

# Actividad biológica de *Solanum glaucophyllum* en la Provincia de Buenos Aires, Argentina

Dallorso, M.<sup>1</sup>; Gil, S.<sup>2</sup>; Horst, R.<sup>3</sup>; Pérez, R.<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Seminario de Patología e Higiene Zootecnista, Facultad de Ciencias Agrarias, UNLZ y Grupo Pecuario, CAE, CNEA (Convenio Marco de Colaboración Científico-Técnica), Ruta 4 km 2 (1836) Llavallol, Buenos Aires, Argentina. Tel/Fax: 011-4282-7896. E-mail: dallorso@agrarias.unlz.edu.ar. <sup>2</sup>Área de Producción de Bovinos para Carne, Facultad de Ciencias Veterinarias, UBA. <sup>3</sup>Periparturient Diseases of Cattle Research Unit, USDA, ARS, NADC, Ames, Iowa, U.S.A. <sup>4</sup>IPAF Región Pampeana, INTA.

## Resumen

**Dallorso, M.; Gil, S.; Horst, R.; Pérez, R.: Actividad biológica de *Solanum glaucophyllum* en la Provincia de Buenos Aires, Argentina.** *Rev. vet.* 19: 2, 119-124, 2008. *Solanum glaucophyllum* (SG) es una potente planta calcinogénica que en Argentina ocasiona la enfermedad conocida como enteque seco (ES) del ganado de cría. Su principio activo es el glicósido del metabolito activo de la vitamina D<sub>3</sub>. Para conocer las posibles variaciones espaciales y temporales de la potencia biológica de SG, se evaluó la actividad vitamina D (AVD) de la planta, determinando la concentración de 1,25(OH)<sub>2</sub>vitamina D<sub>3</sub> por HPLC luego de hidrólisis enzimática, en hojas recogidas en diferentes emplazamientos de distintas localidades de la Provincia de Buenos Aires, entre noviembre de 2003 y junio de 2004. Se relacionó AVD del vegetal con el paisaje del emplazamiento. También se consignaron la pastura acompañante y el estado fenológico preponderante del SG en los emplazamientos. Los valores de AVD, que estuvieron dentro del rango 8,6 a 39,6 µg/g, disminuyeron de noviembre a junio (b = -0,1425; p = 0,0316) en emplazamientos fijos seleccionados. Con esta ecuación se calculó la AVD al día 98 del período de recolección (AVD<sub>CORR</sub>) para los 36 valores del mapeo. Se observó variación en la AVD<sub>CORR</sub> entre localidades (p = 0,0015) con gran variación dentro de localidades (DE promedio = 7,45 µg/g; n = 36). No se observó diferencia en la AVD<sub>CORR</sub> al agrupar los emplazamientos por paisaje (p = 0,1452).

**Palabras clave:** bovino, *Solanum glaucophyllum*, enteque seco, calcinosis, vitamina D<sub>3</sub>.

## Abstract

**Dallorso, M.; Gil, S.; Horst, R.; Pérez, R.: Biological activity of *Solanum glaucophyllum* from Buenos Aires, Argentina.** *Rev. vet.* 19: 2, 119-124, 2008. *Solanum glaucophyllum* (SG) is a potent calcinogenic weed which causes "enteque seco" in breeding cattle grazing in Argentina. Its active principle is the glycoside of the active metabolite of vitamin D<sub>3</sub>. With the purpose to know the putative variation of biological activity of SG considering location and time of the year, we evaluated vitamin D activity (VDA) by measuring 1,25(OH)<sub>2</sub>vitamin D<sub>3</sub> concentration by HPLC after enzyme hydrolysis, in leaves collected in different areas from many districts of Buenos Aires Province, between November 2003 and June 2004. We correlated plant VDA to the characteristics of the area where plants were gathered. We also recorded neighbouring grass species and the phenologic stage of SG plants from each area. VDA values ranging from 8.6 to 39.6 µg/g, decreased from November to June (b = -0.1425; p = 0.0316) in selected, fixed areas. With this equation, VDA was calculated at day 98 of collection period (VDA<sub>CORR</sub>) for the 36 values of mapping. We observed variation of VDA<sub>CORR</sub> between districts (p = 0.0015) with high variation within districts (mean SD = 7.45 µg/g; n = 36). We did not observe any differences in VDA<sub>CORR</sub> mean values when grouping by gathering area (p = 0.1452).

