

MEJORA DEL SEGUIMIENTO DE LA SANIDAD FORESTAL: EL CASO DEL MUÉRDAGO (*VISCUM ALBUM*) EN ZARAGOZA DURANTE 2000-2003.

PONZ, C. (1); IBARRA, N. (2); MARTÍN-BERNAL, E. (2)

(1) Departamento de Producción Animal, Universidad de Lérida, Av. Alcalde Rovira Roure 191, 25198 Lérida.
(2) Servicio Provincial de Medio Ambiente de Zaragoza. Asesoría Técnica de Sanidad Forestal, Gobierno de Aragón. Apdo. 727, 50080 Zaragoza.
E-mail: emartin@aragon.es

RESUMEN

A partir de los resultados de las encuestas realizadas a los Agentes de Protección de la Naturaleza durante cuatro años, se estudia el grado de afectación y la tendencia de la parasitación por *Viscum album* de las masas forestales en Zaragoza. La presencia y gravedad de los ataques por muérdago a los pinos de la provincia, muestra diferencias comarcales y anuales. Sin embargo, su estudio precisa el planteamiento de una propuesta de seguimiento específico (con distintos métodos que desarrollan) que permita obtener información útil para mejorar la sanidad de las masas afectadas.
P.C.: Grados de afectación, tendencias de distribución, encuesta forestal.

SUMMARY

From the results of the survey made from the Nature Protection Agents during four years, we are studying the grade of affection and the tendency of the parasitization due to *Viscum album* in Zaragoza's forests. The presence and seriousness of the attacks from mistletoe to the pine trees in the province show spatial and annual differences.
K.W.: Affection levels. Distribution dynamics. Surveys. Forestry Management.

INTRODUCCIÓN

La presencia de *Viscum album* en especies forestales del ámbito mediterráneo está tomando una importancia creciente en el ámbito de la sanidad forestal ante la importancia de los daños. En el ámbito de la Comunidad Autónoma de Aragón, se estima que *Viscum album* sup. *austriacum*, provoca problemas de sanidad forestal en el 20% y en el 30% de las superficies ocupadas por masas de *Pinus sylvestris* y de *Pinus halepensis* respectivamente (Zapata et al., 2001). Los datos procedentes del Segundo Inventario Forestal Nacional, evidencian que *Viscum album* se extiende por gran parte de la geografía aragonesa, distribuyéndose por las zonas forestales desde la zona prealpina y prepirenaica, descendiendo por las Cinco Villas, la sierra de Alcañiz y Moncayo, pasando la depresión del Ebro por la zona de Caspe y extendiéndose por el Maestrazgo, detectándose también en la Serranía de Albaracín (Gobierno de Aragón, 1999-00).
Sin duda, el muérdago constituye en la gestión forestal de Aragón, un problema de gran magnitud, debido principalmente a la superficie afectada, a la gravedad de las consecuencias en las masas forestales parasitadas, y a la complejidad de los métodos que requiere su control (Hernández et al., 2001). Sin embargo, pese a la relevancia del asunto, la situación actual pasa por la ausencia de un seguimiento de las masas afectadas, y por el desconocimiento de la tendencia de los grados de parasitación del muérdago.
El seguimiento del estado sanitario de las masas forestales requiere información directa del campo, lo que implica una importante inversión en personal y medios materiales.
En este estudio hemos revisado y analizado los datos relativos a los grados de infestación de muérdago (*Viscum album*) en los montes de la provincia de Zaragoza, proporcionados por los Agentes de Protección de la Naturaleza (APN), a través de las encuestas realizadas durante los años 2000-2003, por la Unidad de Sanidad Forestal del Departamento de Medio Ambiente del Gobierno de Aragón. Teniendo presente que la fiabilidad de la información obtenida está condicionada por las diferencias de experiencia, habilidad, criterio, constancia y objetividad de los observadores, resulta indispensable probar la validez y eficacia de la actual encuesta para determinar la dinámica del muérdago. Los resultados que se desprendan de dichas encuestas, nos permitirán determinar y establecer cómo diseñar una herramienta de trabajo que pueda proporcionar datos útiles y aplicables en términos de gestión forestal.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se ha utilizado una encuesta anual realizada a los APN sobre la sanidad forestal, para evaluar el nivel de infestación de muérdago en las masas que ellos gestionan. Por tanto, son datos relativos a la afectación del muérdago en los Montes de Utilidad Pública (MUP), pero no se dispone de información sobre la parasitación en las masas privadas.
En las encuestas, los agentes señalan el grado de infestación de muérdago de los diferentes montes que tenían asignados, de acuerdo a cuatro categorías definidas previamente (Hernández et al., 2001): grado 0 (ausencia de muérdago), grado I (presencia escasa de muérdago), grado II (presencia generalizada del muérdago en la masa, los pinos afectados conservan buena parte de su masa foliar) y grado III (presencia dominante del muérdago en la masa, hay bastantes pinos muertos) y los que no lo están, han perdido gran parte de su masa foliar).

