

¿PUEDE EL PISOTEO DE LOS CAUQUENES (*CHLOEPHAGA* SPP.) OCASIONAR COMPACTACIÓN DEL SUELO EN CULTIVOS DE TRIGO (*TRITICUM AESTIVUM*)?

PABLO F. PETRACCI^{1,2}

¹ Cátedra Zoología III Vertebrados, Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata.

² Patricios 712, 8000 Bahía Blanca, Buenos Aires, Argentina. pablopetracci@yahoo.com.ar

RESUMEN.— En Argentina los cauquenes (*Chloephaga picta*, *Chloephaga poliocephala* y *Chloephaga rubidiceps*) fueron declarados plaga nacional de la agricultura en 1931, impulsándose planes de control tendientes a reducir su abundancia. Sin embargo, debido a las declinaciones poblacionales documentadas, en la actualidad están declaradas a nivel nacional como Vulnerable, Amenazada y En Peligro de Extinción, respectivamente. Se cree que los cauquenes ocasionan pérdidas económicas por competir con el ganado doméstico por el recurso forrajero y por causar daños sobre cultivos de cereales, principalmente trigo. Además de sus efectos directos, el pastoreo por cauquenes podría tener efectos indirectos a través de la compactación del suelo. Este último efecto se evaluó midiendo la resistencia a la penetración en un cultivo de trigo con áreas pastoreadas por el Cauquén Común (*Chloephaga picta*) y sin pastoreo. La resistencia aumentó con la profundidad pero no mostró diferencias entre las áreas pastoreadas y las no pastoreadas. Bajo las condiciones estudiadas, el pisoteo por cauquenes no incrementó la compactación del suelo, indicando que no representaría un problema que justifique la implementación de medidas de control de estas especies en declinación numérica.

PALABRAS CLAVE: *cauquenes*, *Chloephaga picta*, *compactación*, *pisoteo*, *trigo*.

ABSTRACT. DOES TRAMPLING BY SHELDGEESE (*CHLOEPHAGA* SPP.) CAUSE SOIL COMPACTION IN WHEAT (*TRITICUM AESTIVUM*) FIELDS?— Sheldgeese (*Chloephaga picta*, *Chloephaga poliocephala* y *Chloephaga rubidiceps*) have been considered a pest of agricultural croplands in Argentina since 1931, and different measures have been implemented to control their populations. However, these species have been listed as Vulnerable, Threatened, and Endangered, respectively, because of their reductions in population numbers. It has been suggested that they can impact the economy through grazing and the associated crop losses, especially on wheat. Beyond their potential direct effects, sheldgeese have also been traditionally held responsible for soil compaction through trampling. This idea was tested by comparing soil resistance to penetration in a wheat field in areas grazed and ungrazed by the Upland Goose (*Chloephaga picta*). Soil resistance increased with depth but no differences were found between grazed and ungrazed areas. Trampling by sheldgeese was not associated with soil compaction under the studied conditions, thus it would not represent a problem warranting the implementation of management strategies to control their population numbers.

KEY WORDS: *Chloephaga picta*, *sheldgeese*, *soil compaction*, *trampling*, *wheat*.

Recibido 14 septiembre 2010, aceptado 28 octubre 2011

El género *Chloephaga* agrupa a cinco especies endémicas de América del Sur erróneamente conocidas como “gansos sudamericanos” o “avutardas” (Canevari 1996). Tres de ellas se reproducen en la región patagónica y luego migran hacia el centro de Argentina. El sur y sudoeste de la provincia de Buenos Aires, y en menor medida el noreste de Río Negro y los valles medio e inferior del río homónimo y el este de La Pampa, representa el área principal de invernada de las poblaciones migra-

torias del Cauquén Común (*Chloephaga picta*), el Cauquén Real o Cauquén de Cabeza Gris (*Chloephaga poliocephala*) y el Cauquén Colorado (*Chloephaga rubidiceps*) (Rumboll 1975, 1979, Canevari 1996, Blanco et al. 2003, 2006, 2008, Petracci et al. 2008, 2009). Las tres especies han evidenciado declinaciones numéricas de diversa magnitud y fueron recientemente categorizadas a nivel nacional por la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación como Vulnerable, Amenazada y En

Peligro de Extinción, respectivamente (Resolución N° 348/10). El estatus de conservación del Cauquén Colorado es muy preocupante; las estimaciones poblacionales más recientes arrojan un valor de 900–1178 individuos (Blanco et al. 2006) y durante los últimos años no manifestó signos de recuperación (Vuilleumier 1994, Canevari 1996, de la Balze y Blanco 2002, Blanco et al. 2003, Madsen et al. 2003, Petracci et al. 2008).

