

LA DINAMICA DE LA POBLACION DE RIZOMAS DE SORGO DE ALEPO EN RELACION CON LOS SISTEMAS DE CONTROL MAS FRECUENTES *

C. M. Ghersa y E. H. Satorre (1)

Recibido: 27/7/81

Aceptado: 11/11/81

RESUMEN

Se presenta un modelo poblacional de los rizomas de sorgo de Alepo en distintos sistemas. En él se pone de manifiesto el modo en que operan las variables de control más importantes. Los valores de biomasa de rizomas en cultivos de maíz pueden oscilar entre 100 y 4.000 kg de materia seca por hectárea según el período considerado y la variable de control operante; se analizan estas oscilaciones poblacionales en relación con los sistemas de control más frecuentes. Surge de estas consideraciones que, para que las medidas de control sean efectivas, es necesario tomar en cuenta los momentos críticos de las distintas estrategias de la maleza y llevarlas a cabo en forma continuada, debido a la gran capacidad de regeneración poblacional.

THE POPULATION DYNAMICS OF JOHNSON-GRASS RHIZOMES IN RELATION TO THE MOST FREQUENTS CONTROL SYSTEMS

SUMMARY

A model of Johnson-grass rhizome population in different systems, which shows how the most important control variables work, is presented.

Rhizome dry matter varies between 100 and 4,000 kg/ha depending on the period and on the operating control variable; these oscillations are analyzed in relation to common control systems. Given the high regeneration capacity of the population, it is concluded that for control procedures to be effective the critical periods of the different weed strategies must be taken into account and control procedures must be carried out in a continuous fashion.

* Este trabajo fue realizado gracias a subsidios otorgados por la Comisión Administradora del Fondo de Promoción de la Tecnología Agropecuaria, la Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires y de la Secretaría de Estado de Ciencia y Tecnología.

(1) Cátedra de Fisiología Vegetal y Fitogeografía, Departamento de Ecología, Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires, Av. San Martín 4453 - (1417) Buenos Aires, Argentina.

INTRODUCCION

El sorgo de Alepo se perpetúa por medio de semillas y rizomas. El ajuste de estas estrategias de invasión y perpetuación a los sistemas de cultivo comunes en la zona maicera central permite que, pese a la práctica de un conjunto de técnicas para el control de la maleza, ésta permanezca en los lugares cultivados, en forma más o menos estable a lo largo del tiempo.

En este trabajo, sobre la base de datos tomados durante 5 años en lugares con diferentes sistemas de cultivo, y de varios ensayos, se presenta un modelo determinístico que describe la dinámica poblacional de los rizomas de sorgo de Alepo.

El análisis de sistemas ecológicos desarrollando modelos matemáticos y usando ecuaciones diferenciales, resueltas por medio de computadoras, ha sido usado en muchas oportunidades cuando la combinación de factores que intervienen es tan grande, que

los resultados son difíciles de comprender. (Garfinkel, 1962, 1967; Garfinkel y Sack, 1964).

El fin de este trabajo es presentar los datos de algunas constantes observadas en diversos sistemas y un modelo simple de la dinámica de la población de los rizomas en cada una de las situaciones consideradas.

Este modelo acerca de la mecánica del funcionamiento de la población de rizomas es el primer paso para desarrollar un modelo matemático de ecuaciones diferenciales que se halla en preparación.

MATERIALES Y METODOS

Durante más de cuatro años se realizaron ensayos y observaciones sobre distintos aspectos de la dinámica de la población de sorgo de Alepo. De la información recogida en este lapso se eligieron los datos correspondientes a los sistemas considerados en el modelo: monocultura de maíz (a) monocultura de maíz con aplicación de herbicidas (b);



Figura 1: Diagrama de flujo considerado para la elaboración del Modelo.

pradera (c); cultivo de trigo (d) y cultivo de trigo con aplicación de herbicidas (e).

Los métodos aplicados en cada caso están descritos en los trabajos correspondientes (Satorre *et al.*, 1981; Kirton *et al.*, 1977; Soriano *et al.*, 1977; Sánchez *et al.*, 1981; Ghera y Soriano, 1980; Ghera *et al.*, 1981; León *et al.*, 1980; Soriano, 1979; Ghera *et al.*, 1979; Ghera *et al.*, 1977).

