

EVALUACIÓN DEL METSULFURON EN EL CONTROL DEL HELECHO DE LOS PASTOS (*Pteridium aquilinum*)

Evaluation of the Metsulfuron in the Combat of the Bracken FERN (*Pteridium aquilinum*)

Alfredo Sánchez-V¹, Osbaldo Dávila-C², Deily Carrasco², Dionel García-B¹ y Disney Pino-R¹

¹Policlínica Veterinaria Universitaria, Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad del Zulia, Apartado 15252. Maracaibo 4005-A, Venezuela. E-mail: saucow@telcel.net.ve ²Asociación de Ganaderos de la Zona Alta de Mérida (AGZAM)

RESUMEN

Se evaluó al herbicida Metsulfuron (24 g/ha) como método de lucha contra la presencia de *Pteridium aquilinum* bajo condiciones de campo del municipio Campo Elías, Mérida, Venezuela. Se comprueba su alta eficiencia en el control del helecho preexistente, en virtud de su capacidad de producir gran daño foliar a los 60 días de aplicación (98%), el cual mantuvo sin variaciones significativas a pesar de la densidad (grado de abundancia) de la maleza en los potreros experimentales; y por la reducción significativa ($P < 0,05$) de la cantidad de rebrotes a los 180 días del ensayo. Además, se comprueba la tolerancia de las gramíneas presentes (*Pennisetum clandestinum*, *Brachiaria mutica* y *Pennisetum purpureum*) a dicho herbicida; a la vez que se demuestra la susceptibilidad del trébol blanco (*Tripholium repens*), el cual resultó fuertemente afectado. Se discute asimismo, la necesidad de implementar un conjunto de medidas previa a la utilización del herbicida, a objeto de garantizar disponibilidad de materia verde para los bovinos, conllevando al establecimiento de estrategias multifactoriales. Dándole así al problema una visión integral donde se considera la relación hombre – planta – animal – medio ambiente como un todo, que debe ser atendido. Los resultados obtenidos confirman que el Metsulfuron es una excelente herramienta para el control integrado del helecho.

Palabras clave: Metsulfuron, *Pteridium aquilinum*, control, helecho de los pastos.

ABSTRACT

The herbicide Metsulfuron (24 g/ha) was evaluated as control method to combat *Pteridium aquilinum* under field conditions in the Campo Elias County in Mérida, Venezuela. Its high efficiency in the control of the preexisting fern is verified, by virtue

of its capacity to produce great foliar damage at 60 days from application (98%), a level which was achieved without significant variations in spite of the density (abundance degree) of the weed in the experimental pasture lots; and by the significant reduction ($P < 0.05$) in the amount of sprouts after 180 days. In addition, the tolerance of the established pasture grasses (*Pennisetum clandestinum*, *Brachiaria mutica* and *Pennisetum purpureum*) to herbicide spraying is verified, while the susceptibility of white clover (*Tripholium repens*) was demonstrated as it was strongly affected. The need to implement a series of measures previous to the use of this herbicide is discussed in order to guarantee availability of green forage for bovines, leading to the establishment of multifactor strategies. An integral vision is thereby formed wherein the relation man - plant - animal - environmental is considered as a whole, and must be confronted. The results confirm that metsulfuron is an excellent tool for integrated control of the Bracken fern.

Key words: Metsulfuron, *Pteridium aquilinum*, control, bracken fern.

INTRODUCCIÓN

El *Pteridium aquilinum* es una planta cosmopolita que se desarrolla en suelos pobres y poco cultivados de las zonas templadas, convirtiéndose en una maleza persistente en los potreros destinados al pastoreo [6, 13, 17]. Más de cien (100) metabolitos tóxicos se han aislado de su estructura, incluyendo: glicósidos, flavenoides, indanonas, ácido fumarico, pterolactamos, ácido succínico, pterosinas, taninos, ácido shimico, isoquercetin y quercetina, entre otros. La planta puede haber desarrollado mecanismos metabólicos para concentrar defensas químicas cualitativas en los tejidos frágiles, especialmente metabolitos carcinógenos, mutágenos e inmunodepresores, que hacen de ella una especie resistente y exitosa [1,17]. De ellos, el ptaquilósido ha sido directamente implicado en la etio-

logía de los diferentes síndromes causados por su consumo directo [1,17].

