

DINAMICA DE LA POBLACION DE RIZOMAS DE SORGO DE ALEPO. EFECTO DEL CULTIVO DE AVENA Y DEL CORTE

E. H. Satorre, C. M. Ghersa y A. Soriano (1)

Recibido: 9/6/81

Aceptado: 25/8/81

RESUMEN

En el presente trabajo se estudia la dinámica de la población de rizomas de sorgo de alepo (*Sorghum halepense* (L) Pers.), y variaciones de la misma, debidas a la posible existencia de interacciones negativas con especies que componen distintos sistemas.

El ensayo se realizó en un establecimiento cercano a la localidad de Rojas, Provincia de Buenos Aires; los tratamientos probados fueron: 1) Testigo sin avena, 2) Cultivo de avena, 3) Testigo sin avena sometido a cortes periódicos, 4) Cultivo de avena sometido a cortes periódicos.

Los resultados obtenidos permiten destacar el carácter cíclico anual del comportamiento de la población de los rizomas de sorgo de alepo. En dicha población se produce un crecimiento estival y una disminución invierno-primaveral, cuyas magnitudes difieren según los sistemas considerados.

La interacción del cultivo, en este caso avena, a través de mecanismos de interferencia (competencia y/o alelopatía) es capaz de provocar una disminución de la población de rizomas de sorgo de alepo respecto de los tratamientos sin avena; el cultivo de avena sometido a cortes periódicos produce la mayor disminución observada.

La magnitud relativa observada en los tratamientos con avena respecto a la población de rizomas presentes en los respectivos tratamientos sin avena, alcanza a valores, en el punto mínimo, de 38 por ciento para la avena sin cortes y 47 por ciento para la avena sometida a cortes periódicos; en este momento, cuando se producen los valores mínimos, la avena con cortes alcanza el 49 por ciento del valor hallado en la avena sin cortes.

Se concluye que el carácter cíclico de la dinámica poblacional de los rizomas y las respuestas generadas por los mecanismos de interferencia entre especies vegetales podrían ser utilizados para aumentar la eficiencia de los métodos de control que se aplican para el sorgo de alepo.

SUMMARY

The population dynamics of johnson-grass (*Sorghum halepense* (L) Pers.) rhizomes were studied in four crop systems in an experiment at Rojas, Buenos Aires province. The systems were: 1) Control without oat crop, 2) Oat crop, 3) Control without oat crop with periodic clipping, 4) Oat crop with periodic clipping.

The rhizome population shows cyclic annual variations, increases in summer and decreases in winter and early spring. The magnitude of the observed variations was influenced by the crop system. The rhizome population decreased under oats (at the minimum population level it was 38% that of the corresponding control), and this effect was increased by clipping (49% below oat crop and 47% of corresponding control values).

It is concluded that the existence of cyclic variations in rhizome population and the influence of the cropping system upon these dynamics, should be considered in the design of johnson-grass control systems.

(1) Cátedra de Fisiología Vegetal, Departamento de Ecología, Facultad de Agronomía, U.B.A., Av. San Martín 4453, (1417) Buenos Aires.

INTRODUCCION

El sorgo de alepo (*Sorghum halepense* (L) Pers.) por sus características de invasión y dificultad de erradicación es, muy probablemente, la maleza perenne más perjudicial en las tierras más productivas del área pampeana. Una extensa superficie de esta región se encuentra seriamente afectada por la presencia de esta especie. En campos destinados a la agricultura, y en especial en los cultivos en los que existe superposición de ciclos con el sorgo de alepo, los perjuicios ocasionados por esta especie, a través de los mecanismos de competencia y por acción de sustancias inhibitoras (Abdul-Wahab y Rice, 1967), alcanzan enorme importancia.

La maleza invade y persiste a través de la producción de rizomas y de semillas (Oyer *et al.*, 1959; Ghersa *et al.*, 1979). La producción de rizomas constituye seguramente la estrategia de perpetuación más difícil de controlar en los campos afectados por esta maleza. El presente trabajo se realizó con el fin de investigar la dinámica de la población de rizomas de sorgo de alepo, y variaciones de la misma, debidas a la posible existencia de interacciones negativas con especies que componen distintos sistemas. Se presentan aquí datos obtenidos acerca del comportamiento de esta especie en parcelas con y sin cultivo de avena durante un período de aproximadamente ocho meses.