EL MODELO

Diagrama de flujo

En el diagrama de flujo de la figura 1 se presentan las tres variables de estado consideradas en el modelo.

- 1) **Rizomas de plantas menores de un año.** Son rizomas que se originan a partir de plantas producidas por semillas germinadas en el ciclo de crecimiento considerado.
- 2) **Rizomas de plantas de más de un año.** Son los rizomas producidos por el resto de las plantas.
- 3) **Rizomas muertos.** Es una variable de estado que, como en este caso no se presenta su valor a lo largo del tiempo, se la considera como un destino.

Los sistemas de cultivo a través de las distintas prácticas culturales funcionan como variable de control que regulan los flujos entre las variables de estado consideradas.

Las funciones logísticas que describen las curvas que unen las constantes medidas fueron ajustadas por regresión siendo las expresiones matemáticas correspondientes:

$$-\frac{dn}{dt} = r(i) \cdot n(i) \left(\frac{K - n(i)}{K} \right)$$

en donde:

$$r(i) = \frac{\ln n(i) - \ln n(i-1)}{t(i) - t(i-1)}$$

Donde:

$\frac{dn}{dt}$ es la tasa de cambio instantánea del peso de rizomas

$r(i)$ es la tasa intrínseca de crecimiento (realizada) en el intervalo considerado,

$$t(i) - t(i-1)$$

K es la capacidad de saturación de ese sistema.

$n(i)$ es el peso de rizomas en el tiempo $t(i)$.

Para la mortandad se ajustaron curvas de la misma forma que las de crecimiento pero con pendiente negativa.

La tasa relativa de crecimiento utilizada para todas las situaciones fue calculada sobre la base de una curva hecha a mano alzada que unía los puntos observados en un sistema de cultivo de avena. Debe destacarse que estos valores no diferían significativamente de las tasas correspondientes a datos medidos por Montaldi y Urrutia, 1979.

Las tasas de mortandad debidas a los herbicidas fueron estimadas sobre la base de datos obtenidos en potreros tratados con herbicidas (Ghera, *et al.*, 1980).

La capacidad de saturación de la población es un promedio de valores observados en ensayos y cultivos practicados en un establecimiento del Partido de Rojas, (cuadro 1).

Los valores de peso de rizomas correspondientes a las plantas provenientes de semillas fueron estimados sobre la base de la producción de rizomas a partir de plántulas identificadas en cada uno de los sistemas presentados (León, *et al.* 1980) ponderados por la densidad promedio de plántulas por hectárea (Ghera *et al.*, 1981).

RESULTADOS Y DISCUSION

En la figura 2 a, se ven las curvas que re-

CUADRO 1: Capacidad de saturación estival e invernol en los distintos sistemas de producción considerados.

Sistema de producción	Capacidad de saturación estival*	Capacidad de saturación invernol*
Maíz	4.000	1.200
Verdeo de invierno	3.000	450
Pradera	1.800	600

* kg de materia seca de rizomas de sorgo de Alepo por hectárea.

presentan la dinámica de la población de rizomas en monocultura de maíz sin aplicación de herbicidas, observándose una oscilación uniforme a lo largo del tiempo con capacidades de saturación invernol y estivales elevadas (cuadro 1).

La componente de la población de rizomas debida a plantas nacidas a partir de semillas aparece estable con valores bajos (cuadro 2). Además, están graficadas las curvas que representan la dinámica de la población luego de la aplicación de herbicidas.

CUADRO 2: Rizomas producidos a partir de plantas menores de un año en los distintos sistemas considerados.

Sistema	kg/ha
Maíz	80
Posterior al herbicida E	400
Posterior al herbicida D	100
Cultivo invernol	800
Cultivo invernol + herbicida D	200
Pradera (1 ^o año)	180

E = Herbicida EPTC + Antídoto

D = Herbicida dicloropropionato de sodio.

Se pueden observar las distintas respuestas debidas a momentos de aplicación y tipos de herbicidas distintos. El E.P.T.C.* + antídoto permite, por el momento de su aplicación, un gran incremento de rizomas a partir de plantas producidas por semillas y una regeneración de la población a partir de las plantas que fueron capaces de sobrevivir al efecto del herbicida.