Entre los síndromes descritos en el ganado bovino, la Hematuria Enzootica Bovina (HEB) representa el factor limitante más importante de desarrollo de la denominada ganadería de altura del municipio Campo Elías, edo. Mérida, Venezuela [14, 15]; aunque otras patologías asociadas a su consumo, como el Síndrome Hemorrágico Agudo, y el Síndrome Digestivo Anterior también parecen estar comprometiendo su consolidación [14].

Diferentes métodos han sido estudiados e implementados en búsqueda de establecer un control eficiente sobre el helecho y las toxicosis inducidas por su consumo, sin poder hasta el presente lograr elementos, ni técnicas que garanticen resultados halagadores por sí mismos [2, 8, 19], ya que pretender lograr la erradicación de grandes áreas resulta una tarea titánica, por lo que el control de las pérdidas es la única arma disponible para contrarrestar el problema. Sin embargo, no se cuenta aún con suficientes estrategias a emprender. Actualmente, se considera que las bases del control deben descansar en dos aspectos: (1) reducción o eliminación del *Pteridium aquilinum* de los campos de pastoreo, y (2) evitar los efectos tóxicos de los metabolitos sobre los bovinos [2, 8, 12, 18, 19].

Entre los controles posibles, la reducción de la maleza a nivel de los potreros y de áreas adyacentes, parece un paso indispensable para disminuir las graves pérdidas económicas que las intoxicaciones producen [8, 12, 18]. En tal sentido, el uso de herbicidas ha sido investigado [2, 4, 5, 6, 10, 11, 16], siendo el metsulfuron un producto de buenas perspectivas en relación al control del *Pteridium aquilinum* [2, 4, 5, 6, 16], y en consecuencia, de las toxicosis que su consumo producen.

Los objetivos de la investigación estuvieron directamente relacionados a estos aspectos, pretendiendo determinar la efectividad del Metsulfuron sobre la presencia del helecho; sobre la aparición de rebrotes de la maleza; su efecto sobre los pastos establecidos, y sobre la ocurrencia de los síndromes tóxicos.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se llevó a efecto en una finca comercial ubicada en las cercanías a la población de Jají, municipio Campo Elías, edo. Mérida, Venezuela. La zona se caracteriza por una precipitación media anual de 1816 mm; la temperatura promedio es de 17,8°C, con variaciones de $\pm 2,5^\circ\text{C}$; la humedad relativa se encuentra en una media anual de 82%; la altitud variable, corresponde a condiciones que van desde laderas suaves hasta montañas con pendientes pronunciadas, a unos 1600 msnm, correspondiendo la región a un clima templado intertropical con una estación seca [3].

Los potreros experimentales contenían una mezcla variada de pastos, principalmente Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*), coexistiendo en algunos casos con Pará (*Brachiaria mu-*

tica), Taiwán (*Pennisetum purpureum*), combinados con diferentes grados de abundancia del *Pteridium aquilinum*, invadiéndolos. El grado de abundancia o fitosociología del helecho se estableció siguiendo las pautas descritas por Oostin (1965), y modificadas por Thomson en 1986 [19]. El helecho se encontró en fase de crecimiento y grado de maduración diverso.

