

UNA TÉCNICA PARA LA ESTIMACIÓN DE LA DENSIDAD Y EL MONITOREO DE POBLACIONES DE INAMBÚ COMÚN (*NOTHURA MACULOSA*) EN AMBIENTES DE PASTIZAL

RAMIRO D. CREGO^{1,2} E IVANA N. MACRI¹

¹ Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata.
Paseo del Bosque s/n, 1900 La Plata, Buenos Aires, Argentina.

² ramirocrego@hotmail.com

RESUMEN.— En este trabajo se propone una técnica para estimar la densidad del Inambú Común (*Nothura maculosa*) y evaluar cuantitativamente sus tendencias poblacionales en ambientes de pastizal. Se estimó la densidad del Inambú Común en la sierras de Tandil, provincia de Buenos Aires, mediante dos técnicas: transectas de ancho variable y transectas de ancho fijo. Para este último caso, se evaluó el supuesto de que la probabilidad de detección dentro del ancho de la transecta es igual a 1. Las estimaciones de densidad obtenidas con ambas técnicas fueron similares (1.20 ind/ha para transectas de ancho variable y 1.16 ind/ha para transectas de ancho fijo). No se encontraron diferencias significativas en la frecuencia promedio de detecciones a distintas distancias de la línea de marcha dentro del ancho de faja. Se concluye que la utilización de transectas de ancho fijo es confiable y eficiente para evaluar, con un mínimo costo, las tendencias poblacionales del Inambú Común en áreas de pastizal y campos de cultivo. La densidad estimada se encuentra entre las más altas reportadas para la provincia, sugiriendo que las sierras de Tandil podrían estar actuando como un refugio para la especie.

PALABRAS CLAVE: conservación, densidad, Inambú Común, monitoreo, *Nothura maculosa*.

ABSTRACT. A TECHNIQUE TO ESTIMATE DENSITY AND MONITOR POPULATIONS OF THE SPOTTED *NOTHURA MACULOSA* IN GRASSLANDS HABITATS.— In this paper we present a technique to estimate densities and quantitatively evaluate population trends of Spotted *Nothura (Nothura maculosa)* in grasslands habitats. We evaluated Spotted *Nothura* density in the hills of Tandil, Buenos Aires Province, using two techniques: line transects with variable width and strip transects. For the latter, we also evaluated the assumption that the probability of detecting an individual within the strip was 1. Density values obtained with both techniques were similar (1.20 ind/ha for variable width transects, and 1.16 ind/ha for strip transects). We did not find significant differences among frequencies of individuals detected at different distances within the strip. We conclude that strip transects constitute a robust and efficient technique to evaluate, with a minimum cost, population trends of Spotted *Nothura* in grasslands and agricultural habitats. Our density estimates are among the highest reported for Buenos Aires Province, suggesting that the hills of Tandil could represent a refuge for this species.

KEY WORDS: conservation, density, monitoring, *Nothura maculosa*, *Spotted Nothura*.

Recibido 5 diciembre 2008, aceptado 12 agosto 2009

El Inambú Común (*Nothura maculosa*) se distribuye en Brasil, Bolivia, Uruguay, Paraguay y la región centro, norte y este de Argentina (del Hoyo et al. 1992, Narosky y Yzurieta 2003). Habita principalmente pastizales naturales o pasturas implantadas con una cobertura variable y cuya vegetación no supera los 50 cm de alto (Bump y Bump 1969). Es un ave caminadora de costumbres solitarias, que raramente puede hallarse en parejas (Hudson 1928).