Con ello, se ha elaborado una base de datos en la que a cada monte se le han asignado 12 variables: (1) comarca, (2) municipio, (3-4-5-6) grado de afectación en el año 2000-2001-2002-2003, (7-8-9) tendencia del grado de afectación -aumento, mantenimiento o disminución- respecto al año anterior, y (10-11-12) tendencia del grado de afectación respecto al primer año de estudio (2000).

Cada año se ha cuantificado el número de montes según los 4 grados de afectación, así como el número de aquellos que no han sido asignados a ninguna categoría (en adelante, sin determinar o SD) por no haberse contestado la encuesta correspondiente. Los datos se han analizado tanto a escala provincial como comarcal. También se ha cuantificado el número de montes que cada año han aumentado, mantenido o disminuido su grado de afectación de muérdago, en relación al grado que tenían el año anterior, y el primer año.

Para contrastar si existen diferencias entre los resultados, se ha utilizado un análisis log-lineal de frecuencias (Zar, 1984), ya que las puntuaciones obtenidas (número de montes asignados a una determinada categoría) son frecuencias absolutas.
A lo largo del estudio se ha trabajado paralelamente con dos escalas de información. Por un lado, se han analizado las encuestas de todos los montes contestados por pinos (384 montes, 66% del total provincial). Por otro, se han analizado sólo las encuestas de aquellos pinos asignados a APN que describían tendencias coherentes en el aumento, mantenimiento o descenso del grado de afectación de muérdago a lo largo de los cuatro años de estudio (66 montes, 17% de total de montes con pinos y 11% del total de montes).

A su vez, el hecho de que el número de montes de los que se dispone de información, varíe considerablemente según los años, nos obliga a interpretar con cautela los datos que se desprenden de las encuestas, ya que es probable que algunos de los APN que no han respondido la encuesta, hayan actuado de ese modo por considerar que en los montes bajo su custodia no hay presencia de muérdago (grado 0). Sin embargo, no podemos asumir definitivamente esta hipótesis, pues se ha comprobado que un 41% de los APN emplean simultáneamente los dos criterios en el conjunto de sus montes, es decir, que en un mismo año, en unas ocasiones especifican el grado malo de afectación, y en otras no contestan la encuesta. Esto puede interpretarse de dos maneras, o bien actúan indistintamente (no contestan/contestan grado 0) frente a una misma situación, o bien no contestan, independientemente del grado de afectación que observan. Por esta razón, todos los datos se han analizado doblemente, primero considerando la categoría SD como propia (excluyéndola de los análisis, y posiblemente infravalorando el número de montes sanos) y luego, incluyendo los datos de la categoría SD en los del grado de afectación 0 (posiblemente supervalorando el número de montes sin muérdago).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los niveles de afectación de muérdago en los MUP con pinos de Zaragoza.

