ITEA (2003), Vol. 99A N.° 2, 121-129

MODELIZACIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD DE UN COTO DE CAZA MENOR

J.C. Martínez Ávila*, J.J. Jurado García**

* Departamento de Producción Animal, Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos, UPM, Madrid, España

** Departamento de Mejora Genética Animal, INIA, Carretera de la Coruña km 7, 28040 Madrid, España

RESUMEN

En este trabajo se realiza una modelización de la productividad de un coto de caza menor. Se basa en la aplicación de los modelos de efectos fijos y regresiones múltiples a datos de campo recogidos a cazadores del coto de Puebla de Almenara (Cuenca) y procesados posteriormente por los autores.

El presente trabajo describe y estima lo que sucede en un coto de caza menor a lo largo de la temporada, y procurar gestionar mejor el recurso cinegético.

Palabras clave: Caza Menor, Modelos lineales, Gestión cinegética, Productividad.

SUMMARY
PRODUCTIVITY MODELATION IN A SMALL GAME PRESERVE

In this study a modelation of productivity in a game preserve of small game, were realized. It's based on application of effects fixed models and multiply regretions of data collections token to hunters in the small game preserve of Puebla de Almenara (Cuenca) and processing by the authors.

The present work describe and estimate what happen in a small game preserve during the season, and a better control of the game resource.

Key words: Small game, Linear models, Hunting management, Productivity.

Introducción

La caza es una actividad con una dimensión económica que puede ser rentabilizada de forma ordenada y suponer un valor añadido a la actividad agraria de determinadas zonas geográficas. Por ello debería ser considerada como una actividad más de la producción animal. Una gestión adecuada de los recursos cinegéticos de una explotación (o de un conjunto de ellas), de forma que proporcione unos ingresos regulares en el tiempo, puede ser de interés para obtener rendimientos económicos en terrenos no aptos para usos agrícolas.

La caza presenta tres aspectos básicos que deben considerarse: el social, el económico y el medio ambiental.

En el primer caso hay que tener en cuenta que la caza es practicada por un amplio sector de la población y por consiguiente debe ser

considerada como una actividad de ocio y tiempo libre, y como tal necesita una planificación y gestión adecuada por parte de los organismos competentes para que dicha actividad pueda seguir practicándose. Basta decir que el número de licencias federativas expedidas en 1999 fueron 440.000, sólo superada por las de otro deporte masivo como es el fútbol y que la comunidad autónoma de Castilla – La Mancha ese mismo año concedió 213.000 licencias.

Desde el punto de vista económico, la importancia de la caza ha sido estudiada por diversos autores, como Buxadé y Notario (1997), Buxadé (1999) Otero (1995), Bernabéu y Olmeda (1999), Bernabéu, Olmeda y Castillo (2001), y Bernabéu (2002). El número de piezas cobradas en la comunidad autónoma de Castilla – La Mancha en el año 2000 fue de 305.000, con un valor estimado de unos 180 millones de € (30.000 millones de pesetas), lo que supone un 6,54% de la producción final agraria de dicha comunidad.

Por último debemos considerar el aspecto medio ambiental de la caza. Está claro que si no fuera por esta actividad una buena parte de la superficie del suelo improductivo sería abandonada con el consiguiente deterioro de la flora y fauna. La caza es un incentivo para que estos terrenos se mantengan como hábitat de las especies cinegéticas y que éstas puedan vivir y reproducirse.

Una acertada gestión de un coto de caza debe integrar una serie de aspectos que permitan una continuidad de esta actividad a lo largo del tiempo. El número de piezas cobradas debe ser el mayor posible con el fin de maximizar los ingresos, pero no debe ser tan alto como para no permitir mantener la población de presas. Por otra parte se debe tener en cuenta la acción de los predadores naturales. Todo ello supone mantener un delicado equilibrio.