Los cauquenes arriban al área de invernada en abril y mayo, permaneciendo hasta agosto, cuando inician la migración hacia las zonas de cría en la Patagonia. Durante la invernada son gregarios y forman bandadas mixtas de tamaño variable, siendo más frecuentes aquellas de menos de 200 individuos (Martin y Tracanna 1983, Martin et al. 1986, Petracci et al. 2008, 2009). Esta área está dominada por un mosaico de agroecosistemas y es una de las zonas productoras de trigo (*Triticum aestivum*) más importante de Argentina (Canevari 1996, Martin et al. 1986, Petracci et al. 2008). Los cauquenes interactúan con los cultivos de trigo por un periodo de tiempo acotado, principalmente sobre el final de su estadía, durante la etapa previa a la migración (Petracci et al. 2008). Por más de siete décadas estas aves fueron percibidas como problemáticas por los productores rurales, creencia que se arraigó y transmitió a lo largo de las generaciones (Martin y Tracanna 1983, Blanco y de la Balze 2006, Petracci et al. 2008). En 1931 las tres especies fueron declaradas plaga nacional por el Decreto N° 1302, sin la existencia de estudios científicos que lo avalaran (Pergolani de Costa 1958, Plotnick 1961, Bucher 1984). En la provincia de Buenos Aires esto fue ratificado por el Decreto N° 8996/86, modificatorio del Decreto N° 110/81, incluyendo como especies plaga de la provincia a las “avutardas” (el Cauquén común y el Cauquén real). Como resultado se impulsaron planes de control en las áreas de cría e invernada tendientes a la reducción sistemática de la abundancia de individuos y no a su manejo conservacionista. La caza plaguicida o de control es una de las mayores presiones que enfrentan en las áreas de invernada (Blanco y de la Balze 2006). Actualmente las tres especies de cauquenes que invernán en la provincia de Buenos Aires están protegidas por la Ley 14038; sin embargo, la caza se sigue desarrollando de forma clandestina (Petracci et al. 2008, 2009). Enmar-

cado en estos antecedentes se originó un conflicto de intereses entre los productores rurales y los cauquenes que se prolongó hasta el presente. Desde el inicio del conflicto se atribuyeron a estas especies pérdidas económicas por competir con el ganado doméstico por el recurso forrajero en las áreas de cría de la precordillera patagónica y por causar daños sobre cultivos de cereales, principalmente el trigo, en las áreas de invernada (Pergolani de Costa 1958, Plotnick 1961, Bucher 1984). En este último caso, los efectos percibidos como negativos son tanto directos (consumo de área foliar y desarraigo de plántulas debido al pastoreo) como indirectos (“quemadura” de los cultivos por el bosteo, el volteo de plántulas y la compactación del suelo por pisoteo) (Martin y Tracanna 1983, Martin 1984, Petracci et al. 2008). Según Martin (1984), la magnitud de la compactación del suelo por pisoteo variaría con el anegamiento del suelo, la condición inicial de las plantas y el clima (e.g., heladas).

La compactación del suelo ocasiona una pérdida de volumen debido al efecto repetitivo y acumulativo producido por las fuerzas externas. Reduce la velocidad de infiltración del agua, disminuye el drenaje, el aire y el oxígeno utilizado por las raíces. Afecta el desarrollo de las plantas de distintas formas: disminuye la biomasa radical (Bowen 1981), genera una menor longitud y superficie de las hojas, retrasa el momento de su aparición (Cook et al. 1996) y produce menor número de macollos y espigas por unidad de superficie (Oussible et al. 1993). En la actividad agropecuaria, estas fuerzas externas pueden ser ocasionadas por implementos de labranza del suelo, cargas producidas por neumáticos de tractores e implementos de arrastre y pisoteo de animales domésticos (Krüger et al. 2005). En suelos arenosos, en los que existe una alta porosidad estructural, la trayectoria de las raíces se direcciona a través de los espacios entre las partículas (Micucci y Menardi 2004). Estudios recientes indican que el efecto a corto plazo del pisoteo animal (en el ciclo de crecimiento de un verdeo invernal) tiene implicancias en las capas más superficiales del suelo, disminuyendo la cantidad de macroporos (los encargados de conducir el agua de lluvia hacia las capas más profundas). Dicha pérdida parece ser más importante en la labranza convencional que en la siembra directa (Kießling et al., datos no publicados). De esta forma, se modi-

fican las condiciones originales propicias para el crecimiento radicular de las plántulas. Superados ciertos niveles críticos sumarían una complicación adicional al asentamiento natural de la superficie del suelo, perjudicando el desarrollo de los cultivos ocasionando una menor producción (Krüger et al. 2005).

La resistencia a la penetración o resistencia mecánica está relacionada con el crecimiento de las raíces y la productividad de los cultivos (Cerana et al. 2004). Está definida como la fuerza necesaria aplicada por unidad de superficie para introducir una punta cónica hasta una cierta profundidad del suelo (Bradford 1986). El umbral de penetración de las raíces está muy ligado a una baja resistencia y resulta inversamente proporcional a la producción de los cultivos (Micucci y Menardi 2004). La resistencia a la penetración ha sido ampliamente utilizada para la identificación y caracterización de capas densificadas por efectos de laboreo (Cerana et al. 2004).

