

Estudio comparativo de tratamientos contra el muérdago enano [*Arceuthobium oxycedri* (DC.) M. Bieb. (1819)]

V. RÍOS INSUA

En este artículo se hace el estudio comparativo de posibles tratamientos químico-mecánicos contra el muérdago enano (*Arceuthobium oxycedri*), parásito de *Juniperus oxycedrus*. Se analiza la dependencia del estado del huésped y del parásito y se estudia la eficacia de los tratamientos para dar una validación estadística a los resultados obtenidos y que ya se preveían en el artículo del mismo autor que fue publicado en 1994.

M. V. RÍOS INSUA. Ingeniero de Montes. C/ Ministro Ibáñez Martín, 5. 4.º Izda. 28015-Madrid.

Palabras clave: *Arceuthobium oxycedri*, *Juniperus oxycedrus*, dependencia huésped-parásito, eficacia de los tratamientos.

INTRODUCCION

Se ha realizado un estudio de los posibles tratamientos químico-mecánicos contra el muérdago enano (*Arceuthobium oxycedri*), parásito de *Juniperus oxycedrus* (Fig. 1).

En un anterior artículo (RÍOS-INSUA, 1994) se interpretaron y se representaron gráficamente los datos obtenidos en ensayos ejecutados en el campo. Lo que permitió llegar a unos resultados que han servido, en este trabajo, para comparar y validar estadísticamente. Para ello, se ha hecho un análisis de la dependencia del huésped y del parásito y se ha estudiado la eficacia de los tratamientos mediante comparaciones estadísticas como el contraste de signos y otros.

DEPENDENCIA HUESPED-PARASITO

Previo al estudio de los tratamientos se responde a una cuestión de interés tanto desde el punto de vista biológico como desde el estadístico, en el sentido de que

puede permitir simplificar modelos: ¿es el estado del árbol independiente del estado del parásito?

Una forma de tratar el problema es mediante el análisis de una tabla de contingen-



Fig. 1.—*Arceuthobium oxycedri* sobre *Juniperus oxycedrus* L. (la presencia de una mariquita nos permite observar el tamaño real del parásito) (foto C.G. de AIZPURÚA)

cia pertinente. Para ello, y a partir de los datos obtenidos y publicados en 1994, se agrupan en una tabla 65 casos previos al tratamiento (13*5, no se incluyen los podados) (Cuadro 1).

Debido al tamaño pequeño de algunas celdas, se realiza un test exacto de independencia basado en la rutina *DCTPRB* de las *IMSL*. Si, x_{ij} designa el valor de la celda ij , x_i el de la fila i , x_j el de la columna j , bajo condiciones de independencia la probabilidad de la tabla viene dada por

$$P_f = (\prod_{i=1}^r x_i \cdot \prod_{j=1}^c x_{.j}) / (x_{..} \cdot \prod_{i=1}^r \prod_{j=1}^c x_{ij})$$

En este caso,

$$P_f = 0,00017154$$

y la suma de probabilidades de tablas más extremas es 0,046752, muy pequeña por lo que se rechaza la independencia.

Con ayuda de *DPRPFT* de *IMSL* se ajusta un modelo loglineal a la tabla de contingencia. El modelo empleado es:

$$\ln(m_{ij}) = \mu + \alpha_i + \beta_j (*)$$

que permite estudiar, desde otro punto de vista, el fenómeno de asociación entre ambos estados frente al modelo saturado

$$\ln(m_{ij}) = \mu + \alpha_i + \beta_j + \gamma_{ij}$$

Cuadro 1.-Tabla de Contingencia de 65 casos previos al tratamiento (no se incluyen los árboles podados)

	1	2	3	
1	22	14	4	40
2	6	9	5	20
3	1	1	3	5
	29	24	12	65

donde,

m_{ij} , designa al valor esperado de la celda para el estado i del huésped y j del parásito.

α_i , vendría a ser un efecto debido al estado del árbol,

β_j , un efecto debido al estado del parásito, y

γ_{ij} , un efecto debido a la interacción de ambos estados.

