

# Efecto del tamaño del huevo en la incubabilidad y el crecimiento post-eclosión en *Rhea americana* en granja

Gabriel Laufer<sup>1</sup>, Enzo Grosso<sup>1</sup>, Matias Arim<sup>1</sup> y Robert Kunin<sup>1</sup>.

## Resumen

La cría en cautiverio del ñandú es una actividad creciente en Uruguay y la región, ávida de estudios en las diferentes etapas del ciclo productivo para su desarrollo. La incubación es generalmente artificial, con escaso conocimiento de requerimientos específicos. El objetivo del presente trabajo fue determinar el efecto del peso del huevo (Ph) en la eclosión porcentual (E), en huevos fértiles, y crecimiento del charabón (Cch). Se realizaron dos experiencias: 1) efecto del Ph en E con huevos (N=2027) incubados en granja a 36°C y 45% de humedad relativa, y 2) efecto de Ph en Cch, para peso de charabones en los días 15 (N=112) y 35 (N=106). Los Ph de rango 550-650g. presentan E de 80%, la cual cae a 70% al alejarse 100g. por encima o debajo de ese entorno. Los huevos de mayor E presentan una pérdida de peso, PP=13% del día cero al 35 de incubación. La PP, dependiente de Ph, es una de las variables que afectan a E. Los resultados de este estudio indican al Ph como un buen indicador de E, útil para manejo diferencial o selección. Cch no es afectado por Ph, lo que sugiere el efecto de otras variables, y no resulta un buen indicador de performance futura en charabones.

## Introducción

La cría de ñandú (*Rhea americana* L.) es una creciente explotación agropecuaria en Uruguay, Argentina y Brasil, basada en el uso sustentable de fauna como estrategia de conservación. Se plantea como una posibilidad de crear una exportación característica, generadora de ingresos y fuentes de trabajo, similar a Sudáfrica con el avestruz *Struthio camelus* (Holtzhausen & Kotzé 1990). Con la intensificación de esta actividad han surgido limitantes en las diferentes etapas del ciclo, por desconocimiento de sus requerimientos.

La investigación científica en incubación artificial de huevos en ñandú ha sido muy pobre, mayormente a escala de laboratorio, y las técnicas utilizadas derivan de reportes de idóneos. A pesar de la experiencia práctica de los criadores, la misma muestra aún deficiencias, presentándose en casos con resultados inferiores a la natural (Almeida 2003) o por debajo de lo esperado por el conocimiento de otras especies, lo que muestra que la misma puede ser mejorada mediante la identificación y optimización de factores condicionantes de la incubabilidad (eclosión de huevos fértiles). Es de esperar que estos factores condicionantes sean los mismos que afectan a otras aves: los inherentes al huevo como calidad, tamaño y características de cáscara y las condiciones de incubación como temperatura, humedad relativa (HR), frecuencia de volteo, ventilación y desinfección (French 1997). La elevada mortalidad embrionaria es atribuida a contaminación, más relevante en esta especie por el manejo de los reproductores a campo (Lábaque et al. 2003) deficiencias en la pérdida de agua y mal posicionamiento.

Mediante un mejor entendimiento de los factores condicionantes, la incubación artificial de ñandú, se podrá optimizar, logrando una mayor calidad de

charabones al día cero y una mayor pructividad, dinamizando toda la cadena productiva por disminución de costos económicos.

El objetivo del presente estudio fue estudiar el efecto del peso del huevo al momento de la puesta (Ph) en la eclosión de huevos fértiles y en el crecimiento posterior del charabón en las primeras semanas de vida en condiciones de granja.

## Materiales y métodos

A partir de datos obtenidos en la incubaduría comercial de Granjas del Sur (Paraje Juncal, Florida, Uruguay), se realizaron dos estudios de incubación. Las incubadoras utilizadas consistieron en máquinas de madera (Santagalli) adaptadas a huevos de ñandú, en las siguientes condiciones: temperatura 36,1 °C, 48 % de HR y volteo automático cada 5 horas.