**Key words:** cattle, *Solanum glaucophyllum*, enteque seco, calcinosis, vitamin D<sub>3</sub>.

## INTRODUCCIÓN

El enteque seco (ES) es una enfermedad metabólica que afecta al ganado bovino de la zona de cría más importante de Argentina<sup>3, 16</sup>. Se presenta durante el verano y otoño, en rodeos que pastan en campos bajos y anegadizos del centro–este del país<sup>5</sup>. La hipótesis de mayor consenso atribuye la enfermedad a la ingestión de hojas caídas de una solanácea conocida con el nombre de duraznillo blanco (*Solanum glaucophyllum*, sin: *S. glaucum*, *S. malacoxylon* var Sendtner), mezcladas con la pastura<sup>10</sup>.

Los numerosos estudios llevados a cabo para conocer el principio activo tóxico, culminaron con el reconocimiento de la existencia en la planta, del metabolito más activo de la vitamina D<sub>3</sub>, el 1 $\alpha$ ,25–dihidroxitamina D<sub>3</sub> conjugado como glicósido<sup>12</sup>. Esto explica la semejanza entre el cuadro de ES y la intoxicación con vitamina D. La incidencia de la enfermedad no ha sido evaluada para todas las situaciones enzoóticas, pero la prevalencia de lesiones calcinóticas en aortas provenientes de mataderos de la Provincia de Buenos Aires fue de 39,5 a 66,3% según edad y sexo, en animales aparentemente sanos<sup>15</sup>.

Se han sugerido métodos de control de SG con herbicidas<sup>1, 11, 13, 14</sup>, pero su efectividad en el control de la enfermedad no se ha evaluado; es decir, no existen referencias bibliográficas que citen ensayos con animales susceptibles en los potreros tratados o estudios observacionales en establecimientos afectados que hayan incorporado este tratamiento y muestren resultados con respecto a un control. La restricción del pastoreo en potreros en los que se presenta la enfermedad (entecadores) en verano y otoño resulta muchas veces costosa, demanda mano de obra adicional, impide la utilización de pasturas y no ha sido evaluada en términos de beneficio/costo. No obstante, esta última constituye una práctica común en las áreas afectadas que, muy probablemente, contribuye a disminuir la incidencia de la enfermedad.

La forma más conveniente, aunque no más frecuente, de abordar el problema productivo que el ES provoca, consistiría en adaptar las prácticas de manejo de los animales a las probabilidades de ocurrencia de la enfermedad. Los factores a tener en cuenta para la evaluación de riesgo pueden ser resumidos a condicionantes ambientales (tipo de explotación y de manejo, pastura acompañante, cantidad de precipitaciones), predisponentes del animal (raza, sexo, edad, condición fisiológica, carga animal) y determinantes exógenos (cantidad de SG, cantidad de hojas caídas del mismo, localización del duraznillo, edad de la planta y estado vegetativo)<sup>6, 16, 17</sup>.

Con referencia a los determinantes exógenos, uno de los puntos a considerar es el estudio del grado de toxicidad de las hojas de la planta en las distintas situaciones arriba enumeradas. Se han registrado variaciones de la incidencia de la enfermedad entre localidades, entre establecimientos y entre potreros. Asimismo, den-

tro de una misma localidad, establecimiento y potrero, se observaron variaciones temporales interanuales. Si bien esto se ha explicado asignándole mayor importancia relativa a los factores condicionantes, no se han realizado estudios a campo que asocien el potencial tóxico del SG con la incidencia de la enfermedad, en conjunto con los factores antes mencionados.

Si bien previamente se habían realizado numerosos estudios sobre animales de laboratorio para caracterizar el principio activo calciotrópico<sup>19</sup>, el primer intento de cuantificar la toxicidad de la planta fue llevado a cabo desarrollando un modelo experimental *in vivo* basado en la administración de SG a conejos en ensayos cortos de intoxicación<sup>7</sup>. En dicho trabajo se encontró correlación significativa entre los resultados de toxicidad obtenidos utilizando el modelo experimental propuesto y los de actividad vitamina D (AVD) en la fracción glicosídica, obtenidos por radioinmunoanálisis (RIA)<sup>8</sup>.

Los glicósidos del 1,25–(OH)<sub>2</sub>D<sub>3</sub> presentes en los extractos acuosos de las hojas de SG pueden contener residuos glicosídicos de longitud variable y estar unidos a los C–1, C–3 y/o C–25 del 1,25–(OH)<sub>2</sub>D<sub>3</sub><sup>19</sup>. Por ello, para certificar la actividad biológica potencial de la planta, consideramos necesario desdoblar los glicósidos para rendir 1,25–(OH)<sub>2</sub>D<sub>3</sub> libre (AVD) que luego puede ser analizado por métodos de rutina. El líquido ruminal resulta ser un medio muy eficiente para llevar a cabo la degradación de los glicósidos de la vitamina D<sup>2</sup>.