El mejor modelo (*) obtenido da como predicciones de las celdas la tabla recogida en el Cuadro 2 que difiere de la tabla de contingencia (Cuadro 1), por lo que, de nuevo, se rechaza la hipótesis de independencia.

Por lo tanto, se puede considerar que existe dependencia entre el estado del parásito y del árbol, pero ésta no es muy fuerte.

EFICACIA DE LOS TRATAMIENTOS. APROXIMACION A

En este epígrafe se analiza la eficacia de los tratamientos; la idea es ver si un árbol tratado da cierta mejora. Para ello, se realizan dos tipos de contrastes.

Contraste de signos

El contraste se realiza con ayuda de la rutina *DSIGNT* de *IMSL*. Si y_i designa el estado inicial del huésped (en la escala 0-10) y z_i designa el estado del huésped después del tratamiento, $x_i = z_i - y_i$ representa el cambio en el estado del huésped; en general, si $x_i < 0$, el estado mejora, y viceversa (Cuadro 3).

Cuadro 2.-Tabla de resultados de dependencia huésped-parásito

17, 84615384615385
14, 76923076923077
7, 38461538461538
8, 92307692307692
7, 38461538461538
3, 69230769230769
2, 23076923076923
1, 84615384615384
0, 92307692307692

Cuadro 3.- Valor del Contraste de signos

Tratamiento (gr.m.a/l agua)	18 de He- xazinona 90% PS	50 de Gli- fosato (sal isopropi- lamina) 36% p/v. LS	210 de 2,4-D (sal amina) 40% p/v. LE	10 de Pi- cloran (sal amina) 6%; 2,4-D (sal amina) 24% p/v. LS	110 de 2,4-D (esterisoba- fílico) 70% p/v. LE	18 de Pa- racuat (di- cloruro) 20% adicio- nado de emético (PP-796, 0,50 gr/l) p/v LS	240 de 2,4-D (sal amina) 72% p/v. LE	22 de Pa- racuat (di- cloruro) 20% adicio- nado de emético (PP-796, 0,50 gr/l) p/v. LS	100 de Gli- fosato (sal isopropi- lamina) 36 p/v. LS	100 de MCPA (sal amina) 30%; 2,4-D sal amina) 35% p/v. LS	130 de MCPA (sal potá- sica) 40% p/v. LS	110 de 2,4-D (éster iso- butílico) 70% p/v. LE
Controles podados	0,0033	0,2715	1,000	0,0033	1,000	0,0033	1,000	0,0022	0,5562	0,3858	1,0000	1,0000
Controles	0,1095	0,2715	1,000	0,0033	1,000	0,0033	1,000	0,0022	0,5562	0,3858	1,0000	1,0000
$X_i = Z_i - Y_i$ p = 0,15	0,0033	0,2715	1,000	0,0033	1,000	0,0033	1,000	0,0022	0,5562	0,3858	1,0000	1,0000
$X_i = Z_i - Y_i$ p = 0,35	0,0428	0,5774	1,000	0,0428	1,000	0,0428	1,000	0,0540	0,8839	0,7253	1,0000	1,0000
$X_i = Y_i - Z_i$ p = 0,15	1,0000	0,2775	0,0007	1,0000	0,0033	0,1250	1,0000	0,1875	0,9687	0,8750	1,0000	1,0000
$X_i = Y_i - Z_i$ p = 0,35	1,0000	0,5774	0,0052	1,0000	0,0042	1,0000	0,0052	0,8839	0,0540	0,2817	0,0052	0,0428

Se contrasta la hipótesis

$H_0: Pr(x \leq 0) \geq P$, esto es, si al menos en el 100 (1-P) de los casos el tratamiento mejora el estado del árbol.

Por ejemplo, si se desea al menos un 85% (p = 0,15) de eficacia, los tratamientos

– 210 gr m.a./l agua de 2,4-D (sal amina) 40% p/v. LE.