Las plantas superiores están sujetas a interacciones de gran complejidad (Muller, 1966). Numerosos trabajos realizados han dado a conocer la importancia de estos mecanismos de interferencia, competencia y alelopatía, en el funcionamiento de los sistemas agrícolas (Clements, 1929; Sakai, 1955; de Wit, 1960; Harper, 1961; Donald, 1963; Whittaker y Feeny, 1971; Rice, 1974). Las especies analizadas, avena y sorgo de alepo, junto a malezas de la pampa ondulada, interactúan entre sí y con el ambiente determinando la existencia de procesos que se manifiestan en los cambios ocurridos en el comportamiento de la población de rizomas estudiada.

El conocimiento del desarrollo estacional del sorgo de alepo y su respuesta a varios tratamientos, representados en este caso por las interacciones que se ponen de manifiesto en los distintos sistemas de producción, brinda información esencial para interpretar los resultados obtenidos con distintos métodos de control utilizados (Anderson *et al.*, 1960).

MATERIALES Y METODOS

El ensayo fue realizado durante el período comprendido entre el 15 de marzo de 1979 y el 10 de enero de 1980 en un potrero con alto grado de infestación de sorgo de alepo ubicado en un establecimiento cercano a la localidad de Rojas, Provincia de Buenos Aires.

Los distintos tratamientos se instalaron según un esquema de diseño en tres bloques completos al azar con parcelas divididas.

Los tratamientos probados fueron:

- a) cultivo de avena,
- b) testigo sin avena,
- c) cultivo de avena sometido a cortes periódicos,
- d) testigo sin avena sometido a cortes periódicos.

Cada parcela estaba subdividida en ocho subparcelas de 20 m² cada una, seis de las cuales fueron utilizadas para la extracción de muestras periódicas.

La variedad de avena (*Avena sativa* L.) utilizada fue "Moregrain", caracterizada por pertenecer al tipo de las avenas blancas, aptas para pastoreo. La avena fue sembrada en las unidades experimentales correspondientes, al voleo, el 15 de marzo de 1979, luego de haberse realizado la preparación de la cama de siembra con las siguientes labores: arada, rastreada con discos, arada con rotovator (arado rotativo). Las semillas se incorporaron al suelo con una pasada superficial de arado rotativo. En las parcelas ocupadas por los testigos la secuencia de labores fue la mis-

ma que la descrita para la avena, permitiendo luego la regeneración de vegetación espontánea.

Las parcelas se muestrearon periódicamente extrayendo tres submuestras de suelo de cada una, en cada tratamiento y bloque. El muestreo se realizó con un cilindro de metal de 21 cm de diámetro (350 cm²). La muestra fue dividida en tres estratos: "superficial", que incluye los primeros 7 cm del suelo, "medio", incluye el perfil del suelo entre los 7 y 14 cm y "profundo", por debajo de los 14 cm hasta donde se observaran rizomas de sorgo de alepo.

El material fue lavado con agua y separado, una vez limpio, en las fracciones requeridas para el estudio. Las fracciones fueron:

- rizomas vivos de sorgo de alepo.
- rizomas muertos de sorgo de alepo.
- parte aérea de sorgo de alepo.
- parte aérea de avena.

El material fue llevado posteriormente a estufa a 80°C en la que permanecía hasta constancia de peso, después de lo cual fue pesado en una balanza cuya precisión es de 0,1 mg.

RESULTADOS

En la figura 1, se presentan los valores de peso seco, de los rizomas vivos correspondientes a los estratos "superficial", "medio" y "profundo", para cada momento de cosecha y tratamiento. Para el análisis estadístico de estos valores se consideró que en cada momento de cosecha los datos se agrupaban según un diseño en bloques completos aleatorizados con submuestreo y según las ecuaciones impuestas por este diseño se llevó a cabo el análisis de varianza, del que se obtuvo como resultado que en ninguna de las fechas de cosecha analizadas (31 de agosto, 11 de octubre, 13 de noviembre, 10 de enero) se hallaron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos probados.

El sorgo de alepo es una especie perenne, rizomatosa, que posee una distribución espacial de tipo contagiosa (Ghersa *et al.*, 1977), lo que ha contribuido de un modo importante a la variabilidad hallada en los datos obtenidos.