Todos los procesos biológicos utilizados en producción animal han de ser modelizados como primer paso para hacer estudios de tipo estadístico de diversa índole, que nos permita profundizar en su conocimiento, describir sus causas e interpretar sus resultados. En unos casos puede ser interesante describir el proceso per-se, independientemente de los factores que pueden influir en su variabilidad, tales como año, rebaño, nave, jaula, pienso suministrado,... etc. En otras ocasiones pudiera ser más interesante estudiar precisamente la influencia de dichos factores en vez de describir exactamente el proceso. En todo caso el conocimiento de una función matemática que ligue producción y causas es fundamental.

En este trabajo se ha utilizado la metodología de modelos lineales fijos con diversas covariables y factores fijos para identificar la citada función matemática. No se parte de ningún diseño experimental previo, sino de datos de campo, con lo cual no es fácil reducir el error inherente a toda actividad biológica no programada previamente.

El propósito de este artículo es aportar un estudio sobre un posible modelo que explique el número de piezas cobradas por día de caza con el fin de mantener el equilibrio cinegético en un coto de caza y de este modo mejorar su gestión económica.

Material y método

Los datos utilizados en este estudio fueron recogidos en el coto de Puebla de Almenara (Cuenca), con una superficie aproximada de 2.500 ha, entre los años 1992 y 2001. La modalidad de caza practicada es la caza menor en mano que consiste en disponer a los cazadores de la cuadrilla lo largo

de una línea imaginaria perpendicular a la dirección de avance, de tal modo que una pieza que huya pase en su recorrido cerca de cualquier cazador y éste pueda abatirla.

Se codificaron a partir de hojas de campo en las que los cazadores anotan el número de piezas cobradas, su desglose en especies (perdices, conejos y liebres), la cuadrilla, el número de cazadores y la fecha. Los datos necesarios de precipitación han sido recogidos del observatorio de Osa de la Vega a 16 km. del coto. La serie consta de 10 cuadrillas y 334 datos.

Los modelos utilizados fueron analizados mediante el procedimiento GLM del paquete informático SAS Statistical Package, 1995. Sas Institute Inc. Cary, NC. USA.

Los modelos aplicados fueron los siguientes (sólo se incluyen los efectos estadísticamente significativos):

A. $Z_{ijk} = \mu + Cd_i + Tp_j + b_1x + b_2x^2 + b_3x^3 + \varepsilon_{ijk}$

En donde:

Z_{ijk} es el número de piezas cobradas por cazador (PCAZ), en la cuadrilla i, compuesta de n cazadores, la temporada j, x días después de empezada la temporada de caza. Se obtiene por el cociente entre el número de piezas cobradas por la cuadrilla y el número de cazadores de la misma.

μ es la media general del número de piezas cobradas.

Cd_i es el efecto que produce una determinada cuadrilla en su actividad de caza. Pretende incluir aspectos tales como pericia, experiencia, habilidad, etc. (10 niveles).

Tp_j es el efecto de la temporada de caza y engloba todas las circunstancias particulares que han tenido lugar durante 92-93, 93-94, 94-95, 95-96, 96-97, 97-98, 98-99, 99-00, 00-01. (10 niveles).

x es el número de días transcurrido desde que empezó la temporada y el día que tuvo lugar la cacería.

ε es el residuo del modelo.

B. $Z_{ikm} = \mu + Cd_i + A_m + b_1x + b_2x^2 + b_3x^3 + \varepsilon_{ikm}$

Los elementos de este modelo son los mismos que los del modelo con el añadido de A que sería:

A_m es el año en el que tuvo lugar la cacería, según hubiera sido seco (precipitación inferior a 192 mm) ó húmedo (precipitación superior a 192 mm), La precipitación es la suma de las precipitaciones mensuales desde febrero a septiembre, ambos inclusive, que abarca la mayor parte del periodo reproductivo de las especies consideradas.

C. $Y_{ijk} = \mu + Cd_i + Tp_j + b_1x + b_2x^2 + b_3x^3 + b_4n_c + \varepsilon_{ijk}$

Siendo:

Y_{ijk} es el número de piezas cobradas (PCC) en la cuadrilla i, en la temporada j, x días después de empezada la temporada de caza.

n_c es el número de cazadores que han participado en la cacería.

Los demás elementos del modelo ya han sido descritos.