– 110 gr m.a./l agua de 2,4-D (éster isobutílico) 70% p/v. LE (aplicado el 14/3/88).

– 240 gr m.a./l agua de 2,4-D (sal amina) 72% p/v. LE.

– 130 gr m.a./l agua de MCPA (sal potásica) 40% p/v. LS.

– 110 gr m.a./l agua de 2,4-D (éster isobutílico) 70% p/v. LE (aplicado el 31/5/89).
parecen satisfacer tal hipótesis.

Siendo algo menos exigente y deseando un 66% de eficacia, los tratamientos

– 100 gr m.a./l agua de Glifosato (sal isopropilamina) 36% p/v. LS.

– 100 gr m.a./l agua de MCPA (sal amina) 30%; 2,4-D (sal amina) 35% p/v. LS.

parecen válidos.

De forma análoga, se pueden estudiar en qué grado los tratamientos son dañinos. Para ello, se calcula $x'_i = y_i - z_i$, realizándose contrastes análogos.

Por ejemplo, si se desea ser exigente y queriendo saber aquellos productos que producen al menos un 85% (p = 0,15) de daños, se obtiene que los tratamientos

– podas

– 18 gr m.a./l agua de Hexazinona 90% PS.

– 10 gr m.a./l agua de Picloran (sal amina) 6%; 2,4-D (sal amina) 24% p/v. LS.

– Paracuat (dicloruro) 20% adicionado de emético (PP-796, 0,5 gr/l) p/v. LS.

parecen satisfacer la hipótesis.

Contraste de rangos signados de Wilcoxon

De nuevo, se utiliza $x_i = z_i - y_i$, y se contrasta si la mediana es simétrica respecto de 0, con ayuda de la rutina *DSNRNK* de *IMSL*. Se rechaza cuando el estadístico es pequeño (Cuadro 4).

Cuadro 4.–Valor del Contraste de rangos signados de Wilcoxon

Tratamiento	STAT (1)	STAT (5)
– Controles	4,5	7,0
– Controles podados	10,0	15,0
– 10 gr m.a./l agua de Hexazinona 90% PS	6,0	13,0
– 50 gr m.a./l agua de Glifosato (sal isopropilamina) 36% p/v. LS	1,5	9,0
– 210 gr m.a./l agua de 2,4-D (sal amina) 40% p/v. LE	0,0	0,0
– 10 gr m.a./l agua de Picloran (sal amina) 6%; 2,4-D (sal amina) 24% p/v. LS	6,0	13,0
– 110 gr m.a./l agua de 2,4-D (éster isobutílico) 70% p/v. LE (aplicado el 14/3/88)	0,0	0,0
– 18 gr m.a./l agua de Paracuat (dicloruro) 20% adicionado de emético (PP-796, 0,5 gr/l) p/v. LS	6,0	13,0
– 240 gr m.a./l agua de 2,4-D (sal amina) 72% p/v. LS	0,0	0,0
– 22 gr m.a./l agua de Paracuat (dicloruro) 20% adicionado de emético (PP-796, 0,5 gr/l) p/v. LS	11,0	11,0
– 100 gr m.a./l agua de Glifosato (sal isopropilamina) 36% p/v. LS	2,0	2,0
– 100 gr m.a./l agua de MCPA (sal amina) 30%; 2,4-D (sal amina) 35% p/v. LS	1,5	5,0
– 130 gr m.a./l agua de MCPA (sal potásica) 40% p/v. LS	0,0	0,0
– 110 gr m.a./l agua de 2,4-D (éster isobutílico) 70% p/v. LE (aplicado el 31/5/89)	0,0	1,0

De nuevo, los tratamientos
 – 210 gr m.a./l agua de 2,4-D (sal amina) 40% p/v. LE.

– 110 gr m.a./l agua de 2,4-D (ester isobutílico) 70% p/v. LE (aplicado el 14/3/88).

– 240 gr m.a./l agua de 2,4-D (sal amina) 72% p/v. LE.