Se efectuó además, el análisis estadístico de los resultados obtenidos en el estrato superficial entre los distintos momentos de cosecha para cada uno de los tratamientos pro-

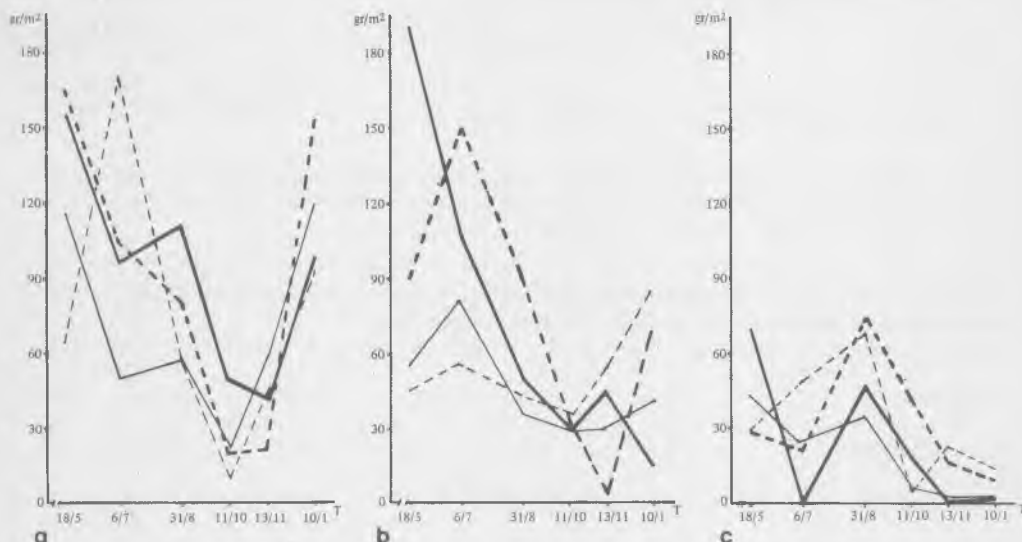


Figura 1: Peso seco de los rizomas vivos cosechados en los estratos "superficial" (a), "medio" (b) y "profundo" (c), en cada momento de cosecha y tratamiento (--- Cultivo de avena, — Testigo sin avena, ···· Cultivo de avena con cortes y -·-· Testigo sin avena con cortes).

bados. Se consideró que en cada tratamiento, a lo largo del tiempo, los datos se agrupaban según un diseño en bloques completos aleatorizados con submuestreo, obteniendo del análisis de varianza correspondiente los siguientes resultados: se hallaron diferencias estadísticamente significativas entre los distintos momentos de cosecha en los tratamientos Testigo sin avena y Testigo sin avena sometido a cortes periódicos ($\alpha = 0,10$), Cultivo de avena ($\alpha = 0,025$) y Cultivo de avena sometido a cortes periódicos ($\alpha = 0,01$).

Los valores que corresponden a los rizomas muertos hallados en los distintos momentos de cosecha, para los estratos "superficial", "medio" y "profundo" se hallan en la figura 2.

En el cuadro 1 se presentan los valores correspondientes a los porcentajes de rizomas vivos hallados en los tratamientos con avena respecto de los testigos correspondientes, en el estrato superficial, en cada momento de cosecha. Estos resultados no fueron analizados estadísticamente y serán discutidos posteriormente.

En la figura 3 se presentan los valores correspondientes al peso seco de la parte aérea de sorgo de alepo, en los distintos momentos de cosecha. Se observaron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos probados, en el nivel de $\alpha = 0,05$ solamente en la cosecha efectuada el 10 de enero. En el test de Tuckey realizado en esta ocasión se obtuvieron diferencias significati-