El efecto del pisoteo por gansos o especies afines sobre suelos cultivados ha sido escasamente estudiado. Los pocos estudios indican que el pisoteo ocasionado por estas aves no produciría cambios estructurales, de compactación o en la capacidad de infiltración (Groot Bruinderink 1989, Summers 1990). Hasta el momento no se ha cuantificado la magnitud de los efectos del pisoteo de los cauquenes

sobre el suelo pese a que se les atribuye un impacto negativo. El objetivo de este estudio es evaluar la resistencia mecánica del suelo a la compresión debida al efecto del pisoteo de los cauquenes y verificar la existencia de compactación como efecto derivado de la actividad de alimentación de los mismos en un cultivo de trigo sembrado mediante labranza convencional. También se pretende generar información de base, establecer lineamientos generales para la realización de estudios más complejos y sentar un primer precedente tendiente a revertir la percepción actual del sector rural sobre estas aves.

MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo durante el invierno de 2007 en el Establecimiento Lonco-Hue (38°46'S, 61°39'O), ubicado en el partido de Coronel Dorrego, provincia de Buenos Aires (Fig. 1). Coronel Dorrego se localiza al sudoeste de la provincia y su principal actividad económica es la producción agrícola con predominio de cultivos de cereales y, en menor medida, la cría de ganado vacuno. Es un área de topografía llana, con una suave ondulación hacia el oeste y pendiente moderada hacia al mar, determinando una red hidrográfica exorreica que asegura el normal escurrimiento de los excesos de agua. Según Burgos y Vidal (1951) el clima es templado subhúmedo seco a subhúmedo húmedo con influencia marítima. El total de precipitaciones ocurridas en agosto de 2007 fue extremadamente bajo, con 21 mm los días 1, 10, 15 y 26, con valores que oscilaron entre 1–26 mm (Barriolo 2007). Las precipitaciones acumuladas durante el período enero–agosto de 2007 fueron un 17% inferiores al promedio de los últimos 30 años. La temperatura promedio anual es de 14 °C, con una marcada oscilación entre los valores máximos (41.5 °C en verano) y mínimos (-7 °C en invierno). Las heladas se extienden desde fines de marzo hasta principios de noviembre. Según Van Wambeke y Scoppa (1977) el área de estudio se encuentra en una transición de régimen de humedad ústico a údico. En rasgos generales el suelo de la zona se clasifica como un complejo de Argiustol típico (Salazar Lea Plaza y Moscatelli 1989) con una textura franco-arenosa (L Landa, com. pers.).

Para evaluar el efecto del pisoteo se escogió un potrero de 36.9 ha sembrado con trigo can-



Figura 1. Ubicación geográfica aproximada del área de estudio en el partido de Coronel Dorrego, provincia de Buenos Aires.

deal durante los primeros días de julio de 2007 mediante labranza convencional. En ese momento los sectores pastoreados evidenciaban una marcada pérdida de área foliar y suelo desnudo. Cuando se hicieron las mediciones había malezas, principalmente *Polygonum* sp. y *Bowlesia incana*, que fueron posteriormente controladas con herbicidas. A comienzos de agosto, en el potrero había bandadas de Cauquén Común alimentándose y ya se podían observar indicios del pastoreo. El peso de los individuos adultos de esta especie varía tanto entre sexos como entre regiones geográficas (Martin 1984). Hasta el momento se desconoce con exactitud la procedencia de las aves que arriban a Buenos Aires (Plotnick 1961). Los pesos promedio (\pm DE) registrados en tres localidades de la Patagonia para machos y hembras, respectivamente, son los siguientes: (1) 3344 g y 2532 g (San Carlos de Bariloche, Río Negro), (2) 3094.0 \pm 50.5 g y 2619 \pm 20 g (Esquel, Chubut), y (3) 3236.3 g y 2821.5 g (Tierra del Fuego) (Martin 1984).

Se midió la compactación del suelo en áreas pisoteadas y no pisoteadas, seleccionados al azar dentro del potrero. El 5 de agosto de 2007 se marcaron con estacas de madera de sección cuadrangular 20 áreas o unidades experimentales de 1.5 \times 1.5 m (2.25 m²), 10 que presentaban signos de pastoreo y que habían sido pisoteadas intensamente por cauquenes y 10 controles que fueron clausurados con alambre tejido al inicio del crecimiento del cultivo para impedir el acceso de las aves (Tracanna y Ferreira 1984). En las áreas pisoteadas no se colocó alambre tejido para permitir que las aves siguieran con su actividad normal. Las unidades experimentales se instalaron con posterioridad a la aparición de las aves y al momento de hacer las mediciones los sectores pisoteados tenían huellas en toda la superficie.

Como indicador de la intensidad de la actividad de los cauquenes en las áreas pisoteadas se utilizó el número de fecas (Summers y Critchley 1990, Patterson 1991). Durante el periodo de estudio se visitó el área con una frecuencia promedio de tres días, se recolectaron y removieron las fecas producidas por las aves y se calculó la densidad acumulada (fecas/m²). Este valor fue convertido a "horas cauquén" (tiempo de alimentación de las aves) usando una tasa de defecación de una feca cada 4 min (Summers y Grieve 1982, Summers y McAdam 1993).