Los huevos de ñandú fueron extraídos de grupos de reproducción, de proporciones de 3:1 (hembras:machos) con agregados graduales de machos durante la temporada reproductiva - hasta alcanzar 2:1, en densidades aproximadas de 30 animales por hectárea, alimentados en base a concentrados comerciales y pastoreo sobre pasturas mejoradas y agua *ad libitum*. La recolección de huevos fue diaria (a las 17:00 horas), y se trasladaron a la incubaduría ubicada en el mismo establecimiento. Inmediatamente fueron lavados con antisépticos, identificados individualmente mediante etiquetas, se registró el peso del huevo (Ph) con balanza electrónica (apreciación 1g) y puestos a incubar, sin almacenaje ni precalentamiento (Kunin 2001).

Durante el período de incubación se realizó un control de fertilidad y desarrollo embrionario mediante ovoscopías (días 12, 23 y 35), descartándose aquellos con señales de contaminación o sin desarrollo

<sup>1</sup> Sección Ecología Terrestre. Facultad de Ciencias – Universidad de la República. Montevideo, Uruguay. <sup>1</sup>laufer@netgate.com.uy

embrionario visible (infértiles). Al día 35 los huevos fueron pesados y trasladados a máquinas nacedoras (de condiciones similares, sin volteo), y luego de la eclosión, se registró el peso del charabón (Pch) además de indentificarse individualmente. Posterior a la eclosión fueron alojados en una sala aislada (nursery), mantenidos con calor mediante lámparas infrarrojas, suministrándose alimento y agua *ad libitum*. Luego fueron trasladados en cajas de cartón, en grupos de aproximadamente 8 individuos a la granja de cría.

### Estudio 1

Se trabajó con la postura de huevos de la temporada del 31 de agosto de 1999 y al 5 de febrero de 2000, en la que se obtuvieron 2074 huevos, una media de 24.4 huevos por hembra. Debido a roturas en cáscaras, indicadores de posible contaminación y a razones de funcionamiento del establecimiento, 47 huevos fueron descartados y por tanto no utilizados para en el presente análisis (N=2027).

Para el total de huevos se estudió la relación entre fertilidad y Ph, mediante regresión logística, tomando como variable dicotómica de respuesta la fertilidad. En los fértiles se analizó la relación existente entre la incubabilidad como probabilidad de eclosión (E) y Ph, mediante regresión logística, tomando como variable dicotómica de respuesta la eclosión (Hosmer & Lemeshow 1989).

En los huevos eclosionados se obtuvo la relación Pch/Ph y la pérdida de peso desde el día cero al día 35 de incubación (PP).

### Estudio 2

Durante la temporada 2002-2003 se tomó aleatoriamente una muestra de 120 charabones

eclosionados consecutivamente. Se los trasladó en vehículo, unos 80 km., al establecimiento de cría de charabones de Granjas del Sur (Paraje Costa de Pando, Canelones, Uruguay). Como las eclosiones ocurrieron durante 4 días antes de ser trasladados a la granja de cría, se obtuvo dentro del grupo ejemplares de entre 0 y 3 días de estadía en nursery.

En la granja de cría, fueron alojados en 6 potreros (2 x 20 m con un resguardo de 2 x 2 m) dispuestos en forma paralela y adyacentes, en grupos de 20. El manejo realizado fue el convencional para cría intensiva en forma artificial de ratites (deKock 1996, Laufer 2001). Su dieta consistió en un concentrado comercial (prestarter, Rhea Uruguay S.R.L.) *ad libitum*.

Se registró el peso al momento de entrada en estas instalaciones y el peso a los días 15 y 35 de modo de obtener las ganancias respectivas (Cch15 y Cch35). Se registró el número de muertes en esta etapa y se obtuvo la relación entre Pch/Ph. Se analizó el efecto de Ph en Cch15 y Cch35 mediante regresión lineal y el efecto del mantenimiento en nursery mediante un análisis de varianza ANOVA (Sokal & Rohlf 1995).

## Resultados

### Estudio 1

El Ph medio fue de 592 g. (rango=306-710 g., s = 54,9), registrándose un porcentaje de infertilidad de 7%, variable que presenta relación con el peso, donde los huevos de menor tamaño presentan una significativamente menor fertilidad (ver figura 1), descendiendo más fuertemente para huevos de Ph < 480g. ( $y = \exp(2,7 - 0,9 \cdot Ph) / (1 + \exp(2,7 - 0,9 \cdot Ph))$ ;  $\chi^2(1) = 40,571$  p=0,000001).