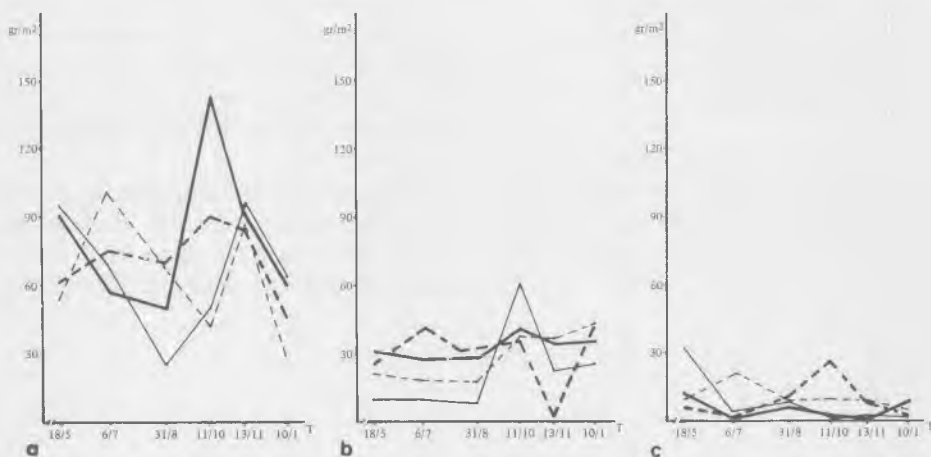


Figura 2: Peso seco de los rizomas muertos cosechados en los estratos "superficial" (a), "medio" (b) y "profundo" (c), en cada momento de cosecha y tratamiento (--- Cultivo de avena, — Testigo sin avena, -.-.- Cultivo de avena con cortes y — Testigo sin avena con cortes).

CUADRO 1: Peso seco de los rizomas vivos cosechados en el estrato superficial en los distintos tratamientos, expresado como porcentaje de los testigos respectivos.

Tratamiento	Muestreo					
	18/5	6/7	31/8	11/10	13/11	10/1
Testigo sin avena	100	100	100	100	100	100
Cultivo de avena	106	108	72	37	51	156
Testigo sin avena con cortes	100	100	100	100	100	100
Cultivo de avena con cortes	55	344	100	47	70	85

CUADRO 2: Peso seco de la parte aérea de avena cosechada en distintos momentos (gr/m²).

Tratamiento	Muestreo					
	18/5	6/7	31/8	11/10	13/11	10/1
Cultivo de avena	157	239	535	465	367	-
Cultivo de avena con cortes	116	154	366	374	172	-

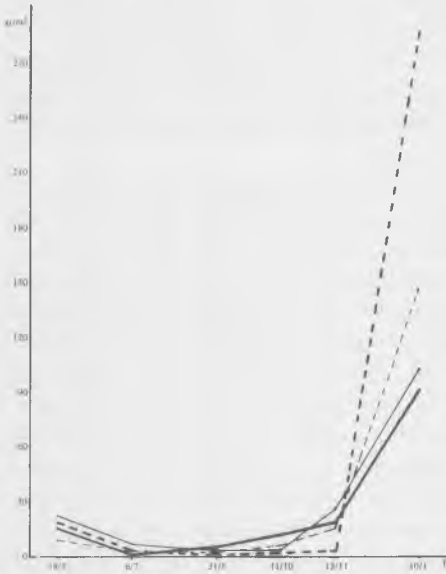


Figura 3: Peso seco de la parte aérea de sorgo de alepo, en los distintos momentos de cosecha y tratamientos (--- Cultivo de avena, — Testigo sin avena, - - - Cultivo de avena con cortes y — Testigo sin avena con cortes).

vas, evidenciando la mayor producción de biomasa aérea de sorgo de alepo, entre la media correspondiente al tratamiento de avena sin corte y las medias correspondientes a ambos testigos sin avena.

En el cuadro 2 se presentan los valores de biomasa aérea de avena, para los distintos momentos de cosecha, lo que permite tener idea del momento de máximo crecimiento radical (este se produce poco antes de que se manifieste el pico de la parte aérea -Throughton, 1957-) y el momento de máxima biomasa aérea.

El ciclo de la avena había concluido aproximadamente el 13 de noviembre. En el

momento de realizarse la última cosecha sólo se podía encontrar paja de avena con avanzado grado de descomposición.

DISCUSION

Dinámica de la población de rizomas vivos de sorgo de alepo

A través de los datos presentados (figura 1), se pone de relieve que entre la superficie del suelo y los 14 cm de profundidad la población de rizomas vivos va disminuyendo desde mayo hasta el mes de octubre, iniciándose luego un aumento de dicha población.

La disminución en la población de rizomas vivos es coincidente con el período de brotación del sorgo de alepo. Trás las bajas temperaturas invernales, la formación de nuevos vástagos aéreos ocasiona el consumo de hidratos de carbono de reserva de los rizomas, lo que junto a la respiración necesaria para el mantenimiento de las estructuras y la posible existencia de condiciones adversas tales como anegamiento, bajas temperaturas, ataques de organismos patógenos, etc., determinan una disminución en el volumen de la fracción correspondiente a los rizomas vivos.

En el mes de noviembre aproximadamente, los valores observados muestran una inversión en la situación existente, lo que se presume es debido al movimiento de productos de fotosíntesis hacia las porciones subterráneas.

