

## Uso de collares GPS para evaluar la preferencia de ovinos por diferentes ambientes en Patagonia Sur

3 Ormaechea, SG<sup>1</sup>; Peri, PL<sup>2</sup>; Cipriotti, PA<sup>3</sup>, Anchorena JA<sup>4</sup> y Huertas L<sup>1</sup>

---

### Resumen

6 Actualmente es de gran interés el estudio de la distribución de animales mediante tecnología GPS, ya que provee información para planificar esquemas de pastoreo. Por  
 9 ello, en el presente trabajo acondicionamos equipos GPS en collares para ovinos con la finalidad de analizar los ambientes preferidos de pastoreo a lo largo de la temporada  
 12 anual de producción. Los resultados mostraron una notable preferencia por el ambiente de bosque, posiblemente asociado a un mayor confort térmico. En cambio  
 15 hubo aversión por el mallín, aunque esto fue coincidente con períodos de anegamiento, congelamiento y probable escasez de forraje en dicho ambiente. Sin embargo, es necesario seguir profundizando en los factores que condicionan la distribución de ovinos en condiciones extensivas para lograr mejoras en la eficiencia productiva bajo un marco de conservación de los recursos naturales.

**Palabras clave:** ñire; mallín; estepa; ovino; distribución animal.

---

## Use of GPS collars to assess preference of different environments by sheep in Southern Patagonia

18

---

### Abstract

21 Studies of animal distribution using GPS technology are of great interest by providing information for grazing plans. Therefore, the goal of this work was to determine the preferred environments of sheep during whole production year using collar with GPS. The results showed a clear preference of animals for the forest  
 24 environment, possibly associated to better thermal conditions. Conversely sheep avoided the riparian meadow environment due to periods of waterlogged, freezing and probably shortage of forage in this site. However further studies about the factors that determine sheep distribution in extensive conditions are needed. This is important to  
 27 improve the productive efficiency under sustainable management.

**Keywords:** ñire; riparian meadow; steppe, sheep; animal distribution

---

## 30 Introducción

En Patagonia Sur (Santa Cruz y Tierra del Fuego), la producción ovina se desarrolla en sistemas extensivos donde los animales recorren grandes cuadros (2000 a 5000 ha) a lo  
 33 largo del año (Barbería, 1995). En la zona cordillerana de esta región, los establecimientos poseen ambientes de bosque, estepa y mallín en diferentes proporciones y heterogéneamente distribuidos. Particularmente el bosque nativo de ñire (*Nothofagus antarctica*) se dispone en isletas intrincadas con los ambientes de mallín y estepa y en  
 36 menor medida conforma masas continuas. Esta distribución espacial implica un desafío de manejo ya que en general se detecta una falta de apotreramiento o realización incorrecta de

---

1 EEA INTA Santa Cruz, CC:332, sormaechea@correo.inta.gov.ar

2 EEA INTA Santa Cruz, CONICET, UNPA.

3 FAUBA.

4 MACN, CONICET.

39 los mismos (Golluscio et al., 1998) que implica un uso heterogéneo de los pastizales. Los  
 mecanismos que determinan la selección de sitios de pastoreo por los animales están  
 regulados por factores bióticos y abióticos, lo cual determina escalas espacio-temporales de  
 42 pastoreo de grandes herbívoros (Bailey et al., 1996). En el caso del ñirantal, el  
 conocimiento empírico previo que se posee sugiere que el ovino selecciona el bosque para  
 resguardo en condiciones climáticas desfavorables, en lugar de hacerlo exclusivamente  
 45 para consumir el forraje que brinda este ambiente. Sin embargo esta afirmación no posee  
 aún rigor científico. El análisis del comportamiento animal en pastoreo ha sido  
 ampliamente estudiado por diversos autores, incorporando en algunos casos el uso de  
 48 collares con geoposicionadores satelitales (Barbari et al., 2006; Hulbert et al., 1998). En  
 Patagonia, Cesa et al. (2006), en la Estepa Magallánica, observaron que los ovinos varían  
 su distribución en relación a factores como la necesidad de termorregulación, la cercanía  
 51 de agua de bebida y los atributos del pastizal en épocas de altos requerimientos  
 energéticos. Por su parte, Bertiller y Ares (2008) en un ensayo realizado en los arbustales  
 del Monte patagónico, encontraron que la selectividad de las ovejas por las diferentes  
 54 unidades de vegetación depende fuertemente de aspectos relacionados a la obstaculización  
 visual, las defensas antiherbívoros físicas y químicas de las plantas, y la oferta de especies  
 preferidas. No obstante, en Patagonia no se registran antecedentes sobre la preferencia de  
 57 ambientes por parte de los ovinos a nivel de establecimientos con bosque y a lo largo de la  
 temporada de producción. Esta información es de gran utilidad complementaria para la  
 labor de asignación de cargas y planificación de esquemas de pastoreo. Por lo tanto, el  
 60 objetivo de este trabajo fue evaluar la preferencia de ovinos por los diferentes ambientes  
 presentes en la zona de ecotono bosque-estepa en Patagonia Sur, a nivel de establecimiento  
 y durante todo el ciclo anual de producción.