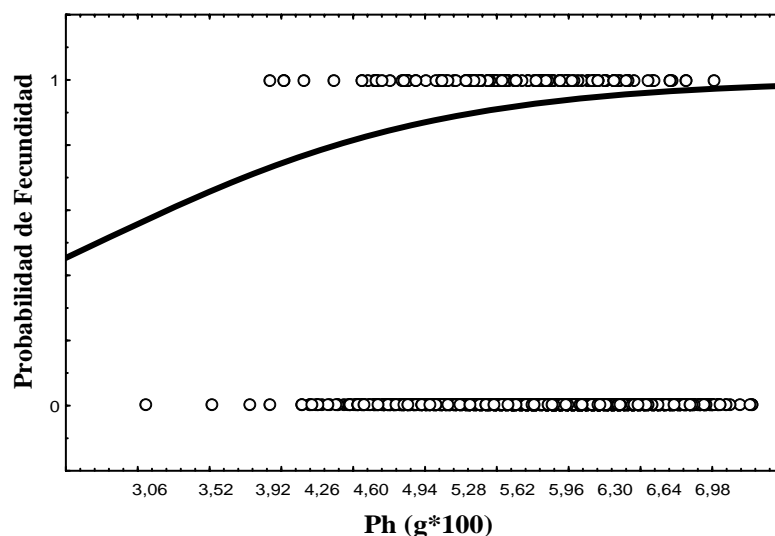


Figura 1. Curva de regresión logística de probabilidad de fecundidad en función del peso inicial del huevo (expresado en g\*100).

Entre los fértiles se dio una eclosión de un 80%, consistiendo el restante 20% en mortalidad embrionaria. Estudiando la probabilidad de eclosión por peso (ver figura 2) se obtiene un intervalo entre 550 y 650 g. para el cual la probabilidad de eclosión es mayor a un 80%. Al alejarse 100g. por encima o debajo de este entorno la

probabilidad de eclosión cae en un 10% y más allá de estos valores se produce una caída aún mayor, más notoria en huevos de pesos bajos ( $y = \exp(-10,6+4 \cdot Ph - 0,3 \cdot Ph^2) / 1 + \exp(-10,6+4 \cdot Ph - 0,3 \cdot Ph^2)$ ;  $\chi^2(2) = 21,285$   $p = 0,00002$ ).

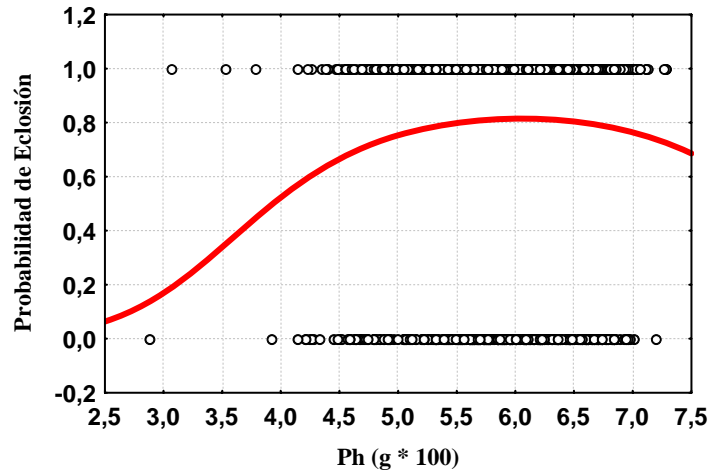


Figura 2. Curva de regresión logística de probabilidad de eclosión en función del peso inicial del huevo (expresado en g\*100).

El peso medio del huevo al día 35 de incubación fue de 516 g. (mín. 294, máx. 654 g,  $s = 37,2$ ), siendo la PP de un 13%. El Pch medio del fue de 375 g. (mín. 236, máx 560 g.,  $s = 37,23$ ), un 64% de Ph.

### Estudio 2

El Ph fue de 618 g. (mín. 341, máx 752 g.,  $s = 69,6$ ) y el Pch fue de 398 g. (mín. 300, máx. 498 g.,  $s = 43,7$ ), y un 64% de Ph.