En cada una de las unidades experimentales se midió la resistencia a la penetración con un penetrómetro de cono (CN-970 SOILTEST Inc., Lake Bluff, Illinois) accionado en forma manual, de 17 pulgadas de varilla graduada, 30° de cono y punta de tamaño pequeño (12.83 mm de diámetro) (Bradford 1986). La penetrometría es una de las herramientas más utilizadas como diagnóstico inicial en estudios sobre la calidad física del suelo (Breune et al. 1996). El penetrómetro es fácil de usar, permite realizar múltiples mediciones de forma rápida y económica, y compensar la elevada variabilidad horizontal que tienen los suelos agrícolas en relación a este parámetro (Cerana et al. 2004, Jorajuría 2004). Las mediciones de resistencia se realizaron a profundidades de 0–2.5 cm, 2.5–5.0 cm, 5.0–7.5 cm, 7.5–10.0 cm y 10.0–12.5 cm durante la etapa de inicio del macollaje, el 24 de agosto de 2007. La velocidad con la que se introdujo el penetrómetro siguió los lineamientos generales y normas de la American Society of Agricultural Engineers, teniendo en consideración además el trabajo de Turnage (1973). Para los tratamientos con pisoteo el penetrómetro fue colocado en el centro de la huella de los cauquenes. En cada caso se hicieron cinco repeticiones al azar (Summers 1990). Los valores medidos fueron multiplicados por un factor de conversión (0.0094), transformados a unidades de presión (megapascuales, MPa) y promediados, obteniéndose así un índice de cono. Los promedios de estos valores para cada una de las profundidades obtenidos en ambos tratamientos se compararon mediante la Prueba t de Student.

RESULTADOS

Durante el periodo de estudio solo se registró la presencia del Cauquén Común alimentándose en el área de estudio, con un máximo de 119 individuos el 6 de agosto de 2007. El diseño del estudio no representó un obstáculo para las aves y no se observaron alteraciones en el comportamiento de alimentación ni en el uso del potrero una vez colocadas las estacas y clausuras de alambre tejido. El trigo fue pastoreado y pisoteado por los cauquenes desde la etapa previa al macollaje hasta que migraron; el 22 de agosto de 2007 no quedaba ningún individuo en el área de estudio. En rasgos generales, la actividad diaria de los cauquenes estuvo caracterizada por un patrón de com-

Tabla 1. Valores promedio (\pm DE) de resistencia a la penetración (en MPa) para cinco profundidades en suelos de áreas pisoteadas por cauquenes y sin pisoteo en un cultivo de trigo en el partido de Coronel Dorrego, provincia de Buenos Aires.

Profundidad (cm)	Pisoteado	Sin pisoteo	<i>t</i>	<i>P</i>
0–2.5	0.24 \pm 0.08	0.24 \pm 0.05	$t_{15,6} = -0.13$	0.9
2.5–5.0	0.42 \pm 0.13	0.46 \pm 0.06	$t_{12,2} = 1.00$	0.3
5.0–7.5	0.59 \pm 0.17	0.66 \pm 0.11	$t_{15,5} = 1.13$	0.3
7.5–10.0	0.98 \pm 0.25	1.01 \pm 0.23	$t_{17,9} = 0.30$	0.7
10.0–12.5	1.45 \pm 0.36	1.55 \pm 0.33	$t_{17,9} = 0.70$	0.5

portamiento repetitivo: el arribo de los individuos al potrero con las primeras luces del amanecer y la partida hacia los dormideros al atardecer. Mientras permanecieron en el potrero, las aves no se alimentaron durante todo el día sino que alternaron períodos de alimentación con otros comportamientos como el descanso y el acicalamiento. Tampoco frecuentaron el mismo potrero durante todo el periodo de estudio, sino que alternaron con visitas a un potrero vecino, también sembrado con trigo. Las bandadas se alimentaron principalmente en el centro del potrero, evitando aproximarse a los alambrados y caminos de tierra cercanos, quedando así una franja de varios metros sin pastorear. El número de fecas acumuladas en las áreas pisoteadas varió entre 5–10, con una densidad acumulada promedio de 30.9 fecas/m², que corresponde a un total de 2 "horas cauquén"/m².

Los valores mínimos de resistencia a la penetración se presentaron en las capas superficiales del suelo (0–2.5 cm); estos se fueron incrementando progresivamente con la profundidad hasta alcanzar los mayores valores a la profundidad máxima analizada (Tabla 1). Estos resultados están dentro de los parámetros esperados para un tipo de suelo con estas características. No se observaron diferencias significativas en los valores promedio de resistencia a la penetración entre las áreas pisoteadas y sin pisoteo para ninguna de las cinco profundidades estudiadas (Tabla 1).