Como puede verse en las figuras 1-a y 3, la disminución de la población de rizomas

vivos en los tratamientos testigo es acompañada con incrementos de la biomasa aérea de sorgo de alepo. En el caso del testigo sometido a cortes periódicos el incremento en biomasa aérea no se manifiesta, debido a los cortes efectuados, entre los meses de julio y octubre.

En los tratamientos con avena, en cambio, no se registra activo crecimiento de la parte aérea hasta luego del 13 de noviembre, habiéndose manifestado una disminución muy pronunciada en la magnitud de la población de rizomas vivos en fechas anteriores a las mencionadas.

Asimismo, las diferencias relativas de magnitud en la población de rizomas vivos observadas en las parcelas cultivadas con avena respecto a los tratamientos control, alcanzan valores, como puede verse en el cuadro 1, en la cosecha del 11 de octubre de 38% y 47% para la avena sin corte y avena con cortes periódicos respectivamente, situación que se mantiene el 13 de noviembre con valores de 51% y 70%.

Estos hechos permitirían suponer que la población de rizomas ha sido controlada por mecanismos de interacción negativa.

Numerosas investigaciones han sido llevadas a cabo (Eberhardt, 1954-1955; Martin, 1956-1957; Martin y Rademacher, 1960; Fay y Duke, 1977) en relación con la capacidad de la avena para exudar, a través de sus raíces, productos del metabolismo capaces de causar un efecto perjudicial directo o indirecto sobre otras especies. Estas sustancias orgánicas liberadas desde las raíces de avena, concentradas en los primeros centímetros del suelo (Thoughton, 1957), serían las principales responsables de un efecto que, en las situaciones del ensayo, probablemente se ha visto atemperado por la acción de numerosas variables ambientales. Sin embargo, el fenómeno de competencia es el que ha recibido mayor atención de parte de gran número de investigadores (Clements, 1929; Sakai, 1955; de Wit, 1960; Harper, 1961; Donald, 1963) y los mecanismos incluidos en este proceso no deben ser eliminados como posi-

bles causales de las modificaciones sufridas por la población de rizomas de sorgo de alepo.

En consecuencia, es probable la intervención en forma conjunta de más de un mecanismo de interacción negativa, entre los que cuentan los ya conocidos en avena de competencia y alelopatía. Debido a la naturaleza del ensayo, por consideraciones de carácter experimental, no es posible saber en qué magnitud relativa intervinieron los mecanismos mencionados. Es indudable que, de haber existido la acción de algún mecanismo de interferencia muy intenso de la avena, la variabilidad de los valores obtenidos hubiera sido menor.

Los cortes realizados en los meses de agosto y setiembre en los tratamientos correspondientes deben considerarse como causas determinantes de la mayor disminución de rizomas vivos observada en los primeros siete centímetros del suelo. Es posible postular diversas razones por las que el corte pudo afectar la población de rizomas en el tratamiento con avena y su control. En el caso del testigo el consumo de hidratos de carbono de reserva requerido para la brotación podría ser uno de los factores, a él se sumará la remoción de masa aérea de sorgo, que podría promover la diferenciación de nuevos vástagos a expensas de reservas acumuladas. El efecto observado en este tratamiento, como puede verse en la figura 1-a, es muy semejante al ocasionado por la avena que no ha sido sometida a cortes frecuentes.

En la avena, el corte, junto a las consideraciones expresadas anteriormente, puede haber influenciado la mortandad de raíces, lo que determinaría un mayor volumen de sustancias alelopáticas liberadas al medio. Esta podría ser una de las razones por las que en avena con corte la población de rizomas vivos fue sólo el 49% de la existente en el tratamiento avena sin corte.

Finalmente se observa que, tras la brotación ocurrida luego del invierno, el momento en que la población de rizomas comienza a aumentar difiere en los tratamientos sometidos a cortes periódicos, de aquéllos que no

fueron cortados. Este hecho podría deberse presumiblemente a la competencia por luz generada en los tratamientos que no son cortados, lo que determinaría un retardo en el crecimiento de los brotes jóvenes de sorgo de alepo.