Por esto, al segundo año de cultivo de maíz, la población se aproxima a la capacidad de saturación estival del cultivo sin aplicación de herbicidas. El mínimo de la biomasa de rizomas es menor cuando se aplican herbicidas durante el período de brotación (agosto-septiembre), debido a que el efecto del herbicida se produce sobre la población reducida, en gran parte, por los efectos invernol y la brotación.

No obstante, cuando la aplicación se realiza en diciembre-enero, la caída de la biomasa es menor, pero el efecto poblacional a mediano plazo es mayor. Esto se debe fundamentalmente al menor lapso que tiene para regenerarse la población sobreviviente, pues sólo vegeta durante un período de 2 a 3 meses, a diferencia del otro tratamiento, cuyo período vegetativo a partir de la aplicación del herbicida, es de 5 meses. Asimismo, las condiciones ambientales para germinación son más adecuadas luego de la aplicación del E.P.T.C. + antídoto que luego de la aplicación de dicloropropionato de sodio (Ghersa, *et al.*, 1980). Además, debido a las labores de los sistemas considerados, el flujo más importante de germinación ocurre en octubre-noviembre (Ghersa *et al.*, 1980; Sánchez, 1981) por lo que las plántulas escapan al tratamiento en el primer caso y no lo hacen en el segundo.

En la figura 2 b se representa la dinámica de los rizomas en un sistema de cultivo con rotación trigo-maíz en dos situaciones: una en la cual se hace una aplicación del herbicida, previa a la siembra del trigo y luego se realiza siembra de maíz, y otra en la

* Etilidipropiltiocarbamato - dialildicloroacetamida

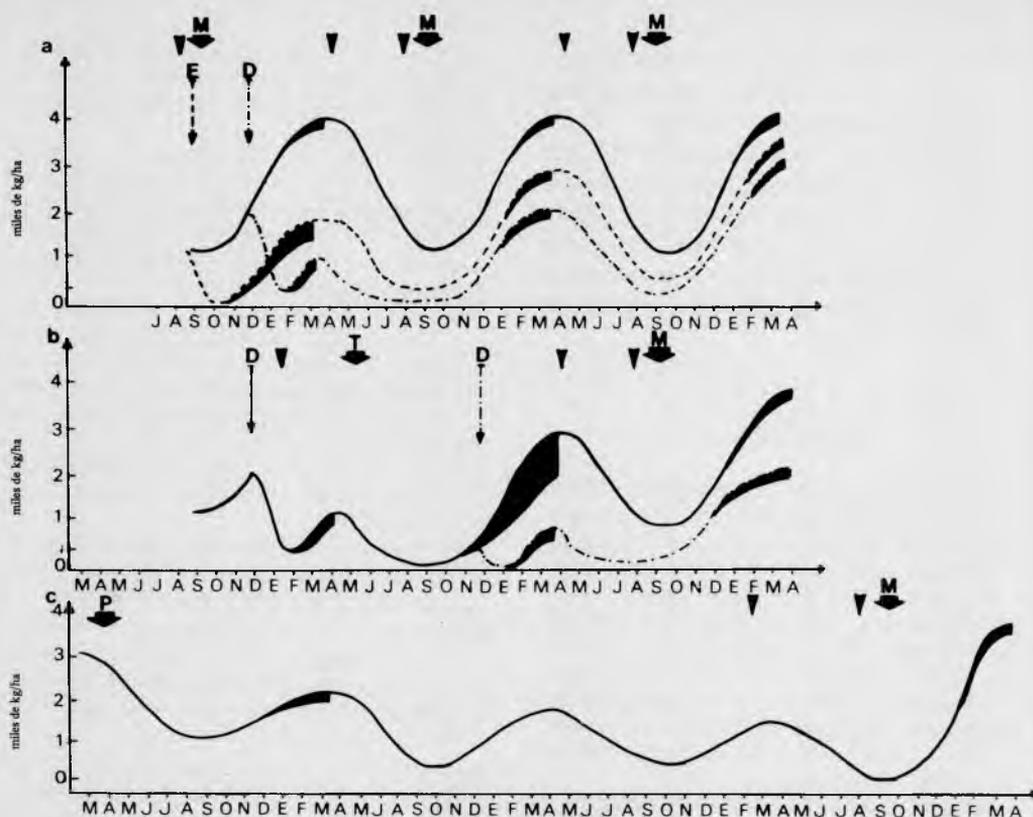


Figura 2: Dinámica de la población de rizomas de Sorgo de Alepo en los distintos sistemas de cultivo: a) Monocultura de maíz (—); Monocultura de maíz con herbicida EPTC + antídoto (---); Monocultura de maíz con herbicida dicloropropionato de sodio (-·-·-); b) Cultivo de trigo. Cultivo de maíz con una aplicación de herbicida dicloropropionato de sodio (—); Cultivo de trigo. Cultivo de maíz con dos aplicaciones de herbicida dicloropropionato de sodio (-·-·-); c) Pradera. Cultivo de maíz (—).