– 130 gr m.a./l agua de MCPA (sal potásica) 40% p/v. LS.

– 110 gr m.a./l agua de 2,4-D (ester isobutílico) 70% p/v. LE (aplicado el 31/5/89).
 parecen útiles.

Los tratamientos

– podas

– 18 gr m.a./l agua de Hexazinona 90% PS.

– 10 gr m.a./l agua de Picloran (sal amina) 6%; 2,4-D (sal amina) 24% p/v. LS.

– 18 gr m.a./l agua de Paracuat (dicloruro) 20% adicionado de emético (PP-796, 0,5 gr/l) p/v. LS.

parecen empeorar el estado del árbol.

– 130 gr m.a./l agua de MCPA (sal potásica) 40% p/v. LS.

parece mejor que el de los no tratados.

– 100 gr m.a./l agua de Glifosato (sal isopropilamina) 36% p/v. LS.

– 110 gr m.a./l agua de 2,4-D (ester isobutílico) 70% p/v. LE.

parece algo mejor que el de los no tratados.

Mientras que el estado final de árboles tratados con

– 10 gr m.a./l agua de 2,4-D de Picloran (sal amina) 6%; 2,4-D (sal amina) 24% p/v. LS.

– 18 gr m.a./l agua de Paracuat (dicloruro) 20% adicionado de emético (PP-796, 0,5 gr/l) p/v. LS.

parece algo peor que el de los no tratados.

No se llega a conclusiones específicas para el resto de los tratamientos.

Cuanto más pequeños son los valores de los estadísticos de la tabla (Cuadro 5) mejor es el tratamiento.

EFICACIA DE LOS TRATAMIENTOS. APROXIMACION B

Se realizan algunos contrastes de la eficacia de los distintos tratamientos. La idea es estudiar si emplear un tratamiento específico tiene mejores consecuencias que no emplear ninguno (controles). Se utilizó la escala ordinal comparándose los estados finales de controles y de árboles tratados.

Contraste de Inclusión

Basado en la rutina *DINCLD* de *IMSL* se contrastan si la misma proporción de dos poblaciones se encuentra entre dos estadísticos de orden (en este caso el 1.º y el 5.º) de la primera muestra controles, deduciéndose que el estado de árboles tratados con

– 210 gr m.a./l agua de 2,4-D (sal amina) 40% p/v. LE.

– 240 gr m.a./l agua de 2,4-D (sal amina) 72% p/v. LE.

Contraste de Wilcoxon

Con este contraste se puede ver si los árboles tratados x y los tratados de alguna forma y tienen la misma distribución.

El contraste que se hace es

$$H_0 : \Pr(x < y) \geq 0,5$$

$$H_1 : \Pr(x < y) < 0,5$$

aceptarlo implica creer que es muy probable que sea mejor no tratar los árboles que tratarlos (Cuadro 6).

De lo que se deduce que

– 210 gr m.a./l agua de 2,4-D (sal amina) 40% p/v. LE.

– 240 gr m.a./l agua de 2,4-D (sal amina) 72% p/v. LE.

– 130 gr m.a./l agua de MCPA (sal potásica) 40% p/v. LS.

– 110 gr m.a./l agua de 2,4-D (ester isobutílico) 70% p/v. LE.

– 100 gr m.a./l agua de Glifosato (sal isopropilamina) 36% p/v. LS.

parecen mejores que no hacer nada.