Dinámica de la población de rizomas muertos de sorgo de alepo

El ritmo de descomposición de los rizomas en el suelo es muy acelerado (Mc Whorter, 1960), lo que ha ocasionado seguramente una gran pérdida de información, según la oportunidad de la cosecha realizada. Es conveniente subrayar que no se observan diferencias marcadas entre los distintos tratamientos. Es posible, sin embargo, reconocer una tendencia general opuesta a la presentada en el caso de los rizomas vivos, atenuada por la variabilidad de los datos debida a las razones expresadas anteriormente.

Cabe mencionar que si bien se produce una reducción en la población de rizomas vivos a medida que aumenta la profundidad, esta disminución en la magnitud de la población se hace mucho más notable en el caso de los rizomas muertos. Esto puede ser atribuible a la disminución de la tasa de mortalidad de los rizomas a medida que aumenta la profundidad en el suelo o al mayor ritmo de descomposición de los rizomas en los estratos inferiores del suelo. El ensayo no permite discernir cuál de estas razones opera como agente causal del efecto mencionado, pero el conocimiento de este aspecto de la dinámica reviste particular interés.

Comportamiento de la parte aérea del sorgo de alepo

En la cosecha efectuada el 10 de enero se observó mayor producción de biomasa aérea de sorgo de alepo en los tratamientos con avena. Es posible explicar este hecho si tenemos en cuenta que en los sistemas mixtos

aquí estudiados hay interacciones y posiblemente interferencias entre las especies analizadas, avena y sorgo, y las malezas que acompañaron a todos los tratamientos.

En el caso de los tratamientos con avena, la presencia de algunas malezas características de la pampa ondulada fue seriamente disminuida (Ghersa *et al.*, 1981). Este eficiente control de las malezas asociadas al sistema permitió, al finalizar el ciclo de la avena, que la totalidad de los recursos ambientales presentes en ese momento pudieran ser aprovechados por el sorgo de alepo, concretando así un mayor crecimiento de la parte aérea, que se traduce en un aumento de la población de rizomas vivos de sorgo tal como puede verse en la figura 1-a en la cosecha correspondiente al 10 de enero.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en el presente trabajo permiten extraer algunas conclusiones de interés para la comprensión de la dinámica de la población del sorgo de alepo.

Es importante destacar el carácter cíclico anual del comportamiento de la población de los rizomas de esta maleza. En dicha población se produce un crecimiento estival y una disminución invierno-primaveral, cuyas magnitudes difieren según los sistemas considerados.

En los tratamientos testigo, es decir, los que no tuvieron cultivo, los resultados obtenidos permitirían pensar que la reducción de la población de rizomas vivos de sorgo de alepo estaría vinculada, probablemente, al consumo de reservas generado por la formación de raíces y vástagos aéreos luego del período de bajas temperaturas.

En cambio, en los sistemas con cultivo de avena, existe una reducción en la población de rizomas vivos que podría ser interpretado a través de la acción conjunta de mecanismos de interacción negativa y de la brotación de los rizomas.

La competencia del cultivo produce un

retraso de la brotación del sorgo de alepo que podría ser importante para el manejo de la población de rizomas vivos. Este hecho pone en evidencia la precisión con que debe ser utilizada la información de la dinámica poblacional en la aplicación de métodos de control.

El cultivo de avena ejerce un gran control sobre las malezas espontáneas presentes en los distintos sistemas, en esta situación, el sorgo de alepo es capaz de regenerar rápidamente la población de rizomas.

El cultivo de avena sometido a cortes periódicos produce la mayor disminución observada en la población de rizomas, pero permite una regeneración rápida y temprana de dicha población, debido probablemente, a la pérdida de área foliar de avena que ocasionan los cortes.

Cabe destacar que el comportamiento de la población de rizomas ubicada en el estrato profundo difiere del de los estratos superiores. Es de particular interés el estudio de la dinámica de la fracción profunda de rizomas. León *et al.*, (1980) ponen de manifiesto la importancia de esta parte de la población en la regeneración del sorgo de alepo, en cultivos sometidos a control con herbicidas y labores mecánicas.

El carácter cíclico de la dinámica poblacional de los rizomas debería ser tenido en cuenta para ajustar al comportamiento de la población las estrategias de control usadas contra el sorgo de alepo.

Asimismo, el conocimiento integrado de los mecanismos de interacción que se establecen entre el cultivo y sus malezas podría ser utilizado para racionalizar y mejorar el uso de los recursos disponibles para la agricultura.