Los tratamientos evaluados consistieron en una aplicación de Metsulfuron (24 g/ha), y un testigo (control) sin herbicida. El herbicida se aplicó por medio de bombas de espalda equipadas con boquillas convencionales. La aplicación fue general utilizando un volumen de 600 lts/ha. El daño foliar fue determinado a los 15, 45 y 60 días posteriores a su aplicación, para su evaluación se utilizó una escala de 0 a 100%, en la cual 0% representaba ningún control y 100%, todas las plantas muertas. Para analizar la efectividad se consideró únicamente el resultado final, es decir a los 60 días posterior a la aplicación y se calificó bueno un control sobre el 80%, y excelente sobre el 95%. Se estudió además la aparición de rebrotes, luego del corte manual a nivel del suelo de las plantas sobrevivientes al día 60 del experimento, aspecto que se evaluó al día 180. Finalmente, los resultados fueron vaciados en tablas y sometidos al análisis estadístico mediante la comparación de medias por la prueba "t" de student.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Daño foliar

El Metsulfuron logró niveles muy altos de daño, TABLA I, que abarcó casi la totalidad de las frondas (hojas), a diferencia del resultado cero (ningún control) obtenido en el potrero testigo. La acción del herbicida fue lenta y gradual, inicialmente se detectó amarillamiento o enrojecimiento de las hojas, posteriormente se encontró un retorcimiento de las áreas afectadas, seguido de necrosis. Marchites y daño de los tejidos aéreos fueron visibles después de los 30 días. Esta forma o mecanismo de acción ha sido explicado por varios autores [2, 4, 5, 6, 16], argumentando que es necesario su traslocación hasta los rizomas para lograr observar los cambios en la actividad de la planta; el Metsulfuron resulta extremadamente móvil a través del sistema vascular de la maleza, lo cual facilita su actuación [2, 5, 16].

El análisis de efectividad del producto, considerando sólo los valores de control final al día 60 después de la aplicación del herbicida, por lo descrito con anterioridad y de acuer-

TABLE I
DAÑO FOLIAR AL *Pteridium aquilinum*, EXPRESADO EN PORCENTAJE (%)

	Días de aplicación		
	15	45	60
Metsulfuron (24 g/ha)	37	94	98
Control	0	0	0

Diferencias significativas para una misma columna (P<0,05)

do a lo preestablecido, se calificó como excelente, al ubicarse el daño foliar en 98%. Resultados reportados por otros investigadores indican reducciones del crecimiento promedio del helecho en más de un 80%, independiente de la concentración de Metsulfuron empleada (15, 30, 45, 60 y 75 g/ha) [4, 5]. Las diferencias en los hallazgos encontrados se deben muy probablemente al hecho que las plantas estudiadas en los experimentos que antecedieron esta investigación crecieron a partir de un control manual previo, para después crecer libremente, razón por la cual contenían cantidades extensas de reservas en sus rizomas, y/o no habían alcanzado un grado de madurez adecuado.

En relación al comportamiento y efectividad del herbicida frente al reto que representaron diferentes grados de infestación o abundancia de la maleza, los datos y resultados se recogen en la TABLA II. En la misma se destaca una pequeña disminución del poder del Metsulfuron, cuando fue utilizado frente a comunidades dominantes de *Pteridium aquilinum* que invadían grandes áreas del potrero; sin embargo, su efectividad no fue estadísticamente diferente a la lograda en otros grados de fitosociología. De este tipo de mediciones (considerando la frecuencia y densidad de la planta) no se encontraron antecedentes, ya que la mayoría de los ensayos experimentales de campo se han realizado partiendo de una uniformidad manual de las condiciones naturales de los potreros [2, 4, 5, 6, 16].

Disminución del rebrote

El Metsulfuron redujo significativamente ($P < 0,05$) y en forma eficiente el número de rebrotes (plantas y frondas/ha) TABLA III, lo cual pone de manifiesto y confirma que el herbicida pudo transportarse al rizoma del helecho y dar muerte a las yemas que darían origen a nuevas plantas, tal como ha sido informado anteriormente [2, 4, 5, 6, 16]. La aparición de un número variable de rebrotes constatados al día 150 y 180, puede ser explicado probablemente por las dificultades de traslocación del herbicida en plantas muy jóvenes ó bien por provenir

de esporas transportadas por el viento, el cual representa otro importante mecanismo de dispersión para el *Pteridium aquilinum*.