Desde tiempos históricos los tinámidos han sido cazados intensamente en América Latina. Por ejemplo, en Argentina, unos cinco millones de tinámidos habrían sido cosechados solo durante 1961 (Godoy 1963). Particularmente, el Inambú Común sufre una fuerte presión de la caza, tanto legal como ilegal (Narosky y Canevari 2004). En los pastizales del sur de Brasil es considerada un ave de caza tradicional (Menegheti et al. 1981). Si bien un estudio sugiere que

esta especie puede tolerar la presión de caza controlada (Menegheti 1985c), en ambos países también se ve afectada por la conversión de las tierras para uso agrícola y el uso indiscriminado de agroquímicos. Estas actividades han resultado en una marcada regresión en la abundancia y distribución de un conjunto de especies de aves de pastizal (Fraga et al. 1998, Pinheiro y Lopez 1999, Mosa 2004, Di Giacomo y Krapovickas 2005). Los datos existentes sobre la abundancia de esta especie en Argentina son escasos y en gran parte antiguos (Bump y Bump 1969, Parisi 1994, Bernardos 2002). Esta falta de información ha resultado en un insuficiente desarrollo de planes de monitoreo que permitan evaluar las tendencias poblacionales del Inambú Común.

Distintas técnicas han sido utilizadas para estimar la abundancia de esta especie. En Brasil se han utilizado encuestas realizadas a cazadores elegidos al azar, estimándose la abundancia en función del rendimiento por unidad de esfuerzo (número de animales capturados en una hora de actividad; Menegheti et al. 1981, Menegheti 1985c), un índice estimado en base a las perdices que levantan vuelo por unidad de tiempo de actividad de un perro de caza (Menegheti 1985a, 1985b) y transectas en las que se calcula un índice de abundancia (individuos detectados por km recorrido; Pinheiro y Lopez 1999). En Argentina se han usado transectas de ancho variable recorridas a pie (Parisi 1994, Bernardos 2002), a caballo (Bernardos 2002) y con perros de caza (Bernardos 2002). También se utiliza una variación de la técnica de transecta de ancho fijo que consiste en arrastrar sogas de longitud conocida (ancho de la transecta) y contabilizar los individuos espantados.

Conocer la abundancia y las tendencias poblacionales de estas aves de gran importancia cinegética es fundamental para su manejo y conservación. Para ello es deseable desarrollar planes de monitoreo basados en indicadores válidos, fiables y eficaces; es decir, indicadores cuyos resultados sean confiables y sensibles a los cambios poblacionales, a la vez que sean económicos y de fácil implementación por parte de las autoridades de aplicación. En este trabajo proponemos una técnica para estimar la densidad y evaluar cuantitativamente las tendencias poblacionales del Inambú Común en ambientes de pastizal. Asimismo, presentamos la primera información disponible sobre densidades de Inambú Común en las sierras de Tandil.

MÉTODOS

El muestreo se llevó a cabo durante agosto de 2006 en las sierras de la ciudad de Tandil, provincia de Buenos Aires (37°21'S, 59°06'O). Estas sierras se encuentran en la subregión Pampa Austral y pertenecen a un área valiosa de pastizal, las cerrilladas —llanura periserrana del sistema de Tandilia— donde la vegetación está caracterizada por pajonales dominados por *Paspalum quadrifarium* y flechillares dominados por numerosas especies de los géneros *Stipa* y *Piptochaetium* (Bilenca y Miñarro 2004).

Para evaluar la densidad del Inambú Común se instalaron 18 transectas de 600 m de longitud. Las mismas se localizaron en el terreno utilizando la herramienta de diseño del programa Distance, versión 5.0 Beta 5 (Thomas et al. 2006). En base a una primera línea continua dispuesta al azar, se situó el resto de modo paralelo, separadas 400 m entre sí. A continuación, se definieron las transectas subdividiendo cada línea mediante la selección de puntos de inicio elegidos al azar.

Los muestreos se llevaron a cabo en la época no reproductiva, evitando la presencia de juveniles sin capacidad de vuelo. Se realizaron entre las 10:00–18:00 h, momento a partir del cual la falta de luz dificultaba la correcta visualización de los individuos. Las transectas fueron recorridas por cuatro personas, dos en el centro y dos en los extremos, llevando cada pareja una soga de 16 m de longitud, cubriendo un total de 32 m de ancho (16 m a cada lado del centro de la transecta). Las sogas se arrastraron sobre el suelo con el fin de ahuyentar a los individuos. Se midió la distancia perpendicular desde la posición donde levantaba vuelo cada uno de los individuos registrados hasta la línea de transecta, usando una soga delgada marcada cada 50 cm. La distancia recorrida y la dirección de cada transecta se controlaron mediante la utilización de un geoposicionador satelital.