En los cuatro años estudiados, ha variado significativamente el número de montes de los que se ha recibido información (N=1176; $\chi^2=66,87$; P<0,0000), pasando de un 3,39% de encuestas no contestadas en 2000 a un 47,92% en 2001, 33,33% en 2002 y 9,11% en 2003.
Excluyendo los montes sin determinar -que suponen un 23,44%- y considerando el promedio de los 4 años, a escala provincial se observa un claro predominio de los montes con ausencia de muérdago. El grado de afectación no se distribuye al azar, ya que el número de montes asignados a las 4 categorías de afectación para el global de los cuatro años estudiados varía significativamente (N=1176; $\chi^2=943,14$; P<0,0000): 774 montes con grado 0 (65,82%), 187 montes con grado I (15,90%), 160 montes con grado II (13,61%) y 55 montes con grado III (4,68%). Asumiendo la sinonimia de SD y grado 0, las diferencias entre categorías resultan significativas (N=1336; $\chi^2=1683,17$; P<0,0000), y el predominio de los montes sin muérdago es todavía más acusado que en el caso anterior. Acotando la información a los montes seleccionados por la coherencia de su tendencia, se repiten los mismos resultados, tanto excluyendo los montes SD (N=205; $\chi^2=180,04$; P<0,0000) como incorporados a la categoría 0 (N=264; $\chi^2=304,52$; P<0,0000). Aunque contrariamente a lo que sucedía en el total de pinos, en ambos casos, la proporción promedio de montes de grado II es ligeramente superior a la de los grado I. Posiblemente todo esto es debido a la distribución agregada del muérdago, más abundante en sus hábitats óptimos y menos frecuente en aquellos considerados marginales.

Los cambios en la distribución de las categorías de afectación de muérdago según los años y las comarcas.

Los análisis temporales han detectado una interacción significativa entre los dos factores implicados: el año de estudio y el grado de afectación (N=1176; $\chi^2=65,80$; P<0,0000). En 2001 la proporción de montes asignados al grado 0 (49%) es menor que en otros años (74,66% en 2000, 71,06% en 2003 y 58,98% en 2002). A su vez, la proporción de montes asignados a los grados de mayor afectación (grados II-III) es superior a la de los otros años (32% en 2001, frente al 18,75% de 2002, al 15,63% de 2000 y 12,89% de 2003). Parece estar claro que los MUP más afectados se diferencian marcadamente del resto. Pero es posible que los cambios anuales se deban más a la motivación de los APN a la hora de contestar las encuestas, que a verdaderos cambios en la afectación del muérdago entre años estudiados. Con objeto de comprobarlo, se han analizado las encuestas considerando los casos SD como respuestas de grado 0. De nuevo se han detectado diferencias significativas entre las distribuciones de afectación de los cuatro años (N=1536; $\chi^2=19,63$; P<0,0204), aunque en este caso afectan a los grados de afectación baja (I y media (II); en 2000 y 2001 la proporción de montes con grado I es inferior que en 2002 y 2003, sucede lo contrario con el porcentaje de pinos con grado II (Figuras 1 y 2)). Limitando los análisis a las encuestas de los montes seleccionados por la coherencia de su tendencia, los resultados varían en función de si consideramos la categoría SD como propia o como sinónimo de la de grado 0. En el primer caso los resultados coinciden con los del total de pinos (N=205; $\chi^2=21,70$; P<0,0099) y 2001 presenta el mayor porcentaje de montes más afectados (grados II y III). Sin embargo en el segundo caso, no llegan a detectarse diferencias significativas entre la distribución de afectación de muérdago de los diferentes años (N=264; $\chi^2=13,96$; P<0,1237).