DISCUSIÓN

La actividad de los cauquenes no estuvo asociada a valores de compactación del suelo que generen algún tipo de complicación extra al

normal desarrollo del cultivo de trigo bajo la influencia de las condiciones edáficas y de manejo propias del lote. El valor crítico o limitante de resistencia a la penetración que detiene la elongación radical de los cultivos es discutido. Se ubica en un rango entre 0.8–5.0 MPa, dependiendo del tipo de suelo y cultivo, aceptándose en general un valor de 2 MPa (Eavis et al. 1969). Este valor indicaría una posible afectación del crecimiento radicular, ya que para un amplio rango de especies de plantas el valor promedio de la máxima presión de crecimiento fluctúa entre 0.9–1.3 MPa. Cuando la resistencia mecánica en el suelo supera este punto, el crecimiento radicular puede verse afectado en las etapas tempranas del desarrollo del cultivo. Los valores encontrados no afectarían este desarrollo al estado de planta adulta, ya que en etapas más avanzadas el umbral de resistencia a la penetración se extiende hasta valores de 2.0–2.5 MPa (Grant y Lafond 1993).

El mes de agosto de 2007 se caracterizó por las escasas precipitaciones y la baja humedad en el suelo. La resistencia mecánica se relaciona inversamente con la humedad del suelo y afecta tanto a la penetración de la sembradora como a la emergencia de las plántulas y el desarrollo de las raíces del cultivo (Krüger et al. 2005). Generalmente se recomienda realizar las mediciones de esta variable a capacidad de campo (Carter 1992), algo que no fue considerado en este trabajo. No obstante, en los suelos arenosos la resistencia no dependería del contenido de humedad sino que estaría directamente relacionada con su densidad aparente (la relación entre una masa de suelo y el volumen que ocupa) (Cerisola 2004). En general, la resistencia aumenta con la densi-

dad aparente y disminuye con el contenido de humedad. Según Jorajuría (2004), la resistencia a la penetración como único dato no es suficiente para definir las propiedades mecánicas del suelo. El índice de cono es un parámetro compuesto que refleja características combinadas de presión y corte del suelo, y la contribución de cada uno de ellos no es fácilmente diferenciable (Mc Kyes 1985). Además, estos últimos factores varían con el porcentaje de humedad, de manera tal que a medida que ésta aumenta es más complicado interpretar los resultados (Jorajuría 2004). La densidad aparente, a su vez, guarda relación con la porosidad del suelo y con la posibilidad de los cultivos de desarrollar sus raíces. Esta última variable tampoco fue considerada ya que suele medirse en suelos con porcentajes de humedad intermedios a elevados, debido a que bajo esas condiciones es cuando se generan los mayores problemas de compactación (Jorajuría 2004). Este tipo de estudios debería replicarse bajo condiciones de mayor humedad en el suelo, considerando además su densidad aparente.

Según la opinión de productores rurales encuestados en la provincia de Buenos Aires (Petracci, datos no publicados), los cauquenes no frecuentan los potreros cultivados con trigo cuando las plántulas están emergiendo (i.e., cuando son más vulnerables a la compactación y al desarraigo). El trigo es pastoreado cuando se encuentra en el estado previo al macollaje, pero el tiempo de interacción entre los cauquenes y el trigo es relativamente corto ya que estas aves comienzan a migrar en agosto (Petracci et al. 2008). Martin y Tracanna (1983) mencionan que la compactación del suelo ocurriría en aquellos lotes en los cuales se acumula cierta cantidad de agua debido al escurrimiento deficiente. Estos casos aislados representan porcentajes despreciables y no revisten mayor importancia, ya que pueden revertirse con labranzas profundas localizadas. En estas situaciones no se justificaría la implementación de medidas de manejo del cultivo y, en particular, de control de los cauquenes. El valor promedio de la superficie de presión de los cauquenes es de 54 g/cm² (Martin 1984), mucho menor comparado con el de una oveja (740–950 g/cm²) o una vaca (1280–1600 g/cm²), especies domésticas que son utilizadas ocasionalmente para el pastoreo del trigo doble propósito. El peso de los

cauquenes no sería lo suficientemente elevado como para producir algún efecto de compactación sobre el cultivo de trigo sembrado bajo labranza convencional con las características edáficas descritas. Este estudio se realizó con la especie de cauquén de mayor biomasa, por lo que es probable que las otras dos especies, de menor tamaño, se comporten de la misma forma con respecto a la compactación del suelo.

Summers (1990) evaluó la compactación y la capacidad de infiltración producida por *Branta bernicla* en cultivos de trigo en sectores con y sin pastoreo. En dos de los tres sectores hubo un incremento en la resistencia al corte del suelo en relación a la intensidad de pastoreo, con un incremento leve en la compactación. Sin embargo, no hubo diferencias significativas en la capacidad de infiltración, indicando que el pisoteo no produjo sellado superficial del suelo. Resultados similares fueron hallados por Groot Bruinderink (1989) para diferentes especies de gansos silvestres.