## 63 **Materiales y Métodos**

El estudio se realizó en la estancia Cancha Carrera (51° 13' LS - 72° 15' LO) ubicada al  
 suroeste de la provincia de Santa Cruz. Las condiciones meteorológicas fueron medidas  
 66 dentro y fuera del ñirantal con sensores de pluviometría y temperatura. En esta zona, el  
 bosque de ñire se emplaza en los sectores de valles y laderas, ocupando sitios extremos  
 desde muy húmedos a secos. El pastizal de sotobosque tiene una composición florística  
 69 predominantemente gramínea con algunas herbáceas. Por su parte, el establecimiento  
 posee mallines con gramíneas y graminoides de alto valor forrajero, asociadas a cauces de  
 ríos y arroyos u ocupando áreas deprimidas del paisaje. Por último, la estepa de la zona de  
 72 ecotono, abarca pastizales donde predominan los coirones (*Stipa sp.*, *Festuca pallescens*, *F.*  
*gracillima*) y especies del intercoironal (*Hordeum sp.*, *Poa dusenii*, *Poa poecila*,  
*Deschampsia flexuosa* y *Rytidosperma virescens*). A lo largo de un año de producción  
 75 (Febrero 2009 - Enero 2010) se evaluó preferencia de ovinos en 7 potreros con diferentes  
 proporciones de los 3 ambientes predominantes (Bosque, Estepa y Mallín) (Tabla 1). Para  
 cada uno de los potreros se seleccionaron ovejas al azar de majadas Corriedale, categoría 6  
 78 dientes, con una carga promedio anual de 0,6 EOP/ha; a las cuales se les colocó collares  
 equipados con geoposicionadores satelitales, modelos Trackstick Pro y Supertrackstick  
 (marca TrackstickTM, USA). Para cada potrero se obtuvieron en promedio datos de 5  
 81 collares durante 7 días, con lecturas de ubicación (Latitud, Longitud, Hora) registradas a  
 intervalos fijos de 1 minuto. Esto determinó un promedio de 50.400 locaciones por potrero.

84

87

Tabla 1: Superficie total (ha) y participación (%) de los ambientes en los diferentes potreros evaluados a lo largo de la temporada de producción.

Potrero	Mes evaluado	Sup. (ha)	Proporción (%)		
			Bosque	Mallín	Estepa
1	Febrero	5078	0	11	89
2	Junio	318	88	4	8
3	Junio	650	2	11	87
4	Agosto	158	6	7	87
5	Octubre	314	41	10	49
6	Octubre	2012	16	14	70
7	Enero	37	0	61	39

90

La preferencia de los animales por los diferentes ambientes (bosque, mallín y estepa) se determinó mediante tres indicadores: Índice de selección (Bertiller y Ares, 2008, Black  
 93 Rubio et al., 2008), Índice de Ivlev (Ivlev, 1961) y porcentaje de uso. Estos indicadores fueron calculados para cada collar y potrero, por lo que los valores informados corresponden al promedio de 5 collares. El Índice de selección (IS  $i$ ), el índice de Ivlev (IV  
 96  $i$ ) y el porcentaje de uso (%Uso  $i$ ) de cada ambiente se calculó en base a las ecuaciones 1, 2 y 3 respectivamente.

