, 1987). Para ambos grupos de aves, el conjunto de adaptaciones a sus respectivos ambientes se encuentran en las propiedades de la cáscara. Algunos autores (Carey et al, 1987 y Swart et al, 1987) señalan que esta regulación radica en la reducción en el número de poros del huevo, mientras que otros afirman que se realiza a través de la reducción del área del poro (Rahn et al, 1982). Las especies que incuban en condiciones inusualmente húmedas presentan una porosidad más alta que la predecible. Al parecer, este tipo de adaptaciones es característico de cada especie.

La Fundación para la Innovación Agraria del Ministerio de Agricultura de Chile, (1996) señala que los huevos de avestruz presentan un promedio de 12-16 poros/cm². De acuerdo a nuestros resultados, los huevos de choique presentan un promedio de 26 a 32 poros/cm². La bibliografía refiere un promedio de peso de huevos de avestruz de entre 1,5 y 2kg (Fundación para la Innovación Agraria, 1996), mientras que el promedio registrado de los huevos de choique, en este trabajo, es de alrededor de 500gr, algo menor al registrado por el Zoológico de Buenos Aires (alrededor de 600gr). Es decir, los huevos de choique presentan el doble de la densidad de poros y cerca de la tercera parte del peso respecto del avestruz. El espesor de la cáscara del huevo de choique es de aproximadamente la mitad del espesor del huevo de avestruz. En la cáscara de huevos de avestruz, el movimiento de los gases respiratorios y el vapor de agua deben enfrentarse a una baja densidad de poros y a una mayor longitud de éstos respecto del de choique. Podría inferirse que el huevo de choique estaría adaptado a condiciones ambientales de menor rigor que a las que sería tolerante el huevo de avestruz.

CONCLUSIONES

El tamaño del huevo de choique correlaciona positivamente con la porosidad y el espesor de la cáscara. Es decir, huevos más voluminosos tienen mayor densidad de poros y cáscaras más gruesas, diferenciándose en este último rasgo de los huevos de avestruz.

La estructura geométrica aproximada de los poros es cilíndrica, en contraste con la estructura ramificada descrita para el poro de la cáscara de huevos de avestruz. La cáscara del huevo de choique presenta el doble de la densidad de poros (26-32 poros/cm²) y la mitad del espesor (1 mm) que la cáscara del huevo de avestruz (12-14 poros/cm² y 2 mm).

La porosidad, la geometría del poro y el espesor de la cáscara constituyen un conjunto de rasgos que le dan identidad a un huevo de ave. Es por eso que, más allá de la aspiración de construir herramientas útiles para la calificación de huevos en un contexto de manejo, creemos que esos rasgos, sus relaciones entre sí y con los parámetros biométricos descritos en este trabajo, son una contribución valiosa en el conocimiento más acabado de la biología de nuestro choique.