Tolerancia de los pastos

El herbicida Metsulfuron fue muy bien tolerado por las gramíneas que se encontraron bajo condiciones de campo en relación con la maleza y que fueron estudiados. Kikuyo, Pará y Taiwán no se vieron afectados, de manera negativa, en ninguna fase del estudio, tal como se evidencia en la TABLA IV. Sin embargo, las leguminosas –en especial el Trébol blanco–, se vieron fuertemente afectadas. Respecto a las gramíneas, tolerancia similar ha sido descrita en otras investigaciones, reportándose que el pasto Estrella (*Cynodon nlemfuensis*), el pasto Alambre (*Bra-chiaria decumbens*) y al Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) eran resistentes a dosis entre 30 y 120 g/ha [5, 6].

Acción sobre la incidencia de las toxicosis

La efectividad mostrada por el Metsulfuron, medida a través de su gran capacidad en producir daño foliar a las plantas y frondas preexistentes del *Pteridium aquilinum*, sumado al alto grado de reducción de los rebrotes evidenciado en esta investigación, sugiere que su uso pueda representar un método importante en el control de las toxicosis producidas por consumo de esta maleza; sin embargo, es necesario medir la tasa de aparición de nuevos casos más allá de los 24 meses posteriores a su aplicación, en razón de ser esta la edad mínima de exposición a los factores que determinan la aparición de los casos clínicos de HEB [15], virtud por el cual los datos aún no están disponibles.

Pese a ello, es importante destacar que la posibilidad de utilización del herbicida, de acuerdo a lo que se desprende del análisis de la TABLA II, está limitada a los grados inferiores de infestación de la maleza, menores al Grado 4, ya que en aquellas fincas o sectores (potreros, incluso) con niveles de invasión, donde el *Pteridium aquilinum* alcanza calificación de Abundante (Grado 4) ó peor aún, calificación de Dominante (Grado 5), se corre el riesgo de reducir en forma drástica el vo-

TABLA II
DAÑO FOLIAR AL *Pteridium aquilinum* POSTERIOR AL USO DEL METSULFURON (24 g/ha), EN FUNCIÓN AL GRADO DE ABUNDANCIA, EXPRESADO EN PORCENTAJE (%)

Características de la infestacion	Grado de invasion	Días de aplicación		
		15	45	60
Muy raros, individuos aislados o localizados	Grado 1	39	99	99
Raro, crecen juntos 2 o 3 individuos aislados o localizados	Grado 2	39	91	98
Poco frecuente, entre 3 a 10 individuos. Infestaciones significativas en algunas zonas	Grado 3	38	95	99
Abundante, los individuos ocupan casi toda la zona. Es colonizador agresivo	Grado 4	35	92	98
Comunidades puras. Presencia agresiva y dominante llegando a invadir grandes áreas	Grado 5	34	93	95
	Global	37	94	98

No se encontraron diferencias para una misma columna.

TABLA III
APARICIÓN DE REBROTOS DEL *PTERIDIUM AQUILINUM* EN RELACIÓN AL TIEMPO POSTERIOR AL USO DE METSULFURON EN LOS POTREROS

	Días de la aplicación					
	120 días		150 días		180 días	
	Plantas	Fronδας	Plantas	Fronδας	Plantas	Fronδας
Metsulfuron (24 g/ha)	1	4	5	16	13	76
Control (0 g/ha)	10	50	39	184	91	455

Diferencias significativas para una misma columna ($P < 0,05$).