D. $Y_{ikm} = \mu + Cd_i + A_m + b_1x + b_2x^2 + b_3x^3 + b_4n_c + \varepsilon_{ikm}$

E. $Y_{ik} = \mu + Cd_i + b_1x + b_2x^2 + b_3x^3 + b_4n_c + b_5P + \varepsilon_{ik}$

Siendo:

P: es la precipitación caída de febrero a septiembre y que se introduce en este modelo como covariable.

Los demás elementos del modelo ya han sido descritos.

Resultados y discusión

El análisis de los modelos citados se muestra a continuación. En todos se ha considerado la suma de cuadrados procedentes de modelos reducidos excluyendo un solo efecto cada vez, de modo que las sumas de cuadrados se mantiene con independencia del orden exclusión (tipo III, del programa SAS).

De los análisis de los modelos anteriores se deduce que el más informativo seria el modelo C por su mayor coeficiente de determinación. A partir de las estimas de efectos fijos de estos modelos se pueden obtener unas ecuaciones predictivas que expliquen la evolución de la variable en función de cómo va avanzando la temporada de caza (número de días desde que empezó la temporada) y así se podrán averiguar determinados momentos críticos.

Modelo A

	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Prueba F	Probabilidad
Modelo	21	1.034,28	49,251	22,15	0,0001
TP	*9*	*190,294*	*21,143*	*9,51*	*0,0001*
C	*9*	*175,723*	*19,524*	*8,78*	*0,0001*
x	*1*	*121,197*	*121,197*	*54,51*	*0,0001*
x^2	*1*	*55,758*	*55,758*	*25,08*	*0,0001*
x^3	*1*	*37,89*	*37,89*	*17,04*	*0,0001*
Error	312	693,67	2,223		
Total	333	1.727,96			
	R^2	C.V.	Root MSE	Media Z	
	0,598	56,66	1,491	2,631	

Modelo B

	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Prueba F	Probabilidad
Modelo	13	906,2451	69,711	27,15	0,0001
A	*1*	*62,251*	*62,251*	*24,24*	*0,0001*
C	*9*	*386,436*	*42,937*	*16,72*	*0,0001*
x	*1*	*129,191*	*129,121*	*50,31*	*0,0001*
x^2	*1*	*60,77*	*60,77*	*23,67*	*0,0001*
x^3	*1*	*38,922*	*38,922*	*15,16*	*0,0001*
Error	320	821,715	2,567		
Total	333	1.727,96			
	R^2	C.V.	Root MSE	Media Z	
	0,524	60,902	1,602	2,631	

Modelo C

	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Prueba F	Probabilidad
Modelo	22	11.154,364	507,016	26,89	0,0001
TP	*9*	*1.153,96*	*128,218*	*6,80*	*0,0001*
C	*9*	*1.893,382*	*210,375*	*11,16*	*0,0001*
N	*1*	*1.519,695*	*1.519,695*	*80,60*	*0,0001*
x	*1*	*846,008*	*846,008*	*44,87*	*0,0001*
x^2	*1*	*395,619*	*395,619*	*20,98*	*0,0001*
x^3	*1*	*272,96*	*272,96*	*14,48*	*0,0002*
Error	311	5.864,042	18,855		
Total	333	17.018,407			
	R^2	C.V.	Root MSE	Media Y	
	0,655	64,688	4,342	6,712	

Modelo D

	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Prueba F	Probabilidad
Modelo	14	10.417,933	744,138	35,96	0,0001
A	*1*	*417,532*	*417,532*	*20,18*	*0,0001*
C	*9*	*3.218,17*	*3.218,17*	*17,28*	*0,0001*
N	*1*	*1.981,742*	*1.981,742*	*95,78*	*0,0001*
x	*1*	*911,916*	*911,916*	*44,07*	*0,0001*
x^2	*1*	*451,76*	*451,76*	*21,83*	*0,0001*
x^3	*1*	*305,335*	*305,335*	*14,76*	*0,0001*
Error	319	6.600,47	20,691		
Total	333	17.018,407			
	R^2	C.V.	Root MSE	Media Y	
	0,612	67,764	4,548	6,712	