Los datos obtenidos fueron analizados de dos maneras distintas. En primer lugar, se utilizó el programa Distance, suponiendo transectas de ancho variable (Buckland et al. 2001). Evaluamos las funciones uniforme, semi-normal y de tasa de riesgo, con ajustes polinomiales y en base a cosenos, a fin de ajustar las funciones de detección. Para la elección del mejor modelo de ajuste de la función de detección se usó el Criterio de Información de Akaike. La varianza se calculó de forma empírica. En segundo lugar, se anali-

zaron los datos como transectas de ancho fijo, suponiendo un ancho de faja de 32 m. Se estimó la densidad por transecta como $D = n / w L$, donde n representa el número de detecciones, w el ancho de la transecta y L la distancia de la transecta recorrida. Los datos no presentaron una distribución normal, por lo cual se estimaron la densidad promedio y sus respectivos intervalos de confianza (95%) mediante la técnica de muestreo con reemplazo (*bootstrapping*; Sutherland 1996) usando 1000 repeticiones. La técnica de transecta de ancho fijo supone que dentro del área observada todos los individuos son detectados. Se puso a prueba este supuesto dividiendo el ancho de faja de cada transecta en ocho secciones de 4 m, resultando en cuatro intervalos: 0–4, 4–8, 8–12 y 12–16 m. Suponiendo dentro del primer intervalo una probabilidad de detección de 1, se evaluó si ésta disminuyó significativamente en los restantes intervalos mediante un Prueba de ANOVA de un Factor usando el programa EcoSim (Gotelli y Entsminger 2004). Este programa repite una serie de muestreos con reemplazo (en este análisis se usaron 1000 repeticiones) utilizando los datos de todas las categorías del factor (en este caso cuatro categorías) para finalmente determinar cuánta variación es esperada entre los promedios de las distintas categorías. Luego, F es calculado como en una prueba convencional pero la significación no se determina con respecto a un valor teórico de tabla sino directamente a través de la simulación. A diferencia de otros análisis convencionales, esta prueba no requiere una distribución normal con varianzas homogéneas y es menos sensible a tamaños de muestra pequeños.

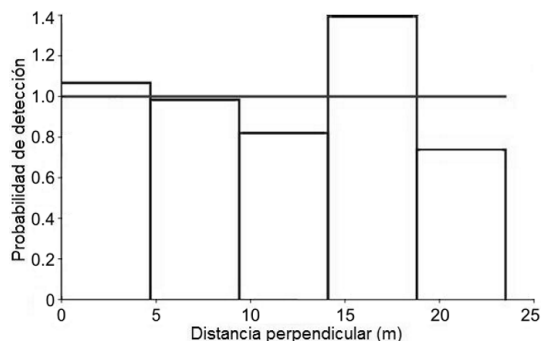


Figura 1. Probabilidad de detección de individuos de Inambú Común (*Nothura maculosa*) en función de la distancia perpendicular a la transecta, trunca a 23.5 m y ajustada al modelo uniforme.

Tabla 1. Densidad del Inambú Común (*Nothura maculosa*) en individuos/ha, su intervalo de confianza (al 95%) y el Coeficiente de Variación (%), estimados utilizando distintos modelos suponiendo transectas de ancho variable. El Criterio de Información de Akaike (AIC) fue utilizado para elegir el mejor modelo.