lumen de materia verde disponible (leguminosas naturales y malezas), especialmente durante la época seca, cuando el helecho permanece verde y resulta, por el alto nivel de invasión, el único forraje disponible para la alimentación de los bovinos. En estos casos es imprescindible establecer previo al uso del Metsulfuron otras estrategias que garanticen, por un lado, la reducción del grado de fitosociología del helecho; y por el otro, resguarden la buena alimentación de los bovinos. Ya que el pastoreo bajo esas condiciones de invasión de la maleza, significa condenarlos a padecer de las toxicosis que el consumo del helecho produce, en especial de HEB [8]. Este análisis evidencia la necesidad de reconocer que el control de las toxicosis por consumo del *Pteridium aquilinum* requieren un manejo multifactorial y de una visión integradora y, muy probablemente del establecimiento de un paquete tecnológico de medidas, como vía para reducir las pérdidas y rescatar la ganadería de altura del edo. Mérida.

CONCLUSIONES

El herbicida Metsulfuron mostró altos niveles de efectividad en el control del *Pteridium aquilinum* que invade los potreros de las fincas del municipio Campo Elías del edo. Mérida, Venezuela. Dicha calificación se basa en la capacidad de producir gran daño foliar a la maleza (independiente al grado de abundancia), por su alta capacidad en la reducción del número de rebrotos, y por la buena tolerancia por parte de los pastos. Sin embargo, su uso no representa una estrategia única, ni siquiera pertinente cuando el grado de invasión de los potreros corresponde a las clasificaciones de abundante ó dominante. Todo ello señala que las toxicosis producidas por el consumo del helecho de los pastos responde a una entidad multifactorial, donde los elementos hombre, planta, animal y medio ambiente se interrelacionan y determinan la aparición de los síndromes. es por tanto necesario dar al problema un enfoque integral para lograr su control eficiente.

AGRADECIMIENTO

Al Fondo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (FONACIT) y al Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico de La Universidad del Zulia (CONDES) por el financiamiento. A la Asociación de Ganaderos de la Zona Alta de Mérida

TABLA IV
DAÑO FOLIAR POSTERIOR AL USO DEL METSULFURON (24 g/ha), EXPRESADO EN PORCENTAJE (%)

	Días de aplicación		
	15	45	60
Kikuyo	0	0	0
Pará	0	0	0
Taiwán	0	0	0
Trebol	59	91	99

(AGZAM), y especialmente a la Unión de Productores de Leche de Jají (UPLEJAJÍ).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] ALONSO, M.E.; PEREZ, M.; CALCAGNO, M.P.; JAIMES, E.R.; CASTILLO, U. Ontogenic Variation of Biologically active Metabolites of *Pte. aquilinum* (L.Kuhn), Pterosins A and B, and Ptaquiloside in a Bracken Population of the tropical Andes. **Journal of Chemical Ecology**. 18, 8:1405 - 1420. 1992.
- [2] CHACÓN-N, H.M. **Evaluación de medios químicos, mecánicos y culturales para el control del helecho macho (*Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn) en pasturas degradadas**. Tesis de Grado. Licenciatura en Ingeniería Agronómica. Universidad de Costa Rica, Escuela de Zootecnia. San José, Costa Rica. 89 pp. 1992.
- [3] DÁVILA, O.E. Evolución de la producción de leche en la zona alta de Mérida. **IV Jornadas Agropecuarias Industriales**. Santa Bárbara del Zulia. Mayo 29 y 30. Memorias. :2 -22. 1991.
- [4] GARITA-C, I.; HERRERA, F. Evaluación del Metsulfuron-metilo para el combate de *Pteridium aquilinum* (L.) en pastos. **Manejo Integrado de Pastos**. Costa Rica. 28:33-35. 1993.
- [5] GARITA-C, I.; VALVERDE, B. Control del Helecho macho (*Pteridium aquilinum*) con Metsulfuron Metilo y su selectividad a los pastos en Costa Rica. Salazar-Figueroa (ed.). **Semana Científica, Turrialba, Costa Rica**. 8 al 10 de Diciembre. 1, :189-190. 1993.