Cuadro 5.-Valor del Contraste de Inclusión

Tratamiento	P ₁	P ₂
- Controles podados	0,77778	0,50000
- 18 gr m.a./l agua de Hexazinona 90% PS	0,77778	0,26190
- 50 gr m.a./l agua de Glifosato (sal isopropilamina) 36% p/v. LS	1,00000	0,77778
- 210 gr m.a./l agua de 2,4-D (sal amina) 40% p/v. LE	0,10317	0,02381
- 10 gr m.a./l agua de Picloran (sal amina) 6%; 2,4-D (sal amina) 24% p/v. LS	0,77778	0,02381
- 110 gr m.a./l agua de 2,4-D (éster isobutílico) 70% p/v. LE (aplicado el 14/3/88)	0,77778	0,26190
- 18 gr m.a./l agua de Paracuat (dicloruro) 20% adicionado de emético (PP-796, 0,5 gr/l) p/v. LS	0,50000	0,10317
- 240 gr m.a./l agua de 2,4-D (sal amina) 72% p/v. LE	0,10317	0,02381
- 22 gr m.a./l agua de Paracuat (dicloruro) 20% adicionado de emético (PP-796, 0,5 gr/l) p/v. LS	0,77778	0,77778
- 100 gr m.a./l agua de Glifosato (sal isopropilamina) 36% p/v. LS	0,50000	0,26190
- 100 gr m.a./l agua de MCPA (sal amina) 30%; 2,4-D (sal amina) 35% p/v. LS	0,77778	0,50000
- 130 gr m.a./l agua de MCPA (sal potásica) 40% p/v. LS	0,10317	0,02381
- 110 gr m.a./l agua de 2,4-D (éster isobutílico) 70% p/v. LE (aplicado el 31/5/89)	0,50000	0,02381

Cuadro 6.-Valor del Contraste de Wilcoxon

Tratamiento	W
- Controles podados	34,0
- 18 gr m.a./l agua de Hexazinona 90% PS	23,0
- 50 gr m.a./l agua de Glifosato (sal isopropilamina) 36% p/v. LS	31,5
- 210 gr m.a./l agua de 2,4-D (sal amina) 40% p/v. LE	39,5
- 10 gr m.a./l agua de Picloran (sal amina) 6%; 2,4-D (sal amina) 24% p/v. LS	22,5
- 110 gr m.a./l agua de 2,4-D (éster isobutílico) 70% p/v. LE	30,5
- 18 gr m.a./l agua de Paracuat (dicloruro) 20% adicionado de emético (PP-796, 0,5 gr/l) p/v. LS	22,5
- 240 gr m.a./l agua de 2,4-D (sal amina) 72% p/v. LE	39,5
- 22 gr m.a./l agua de Paracuat (dicloruro) 20% adicionado de emético (PP-796, 0,5 gr/l) p/v. LS	27,0
- 100 gr m.a./l agua de Glifosato (sal isopropilamina) 36% p/v. LS	35,5
- 100 gr m.a./l agua de MCPA (sal amina) 30%; 2,4-D (sal amina) 35% p/v. LS	33,5
- 130 gr m.a./l agua de MCPA (sal potásica) 40% p/v. LS	39,5
- 110 gr m.a./l agua de 2,4-D (éster isobutílico) 70% p/v. LE	38,5

Podas parece algo mejor que no hacer nada.

- 10 gr m.a./l agua de Picloran (sal amina) 6%; 2,4-D (sal amina) 24% p/v. LS.

- 18 gr m.a./l agua de Paracuat (dicloruro) 20% adicionado de emético (PP-796, 0,5 gr/l) p/v. LS.

parecen peores que no hacer nada.

CONCLUSIONES

El Cuadro 7 resume toda la información sobre la eficacia de los tratamientos obtenida a partir de los gráficos (Fig. 3 a 16; RÍOS-INSUA, 1994) y del estudio estadístico que se presenta en este trabajo.

Las conclusiones generales son:

* Tratamientos beneficiosos

- 210 gr m.a./l agua de 2,4-D (sal amina) 40% p/v. LE.

- 240 gr m.a./l agua de 2,4-D (sal amina) 72% p/v. LE.

- 130 gr m.a./l agua de MCPA (sal potásica) 40% p/v. LS.

* Tratamientos aparentemente beneficiosos

- 110 gr m.a./l agua de 2,4-D (ester isobutílico) 70% p/v. LE.

- 100 gr m.a./l agua de Glifosato (sal isopropilamina) 36% p/v. LS.