En estudios preliminares se determinó que la incubación de 1 g de hojas secas molidas de SG con líquido ruminal por 6 horas a 39°C bajo condiciones anaerobias, resultaba en el rendimiento máximo de 1,25–(OH)<sub>2</sub>D<sub>3</sub> libre, estableciendo que el mismo era muy abundante y podía ser medido por HPLC–UV con mínima preparación de la muestra<sup>9</sup>, concluyendo, adicionalmente, que la incubación del SG con líquido ruminal inactivado por autoclavado no rendía niveles detectables de 1,25–(OH)<sub>2</sub>D<sub>2</sub> o 1,25–(OH)<sub>2</sub>D<sub>3</sub>. En el mismo trabajo se encontró correlación alta y significativa entre los resultados obtenidos por RIA y los obtenidos empleando cromatografía líquida luego de la hidrólisis enzimática del glicósido, ambos sobre muestras recogidas de distintos emplazamientos de la planta en la Provincia de Buenos Aires<sup>9</sup>.

Con el objetivo de conocer la potencia biológica de los duraznillos situados en la Provincia de Buenos Aires, nos propusimos medir AVD en muestras de hojas de SG recogidas en distintos emplazamientos, así como relacionar los niveles de AVD con la época del año, la ubicación geográfica, el paisaje y, adicionalmente, describir el estado fenológico de SG y la pastura acompañante en los emplazamientos de recolección.

## MATERIAL Y MÉTODOS

Para establecer los *emplazamientos* de muestreo de SG para conocer AVD, se seleccionaron 13 localidades de la Provincia de Buenos Aires en las que se

observa la presencia de SG en abundancia, situadas entre los meridianos 57° y 61° de longitud oeste y los paralelos 34° y 37° de latitud sur: Cañuelas, Carmen de Areco, Castelli, Chascomús, General Alvear, General Belgrano, Las Flores, Maipú, 9 de Julio, Saladillo, San Vicente, Tordillo y Vicente Casares. Dentro de las mismas se seleccionaron establecimientos ganaderos y, dentro de ellos, emplazamientos de muestreo teniendo en cuenta ciertas características diferenciales pertinentes a un estudio de mayor alcance, no incluido en esta publicación.

El **muestreo** se extendió de noviembre a mayo, debido al ciclo que cumple la planta. La mayoría de los ejemplares permanece de un año al otro, con un período entre mayo–junio en el que dejan caer casi completamente sus hojas, retomando su crecimiento en septiembre (aparición de hojas en la parte aérea y nacimiento de nuevas plantas desde el rizoma). Con la finalidad de conocer la variación de AVD de SG en función del tiempo (**monitoreo**), se tomaron muestras de hojas del mismo emplazamiento, todos los meses, entre noviembre y abril, en dos localidades seleccionadas, a saber: Carmen de Areco y 9 de Julio.

Las variables estudiadas en el ecosistema del duraznillo fueron el **paisaje** (se caracterizó en 3 tipos: laguna, bajo dulce y tendido) y las **especies vegetales acompañantes**, las cuales se identificaron *in situ*, y cuando no fue posible, se herborizaron ejemplares para su posterior identificación botánica. Para la descripción del **estado fenológico** del SG se tomaron en cuenta los estadios de **crecimiento** (C: cuando solo se observaban hojas), **floración** (F: cuando se observaban flores), considerándose: inicio (Fi: menos del 30% de las plantas), plena (Fp: 30–80% de las plantas) y completa (Fc: más del 80% de las plantas), así como **fructificación** (Fr: cuando se observaban frutos), considerándose: inicio (Fri: menos del 30% de las plantas), plena (Frp: 30–80% de las plantas) y completa (Frc: más del 80% de las plantas). La presencia/ausencia de **hojas caídas** fue valorada *de visu* y registrada fotográficamente.

Para determinar la **actividad vitamina D** (AVD) en las hojas de *Solanum glaucophyllum* (SG), se recolectaron **muestras de hojas** de SG de plantas mayores a 50 cm de altura, evitando tomar aquellas que estuvieran por caerse. Las hojas cosechadas se orearon, esparciéndolas en un ambiente ventilado sin acceso a la luz directa del sol. Durante el acondicionamiento previo al secado se llevó a cabo la limpieza grosera para eliminar contaminantes, tierra, insectos y otros materiales vegetales. Las hojas se secaron en estufa con circulación de aire forzado, a temperatura inferior a 80°C, hasta peso constante. Las hojas secas (HS) fueron molidas en forma mecánica utilizando una procesadora equipada con cuchillas como para lograr un molido grosero. El material seco y molido se pesó y almacenó en bolsas de plástico.