Modelo	Densidad	IC	CV	AIC
Uniforme				
Coseno	1.20	0.86–1.67	15.8	385.15
Polinomio	1.20	0.86–1.67	15.8	385.15
Tasa de riesgo				
Coseno	1.29	0.91–1.81	16.5	386.11
Semi-normal				
Polinomio	1.26	0.81–1.94	21.7	387.04
Coseno	1.26	0.81–1.94	21.7	387.04

RESULTADOS

En las 18 transectas se recorrió un total de 10.8 km y se detectaron en total 62 individuos de Inambú Común. En el análisis que supone transectas de ancho variable, los datos fueron truncados a 23.5 m, eliminando una detección muy alejada que aportaba muy poca información y dificultaba el modelado de la función de detección (Buckland et al. 2001). Sobre la base de los valores del Criterio de Información de Akaike, el modelo de función uniforme (Fig. 1) fue el que mejor ajustó a los datos. La densidad de Inambú Común estimada fue de 1.20 ind/ha, con un coeficiente de variación de 15.8% (Tabla 1).

Para el análisis que supone transectas de ancho fijo se detectaron 40 individuos dentro de los

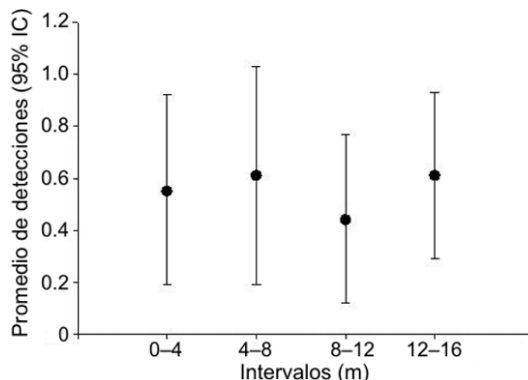


Figura 2. Valores promedio (y su intervalo de confianza al 95%) de detecciones por transecta de Inambú Común (*Nothura maculosa*) para cada uno de cuatro intervalos de 4 m dentro del ancho de faja de la transecta.

32 m de ancho de transecta. La densidad estimada fue de 1.16 ind/ha (Tabla 2) con un coeficiente de variación de 64%. No se observaron diferencias significativas en la frecuencia promedio de detecciones entre los cuatro intervalos de ancho de faja ($F_{\text{observado}} = 0.18$, $F_{\text{simulado}} = 0.78$, $F_{\text{promedio}} = 0.99$, $F_{\text{simulado}} = 0.78$, tamaño del efecto estandarizado: -0.92 , $p_{[\text{observado} \geq \text{esperado}]} = 0.93$, $p_{[\text{observado} \leq \text{esperado}]} = 0.12$; Fig. 2). Esto demuestra que no se habría violado el supuesto de que la detectabilidad dentro del ancho de faja establecido es igual a 1, siendo factible este tipo de análisis.

DISCUSIÓN

En este estudio no se encontraron diferencias significativas en las estimaciones de densidad de Inambú Común realizadas con las distintas técnicas de muestreo y análisis. Los resultados sugieren que el peculiar comportamiento de escape del Inambú Común (permanecer inmóvil entre la vegetación para finalmente escapar en un vuelo corto, ruidoso y parabólico; Narosky y Canevari 2004) permite la detección de la totalidad de los individuos en el área cubierta por la transecta. Sin embargo, los resultados obtenidos suponiendo una transecta de ancho fijo presentaron un elevado coeficiente de variación (64%) y una relativamente baja precisión en la estimación. Este problema podría ser resuelto aumentando la longitud de las transectas, lo cual disminuiría la variabilidad de los datos, resultando en un coeficiente de variación aceptable. La técnica de transecta de ancho fijo usando sogas para contabilizar los individuos espantados resulta eficiente y económica, tanto para implementar un monitoreo como para estimar las densidades que permitan fijar los cotos de caza del Inambú Común en ambientes de pastizal y campos de cultivo.

El monitoreo de los recursos biológicos es un componente clave para su conservación y es imprescindible que los esfuerzos implementados sean eficientes (Nichols y Williams 2006). En el caso del Inambú Común, se han propuesto varias técnicas para estimar su abundancia relativa (Menegheti et al. 1981, Menegheti 1985a, 1985b, 1985c, Pinheiro y Lopez 1999) y absoluta (Parisi 1994, Bernardos 2002) y evaluar sus tendencias poblacionales. La técnica basada en encuestas a cazadores (Menegheti et al. 1981, Menhegeti 1985c) es sencilla, pero no contempla la conducta evasiva que pudieran tener los

Tabla 2. Densidad estimada (ind/ha) e intervalos de confianza (al 95%) de Inambú Común (*Nothura maculosa*) en diferentes localidades de la provincia de Buenos Aires.