Los análisis espaciales han detectado una interacción significativa entre los dos factores implicados: la comarca de estudio y el grado de afectación (N=294; $\chi^2=167,43$; P<0,0000). Los valores promedio del número de pinos afectados por muérdago [grados I-II-III] (grados 0-I-II-III)] de las diferentes comarcas, señalan que las zonas más castigadas son la Ribera Alta del Ebro (100%), los Moncayo (92,11%), Bajo Aragón-Caspe (80,50%), Zaragoza (78,05%), Cinco Villas (68,62%) y Ribera Baja del Ebro (66,67%). Considerando tan sólo los valores promedio del número de montes media y gravemente afectados [grados II-III] (grados 0-I-II-III)], la interacción sigue siendo significativa (N=294; $\chi^2=95,38$; P<0,0000), y las comarcas a destacar son de nuevo, aunque en diferente orden: Zaragoza (73,68%), Bajo Aragón-Caspe (72,22%), los Moncayo (71,05%), y la Ribera Baja del Ebro (66,67%) (Figuras 2 y 3). En ambos casos, al equiparar la categoría SD a la de grado 0, las diferencias entre comarcas se mantienen (montes afectados: N=384; $\chi^2=185,10$; P<0,0000), aunque los porcentajes respectivos de afectación disminuyen, excepto en la Ribera Alta del Ebro (1^{er} caso) y Bajo Aragón-Caspe (1^{er} y 2^o caso) que permanecen constantes debido a la ausencia de SD.

El análisis específico de los valores promedio del número de montes según comarcas, de cada una de las 4 categorías de afectación, constata los resultados anteriores (Tabla 1). Las comarcas con mayor presencia de MUP no afectados son Comunidad de Calatayud y Campo de Daroca. Cinco Villas es la comarca que muestra mayor presencia de MUP poco afectados, aunque también registra elevados porcentajes de MUP media y gravemente afectados (grados II y III). Es relevante la determinación de Bajo Aragón-Caspe y Moncayo como comarcas con elevado número de MUP gravemente afectados.

El número de montes según su tendencia: aumento, mantenimiento o disminución del grado de afectación de muérdago respecto al nivel del año anterior.

A escala provincial, una vez excluidos los montes sin determinar -que suponen un 48,18%- y considerando tanto el promedio de los 4 años, como cada uno de los años de manera individual, se observa un claro predominio de los montes que mantienen constante su grado de afectación de muérdago, en relación al que presentaban el año pasado. El estudio de la tendencia del grado de la afectación de muérdago por pares de años consecutivos, muestra que el número de montes de los que la afectación permanece constante, es significativamente mayor que el resto (N=597; $\chi^2=517,40$; P<0,0000): 63 montes aumentan de nivel, 471 permanecen constantes y 63 disminuyen (Figura 4). Por otro lado, la interacción significativa que detecta el modelo log-lineal entre año y tendencia (N=597; $\chi^2=22,73$; P<0,0001) parece reflejar cambios en la parasitación por muérdago: en 2001, la proporción de montes que aumentan de nivel (17,86%) es mayor que en otros años (7,19% en 2002 y 6,84% en 2003), sucede lo contrario con la proporción de montes que disminuyen su nivel en 2001, que es sólo de un 5,61%, lo que contrasta con el 11,11% y 15,57% de los años 2003 y 2002 respectivamente. Con objeto de comprobar que los cambios de tendencia anuales son reales y no se deben a variaciones en el número de encuestas cumplimentadas por los APN, se ha realizado un nuevo análisis en el que las respuestas SD se han considerado como de grado de afectación nula. En este segundo análisis la interacción no resulta significativa (N=1152; $\chi^2=7,68$; P<0,1041). Acotando la información a las encuestas de los montes seleccionados por la coherencia de su tendencia, tampoco se detectan interacciones significativas, ni excluyendo las respuestas SD (N=99; $\chi^2=2,41$; P<0,6607) ni considerándolas como sinónimas de grado 0 (N=198; $\chi^2=1,91$; P<0,7526).

El número de montes según su tendencia: aumento, mantenimiento o disminución de grado de afectación de muérdago, respecto al nivel del año 2000.