El conocimiento de la dinámica poblacional del sorgo de alepo y de los mecanismos de interferencia entre especies vegetales, constituye una valiosa herramienta que, adecuadamente manejada, puede aumentar la eficiencia de los métodos de control implementados para esta maleza y disminuir de esta forma, el consumo de energía fósil.

BIBLIOGRAFIA

- 1) Abdul-Wahab and E. L. Rice, 1967. Plant inhibition by Johnson-grass and its possible significance in old field succession. *Bull. Torrey Bot. Club* 94: 486-497.
- 2) Anderson, L. E., A. P., Appleby and J. W. Welsh, 1960. Characteristics of Johnson-grass rhizomes. *Weeds* 8: 402-406.
- 3) Clements, F. E., J. E. Weaver and H. C. Hanson, 1929. Plant competition. Carnegie Inst. Wash Publ., 398 p. Wash. D. C.
- 4) de Wit, C. T., 1960. On competition. *Onderz.* 66: 1-82.
- 5) Donald, C. M., 1963. Competition among crop and pasture plants. *Adv. Agron.* 15: 1-118.
- 6) Eberhardt, F., 1954. Ausscheidung einer organischen Verbindung aus den Wurzeln des Hafers (*Avena sativa* L.). *Naturwiss.* 41: 259.
- 7) Eberhardt, F., 1955. Über fluoreszierende Verbindungen in den Wurzeln des Hafers. Ein Beitrag Zum Problem der Wurzelabscheidungen. *Zeits. Bot.* 43: 405-422.
- 8) Fay, P. K. and W. B. Duke, 1977. An assessment on allelopathic potential in avena germplasm. *Weed Science* 25 (3): 224-228.
- 9) Ghersa, C. M., A. Soriano y R. C. Kirton, 1977. La población de rizomas de *Sorghum halepense* (L. Pers.) en potreros con diferentes historias. Actas del III Congreso Sudamericano (ALAM) y VIII Reunión Argentina para el Control de las Malezas. 1: 213-223.
- 10) Ghersa, C. M., A. Soriano, R. Sánchez y L. G. de Valla, 1979. Estrategias de invasión y perpetuación del sorgo de alepo. *Revista CREA* Nº 74: 36-40.
- 11) Ghersa, C. M., R. J. C. León y E. Satorre, 1981. Efecto del cultivo de avena y del corte sobre la comunidad de malezas en la pampa ondulada. (Inédito).
- 12) Harper, J. L., 1961. Approaches to the study of plant competition. Mechanisms in Biological Competition. *Symp. Soc. Exptl. Biol.* 15: 1-39. Oxford Univ. Press, London.
- 13) León, R. J. C., 1980. Bases ecológicas de las estrategias de invasión de *Sorghum halepense*. Informe técnico SECYT.
- 14) Martin, P., 1956. Qualitative und quantitative untersuchungen über die Ausscheidung organischer Verbindungen aus den keimwurzeln des Hafers (*Avena sativa* L.). *Naturwiss* 43: 227-228.
- 15) Martin, P., 1957. Die Abgabe von organischen Verbindungen insbesondere von Scopoletin, aus den Keimwurzeln des Hafers. *Zeits Bot.* 45: 475-506.
- 16) Martin, P. and B. Rademacher, 1960. Studies

- on the mutual influences of weeds and crops. In "The Biology of Weeds" (J. L. Harper, ed) pp 143-152. Blackwell, Oxford.
- 17) Mc Whorter, C. G., 1960. Morphology and Development of Johnson-grass Plants from Seeds and Rhizomes. *Weeds*, 558-562.
 - 18) Muller, C. H., 1966. The role of chemical inhibitor (allelopathy) in vegetational composition. *Bull. Torrey Bot. Club* 93: 332-351.
 - 19) Oyer, E. B., G. A. Gries and B. J. Rogers, 1959. The seasonal development of Johnson-grass plants. *Weeds* 7: 13-19.
 - 20) Rice, E. L., 1974. Allelopathy. Edited by T. T. Kozlowski, 353 pp, Academic Press, INC. New York.
 - 21) Sakai, K., 1955. Competition in plants and its relation to selection. *Cold Spring Harbor Symp. Quant. Biol.*, 20: 137-157.
 - 22) Throughton, A., 1957. The undergrounds organs of herbage grasses. *Bull. Commonw. Bur. Past. Frd. Crops* 44: 163 pp.
 - 23) Whittaker, R. H. and P. P. Feeny, 1971. Allelochemics: Chemical interactions between species. *Science* 171: 757-770.
-