$$IS_i = \frac{f \text{ loc } i}{pa_i} \quad [\text{Ec1}] \quad IV_i = \frac{f \text{ loc } i - pa_i}{f \text{ loc } i + pa_i} \quad [\text{Ec2}] \quad \% \text{ Uso } i = \frac{n^\circ \text{ loc } i}{\text{loc totales}} \times 100 \quad [\text{Ec3}]$$

Siendo: IS  $i$ : Índice de selección del ambiente  $i$ ; IV  $i$ : Índice de Ivlev del ambiente  $i$ ; %Uso  $i$ : Porcentaje de  
 99 uso del ambiente  $i$ ;  $n^\circ \text{ loc } i$ : número de locaciones en ambiente  $i$ ; loc totales: locaciones totales;  $f \text{ loc } i$ : frecuencia de locaciones en ambiente  $i$ ;  $pa_i$ : participación del ambiente  $i$ .

102 Valores de IS mayores y menores a 1 indican preferencia y aversión respectivamente por un ambiente determinado. Valores iguales a 0 indican total aversión por el ambiente, mientras que valores iguales a 1 representan indiferencia. Para el IV, los valores iguales a  
 105 1 indican total preferencia por un ambiente dado, mientras que valores iguales a -1 indican total aversión. Valores iguales a 0 representan indiferencia por el ambiente. La diferencia sustancial entre los índices es que, mientras el IV es equidistante en los valores que puede  
 108 tomar para preferencia o aversión, el IS puede tomar valores infinitos para preferencia.

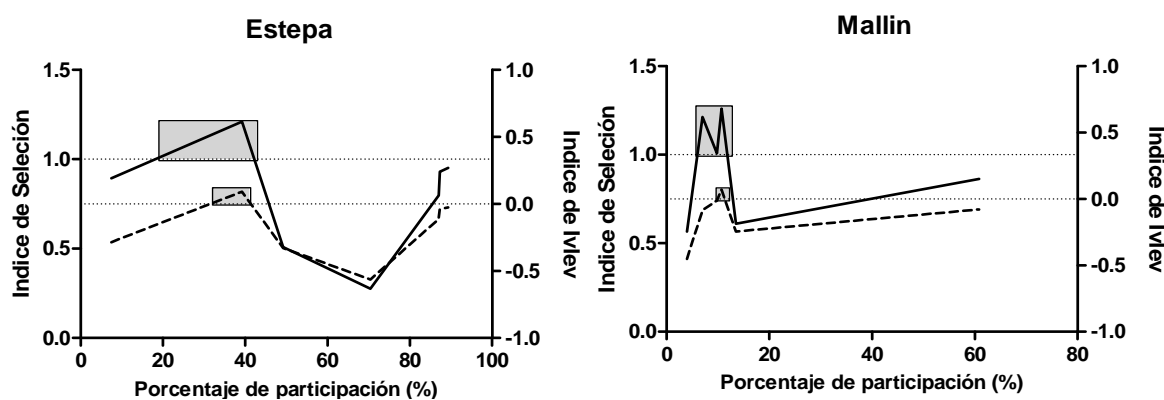
Para determinar la  $f \text{ loc } i$ , primero se re proyectaron las locaciones obtenidas de cada receptor GPS, transformándolas de Coordenadas Geográficas a Transverse Mercator. Para  
 111 ello, se utilizó el programa Global Mapper v6.07<sup>®</sup> el cual además permite generar un archivo de extensión .shp para su procesamiento posterior. Luego, se delimitaron digitalmente los ambientes dentro de cada potrero utilizando el programa ArcView 3.2<sup>®</sup> y  
 114 una imagen satelital (ASTER-5 bandas de 15 m<sup>2</sup>/pixel). En forma paralela se utilizó información del programa Google Earth<sup>®</sup> para mejorar la precisión de los límites de ambientes. Finalmente, se realizó una superposición de puntos (locaciones) y polígonos  
 117 (ambientes) a través de la extensión Geoprocessing, opción Assign data by location, del programa ArcView 3.2<sup>®</sup>. Esta herramienta permitió generar archivos de extensión .dbf (compatibles con Excel) con la información del número de locaciones totales por collar y  
 120 el ambiente al que correspondía cada locación. Por otra parte, para determinar la  $pa_i$  de cada ambiente, se calculó la superficie de cada ambiente y la superficie total del potrero mediante el programa ArcView 3.2<sup>®</sup>. Con la información obtenida de los collares GPS, se  
 123 realizó además una comparación del IS y el IV, evaluando el comportamiento de los índices a lo largo de un gradiente de porcentaje de ocupación de los ambientes.