La AVD se determinó por  **cromatografía líquida (HPLC)** luego de hidrólisis enzimática. Las HS secas y molidas se incubaron durante 6 horas con fluido ru-

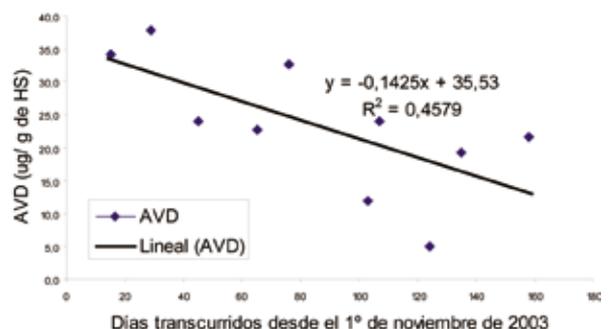
minal a 39°C bajo condiciones anaerobias. El medio de incubación contuvo 1,25-(OH)<sub>2</sub>D<sub>2</sub>, agregado como estándar interno desde el inicio de la incubación. La separación del metabolito liberado se llevó a cabo utilizando minicolumnas SPE-C18-OH debidamente acondicionadas. La fracción conteniendo el analito se secó al vacío y se preparó para su corrida por HPLC utilizando una columna amino desarrollada en una fase móvil isocrática, empleando un detector con arreglo de fotodiodos Waters 996<sup>9</sup>. Los valores obtenidos se expresaron en µg de 1,25(OH)<sub>2</sub>D<sub>3</sub> / g de hojas secas (HS).

El **estudio estadístico** incluyó datos descriptivos e inferenciales. Para estos últimos se efectuaron análisis de regresión lineal simple (RLS) y múltiple (RLM) y análisis de la varianza (ANVA) con comparación de pares de medias por Bonferroni, utilizando el *Statistix, SXW-Version 8.0, 2003*. El valor de corte para establecer la significación de las diferencias se estableció en  $p \leq 0,05$ .

## RESULTADOS

Resultaron muestreados 1 a 3 establecimientos por localidad y 1 a 4 emplazamientos por establecimiento. Los valores de AVD correspondientes al monitoreo en función del tiempo (Figura 1) señalan la existencia de regresión negativa significativa ( $b = -0,1425$ ;  $p = 0,0316$ ;  $R^2 = 0,46$ ). La dispersión de los valores con respecto a la recta ajustada señala la existencia de otra/s fuente/s de variación de AVD.

Los valores medios de AVD correspondientes a los emplazamientos de mapeo y su dispersión pueden verse en la Tabla 1. Los mismos se encontraron dentro de un rango de 8,6 a 39,6 µg/g HS. El ANVA de AVD vs. *localidad* que, por diseño incluyó las variaciones temporales, mostró diferencias significativas ( $p = 0,0358$ ). El ANVA de AVD vs. *días* que, por diseño incluyó las variaciones espaciales (mencionadas precedentemente), arrojó diferencias altamente significativas ( $p = 0,0045$ ). El análisis de RLS de AVD en función de *días* resultó con coeficiente de regresión significativo ( $p = 0,0025$ ) y bajo coeficiente de determinación ( $R^2 = 0,24$ ). El análisis



**Figura 1.** Actividad vitamina D (AVD) en hojas secas de *Solanum glaucophyllum* en función del tiempo. Muestras recolectadas en 9 de Julio y Carmen de Areco en emplazamientos fijos. RLS significativa ( $p = 0,0316$ ;  $n =$

sis de RLM de AVD en función de *localidad* y *días* mostró coeficiente de regresión altamente significativo para ambas variables ( $p=0,0000$ ) y mayor coeficiente de determinación ( $R^2_{aj}=0,56$ ).

Para comparar estadísticamente los valores de concentración del principio activo entre localidades/emplazamientos, sin incluir las variaciones temporales inherentes al muestreo, se corrigieron los valores de AVD llevando todos los valores al día 98 del período de muestreo ( $AVD_{CORR}$ ), utilizando la ecuación que se muestra en la Figura 1. El ANVA de la  $AVD_{CORR}$  vs. *localidad* mostró diferencias altamente significativas ( $p=0,0015$ ), distinguiendo por comparación de pares de medias a 9 de Julio como la localidad con valores significativamente menores al resto ( $15,10 \mu\text{g/g HS}$ ).