Localidad	Densidad	IC	Fuente ^a
Tandil	1.16	0.84–1.53	E
Tres Arroyos	0.36	0.22–0.50	P
Verónica	1.30	0.84–1.76	P
Las Flores	0.43	0.26–0.60	P
Chascomús	1.60	1.16–2.04	P
Chascomús	0.43	-	D
Gral. Belgrano	0.33	-	D
Villarino	0.20	-	D
Tornquist	0.17	-	D
Saavedra	0.16	-	D
Guaminí	0.16	-	D
Brandsen	0.70	-	D
Oli den	0.30	-	D
Lobería	0.15	-	D
Tandil	0.43	-	D
Azul	0.43	-	D
Balcarce	0.15	-	D
Necochea	0.20	-	D

^a E: este estudio, P: Parisi (1994), D: Dirección de Uso de los Recursos Naturales de la provincia de Buenos Aires (datos no publicados).

cazadores en sus respuestas. Parisi (1994) pone en evidencia en sus resultados un desplazamiento lateral en las detecciones, no cumpliéndose uno de los supuestos de la técnica y resultando en estimaciones no confiables. Con las técnicas de abundancia relativa propuestas por Menhegeti (1985a, 1985b) y Pinheiro y Lopez (1999) sería factible diseñar un plan de monitoreo, pero para estimar los cotos de caza se considera más relevante, a igual o menor esfuerzo de muestreo, obtener densidades absolutas. La transecta de ancho variable recorrida usando perros de caza (Bernardos 2002) resulta una técnica robusta y arroja resultados cuantitativos confiables. Sin embargo, la técnica aquí propuesta es más económica y más fácil de implementar, debido a que no se requiere de un perro entrenado ni de medir las distancias perpendiculares a la línea de marcha, e incluso puede realizarse con solo tres personas. Sumado a esto, la sencillez en el análisis de los datos la hace todavía más apropiada.

Si bien las técnicas de muestreo y análisis implementadas son distintas, al comparar los resultados obtenidos para el área de estudio con

los de otros trabajos similares se encuentra que la densidad de Inambú Común estuvo entre las más altas reportadas para la provincia de Buenos Aires (Tabla 2). Esto puede deberse a la ausencia de actividad agrícola y a la baja presión de caza que existe en las sierras de Tandil. Se debería analizar con más detalle la posibilidad de que las sierras actúen como refugio para esta y otras especies. De ser así, habría que generar un área protegida que asegure la conservación de estas áreas valiosas de pastizal pampeano.

AGRADECIMIENTOS

Queremos agradecer a Igor Berkunsky por sus innumerables aportes al trabajo. A Mariana Antonietta, Carolina Baldini, Cecilia González, Mariel Ruiz Blanco, Amalia Cereceto y a la familia Crego por su colaboración en los trabajos de campo. Y especialmente a Emiliano Donadio por las correcciones y aportes al manuscrito.