En los 120 charabones ocurrieron muertes de 8

individuos al día 15, por tanto  $N_{15} = 112$  y 14 individuos al día 35, por tanto  $N_{35} = 106$ . Los ejemplares vivos mostraron un Cch15 de 430 g (mín.= -28 g máx.= 901 g  $s = 164,0$ ) y un Cch35 de 1148 g. (mín.= -181,5 g máx.= 2324,5 g  $s = 438,4$ ). Tanto Cch15 ( $F(3, 107) = 1,8955$ ,  $p = 0,13473$ ) como Cch35 ( $F(3, 101) = 0,33534$ ,  $p = 0,79980$ ) no son afectados por los días en nursery.

El Ph no afectó a Cch15 y aunque mostró una relación significativa ( $P < 0,01$ ) con Cch35, esto explica únicamente un 7,21% de la varianza observada (ver figura 3).

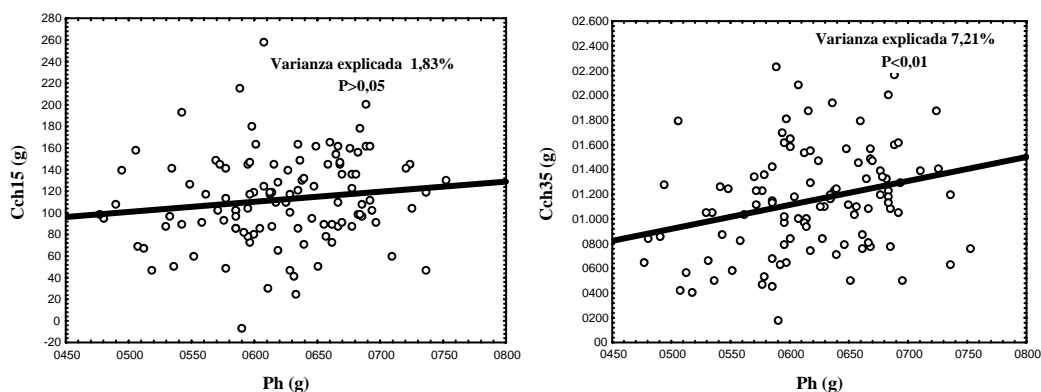


Figura 3: Gráficas de Cch15 y Cch35 en función del peso inicial del huevo. No aparece una relación significativa entre ambas variables para el día 15, y aunque aparece una relación entre estas para el día 35, la misma explica únicamente un 7,21% de la varianza.

## Discusión

En cuanto a la biometría se observa que Ph no difiere mayormente con datos de puestas en cautiverio (Prinzinger et al. 1997, Vleck et al. 1980, Vignolo et al. 1999) ni con los datos de campo (Codonotti 1997), aunque con respecto a estos últimos el rango es mayor. Es la relación Pch/Ph - constante para cada especie - la que difiere con Prinzinger et al. (1997), mientras que en nuestros experimentos fue de un 64% (con un 45% HR) - similar a otros estudios en *R. americana* y *S. camelus* (Deeming et al. 1993, Vignolo et al. 1999) - en sus estudios aparece como 75%. La diferencia podría estar en que Prinzinger et al. (1997) trabajaron con 60-70% HR, y aunque obtuvieron una eclosión de un 100% (N=16), resulta cuestionable su conclusión de que habían trabajado en buenas condiciones. Parece ser que utilizaron una elevada HR, impidiendo una adecuada PP. Estos autores plantean que los charabones de *R. americana* tienen gran cantidad proporcional de yema residual para ser una especie precocial, hecho que debería ser estudiado bajo condiciones adecuadas de incubación, ya que podría estar afectado por la HR, y en campo. Estudios comparativos en condiciones controladas deberían ayudar a comprender mejor las condiciones óptimas de incubación. Estos estudios deberían incluir otras variables, particularmente las que refieren a tipo de cáscara de huevo (Gonzalez et al. 1999).