El efecto del pastoreo del trigo por parte de los cauquenes es percibido como un problema de mayor relevancia que el pisoteo. Petracci et al. (datos no publicados) estudiaron el efecto del pastoreo del trigo candeal en dos tratamientos (con y sin pastoreo) midiendo el rinde final de granos, el peso de los granos y el número de espigas. Los resultados no arrojaron diferencias estadísticamente significativas entre ambos tratamientos. Estas observaciones, aunque preliminares, fueron coincidentes en parte con el estudio de Tracanna y Ferreira (1984). En otras especies de gansos estos estudios suelen mostrar resultados diversos, habiéndose registrado pérdidas, efectos nulos e incluso positivos (Owen 1990, Summers 1990, Patterson 1991, Teunissen 1991). En lo que se refiere al consumo de especies de plantas en pastizales del norte de la Patagonia, Martin et al. (1996) llegaron a la conclusión de que el Cauquén Común es un competidor de escasa importancia para el ganado doméstico.

Este estudio es el primero que se realiza para evaluar el efecto del pisoteo producido por los cauquenes. Su principal limitación está relacionada con el diseño experimental, debido a la falta de réplicas espaciales y temporales de los muestreos, aspectos que deberán ser tenidos en cuenta en estudios futuros. Los resultados obtenidos sugieren la necesidad de un mayor y mejor conocimiento de los efectos

derivados de la actividad de alimentación de los cauquenes en los agroecosistemas de la región bonaerense. En el esquema actual de manejo, seguir considerando a estas especies como plaga solo contribuirá a empeorar su ya delicado estado de conservación, situación agravada por la transmisión de conceptos y creencias erróneas entre el sector rural e, incluso, la comunidad en general. El concepto tradicional de plaga debería reemplazarse por un concepto de "situación", separando el efecto o daño (en caso de demostrarse) de la especie que lo ocasiona, más aún en el caso de aves endémicas y migratorias amenazadas. A dicha "situación" habría que arribar con datos científicos que sustenten la toma de decisiones acordes con los criterios conservacionistas, promoviendo el manejo integrado de los cauquenes, los cultivos y los productores rurales.

AGRADECIMIENTOS

Deseo expresar mi profunda gratitud al Ing. Ricardo Bergh, investigador de la Chacra Experimental Integrada (CEI) Barrow del INTA. Su colaboración desinteresada y generosidad hicieron que este trabajo pudiera concretarse. Dedico este estudio a su memoria. Además, agradezco al Director de la CEI Barrow, Ing. Carlos Bertucci, por facilitarme los canales de diálogo con los técnicos del INTA y también por el uso del penetrómetro. A Leandro Castelli y Martín Carrizo por su ayuda invaluable durante las tareas de medición a campo, al Dr. Kaspar Delhey por sus aportes en el análisis estadístico de los datos y al Dr. Luciano La Sala por sus comentarios generales. A los Sres. Guillermo García y Leonardo Landa por permitirme el acceso al Establecimiento Lonco-Hue. Un especial agradecimiento al Dr. Rolf Delhey por la determinación de las malezas. Al Ing. Martín Zamora de la CEI Barrow por el aporte de información relevante para el desarrollo del trabajo. Este trabajo fue financiado parcialmente por la Beca de Entrenamiento para Alumnos Universitarios de la Comisión de Investigaciones Científicas de la provincia de Buenos Aires (CIC) otorgada al autor en el período 2006–2007.

BIBLIOGRAFÍA CITADA

DE LA BALZE V Y BLANCO DE (2002) El cauquén Colorado (*Chloephaga rubidiceps*): una especie amenazada por la caza de avutardas. Pp. 119–122 en: BLANCO DE, BELTRÁN J Y DE LA BALZE V (eds) *Primer Taller sobre la Caza de Aves Acuáticas: hacia una estrategia para el uso sustentable de los recursos de los humedales*. Wetlands International, Buenos Aires

BARRIOLO MJ (2007) *Informe mensual RIAP*. Chacra Experimental Integrada Barrow, Centro Regional Buenos Aires Sur, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Buenos Aires

BLANCO DE Y DE LA BALZE VM (2006) Harvest of migratory geese (*Chloephaga* spp.) in Argentina: an overview of the present situation. Pp. 870–873 en: BOERE GC, GALBRAITH CA Y STROUD DA (eds) *Waterbirds around the world. A global overview of the conservation, management and research of the world's waterbird flyways*. The Stationery Office, Edimburgo

BLANCO DE, DE LA BALZE VM Y LÓPEZ-LANÚS B (2008) *Situación actual y propuesta de acciones para la conservación del Cauquén Colorado y otras especies de cauquenes o "avutardas" en el sur de la provincia de Buenos Aires*. Wetlands International/Fundación Humedales, Buenos Aires

BLANCO DE, MATUS R, BLANK O, DE LA BALZE VM Y ZALBA SM (2006) The Ruddy-headed Goose *Chloephaga rubidiceps* mainland population: a flyway perspective. Pp. 195–196 en: BOERE GC, GALBRAITH CA Y STROUD DA (eds) *Waterbirds around the world. A global overview of the conservation, management and research of the world's waterbird flyways*. The Stationery Office, Edimburgo