El ANVA de  $AVD_{CORR}$  vs. *latitud* mostró diferencias altamente significativas ( $p=0,0019$ ), siendo los valores de los sitios ubicados en los  $35^\circ 38'$  significativamente menores a los demás ( $17,77 \mu\text{g/g HS}$ ). El ANVA de la  $AVD_{CORR}$  vs. *longitud* arrojó diferencias significativas ( $p=0,0289$ ), mostrando los valores menores en los sitios ubicados en los  $60^\circ 63'$  ( $15,10 \mu\text{g/g HS}$ ). El ANVA de la  $AVD_{CORR}$  vs. *paisaje* no mostró diferencias significativas ( $p=0,1452$ ), observándose los mayores valores de  $AVD_{CORR}$  en el tendido ( $T=32,05 \mu\text{g/g HS}$ ) y los menores en la laguna ( $L=23,92 \mu\text{g/g HS}$ ).

En la Tabla 2 se resume el estado fenológico predominante de *SG* en los emplazamientos de muestreo consignando la localidad muestreada y el paisaje del lugar, ordenando la información por la fecha de recolección. Debido a la fecha del comienzo del muestreo, no ha sido caracterizada la fase de crecimiento primaveral. El estado de floración se extendió hasta enero, sin observarse hojas caídas. Desde entonces, se sucedieron los distintos estadios de fructificación con variado número de hojas caídas, llegando a contabilizarse hasta 5 hojas caídas promedio por planta de *SG*. Se observó crecimiento de rebrotes en otoño (muestreos de abril y mayo), principalmente en el extremo apical de los tallos.

Se contabilizaron 94 especies vegetales en los 32 emplazamientos muestreados. Para calcular la frecuencia de aparición se agruparon por género en los casos en los que se había registrado más de una especie por

**Tabla 1.** Actividad de vitamina D (AVD) en *Solanum glaucophyllum* según localidad y día de muestreo.

muestra (N°)	AVD, $X \pm DE^1$ ( $\mu\text{g/g}$ de HS)	$AVD_{CORR}^2$ ( $\mu\text{g/g}$ de HS)	localidad <sup>3</sup>	días <sup>4</sup>
5	32,5 $\pm$ 0,95	21,9	9 de Julio	23
12	27,8 $\pm$ 0,19	20,8	Vicente Casares	45
14	20,2 $\pm$ 0,60	15,0	Vicente Casares	45
13	30,6 $\pm$ 1,52	22,9	Vicente Casares	46
15	36,8 $\pm$ 0,80	27,6	Vicente Casares	46
30	11,8 $\pm$ 0,64	9,7	9 de Julio	64
31	20,3 $\pm$ 0,62	16,8	9 de Julio	65
17	24,9 $\pm$ 0,76	21,0	Las Flores	69
19	31,5 $\pm$ 0,81	26,6	Las Flores	69
20	24,7 $\pm$ 0,53	20,8	Las Flores	69
21	39,6 $\pm$ 0,67	33,6	Las Flores	70
33	12,1 $\pm$ 1,30	11,1	9 de Julio	84
34	17,0 $\pm$ 0,42	16,0	9 de Julio	87
22	32,9 $\pm$ 0,13	31,4	Castelli	90
25	29,7 $\pm$ 1,07	28,4	Castelli	90
24	24,9 $\pm$ 0,76	24,0	Castelli	91
23	27,8 $\pm$ 1,18	27,8	Chascomús	97
18	17,8 $\pm$ 0,34	17,8	Chascomús	97
26	25,0 $\pm$ 0,24	25,2	Chascomús	98
27	22,8 $\pm$ 0,37	26,5	Maipú	118
28	31,6 $\pm$ 0,55	36,9	Maipú	119
29	20,5 $\pm$ 0,03	24,0	Maipú	119
42	15,7 $\pm$ 1,42	20,5	Saladillo	133
43	13,7 $\pm$ 0,09	18,0	Gral. Alvear	133
44	19,5 $\pm$ 0,22	25,6	Gral. Alvear	133
36	30,1 $\pm$ 0,57	40,1	Carmen de Areco	135
37	26,4 $\pm$ 0,64	35,1	Carmen de Areco	135
38	29,9 $\pm$ 1,48	43,7	Tordillo	145
39	25,7 $\pm$ 1,88	37,5	Tordillo	145
41	15,0 $\pm$ 0,60	22,1	Tordillo	146
45	22,1 $\pm$ 1,27	49,3	San Vicente	181
46	19,9 $\pm$ 1,41	44,3	San Vicente	181
52	9,1 $\pm$ 0,59	22,3	Cañuelas	187
50	8,6 $\pm$ 0,57	24,6	Gral. Belgrano	196
51	15,4 $\pm$ 0,16	44,0	Gral. Belgrano	196
49	19,7 $\pm$ 0,83	56,4	Gral. Belgrano	196