Estas ecuaciones se obtienen sustituyendo en la ecuación del modelo los factores Cd, Tp y Am, según convenga en el modelo, por sus respectivas estimas mínimo cuadráticas proporcionada por el programa SAS. Para facilitar esto definimos cuadrilla tipo como la media de las estimas mínimo cuadráticas de las diferentes cuadrillas, ya que hay gran variación entre las distintas cuadrillas. Así mismo cuando usemos el término temporada buena nos referiremos a la mayor estima positiva del efecto temporada y cuando digamos temporada mala será aquella cuya estima sea la menor de todas.

Modelo E

	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Prueba F	Probabilidad
Modelo	14	10.137,817	724,129	33,57	0,0001
A	*9*	*4.347,572*	*483,063*	*22,40*	*0,0001*
P	*1*	*137,416*	*137,416*	*6,37*	*0,0121*
N	*1*	*2.351,247*	*2.351,247*	*109,01*	*0,0001*
x	*1*	*923,935*	*923,935*	*42,84*	*0,0001*
x^2	*1*	*461,169*	*461,169*	*21,38*	*0,0001*
x^3	*1*	*303,555*	*303,555*	*14,07*	*0,0002*
Error	319	6.880,589	21,569		
Total	333	17.018,407			
	R^2	C.V.	Root MSE	Media Y	
	0,595	69,187	4,644	6,712	

La figura 1 muestra la variación de PCAZ con los modelos A y B, y dentro de cada uno las posibilidades extremas, a continuación se muestran las ecuaciones para este gráfico:

Modelo A Z = 5.47 + Tp + Cd - 1.196x + 0.102 x^2 - 0.002x^3

Tp buena = 2.49; Tp mala = -0.34; Cuadrilla tipo = -0.03

- Modelo B Z = 5.18 + Am + Cd - 1.227x + 0.105 x^2 - 0.002 x^3

Am lluvioso = 1.104; Am seco = 0; Cuadrilla tipo = -0.148.

La figura 2 muestra la variación de PCC con el modelo D y dentro de éste las posibilidades extremas. La ecuación sería:

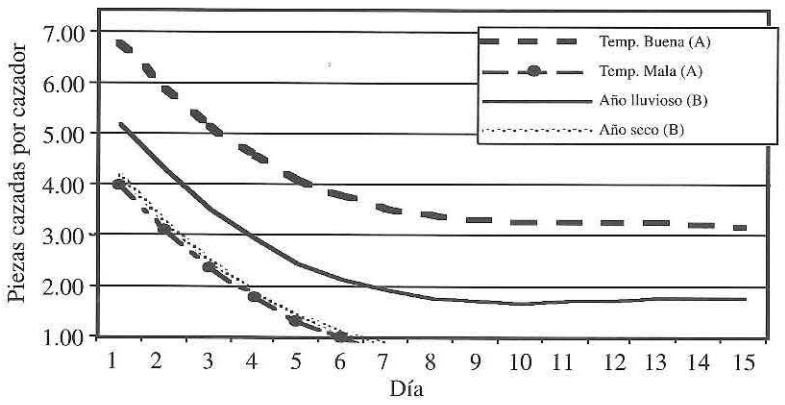


Figura 1. Evolución de la variable PCAZ con una cuadrilla tipo según avanza la temporada usando los modelos A y B, y dentro de estos sus casos extremos.

Figure 1. Evolution of PCAZ variable with a standard group according to advance the season using the models A and B, and inside of this the extreme cases.