Cuadro 7.-Resumen de la eficacia de los tratamientos (incluye gráficos, aproximación A y B)

	Gráficos	Comparación con estado inicial		Comparación con testigos	
	Gr f.	Sig. 0,15	Wil.	Incl.	Wil.
Controles podados	▼	▼	▼		
Hexazinona 90% PS	▼	▼	▼		
Glifosato (sal isopropilamina) 36% p/v. LS					
2,4-D (sal amina) 40% p/v. LE	▲	▲	▲	▲	▲
Picloran (sal amina) 6%; 2,4-D (sal amina) 24% p/v. LS	▼	▼	▼	▲	▼
2,4-D (ester isobutílico) 70% p/v. LE	▲	▲	▲	▲	
Paracuat (dicloruro) 20% adicionado de emético (PP-796, 0,5 gr/l) p/v. LS	▼	▼	▼	▲	▼
2,4-D (sal amina) 72% p/v. LE	▲	▲	▲	▲	▲
Paracuat (dicloruro) 20% adicionado de emético (PP-796, 0,5 gr/l) p/v. LS	▼				
Glifosato (sal isopropilamina) 36% p/v. LS	▲		▲	▲	
MCPA (sal amina) 30%; 2,4-D (sal amina) 35% p/v. LS					
MCPA (sal potásica) 40% p/v. LS	▲	▲	▲	▲	▲
2,4-D (ester isobutílico) 70% p/v. LE	▲	▲	▲	▲	▲

▲ Indica mejora

▲ Indica ligera mejora

▼ Indica empeoramiento

▲ Indica ligero empeoramiento

* Tratamientos aparentemente dañinos (=no beneficiosos)

- Podas
- 18 gr m.a./l agua de Hexazinona 90% PS.

* Tratamientos dañinos

- 10 gr m.a./l agua de Picloran (sal amina) 6%; 2,4-D (sal amina) 24% p/v. LS.
- 18 gr m.a./l agua de Paracuat (dicloruro) 20% adicionado de emético (PP-796, 0,5 gr/l) p/v. LS.

* Tratamientos inocuos

- 50 gr m.a./l agua de Glifosato (sal isopropilamina) 36% p/v. LS.
- 100 gr m.a./l agua de MCPA (sal amina) 30%; 2,4-D (sal amina) 35% p/v. LS.

Con este trabajo se permite validar estadísticamente los resultados obtenidos en el artículo publicado por RÍOS-INSUA en 1994.

AGRADECIMIENTOS

A la subdirección General de Sanidad Vegetal, y en especial a D. Fernando Robredo por sus múltiples comentarios y observaciones.

A D. David Ríos Insua por su valiosa colaboración en la parte estadística e informática del trabajo.

ABSTRACT

RÍOS INSUA, M. V., 1995: Estudio comparativo de tratamientos contra el muérdago enano [*Arceuthobium oxycedri* (DC.) M. Bieb. (1819)] *Bol. San. Veg. Plagas*, **21**(1): 11-18.

In this paper, we compare several mechanico-chemical treatments against dwarf mistletoe (*Arceuthobium oxycedri*), a parasite of *Juniperus oxycedrus*. We analyse the dependence between the host and parasite states. We study the effectiveness of treatments to provide certain statistical validity to the results announced in Ríos-Insua (1994).

Key words: *Arceuthobium oxycedri*, *Juniperus oxycedrus*, dependence host-parasite, effectiveness of treatments

REFERENCIAS

AGRESTI, A., 1984: *Ordinal Data Analysis*, Wiley.
 CONOVER, W., 1980: *Applied Nonparametric Analysis*, Wiley.
 IMSL, 1986: *IMSL stat/library* vol. 1.

RÍOS INSUA, M. V., 1994: Control químico del muérdago enano [*Arceuthobium oxycedri* (DC.) M. Bieb. (1819)]. *Bol. San. Veg. Plagas*, **20**(4): 847-856.

(Aceptado para su publicación: 27 enero 1994)