## Resultados

126 La preferencia de los ovinos por el ambiente de bosque fue mayor en todos los potreros que poseían alguna proporción de este ambiente; tanto para el IS como el IV (Tabla 2). Asimismo, los valores de % Uso del bosque en general fueron altos (Tabla 2). Los valores  
 129 bajos de %Uso en los potreros 3 y 4 fueron significativos considerando la escasa superficie de bosque en estos potreros (Tabla 1). Por el contrario, la estepa en general tuvo valores de aversión considerando ambos índices. No obstante, en todos los potreros los valores de  
 132 %Uso fueron entre altos a medios comparados con los demás ambientes en cada caso. El mallín por su parte, manifestó mayormente valores de aversión a lo largo de la temporada. En el análisis comparativo entre los índices de preferencia a lo largo del gradiente de  
 135 ocupación de los ambientes, presentó resultados contrastantes en el caso de la Estepa y el Mallín (Tabla 2). Para estos ambientes el IS presenta un mayor rango de valores donde potencialmente podrían obtenerse resultados de preferencia (Figura 1). Para el caso del  
 138 bosque no se obtuvieron contrastes ya que la curva de respuesta se encontró por encima del valor de indiferencia para ambos índices. Finalmente, al analizar el comportamiento de los índices a lo largo de la temporada de producción no se observaron asociaciones claras  
 141 respecto de la época del año y la preferencia por un ambiente en particular.

144 Tabla 2. Índice de selección (IS) (Black Rubio et al., 2008), índice de Ivlev (IV) (Ivlev, 1961) y porcentaje de uso de los diferentes ambientes (bosque, mallín y estepa), para los diferentes potreros utilizados a lo largo de la temporada de estudio, Estancia Cancha Carrera, Santa Cruz. Entre paréntesis se indica el desvío estándar.

Potreros	IS			IV			%Uso		
	Bosque	Mallín	Estepa	Bosque	Mallín	Estepa	Bosque	Mallín	Estepa
1	-	1,40 (0,50)	0,95 (0,06)	-	0,13 (0,20)	-0,03 (0,03)	-	14,9 (5,29)	85,1 (5,29)
2	1,03 (0,11)	0,56 (0,64)	0,89 (0,93)	0,01 (0,05)	-0,45 (0,56)	-0,29 (0,62)	91,0 (9,36)	2,3 (2,56)	6,7 (7,02)
3	8,69 (3,17)	0,93 (0,36)	0,80 (0,07)	0,77 (0,08)	-0,07 (0,21)	-0,11 (0,05)	20,6 (7,50)	10,0 (3,87)	69,5 (6,35)
4	1,79 (1,12)	1,21 (1,05)	0,93 (0,14)	0,19 (0,28)	-0,08 (0,51)	-0,04 (0,08)	10,2 (6,40)	8,6 (7,42)	81,2 (12,48)
5	1,59 (0,09)	1,01 (0,30)	0,51 (0,10)	0,23 (0,03)	-0,02 (0,16)	-0,33 (0,10)	65,1 (3,89)	9,9 (2,99)	25,1 (5,04)
6	4,48 (0,36)	0,61 (0,10)	0,28 (0,06)	0,63 (0,02)	-0,24 (0,08)	-0,57 (0,08)	72,1 (5,76)	8,3 (1,40)	19,6 (4,36)
7	-	0,86 (0,15)	1,21 (0,24)	-	-0,08 (0,09)	0,10 (0,15)	-	52,4 (9,27)	47,6 (9,27)



147 Figura 1. Relación entre participación ambiental (estepa y mallín) y dos índices de preferencia. Las líneas  
 150 punteadas indican el nivel de indiferencia para ambos índices (IS=1; IV=0). Las zonas grises destacan el rango de valores de participación donde existe preferencia para cada índice.