Al igual que sucedía en el caso anterior, a escala provincial, una vez excluidos los montes sin determinar -que suponen un 31,86%- y considerando tanto el promedio de los 4 años, como cada uno de los años individualmente, se observa un claro predominio de los montes que mantienen constante su grado de afectación de muérdago con el paso de los años, en relación al nivel que presentaban en el primero. Al comparar las tendencias de los niveles de afectación con respecto al 2000, se observa que en el conjunto de los datos estudiados, el número de montes asignados a las distintas categorías (incremento, constancia, disminución) varían significativamente. Son mayoritarios los MUP en los que el grado de afectación por muérdago permanece constante (N=785; $\chi^2=710,71$; P<0,0000): 105 montes aumentan de nivel, 623 permanecen constantes y 57 disminuyen (Figura 5). De nuevo, la interacción entre los años de estudio y las tendencias de los montes es significativa (N=785; $\chi^2=9,67$; P<0,0474); en 2001 se observan los mayores porcentajes de aumento, en 2002 los de disminución y en 2003 los de mantenimiento. Sin embargo, estas variaciones anuales de las tendencias pueden resultar engañosas y tratarse en realidad de simples cambios en el número de encuestas cumplimentadas por los APN: puesto que en el análisis que equipara SD y grado 0, la interacción no resulta significativa (N=1152; $\chi^2=3,42$; P<0,4898). Al analizar tan sólo los encuestas de los montes seleccionados por la coherencia de su tendencia, no se detecta una interacción significativa al excluir SD (N=139; $\chi^2=1,80$; P<0,7726), pero sí al asumir esa categoría como homogénea a la de grado malo de afectación (N=198; $\chi^2=29,72$; P<0,0454). En ese último caso, los resultados difieren de los obtenidos para el total de montes analizados, pues el año 2003 presenta una menor proporción de montes que se mantienen constantes (en 69,70% frente al 81,82% y 90,91% de 2002 y 2001); así como un mayor porcentaje de aumentos (15,13% frente al 7,58% y 3,03%) y disminuciones (15,15%, frente al 10,61% y 6,06%).

CONCLUSIONES

El método de las encuestas a los APN es una herramienta útil para realizar un seguimiento de la Sanidad Forestal en las masas arboladas. Sin embargo, precisa motivación y revisión crítica de los medios y materiales utilizados, ya que éstos afectan a la validez e interpretación de la información recogida. Es imprescindible plantearse un diseño y proceso de la encuesta adecuado. En relación al diseño, la encuesta requiere la estandarización del protocolo de respuesta, la utilización de preguntas sin ambigüedad y la constancia en los encuestados, para obtener datos objetivos y cuantificables que permitan su aplicación a la gestión forestal. En relación al proceso de datos, resulta indispensable aplicar varios filtros hasta obtener datos útiles, primero deben seleccionarse las encuestas que evidencien coherencia temporal en sus respuestas, y de entre éstas, mediante una segunda encuesta telefónica, hay que seleccionar aquellas que muestren una evidencia clara sobre la dinámica del muérdago.

No se puede afirmar que desde el año 2000 hasta el 2003 haya aumentado significativamente la afectación de muérdago en los MUP de Zaragoza; sin embargo, sí existen matices importantes de su distribución y dinámica a escala comarcal.

Existe una clara tendencia de los montes a mantener constantes sus niveles de afectación de muérdago con el paso de los años en los pinos de Zaragoza. Un estudio detallado de la dinámica de las poblaciones de sus vectores de dispersión, podría explicar los cambios locales de tendencias, tanto referente a incrementos como a disminuciones en los niveles de afectación.

BIBLIOGRAFÍA

GOBIERNO DE ARAGÓN; 2000. Distribución de *Viscum album* en Aragón según tabla del II Inventario Forestal Nacional. Informe interno.
HERNÁNDEZ, H.; MARTÍN, E.; CAÑADA, J.F.; GIL, E.; ZORRILLA, F.; PÉREZ, V.; DELGADO, J.; IBARRA, N.; 2001. El muérdago. *Viscum album* L. Hemiparásito. Fam. Loranthaceae. Dirección General del Medio Natural. Servicio de Estudios, Coordinación y Defensa Contra Incendios Forestales. Informaciones técnicas. Gobierno de Aragón. Departamento de Medio Ambiente.
ZAPATA, M. A.; PADRÓ, A.; LORENTE, J.; y MARTÍN, E.; 2001. Situación de *Viscum album* L. en Aragón. Influencia en el vigor de las masas forestales. *Montes para la sociedad del nuevo milenio. III Congreso forestal nacional. Tomo IV. Mesa VI. Protección y restauración del medio natural*. Granada, 25-28 septiembre 2001.
ZAR, J. F.; 1984. -Biostatistical analysis. Prentice Hall Inc., New Jersey. 620 pp.