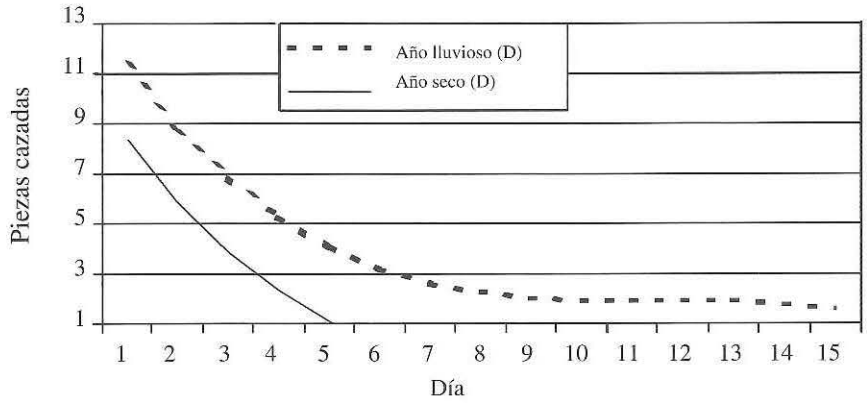


Figura 2. Evolución de la variable Yi con una cuadrilla tipo y dos cazadores según avanza la temporada usando el modelo D en un año lluvioso y en un año seco.

Figure 2. Evolution of Yi variable with a standard group and two hunters according to advance the season using the model D in a rainy year and dry year.

- Modelo D Yi = 7.205 + Am + Cd + 3.31nc - 3.26x + $0.287x^2$ - $0.008x^3$.

Am lluvioso = 2.94; Am seco = 0; Cuadrilla tipo = -2.55; n_c medio = 2.

La figura 3 muestra las medias corregidas por mínimos cuadrados de PCAZ en las distintas temporadas de las que se tienen datos, lo que nos muestra la evolución histórica de la variable independientemente de las circunstancias ambientales. Nos permite ver si nuestra gestión es correcta o no.

La ecuación predictiva calculada y su representación gráfica nos permitiría adoptar distintos criterios para gestionar un coto de caza:

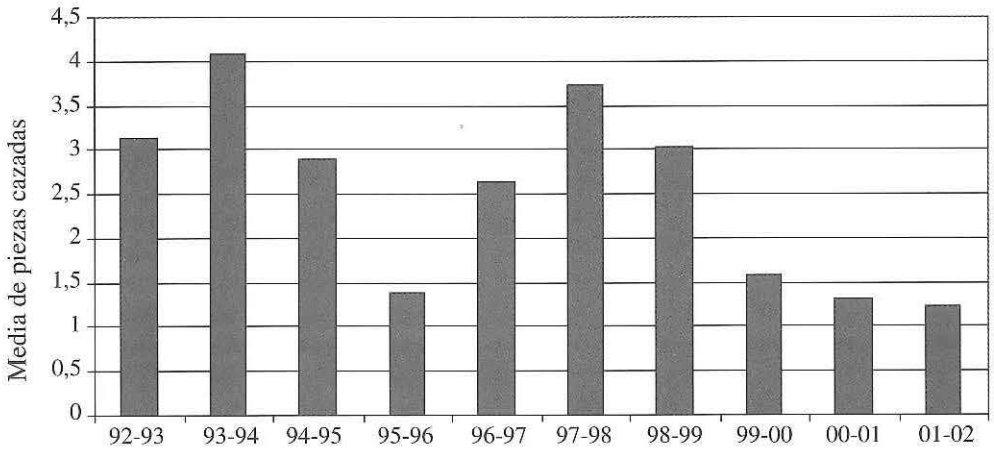


Figura 3. Serie histórica, de medias corregidas por mínimos cuadrados, para la variable PCAZ en las temporadas 92/93 a 00/01 donde se recogieron datos.

Figure 3. Historical series, of least square means, of PCAZ variable between seasons 92/93 and 00/01 where data has colected.

Días de caza

Son los días durante los cuales se cazan una o más piezas diarias.

Se encontrará buscando el cero de la función pero esto puede inducir a error ya que en el entorno próximo del cero nos podemos encontrar que cazaremos un número de piezas por debajo de 1.

La figura 1 nos muestra que para PCAZ en años lluviosos o temporadas buenas podemos alargar la temporada todo lo que la administración nos permita, ya que siempre cazaremos algo. En cambio en años secos o temporadas secas no podremos cazar más allá del día 5 ó 6, como muestra la figura.

En la figura 2 se ve algo parecido, por lo tanto lo correcto es cazar en años secos o temporadas malas hasta el día 5 ó 6.