<sup>1</sup>Duplicados de análisis; HS: hojas secas. <sup>2</sup>La  $AVD_{CORR}$  se calculó llevando los valores promedio de AVD determinados, al día 98 de recolección (mitad del período de recolección), aplicando la ecuación de regresión obtenida a partir del monitoreo (Figura 1). <sup>3</sup>AVD vs. localidad,  $p=0,0358$ .  $AVD_{CORR}$  vs. localidad,  $p=0,0015$ .

<sup>4</sup>días transcurridos desde la recolección. AVD vs. días,  $p=0,0045$

género. En la Tabla 3 se consignan los ejemplares registrados en 7 (20%) o más de los emplazamientos muestreados.

## DISCUSIÓN

La variación en los valores de AVD de las hojas de *SG* recogidas en distintas localidades de la Provincia de Buenos Aires, descrita en el presente trabajo, confirma la existencia de variación en el contenido del principio activo calcitropico del *SG* informado por otros investigadores. Los mismos observaron diferencias en la actividad antirraquítica de hojas de la planta recogidas en nuestro país, entre los  $19^\circ$  y  $37^\circ$  de latitud

**Tabla 2.** Caracterización de los emplazamientos de muestreo y estado fenológico de *Solanum glaucophyllum*.

fecha de muestreo	localidad	muestra N°	paisaje <sup>1</sup>	estado fenológico SG <sup>2</sup>	hojas caídas SG <sup>3</sup>
22/11/03	9 de Julio	5	L	Fi	1
		12	L	Fc	2
15–16/12/03	Vicente Casares	14	L	Fp	1
		15	L	Fp	1
04/01/04	9 de Julio	31	L	Frp	2
		17	L	Fc	1
8–9/01/04	Las Flores	19	L	Fc	1
		20	B	Fi	1
		21	B	Fc	1
22–26/01/04	9 de Julio	33	L	Frc	2
		34	L	Frc	3
29–30/01/04	Castelli	22	T	Fc	1
		25	T	Fri	2
		24	L	Frp	2
		26	L	Frp	1
5–6/02/04	Chascomús	23	B	Frp	3
		18	B	Frc	3
		27	L	Frp	1
26–27/02/04	Maipú	28	T	Frc	3
		29	T	Frp	2
26–27/03/04	Tordillo	38	T	Frc	3
		39	L	Frc	3
		41	T	Frc y B	2
30/03/04	Carmen de Areco	36	B	Frc y B	3
		37	L	Frc y B	3
30/04/04	San Vicente	45	B	Frc	3
		46	T	Frc y B	3
01/05/04	General Belgrano	50	L	Frc	1
		49	T	Frc	1
		51	T	Frc	1
06/05/04	Cañuelas	52	L	C y B	3
		53	L	C	3

<sup>1</sup>L: laguna, B: bajo, T: tendido. <sup>2</sup>C: crecimiento, Fi: floración inicio, Fp: floración plena, Fc: floración completa, Fri: fructificación inicio, Frp: fructificación plena, Frc: fructificación completa, B: brotes. <sup>3</sup>1: entre 0 y 0,9; 2: entre 1 y 3; 3: más de 3.

sur y entre los 58° y 61° de longitud oeste, entre los años 1974 y 1978, y cubriendo los meses de noviembre a junio<sup>18</sup>. En otras investigaciones se hallaron tanto variaciones en la concentración de principio activo entre plantas, como en la cantidad del mismo biosintetizada por suspensiones celulares provenientes de diversos ejemplares (variación individual)<sup>20</sup>.

Las variaciones de AVD en función del tiempo entre noviembre y junio, describen por primera vez una tendencia significativa. Resta investigar si la tendencia observada se debe a efectos directos de los cambios ambientales estacionales sobre la biosíntesis/ acumulación del principio activo o a la preponderancia de plantas en estado vegetativo al inicio del muestreo (inversamente, su escasez hacia el final del mismo). Para dilucidar esto, se debería realizar un estudio en los meses del año en los que coexisten plantas en diferentes estadios de desarrollo para poder llevar a cabo el muestreo simultáneo de ambos tipos de ejemplares. Cabe señalar

que los investigadores citados en el párrafo anterior, mencionan en la misma publicación haber encontrado mayor actividad antirraquítica en las hojas de plantas en período vegetativo comparando con plantas en período reproductivo<sup>18</sup>.