## Discusión

El análisis de los 3 indicadores utilizados (IS, IV y %Uso) destacó la preferencia de los  
 153 ovinos por el ambiente de bosque de ñire durante gran parte de la temporada de  
 producción. Esto contrasta con las observaciones hechas por Putfarken et al. (2008)  
 quienes encontraron aversión del ovino por zonas boscosas en el centro norte de Europa.  
 156 En este sentido, Risenhoover y Bailey (1985) señalan que la visibilidad limitada es un  
 factor condicionante para el comportamiento ingestivo del animal por el riesgo de  
 predación y el menor contacto visual con otros congéneres. Por otra parte, en nuestra  
 159 escala de estudio, la temperatura es uno de los principales determinantes de la selección de  
 áreas de pastoreo (Bailey y Provenza, 2008). Algunos autores (Borrelli y Oliva, 2001; Cesa  
 et al., 2006) señalan que el movimiento de ovinos en sitios de Patagonia podría depender  
 162 fuertemente de su regulación térmica, ya sea buscando reparo o una mayor exposición al  
 sol. En este sentido, mediciones realizadas por Bahamonde et al. (2009) en el sitio de  
 estudio, señalan una menor amplitud térmica dentro del bosque respecto del área adyacente  
 165 sin árboles, lo cual indica que el bosque amortigua las temperaturas extremas en esta zona.  
 Estos autores además determinaron dentro del bosque reducciones de la velocidad del  
 viento del 77 al 84 %, lo que incidiría fuertemente en la sensación térmica del animal, ya  
 168 que el viento limita el aislamiento térmico al incrementar la superficie de intercambio de  
 calor (Blaxter, 1977). Por lo tanto, en el sitio estudiado, el bosque puede estar jugando un  
 rol fundamental por el confort térmico del animal y por ende en su selección.

En el caso del mallín, a diferencia de lo esperado, se observó aversión de los ovinos por  
 el ambiente en gran parte de la temporada. Esto contrasta con algunos autores (Anchorena  
 et al., 2001; Borrelli y Oliva, 2001) que sugieren que este es un ambiente preferido por los  
 174 ovinos debido a la alta cantidad y calidad de forraje que ofrecen durante gran parte del año.  
 Es posible que la aversión por los mallines en la época invernal (potreros 2 y 3) halla sido  
 consecuencia de su inaccesibilidad por excesiva cantidad de agua o congelamiento, ya que  
 177 en los dos meses previos hubo una precipitación (lluvia+nieve) total de 166 mm; y las  
 temperaturas medias mínimas estuvieron por debajo de cero grados hasta el mes de agosto.  
 Luego, en la primavera (potreros 5 y 6) la aversión pudo haber sido consecuencia de un  
 180 retraso en el rebrote del pastizal debido a las escasas precipitaciones entre junio y  
 septiembre (86 mm) y a las bajas temperaturas que perduraron hasta noviembre ( $T^{\circ}$  media  
 $< 5^{\circ}\text{C}$ ). Esto posiblemente determinó una oferta escasa de forraje comparado con los  
 183 demás ambientes. Por otra parte, el ambiente húmedo de mallín posiblemente no sea  
 preferido para el descanso, lo que implica que el no haber discriminado el cálculo de los  
 índices de selección en períodos diarios y nocturnos pueda haber enmascarado la  
 186 preferencia por el mallín en los momentos de pastoreo.

El IS y el IV asumen que la preferencia por un determinado ambiente es consecuencia  
 de un uso temporal proporcionalmente mayor a la participación de ese ambiente en la  
 189 superficie total de un potrero. Sin embargo, esta dependencia de la superficie relativa de  
 los ambientes no es equivalente en ambos índices. En la Figura 1 se destacó la menor  
 sensibilidad del IV respecto del IS, ya que el rango de valores de participación donde el IV  
 192 acusa preferencia es más estrecho que el del IS. Esto indica que el IS sería un índice más  
 apropiado para el análisis de preferencia ambiental de ovinos en esta zona. El %Uso por su  
 parte, es un indicador independiente de la superficie, que a pesar de no estar relativizado,  
 195 señala con total fidelidad los sitios donde el animal estuvo pastoreando. Esto es importante  
 para comprender que aunque el IS y el IV presentan aversión del ovino por la estepa en  
 varias situaciones, este es un ambiente ampliamente utilizado.

El análisis de los factores que condicionan las decisiones del animal aporta información  
 198 tanto para la planificación del pastoreo como a la diagramación de nuevos alambrados en

zonas con bosque de ñire y mallines. En este sentido, es importante profundizar en  
 201 aspectos tales como la preferencia de los animales por los ambientes en diferente momento  
 del día o la comparación de diferentes tipos de manejo.