BIBLIOGRAFÍA

- Akins, R.E.; Tuan, R.S. *Transepithelial calcium transport in the chick chorioallantoic membrane. I. Isolation and characterization of chorionic ectoderm cells*. J. Cell Sci 1993 Jun, 105 (Pt 2):369-79.
- Ar, A. Rahn, H. *Pores in avian eggshells: gas conductance, gas exchange and embryonic growth rate*. Respir. Physiol. 1985; Jul;61(1):1-20.
- Boletines del Jardín Zoológico de la Ciudad de Buenos Aires. *Ñandú N° 1, N° 2 y N° 3*.1996.
- Carey, C.; León-Velarde, F.;Castro, G.;Monge, C. *Shell conductance, daily water loss, and water content of Andean gull and Puna Ibbis eggs*. J.Exp.Zool.Suppl.1987; 1:247-52.
- Clunies, M., and Leeson, S. *Calcium dynamics of hens laying thick-or thin-shelled eggs*. Canadian Journal of Animal Science. 1994; Sep; 74(3):541-546.
- Codenotti, Thaís Leiroz. *Fenología reproductiva y biometría de nidos, huevos y pollos del ñandú, Rhea americana en Rio Grande do Sul, Brasil*. El hornero.1997; 4:211-223.
- Correa Cardona, Héctor. *Ritmos circadianos en el metabolismo del calcio en aves de postura*. www.calcio.htm.
- Christensen, V.L.;Bagley, R.A. *Vital gas exchange and hatchability of turkey eggs at high altitude*. Poult Sci 1984 Jul;63(7):1350-6.
- Deeming, D. C. *Factors affecting hatchability during commercial incubation of ostrich (Struthio camelus) eggs*. Br Poult Sci 1995 Mar;36(1):51-65.
- Deeming, DC. *Aspectos prácticos de la incubación de huevos de avestruz*. Revista Selecciones Avícolas. 1999;Mayo; 303-308.
- Diagnóstico Veterinario.com. *Mortalidad embrionaria en incubación artificial de huevos de avestruz (Struthio camelus)*. www.diagnosticoveterinario.com/casos/avestruces/caso8.htm.
- EDIVET.COM-Aves. *Avestruces: curiosidades y generalidades de la incubación*. www.edivet.com/Aves/Aves.html.
- Fundación para la Innovación Agraria, Ministerio de Agricultura de Chile. *Cría del avestruz*. 1996 www.fiaframe.com.html .
- González, A.; Satterlee, D.G.; Moharer, F. Cadd, G.G.*Factors affecting ostrich egg hatchability*. Poult. Sci. 1999 Sep; 78(9):1257-62.
- Hicks-Allredge, Karen. *Ostrich Reproduction*. American Ostrich. Abril 1994. www.ostriches.org/repro.htm.
- Hoyt, D. F. *Practical methods for estimating volume and fresh weight of birds eggs*. Auk 1979; 96(1):73-77.
- Jeffrey, Joan S.; Martin, Gregory P.; Fanguy, Roy C. *The incubation of Ratite eggs*. www.incubationofratiteeggs.htm.
- Navarro, Joaquín L.; Martella, Mónica B. & Lábaque, Carla. *Incubación artificial y supervivencia de pichones de ñandú en cautiverio*. Libro de Resúmenes de las Jornadas regionales sobre estrategias de conservación de fauna y flora amenazada, 19-21 de Mayo de 1999, La Plata, Argentina. Sesión de Paneles sobre Ornitología. Artículo N° 5.
- Ostrich on Line. www.ostrichonline.com/general/html.
- Preston, F. W. *The volume of an egg*. Auk 91(1):132-138. 1974.
- Rahn, H.; Paganelli, C.V.; Ar, A. *Pores and gas exchange of avian eggs: a review*.j. Exp. Zool. Suppl. 1987;1:165-72.

- Romanoff, A. L. & Romanoff, A.J. *The avian egg*. New York John Wiley & Sons. 1949.
- Sarrasqueta, E. *Incubación y cría de Choique (Pterocnemia pennata) – Primera Parte*. Centro Regional Patagonia Norte. INTA EEA Bariloche. 1995.
- Sauveur, B y de Reviere, M. *Reproducción de las aves*. Ediciones Mundi-Prensa, 1992.
- Smith, Richard N. *The tortoise egg*. Testudo; 1985; 2(3).
- Swart, D.; Rahn, H.; Kock, D. *Nest microclimate and incubation water loss of eggs of the African Ostrich (Struthio camelus var. Domesticus)*. J. Exp. Zool. Suppl. 1987; 1:239-246.
- The American Ostrich Association. *Artificial and natural incubation of ostrich eggs*. www.studbook.co.za/incubate.htm.
- Tuan, R.S. ; Scott W.A., Cohn, Z.A. *Calcium-binding protein of the chick chorioallantoic membrane II. Vitamin K-dependent expression*. J. Cell Biol. 1978 Jun; 77(3):752-61.