Las diferencias significativas entre localidades puestas en evidencia al utilizar la variable AVD<sub>CORR</sub><sup>2</sup>, muestran por primera vez la posibilidad de la existencia de relación entre biosíntesis/acumulación del principio activo en las hojas del vegetal y el medio ambiente donde se desarrolla. Este fenómeno se refleja también en la distribución de los valores de la AVD<sub>CORR</sub><sup>2</sup>, considerando la ubicación geográfica (latitud y longitud).

La sucesión de los distintos estadios fenológicos de los duraznillos registrada concuerda con las descritas por otros autores para un área geográfica parecida<sup>4,16</sup>. La variada composición florística de las comunidades vegetales acompañantes muestra especies que también fueron registradas por dichos autores, con la única diferencia que en nuestro trabajo aparece *Lotus sp.* como la planta más frecuente, mientras que otros la mencionan en solo un emplazamiento muestreado<sup>16</sup>. Esto podría deberse a que, en la actualidad, la vegetación natural ha sido en parte modificada con el fin de mejorar la oferta forrajera en cantidad y calidad.

**Tabla 3.** Especies vegetales acompañantes de *Solanum glaucophyllum* en los emplazamientos de muestreo.

género / especie	frecuencia (%) <sup>1</sup>
<i>Lotus sp.</i>	50,00
<i>Alternanthera philorexoides</i>	46,87
<i>Menta pulegium</i>	43,75
<i>Polygonum sp.</i>	40,62
<i>Eleocharis sp.</i>	34,37
<i>Hydrocotyle sp.</i>	34,37
<i>Trifolium repens</i>	34,37
<i>Panicum sp.</i>	31,25
<i>Eryngium sp.</i>	25,00
<i>Glyceria sp.</i>	25,00
<i>Juncus sp.</i>	25,00
<i>Leersia hexadra</i>	21,87
<i>Paspalum sp.</i>	21,87

<sup>1</sup>Solo se mencionan los ejemplares presentes en el 20% o más de los emplazamientos de muestreo.

El estudio realizado brindó resultados novedosos sobre la variación temporal y espacial de la potencia de AVD de *SG* en distintos emplazamientos de la Provincia de Buenos Aires. Asimismo, se describieron relaciones entre los niveles de AVD de los emplazamientos y el ambiente. No se citan trabajos anteriores en los que se haya determinado AVD bajo una misma metodología analítica y realizado un muestreo estandarizando las condiciones de cosecha, conservación y preparación del material vegetal como para referir los resultados analíticos al lugar y momento del muestreo. Deberían realizarse ulteriores estudios sobre la significación fisiológica y ecológica de la existencia de grandes cantidades de secosteroides derivados del colesterol en *SG*, prestando particular atención a los emplazamientos ubicados en la Provincia de Buenos Aires.

### Agradecimientos

A los establecimientos ganaderos La Celina, Vista Alegre, Don Alberto, Don Adolfo, La Virgilia, El Algarrobo, El Carmen, El Recreo, El Durazno, Loma del Gallo, El Retiro, Los Riojanos, La Blanca, Don Isidro, San Juan Chico, 19 de Abril, La Yapa, Serendit y El Desafío, por facilitar la toma de muestras.

Al alumno de Agronomía de la FCA–UNLZ Juan B. Medina que, con el asesoramiento del Dr. Alberto De Magistris, realizó el reconocimiento botánico del material herborizado.

A la empresa *Metabolic Technology* de Ames, Iowa, USA por subsidiar la recolección, acondicionamiento y envío de las muestras de *SG* al laboratorio del NADC.

Al Vet. Alejandro Orlando, que realizó el secado en estufa de las hojas de *SG* en las instalaciones del Area de Bases Agrícolas de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la UBA, con el asesoramiento de la Ing. Agr. María Alejandra Herrero.

A los numerosos alumnos pasantes de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Lomas de Zamora que colaboraron en la recolección y molido del material vegetal.