El porcentaje de huevos infértiles resulta aceptable, y además se debe tener en cuenta que puede estar sobreestimada, por incluir huevos fértiles con muerte embrionaria temprana. Comparando con el rango normal de fertilidad de *S. camelus*, con la mayor experiencia de manejo existente para esa especie, los resultados obtenidos son superiores, comparables con los de las incubadoras de especies domésticas tradicionales (Deeming & Ar 1999, Hicks-Allredge 1998). Esto estaría indicando prácticas adecuadas y recomendables de manejo en los reproductores, otro aspecto que resulta poco conocido para la especie.

La relación existente entre fertilidad y Ph, muestra que para huevos pequeños la infertilidad aumenta en forma considerable, esto podría deberse a que es frecuente la aparición de huevos pequeños carentes de ciertas estructuras y por tanto inviables (observaciones personales), factor importante a tener en cuenta, por ser uno de los condicionantes del éxito de incubación.

El amplio rango de Ph observado puede ser una limitante a tener en cuenta en la incubación artificial, resultaría difícil brindar buenas condiciones de incubación para huevos entre 300 y 700 g., en una misma incubadora. Este amplio rango de relación área:volumen determina diferencias de temperatura, presentando los huevos grandes, con alta tasa metabólica, una mayor retención de temperatura que los pequeños. Además, de las condiciones de humedad que provocan pérdida de peso ideal para pesos medios, causan deshidratación en huevos pequeños y retención de agua en los grandes. Estas alteraciones en el desarrollo estarían provocando la muerte de los embriones (Almeida 2003, Deeming & Ar 1999).

Para las condiciones utilizadas, los huevos de fiandú de pesos intermedios son los que logran un mayor porcentaje de eclosión, al igual que en otras aves como pollos y avestruces (Gonzalez et al. 1999, Morris et al. 1968). Estos huevos de pesos medios, contarían con mayor probabilidad de eclosionar y, aunque el descenso no resulta muy brusco, al alejarse de este entorno disminuye la incubabilidad. En este sentido, estudios experimentales variando las condiciones y considerando más factores, podrían generar el conocimiento de las condiciones ideales para cada grupo de peso de huevos.

Nuestros resultados difieren claramente con Vignolo et al. (1999), quienes encontraron que el éxito de eclosión no dependía del peso inicial del huevo. No contamos con fundamentos para explicar estas diferencias, salvo la claridad y la robustez (debido al alto N) de nuestros análisis.

La permanencia de los charabones en nursery no mostró tener un efecto significativo en su performance posterior, lo que sugiere cuestionar esta práctica habitual de manejo (Sarasqueta 1997). Estudios al respecto deben hacerse de forma tal de poder tomar criterios al respecto eliminándola cuando sea posible o manteniéndola por necesidad, pero no tomándola como una necesidad.

El escaso efecto del Ph en el crecimiento post-eclosión, lo hace un mal indicador de performance futura del charabón. Por tanto este no podría ser a priori un criterio para clasificar calidad de charabones, a diferencia de lo que sucede con el huevo al momento de puesto, el que sí podría clasificarse en categorías tomando el Ph como indicador de calidad (incubabilidad).

De esta forma se puede clasificar para las condiciones utilizadas en este estudio, una calidad superior para un rango de pesos óptimo (550 - 650g.) para el cual resulta muy buena la incubabilidad, y por arriba y debajo del mismo otra calidad inferior. Como recomendaciones de manejo se puede sugerir realizar una incubación diferencial (en condiciones) para huevos por fuera de ese rango o una selección de huevos a incubar, evitando incubar aquellos huevos cuyo Ph signifique un costo económico demasiado alto. La selección sería una práctica recomendable debido a la alta heredabilidad que presenta el tamaño del huevo en aves (Petitte & Davis 1999). De esta forma se iniciaría un proceso de selección, que con las renovaciones de los planteles reproductores iría gradualmente acotando Ph acercándose al rango óptimo.

Aún si la opción resulta el no seleccionar huevos, los huevos de tamaño muy pequeño (Ph<400g.) deberían ser descartados debido a la alta probabilidad de infertilidad y en caso de ser fértiles, la baja probabilidad de eclosión. De esta forma se reduce el problema de tener huevos muertos en la incubadora (potenciales focos de contaminación) y no se ocupa espacio en las máquinas.