Por otra parte vemos que cuando la temporada es buena las dos variables se hacen asintóticas hacia un determinado valor.

Día de máxima caza

Sería el día en el que el número de piezas sería máximo. Bastaría con calcular el máximo de la función predictora. Es evidente que ese día es el día 1. Operando del mismo modo se podría encontrar el mínimo.

Día para la sostenibilidad

Una forma racional de gestionar un coto sería terminar la temporada cuando el número de piezas sobrevivientes garantice la reproducción para el año siguiente.

Se calcularía resolviendo:

$\int_1^x Ydx = \beta \int_x^{15} Ydx$ si cobradas y supervivientes son iguales $\beta = 1$

El término de la izquierda expresa las piezas cazadas hasta el día x, β es la proporción entre sobrevivientes y cazadas, y, por último la integral del término de la derecha expresa las piezas que dejamos de cazar (sobrevivientes) desde el día x hasta el día final de la temporada, en nuestro caso el 15.

Un estudio similar se podría llevar a cabo con la otra variable, utilizando el modelo correspondiente.

Día de cupo

Sería el día en el que se alcanza un determinado cupo de piezas y se basa en la idea del criterio anterior.

$Cupo = \int_1^x Ydx$; si no se encontrara el día x, querrá decir que debemos elegir un cupo más restrictivo.

Conclusiones

De los resultados anteriores cabe extraer las siguientes conclusiones.

- Ambas variables (número total de piezas cobradas por cuadrilla y número medio de piezas por cazador) pueden ser explicadas de forma razonable por los modelos propuestos, por lo que éstos pueden ser la base para un estudio de gestión del coto.

- El efecto TEMPORADA es el más importante para explicar las variables.

- El efecto AÑO es significativo y nos permite hacer un modelo más predictivo al poder clasificar de antemano los años en

húmedos y secos. Lo mismo ocurre si incluimos la precipitación como covariable.

• Se pueden cuantificar las decisiones referentes al cierre del periodo de caza y así tomar la mejor decisión, con la intención de dejar el mayor número posible de reproductores para el año siguiente.

• Poseemos una serie histórica de piezas cazadas por cazador corregidas por mínimos cuadrados, que nos indica la tendencia del coto y si nuestra gestión es la adecuada o no.

Bibliografía

BERNABÉU R., OLMEDA M., 1999. Comercialización de la carne de caza en la provincia de Ciudad Real. VIII Jornadas sobre Producción Animal. 214-216. ITEA 20(1).

BERNABÉU R., OLMEDA M., CASTILLO S., 2001. Estimación de las entradas y salidas al sistema económico-cinegético de Castilla-La Mancha. IX Jornadas sobre Producción Animal. 236-238. ITEA 22.

BERNABÉU R., OLMEDA M., CASTILLO S., 2001. Estimación de los gastos por actividad del cazador en Castilla-La Mancha. IX Jornadas sobre Producción Animal. 239-241. ITEA 22.

BERNABÉU R., 2002. La caza en Castilla-La Mancha y estrategias de desarrollo. Colección ciencia y técnica. 248 pp. Ed. Servicio de Publicaciones de la UCLM.

BUXADÉ C., NOTARIO R., 1997. La actividad cinegética en España: Estructura y situación, pp. 15-31. En Zootecnia: Bases de Producción Animal. Producciones cinegéticas, apícolas y otras. Tomo XII. 381 pp. Ed. Mundi-Prensa.

BUXADÉ C., 1999. Explotaciones Cinegéticas y de Avestruces. 333 pp. Ed. Mundi-Prensa.

Consejería de Agricultura y Medio Ambiente de Castilla-La Mancha. Servicio de Estudios y Relaciones con la U.E. Comunicación Electrónica.

OTERO O., 1995. Control de predadores en la gestión integrada de un territorio pp. 151-180. En Predación, Caza y Vida Silvestre. Fundación "La Caixa", 187 pp. Ed. Mundi-Prensa.

SAS Statistical Package, 1995. Sas Institute Inc. Cary, NC. USA.

(Aceptado para publicación el 22 de mayo de 2003).