BIBLIOGRAFÍA CITADA

- BERNARDOS J (2002) *Evaluación de métodos para el censo de la perdiz común (Nothura maculosa) en la provincia de La Pampa*. Tesis de Magíster, Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba
- BILENCA D Y MIÑARO F (2004) *Identificación de áreas valiosas de pastizal en las Pampas y Campos de Argentina, Uruguay y sur de Brasil (AVPs)*. Fundación Vida Silvestre Argentina, Buenos Aires
- BUCKLAND ST, ANDERSON DR, LAAKE JL, BORCHERS DL Y THOMAS L (2001) *Introduction to distance sampling: estimating abundance of biological populations*. Oxford University Press, Oxford
- BUMP G Y BUMP J (1969) *A study of the spotted tinamous and the pale spotted tinamous of Argentina*. US Fish and Wildlife Service Special Scientific Report - Wildlife 120, Washington DC
- DI GIACOMO AS Y KRAPOVICKAS S (2005) Conserving the grassland important bird areas (IBAs) of Southern South America: Argentina, Uruguay, Paraguay, and Brazil. Pp. 1243–1249 in: RALPH CJ Y RICH TD (eds) *Bird conservation implementation and integration in the Americas: proceedings of the Third International Partners in Flight Conference*. USDA Forest Service General Technical Report PSW-GTR-191, Albany
- FRAGA RM, CASANAS H Y PUGNALI G (1998) Natural history and conservation of the endangered Saffron-cowled Blackbird *Xanthopsar flavus* in Argentina. *Bird Conservation International* 8:255–267
- GODOY J (1963) *Fauna silvestre*. Consejo Federal de Inversiones, Buenos Aires
- GOTELLI NJ Y ENTSMINGER GL (2004) *EcoSim: Null models software for ecology. Version 7*. Acquired Intelligence Inc. & Kesey-Bear, Jericho
- DEL HOYO J, ELLIOTT A Y SARGATAL J (1992) *Handbook of the birds of the world. Volume 1. Ostrich to ducks*. Lynx Editions, Barcelona
- HUDSON WH (1928) Las perdices de la Argentina. *Hornero* 4:174–183
- MENEGHETI JO (1985a) Características do recrutamento em *Nothura maculosa* (Temminck, 1815) (Aves, Tinamidae). *Iheringia* 1:5–15
- MENEGHETI JO (1985b) Densidade de *Nothura maculosa* Temminck, 1815 (Aves, Tinamidae): variação anual. *Iheringia* 1:55–69
- MENEGHETI JO (1985c) Características do caça e seus efeitos sobre a população de *Nothura maculosa* Temminck, 1815 (Aves, Tinamidae) no Rio Grande do Sul, Brasil. *Iheringia* 1:87–100
- MENEGHETI JO, SILVA F, VIEIRA MI, BRETSCHNEIDER D Y BURGER MARQUES MI (1981) Spatial and temporal variations of *Nothura maculosa* (Temminck, 1815) from hunting data 1977, in Rio Grande do Sul State, Brasil. *Iheringia* 58:23–30
- MOSA SG (2004) Impact of agriculture and grazing on Pale-spotted (*Nothura darwini*) and Andean (*Nothoprocta pentlandii*) tinamous in the Lerma valley, Salta Province, Argentina. *Ornitología Neotropical* 15 (Suppl):309–315
- NAROSKY T Y CANEVARI P (2004) *100 aves argentinas*. Editorial Albatros, Buenos Aires
- NAROSKY T E YZURIETA D (2003) *Guía para la identificación de las aves de Argentina y Uruguay. Edición de oro*. Vázquez Mazzini Editores, Buenos Aires
- NICHOLS JD Y WILLIAMS BK (2006) Monitoring for conservation. *Trends in Ecology and Evolution* 21:668–673
- PARISI R (1994) Estimación de la densidad de la perdiz común (*Nothura maculosa*) utilizando línea transecta. *Fauna y Flora Silvestre* 1:15–21
- PINHEIRO RT Y LOPEZ G (1999) Abundancia del tinamú manchado (*Nothura maculosa*) y del tinamú alirrojo (*Rhynchotus rufescens*) en un área cinegética del Río Grande Do Sul (Brasil). *Ornitología Neotropical* 10:35–41
- SUTHERLAND WJ (1996) *Ecological census techniques: a handbook*. Cambridge University Press, Cambridge
- THOMAS L, LAAKE JL, STRINDBERG S, MARQUES FFC, BUCKLAND ST, BORCHERS DL, ANDERSON DR, BURNHAM KP, HEDLEY SL, POLLARD JH Y BISHOP JRB (2006) *Distance. Version 5.0, Beta 5*. Research Unit for Wildlife Population Assessment, University of St. Andrews, Fife (URL: <http://www.ruwpa.st-and.ac.uk/distance/>)