BLANCO DE, ZALBA SM, BELENGUER CJ, PUGNALI G Y RODRÍGUEZ GOÑI H (2003) Status and conservation of the ruddy-headed goose *Chloephaga rubidiceps* Sclater (Aves, Anatidae) in its wintering ground (Province of Buenos Aires, Argentina). *Revista Chilena de Historia Natural* 76:47–55

BOWEN H (1981) Alleviating mechanical impedance. Pp. 21–57 en: ARKIN CE Y TAYLOR HM (eds) *Modifying the root environment to reduce crop stress*. American Society of Agricultural Engineers, St. Joseph

BRADFORD JL (1986) Penetrability. Pp. 463–478 en: KLUTE A (ed) *Methods of soil analysis. Part 1*. Segunda edición. American Society of Agronomy y Soil Science Society of America, Madison

BREUNE I, NOLIN MC, CARON J Y TESSIER S (1996) La pénétrométrie et son utilisation dans la caractérisation de la qualité des sols. *Agrosol* 9:13–21

BUCHER EH (1984) *Las aves como plaga en la Argentina*. Centro de Zoología Aplicada, Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba

BURGOS J Y VIDAL A (1951) Los climas de la República Argentina según la nueva clasificación de Thorntwaite. *Meteoros* 1:3–32

CANEVARI P (1996) The Austral Geese (*Chloephaga* spp.) of southern Argentina and Chile: a review of its current status. *Gibier, Faune Sauvage* 13:335–366

CARTER MR (1992) Characterizing the soil physical condition in reduced tillage systems for winter wheat on a fine sandy loam using small cores. *Canadian Journal of Soil Science* 72:395–402

CERANA J, POZZOLO O, BENAVÍDEZ R, RIVAROLA S, WILSON M Y DE BATTISTA JJ (2004) La determinación de la resistencia mecánica a la penetración, para la evaluación de la sustentabilidad de los sistemas