### REFERENCIAS

1. Bertín OD, Cepeda S. 2007. Defoliación y control químico de duraznillo blanco (*Solanum glaucophyllum*) en pastizales naturales. *Rev Arg Prod Anim* 27: 67–74.
2. Boland RL, Skliar MI, Norman AW. 1987. Isolation of vitamin D<sub>3</sub> metabolites from *Solanum malacoxylon* leaf extracts incubated with ruminal fluid. *Planta Med* 53: 161–164.
3. Collier WA. 1927. Contribución al conocimiento de la enfermedad de los bovinos conocida con el nombre de “Enteque”, publicación del Ministerio de Agricultura, traducción del original: “Zur Kenntnis einer als enteque Bezeichneten Krankheit der Rinder in der Provinz Buenos Aires”, *Z Infect Krankch Haust* 31: 81–92.
4. Crenovich H, Santos R, Olmos G. 1995. Factores ecológicos que contribuyen al riesgo de enteque seco en la Cuenca del Salado. *Anales XIV Reunión Latinoamericana y 19°*

- Congreso Argentino de Producción Animal*, Mar del Plata (Argentina), p. 759–761.
5. Culot JP, Fernández Tuñón E, Bolaño A, Petroni RI, Garcés NE. 1967. Condiciones edáficas e hidrológicas relacionadas con desequilibrios minerales del ganado vacuno de la zona de cría del sudoeste bonaerense. *Boletín Técnico INTA, EEA Balcarce* 53: 3–12.
  6. Dallorso ME, Bozzo J, Gil S, Cervini L, Lema F, Picardi H, Flores M, Cattáneo ML. 1995. Enteque Seco: factores etiológicos en un rodeo de cría. *Anales XIV Reunión Latinoamericana y 19° Congreso Argentino de Producción Animal*, Mar del Plata (Argentina), p. 784–786.
  7. Dallorso M. 2002. Evaluación de la toxicidad del *Solanum glaucophyllum* sobre un modelo experimental *in vivo*. *Tesis Doctoral*, Universidad Nacional de Buenos Aires, p. 66–72.
  8. Gil SB, Dallorso ME. 2002. Evaluación de la actividad vitamina D de *Solanum glaucophyllum* a través de un radioinmunoanálisis. *In Vet* 4: 55–61.
  9. Gil S, Dallorso M, Horst R. 2007. Screening of vitamin D activity (VDA) of *Solanum glaucophyllum* leaves measured by radioimmunoassay (RIA). *J Steroid Biochem Mol Biol* 103: 483–486.
  10. Gimeno E. 1977. Enteque Seco. Consideraciones etiopatogénicas. *Rev Arg Med Vet* 58: 149–158.
  11. G.O.T. Salado Sur, INTA. 2003. Control químico de duraznillo blanco (*Solanum glaucophyllum*) en la Cuenca del Salado. On line: *MejorControl.com.ar*.
  12. Haussler MR, Wassermann R, McCain TA, Peterlik M, Bursac KM, Hughes MR. 1976. 1 $\alpha$ ,25-dihydroxyvitamin D<sub>3</sub>-glycoside: identification of a calcinogenic principle of *Solanum malacoxylon*. *Life Sci* 18: 1049–1056.
  13. Indelicato LC, Herrero MA, Allegretti LT. 1993. Efectividad del glifosato en la erradicación del duraznillo blanco (*Solanum glaucophyllum*). *Rev Arg Prod Anim* 13: 219–224.
  14. López T, Fernández A, Blanco C. 1987. Progresos en el control químico del duraznillo blanco. *Gaceta Agron* 3: 466–473.
  15. Masselín JN, Chiaravalle AM. 1965. Frecuencia de la esclerosis aórtica en el bovino. *Rev Inv Agrop* 2: 117–147.
  16. Okada KA, Carrillo BJ, Tilley M. 1977. *Solanum malacoxylon* Sendtner: a toxic plant in Argentina. *Economic Botany* 31: 225–236.
  17. Pérez R. 1998. Réflexions sus l’analyse des comportements techniques en périodes à risque. Pratiques d’éleveurs du Bassin Versant du Salado (Argentine) face à la maladie Enteque Seco. *Master Tesis*. Montpellier, France.
  18. Puche R, Masoni A, Alloatti D, Roveri E. 1980. The anti-rachitic activity of *Solanum glaucophyllum* leaves. *Planta Med* 40: 378–381.
  19. Weissenberg M. 1989. Calcinogenic glycosides. In: *Toxicants of plant origin* (Cheeke P Ed), CRC Press, Boca Raton (Florida), p. 201–238.
  20. Weissenberg M, Levy A, Wasserman R. 1989. Distribution of calcitriol activity in *Solanum glaucophyllum* plants and cell cultures. *Phytochemistry* 28: 795–798.