## Conclusiones

204 El análisis de preferencia ambiental destacó la importancia de incorporar al bosque en  
 un esquema estratégico de planificación del pastoreo para establecimientos ganaderos.

## Bibliografía

- 207 Anchorena J., Cingolani A., Livraghi E., Collantes M. y Stofella S. 2001. Manejo del pastoreo de ovejas en  
 Tierra del Fuego. CONICET-INTA. Buenos Aires, 48 pp.
- Bahamonde H., Peri P., Martinez Pastur G. y Lencinas M. 2009. Variaciones microclimáticas en bosques  
 210 primarios y bajo uso silvopastoril de *Nothofagus antarctica* en dos Clases de Sitio en Patagonia Sur.  
 Actas Primer Congreso Nacional de Sistemas Silvopastoriles. Misiones, Argentina, pp. 289-296.
- Bailey D.W., Gross J.E., Laca E.A., Rittenhouse L.R., Coughenour M.B., Swift D.M. y Sims P.L. 1996.  
 213 Mechanisms that result in large herbivore grazing distribution patterns. J R Management, 49:386-400.
- Bailey D.W. y Provenza F.D. 2008. Mechanism determining large-herbivore distribution. En: Prince H. y  
 Langevelde F. (Eds.) Resource Ecology: Spatial and Temporal Dynamics of Foraging. Springer, pp. 7-28.
- 216 Barbari M., Conti L., Koostra B.K., Masi G., Sorbetti Guerri F., Workman S.R. 2006. The Use of Global  
 Positioning and Geographical Information Systems in the Management of Extensive Cattle. Grazing  
 Biosystems Engineering, 95:271-280.
- 219 Barbería E.M. 1995. Los dueños de la tierra en la Patagonia austral, 1880-1920. Universidad Federal de la  
 Patagonia Austral.
- Bertiller M.B. y Ares J.O. 2008. Sheep Spatial Grazing Strategies at the Arid Patagonian Monte, Argentina.  
 222 Rangeland Ecology and Management 61:38-47.
- Black Rubio C.M., Cibils A.F., Endecott R.L., Petersen M.K. y Boykin K.G. 2008. Piñon-Juniper Woodland  
 Use by Cattle in Relation to Weather and Animal Reproductive State. Rangeland Ecology and  
 225 Management 61:394-404.
- Blaxter K.L. 1977. Environmental factors and their influence on the nutrition of farm livestock. En: Haresign  
 W., Swan H. y Lewis D. (Eds.) Nutrition and the Climatic Environment, London: Butterworths pp. 1-16
- 228 Borrelli P. y Oliva G. 2001. Efecto de los animales sobre los pastizales. En: Borrelli P. y Oliva G. (Eds.)  
 Ganadería Ovina Sustentable en la Patagonia Austral. Ediciones INTA, Argentina, pp. 101-130.
- Cesa A., Cibils A., Peinetti R., Rial P., González L. 2006. Análisis de la distribución espacial de ovinos a lo  
 231 largo del año y estimación de las actividades diarias. En: Peri P.L. (Ed) Desarrollo de un Sistema de  
 Soporte de Decisiones para mejorar porcentajes de señalada de modo ecológicamente sustentable en  
 establecimientos de la Estepa Magallánica (Patagonia). Ediciones INTA, Argentina, pp. 77-96.
- 234 Golluscio R.A., Deregibus V.A. y Paruelo J.M. 1998. Sustainability and range management in the Patagonian  
 steppes. Ecología Austral 8:265-284.
- Hulbert I.A.R., Wyllie J.T.B., Waterhouse A., French J., McNulty D. 1998. A note on the circadian rhythm and  
 237 feeding behaviour of sheep fitted with a lightweight GPS collar. App Anim Behaviour Science 60:359-364.
- Ivlev V.S. 1961. Experimental ecology of the feeding of fishes. Yale University Press, New Haven.
- Putfarken D., Dengler J., Lehmann S. y Härdtle W. 2008. Site use of grazing cattle and sheep in a large-scale  
 240 pasture landscape: A GPS/GIS assessment. Applied Animal Behaviour Science 111:54-67.
- Risenhoover K.L. y Bailey J.A. 1985. Foraging ecology of mountain sheep: implications for habitat  
 management. The Journal of Wildlife Management, 49:797-804.