- [6] GARITA-C, I. Efectividad, Transporte y Momento de aplicación del Metsulfuron Metilo para el combate de *Pteridium aquilinum* y su selectividad a los pastos. Tesis de Grado. Universidad de Costa Rica, Programa de Estudio de Posgrado en Ciencias Agrícolas y Recursos Naturales. Facultad de Agronomía, San José. 62 pp. 1994.
- [7] HOLDRIDGE, L. **Ecología basada en zonas de vida**. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, San José, Costa Rica. 37 pp. 1982.
- [8] MARRS, R.H.; LE DUC, M.; MITCHELL, R.; GODDARS, D.; PATERSON, S.; PAKEMAN, J. The Ecology of Bracken Fern: Its Role in Succession and Implications for Control. **Annals of Botany**. April (85), b. 3-15. 2000.
- [9] ORTEGA, J.F. El Género *Pteridium* en Venezuela: Taxonomía y Distribución Geográfica. **Biollania**. 7: 47-56. 1990.
- [10] PAKEMAN, R.J.; LE DUC, M.; MARRS, R.H. An Assessment of aerially applied asulam as a method of Bracken Control. **Journal of Environmental Management**. 53,: 262. 1998.
- [11] PETROV, P.; MARSS, R.H. Follow-up Methods for Bracken Fern Control Following an Initial Glyphosate Application: The Use of Weed Wiping, Cutting and Re-seeding. **Annals of Botany**. April (85), b.: 31-35. 2000.
- [12] PÉREZ, L.; PACHECO, J.J. Comportamiento Agro-Ecológico del *Pteridium aquilinum* en el estado Táchira, Venezuela. **Rev. Cient. UNET**. 8:5-18. 1994.
- [13] PÉREZ, L.; PACHECO, J.J. El género *Pteridium* (Polypodiaceae) en el estado Táchira: Distribución Geográfica y Comentarios de Interés. **Rev. Cient. UNET**. 6(1):41-50. 1992.
- [14] SÁNCHEZ-V, A.J. **Hallazgos Epidemiológicos, Clínicos, Clínico patológicos y anatomopatológicos asociados a Hematuria Enzootica Bovina en el Municipio Campo Elías del estado Mérida**. Trabajo de Ascenso. Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad del Zulia. 92 pp. 1998.
- [15] SÁNCHEZ-V, A.J.; GARCÍA, D.; ALVARADO, C.M.; VILLEGAS, M.; VILLARROEL, R.; JIMÉNEZ, U. Factores de Riesgo asociados con Hematuria Enzootica Bovina en el Municipio Campo Elías, estado Mérida, Venezuela. **Revista Científica FCV-LUZ**. (IX), 5: 378-387. 1999.
- [16] SATIZÁBAL, J. Herbicidas para el Control de Malezas de Hojas Anchas. **Boletín Informativo. Dow Agro Sciences**. Marzo-Abril :8-12. 1992.
- [17] SMITH, B.L.; DENIS R.; LAUREN, D.; RUAKURA, H; SEAWRIGHT, A; SHAHIN, M; PRAKASH, A.S. Helechos (género *Pteridium*): la Toxicidad Animal y la Salud Humana. Resúmenes. **Primer Taller Internacional de Toxicosis por Plantas en Animales y Humanos**. La Habana, Cuba. Mayo 10 al 12: 12-13. 2000.
- [18] SORZANO, C. Control del *Pteridium aquilinum* (L) Kuhn y uso de los bancos de semillas para la restauración de un bosque subandino en la Reserva Biológica Cachalú, Santander. Trabajo de Grado. Universidad Javeriana. 81 pp. 1999.
- [19] THOMSON, J.A.; WILLOUGHBY, C.; SHEARER, C.M. Factors affecting the Distribution. Abundance and Economic Status of Bracken (*Pteridium aquilinum*) in New South Wales. **Bracken, Ecology, Land Use and Control Technology**. Parthenon Publishing Ltd.:109-119. 1986.