La incubación resulta una etapa clave de la cadena productiva, ya que condiciona las siguientes etapas del ciclo. Resulta necesario ampliar la investigación en factores que afectan la incubabilidad en huevos de ñandú, sobre lo cual muy poco se conoce. De esta forma se podrán formular criterios de manejo y optimizar los resultados comerciales de la incubación, logrando un impacto positivo en toda la cadena productiva.

## Agradecimientos

Los autores desean agradecer al personal de los establecimientos que trabajó en la incubación y con los charabones, especialmente a Daniel Piriz y Yoni Suarez y a las empresas que aportaron materiales e insumos para experimentación.

---

## Literatura citada

- Almeida, M. A. (2003) Influências dos sistemas artificial e natural de incubação e criação de emas (*Rhea americana*) nos índices produtivos de criadouros de estado de São Paulo. M.S. Thesis, Reprodução Animal, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo. 75 p.
- Codenotti, T. L. (1997). Fenología reproductiva y biometría de nidos, huevos y pollos del ñandú, *Rhea americana* en Rio Grande do Sul, Brasil. El Hornero 4, 211-223.
- Deeming, D.C. & Ar, A. (1999) Factors affecting the success of commercial incubation. In The ostrich: Biology, production and health, ed. D. C. Deeming. CABI Publishing – University Press, Cambridge. pp. 159-190.
- Deeming, D.C., Ayres, L. & Ayres, F.J. (1993) Observations on the first commercial production of ostrich (*Struthio camelus*) eggs in the UK: incubation. Veterinary Record 132, 602-607.
- French, N. A. (1997). Modeling incubation temperature: the effects of incubator design, embryonic development, and egg size. Poultry Science 76, 124-133.
- Gonzalez, A.; Satterlee, D. G.; Moharer, F. & Cadd G. G. (1999). Factors affecting ostrich egg hatchability. Poultry Science 78, 1257-1262.
- Hicks-Allredge, K. (1998) Ratite reproduction. Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice 14(3), 437-453.
- Holtzhausen, A. & Kotzé, M. (1990) The Ostrich. C.P. Nel Museum, Oudtshoorn, Sudáfrica.
- Hosmer, D.W. & Lemeshow, S. (1989). Applied Logistic Regression. John Wiley y Sons. pp. 307.
- deKock, J. A. (1996) Artificial rearing of chickens. In Guidelines for successful ostrich farming. Little Karoo Agricultural Development Centre, Oudtshoorn, Sudáfrica. pp:18-23.
- Kunin, R. (2001). Reproducción e incubación relacionadas a la sobrevivencia de charabones. Resumen segundo curso anual para criadores de ñandú, Montevideo, Uruguay. pp. 22-25.
- Lábaque, M.C.; Navarro, J.L. & Martella, M.B. (2003). Microbial contamination of artificially incubated Greater Rhea eggs. British Poultry Science 44(3), 355-358.
- Laufer, G. (2001) Modos de manejo de charabones de ñandú (*Rhea americana*). Resumen segundo curso anual para criadores de ñandú, Montevideo, Uruguay. pp. 35-38.
- Navarro, J.L.; Martella, M.B. & Cabrera, M.B. (1998). Fertility of Greater Rhea orphan eggs: conservation and management implications. J. Field Ornithol. 69(1), 117-120.
- Prinzinger, R.; Dietz, V. & Nagel, B. (1997) Respiratory quotient and embryological development of metabolic heat production in the rhea (*Rhea americana*). J. Therm. Biol. 22(3), 223-226.
- Sarasqueta, D. V. (1997). Cría de Ñandúes. In Cría de avestruces, emús y ñandúes. Real Escuela de Avicultura, Barcelona. pp. 327-363.
- Sokal, R.R. & Rohlf, F.J. (1995). Biometry Third Edition. Freeman. pp. 850.
- Vignolo, P.E.; Maceira, N.; Demaría, M.; Navarro, J. & Martella, M. (1999). Incubación artificial y supervivencia de pichones de ñandú (*Rhea americana*) en un criadero experimental. XIX Reunión Argentina de Ecología. Horco Molle, Tucumán.
- Vleck, D.; Vleck, C. M. & Hoyt, D. F. (1980). Metabolism of avian embryos: ontogeny of oxygen consumption in the rhea and emu. Physiol. Zool. 53(2), 125-135.