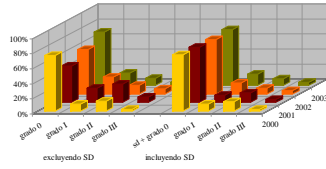
TABLAS Y FIGURAS

Tabla 1. Porcentajes de los montes con pinos de las comarcas de la provincia de Zaragoza, de las diferentes categorías de afectación por muérdago.

COMARCAS	grado SD + 0	grado 0	grado I	grado II	grado III
Acañiz	34,5%	2,58%	0,00%	0,00%	0,00%
Bajo Aragón - Caspe	0,00%	0,00%	1,60%	6,25%	29,09%
Campo de Borja	5,2%	4,01%	1,60%	4,2%	0,00%
Campo de Daroca	4,14%	3,88%	3,74%	0,63%	0,00%
Campo de Estrella	21,00%	2,84%	3,21%	1,2%	7,27%
Campo de Daroca	20,69%	25,97%	0,00%	0,00%	0,00%
Cinco Villas	16,90%	15,25%	78,61%	55,63%	40,00%
Com. de Calatayud	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Moncayo	0,00%	0,39%	4,28%	12,50%	12,73%
Ribera Alta del Ebro	0,00%	0,00%	1,60%	0,63%	0,00%
Ribera Baja del Ebro	0,00%	0,52%	0,00%	2,50%	7,27%
Tarazona y Moncayo	5,17%	5,50%	0,57%	0,00%	0,00%
Valdejalón	2,07%	2,97%	0,00%	0,00%	0,00%
Zaragoza	1,03%	1,03%	1,07%	16,25%	3,64%

Nota: ver texto para definición de las categorías de grado de afectación.

Figura 1. Porcentajes de los montes con pinar de la provincia de Zaragoza, según el grado de afectación de muérdago que presentan durante 2000-2003.



Nota: ver texto para definición de las categorías de grado de afectación.

Figura 2. Porcentajes de afectación de muérdago en los montes con pinar de las comarcas de la provincia de Zaragoza, estimado a partir del promedio de 2000-2003.

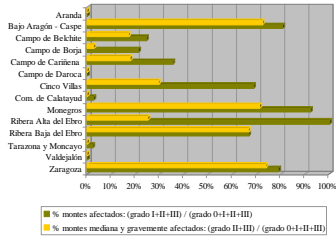
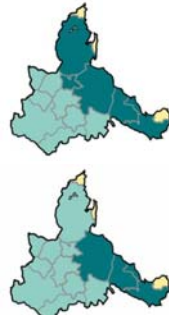


Figura 3. División de la provincia en comarcas, según el valor promedio (4 años) del porcentaje de afectación de muerdago: montes afectados ((grados I-II-III)(grados 0-I-I-II-III)) a la izquierda, y montes mediana y gravemente afectados ((grados II-III)(grados 0-I-I-II-III)) a la derecha.



Nota: en verde oscuro las comarcas que presentan un valor > 50%; en verde claro las comarcas que presentan un valor < 50%, y en amarillo las comarcas de las que no se dispone datos.

Figura 4. Porcentaje promedio (2001-2003) de montes con pinar de la provincia de Zaragoza clasificados según el aumento, mantenimiento o disminución del grado de afectación de muerdago, de un año respecto al anterior.

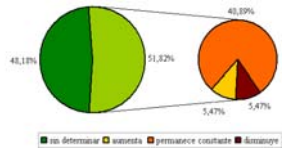


Figura 5. Porcentaje promedio (2001-2003) de montes con pinar de la provincia de Zaragoza clasificados según el aumento, mantenimiento o disminución del grado de infección de muerdago, de un año respecto al 2000.