- productivos. Pp. 55–73 en: FILGUEIRA RR Y MICUCCI FG (eds) *Metodologías físicas para la investigación del suelo: penetrometría e infiltrometría*. Editorial de la Universidad de La Plata, La Plata
- CERISOLA C (2004) Uso del penetrómetro en un modelo lineal para estimar la densidad aparente seca de un suelo. Pp. 75–82 en: FILGUEIRA RR Y MICUCCI FG (eds) *Metodologías físicas para la investigación del suelo: penetrometría e infiltrometría*. Editorial de la Universidad de La Plata, La Plata
- COOK A, MARRIOT C, SEEL W Y MULLINS C (1996) Effect of soil mechanical impedance on root and shoot growth of *Lolium perenne* L., *Agrostis capillaris* and *Trifolium repens* L. *Journal of Experimental Botany* 47:1075–1084
- EAVIS BW, RATCLIFF LE Y TAYLOR HM (1969) Use of dead load technique to determine axial root growth pressure. *Agronomy Journal* 61:640–643
- GRANT CA Y LAFOND GP (1993) The effects of tillage systems and crop sequences on soil bulk density and penetration resistance on clay soil in southern Saskatchewan. *Canadian Journal of Soil Science* 73:223–232
- GROOT BRUINDERINK GWTA (1989) The impact of wild geese visiting improved grasslands in the Netherlands. *Journal of Applied Ecology* 26:131–146
- JORAJURÍA D (2004) La resistencia a la penetración como parámetro mecánico del suelo. Pp. 43–53 en: FILGUEIRA RR Y MICUCCI FG (eds) *Metodologías físicas para la investigación del suelo: penetrometría e infiltrometría*. Editorial de la Universidad de La Plata, La Plata
- KRÜGER HR, VENANZI S Y DE SA PEREIRA E (2005) Efecto del pisoteo por animales en planteos de siembra directa. Pp. 27–30 en: INTA (ed) *Indicadores de calidad física de suelos*. Estación Experimental Agropecuaria General Villegas, Centro Regional Buenos Aires Norte, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Buenos Aires
- MADSEN J, MATUS R, BLANK O, BENEGAS L, MATEAZZI G Y BLANCO DE (2003) Population status of the Ruddy-headed Goose (*Chloephaga rubidiceps*) in Tierra del Fuego and mainland Patagonia (Chile and Argentina). *Ornitología Neotropical* 14:15–28
- MARTIN SI (1984) La avutarda magallánica (*Chloephaga picta*) en la Patagonia: su ecología, alimentación, densidad y control. *IDIA* 429–432:6–24
- MARTIN S, DURANOÑA G Y BONINO N (1996) Ingestión y eficiencia digestiva del Cauquén común *Chloephaga picta* (Anseriformes: Anatidae) en la Patagonia, Argentina. *Vida Silvestre Neotropical* 5:40–44
- MARTIN SI Y TRACANNA NA (1983) *Plan de estudios y control de avutardas*. Departamento de Sanidad Vegetal, Ministerio de Asuntos Agrarios de la Provincia de Buenos Aires, La Plata
- MARTIN SI, TRACANNA NA Y SUMMERS R (1986) Distribution and habitat use by Sheldgeese populations wintering in Buenos Aires province, Argentina. *Wildfowl* 37:55–62
- MC KYES E (1985) *Soil cutting and tillage*. Elsevier, Amsterdam
- MICUCCI CA Y MENARDI RL (2004) Propuesta tentativa para un sacamuestras dinámico de uso extendido (S.U.E.). Pp. 17–28 en: FILGUEIRA RR Y MICUCCI FG (eds) *Metodologías físicas para la investigación del suelo: penetrometría e infiltrometría*. Editorial de la Universidad de La Plata, La Plata
- OUSSIBLE M, ALLMARAS R, WYCH R Y CROCKSTON R (1993) Subsurface compaction effects on tillering and nitrogen accumulation in wheat. *Agronomy Journal* 85:619–625
- OWEN M (1990) The damage-conservation interface illustrated by geese. *Ibis* 132:238–252
- PATTERSON IJ (1991) Conflict between geese and agriculture—does goose grazing cause damage to crops? *Ardea* 79:179–186
- PERGOLANI DE COSTA MJI (1958) Las avutardas: especies que dañan los cereales y las pasturas. *IDIA* 88:1–8
- PETRACCI PF, IBÁÑEZ H, SCOROLLI A, COZZANI N, BLANCO D, DE LA BALZE V, FORCELLI D, GOLDFEDER S, MAC LEAN D, CARRIZO M, ZAMORANO M, CEREGHETTI J, SARRIÁ R Y VEIGA J (2008) *Monitoreo poblacional de cauquenes (Chloephaga spp.) migratorios en las provincias de Buenos Aires y Río Negro. Una actualización sobre su estado crítico de conservación*. Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación, Buenos Aires
- PETRACCI PF, IBÁÑEZ H, SCOROLLI A, FAILLÁ M, BLANCO D, FORCELLI D, COZZANI N, DE LA BALZE V, MAC-LEAN D, LÓPEZ-LANÚS B, CARRIZO M, SARRIA R, BOGDAS-CHEWSKY R, CEREGHETTI J, LEÓN M, DÍAZ L, ARECO A, GIOVINE P, BUSTAMANTE C, VEIGA J, SOTELLO M, URIOSTE M Y DELARADA S (2009) *Monitoreo poblacional de cauquenes migratorios (Chloephaga spp.) en las provincias de Buenos Aires y Río Negro, julio de 2008*. Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación, Buenos Aires
- PLOTNICK R (1961) La avutarda de pecho rayado. Zoogeografía, sistemática y control. *IDIA* 157:9–22
- RUMBOLL MAE (1975) Notas sobre Anseriformes. *Hornero* 11:315–317
- RUMBOLL MAE (1979) El estado actual de *Chloephaga rubidiceps*. *Acta Zoológica Lilloana* 34:153–154
- SALAZAR LEA PLAZA JC Y MOSCATELLI G (1989) *Mapa de suelos de la Provincia de Buenos Aires*. Editorial Edipubli, Buenos Aires
- SUMMERS RW (1990) The effect on winter wheat of grazing by Brent Geese *Branta bernicla*. *Journal of Applied Ecology* 27:821–833
- SUMMERS RW Y CRITCHLEY CN (1990) Use of grassland and field selection by Brent Geese *Branta bernicla*. *Journal of Applied Ecology* 27:834–846
- SUMMERS R Y GRIEVE A (1982) Diet, feeding behavior and food intake of the Upland goose (*Chloephaga picta*) and Ruddy-headed goose (*C. rubidiceps*) in the Falkland Islands. *Journal of Applied Ecology* 19:783–804
- SUMMERS RW Y MCADAM J (1993) *The Upland Goose. A study of the interaction between geese, sheep and man in the Falkland Islands*. Bluntisham Books, Bluntisham

- TEUNISSEN WA (1991) Type, assessment and extent of damage to crops by geese. Pp. 37–46 en: VAN ROOMEN M Y MADSEN J (eds) *Waterfowl and agriculture: review and future perspective of the crop damage conflict in Europe*. International Waterfowl and Wetlands Research Bureau, Slimbridge
- TRACANNA NA Y FERREIRA L (1984) *Evaluación de los efectos sobre el rendimiento en grano de cultivos de trigo pastoreados por avutardas (Chloëphaga sp.)*. Departamento de Sanidad Vegetal, Ministerio de Asuntos Agrarios de la Provincia de Buenos Aires, La Plata
- TURNAGE GW (1973) *Measuring soil properties in vehicle mobility research. Report 5. Resistance of fine grained soils to high-speed penetration*. US Army Engineer Waterways Experiment Station, Vicksburg
- VAN WAMBEKE A Y SCOPPA CO (1977) *Las taxas climáticas de los suelos argentinos*. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Buenos Aires
- VUILLEUMIER F (1994) Status of the Ruddy-headed Goose *Chloephaga rubidiceps* (Aves, Anatidae): a species in serious danger of extinction in Fuego-Patagonia. *Revista Chilena de Historia Natural* 67:341–349