Las áreas sombreadas indican la producción de rizomas a partir de plantas del primer año.

E = Fecha de aplicación de EPTC + antídoto; D = Fecha de aplicación de dicloropropionato de sodio; M = Fecha de siembra de maíz; T = Fecha de siembra de trigo; V = Fecha de arada en los respectivos sistemas; P = Fecha de siembra de pradera.

que se hace, además, una segunda aplicación del herbicida, luego de la cosecha del trigo.

Es notable cómo, en el primer caso, las plantas producidas a partir de semillas contribuyen en forma importante a la regeneración poblacional (cuadro 2)

En la figura 2 c se puede observar la estabilidad de la población mientras dura el sistema con pradera, y la pequeña contribución de rizomas de plantas producidas a partir de semillas, que sólo se produce en el primer año, luego de la siembra en la pradera. Es destacable que al roturar la pradera e implantar maíz, se produce un ascenso rápido de la población.

CONCLUSIONES

En el modelo se puede observar la gran velocidad de recuperación de la población de rizomas en sistemas bajo cultivo de maíz y, cómo las plantas producidas a partir de semillas pueden contribuir en algunas ocasiones en forma importante a dicha población.

Es interesante notar que la población de plántulas se presenta en su mayor magnitud luego del trigo, que en general es un cultivo que se practica como un componente de la lucha contra el sorgo de Alepo.

Se pone de manifiesto que el control del sorgo de Alepo debe realizarse en forma con-

tinuada y precisa, ya que en un período corto la población alcanza los valores máximos de biomasa, posibles en el sistema.

El lapso en que la biomasa de rizomas comienza a aumentar, constituye un período crítico para el crecimiento de la población, como se deduce de los efectos ocasionados por la aplicación de herbicidas en setiembre-octubre respecto a la aplicación de diciembre-enero.

BIBLIOGRAFIA

- 1) Garfinkel, D., 1962 y 1967. Citado por Ray R. Lassiter y Don W. Hayne en "Systems analysis and simulation in ecology". Edited by Bernard C. Patten. V. 1: 591 pp. Academic Press. New York and London, 1971.
- 2) Garfinkel, D and R. Sack, 1964. *Ob cit.*
- 3) 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.
- 4) Ghersa, C. M.; A. Soriano; R. A. Sánchez y Lidia G. de Valla, 1979. Estrategias de Invasión y Perpetuación del Sorgo de Alepo. *Revista CREA*, 74: 36-40.
- 5) Ghersa, C. M. y A. Soriano, 1980. Efecto comparado del verdeo de avena y de otros sistemas agrícolas sobre la población de rizomas de *Sorghum halepense* (L.) Pers. *Rev. Fac. Agr.* 1 (3): 87-92.
- 6) Ghersa, C. M.; T. M. Schlichter y R. Kirton, 1981. La aparición de plántulas de sorgo de Alepo en relación con diferentes sistemas de cultivo (inédito).
- 7) Kirton, R. C.; C. M. Ghersa y A. Soriano, 1977. Importancia de la propagación a partir de semillas en la invasión de *Sorghum halepense* (L.) Pers. Actas del III Congreso Sudamericano (ALAM) y III Reunión Argentina de para el control de las malezas, 1: 90-99.
- 8) León, R. J. C.; A. Soriano; C. M. Ghersa y E. Satorre, 1980. "Bases ecológicas de las estrategias de invasión de *Sorghum halepense*". Informe técnico presentado a la Comisión de Investigaciones Científicas de la Pcia. de Bs. As.
- 9) Montaldi, E. R. y M. E. Urrutia, 1979. "*Sorghum halepense* (L.) Pers. sus características como Maleza", en Informe Técnico PLAN 137 CAFPTA.
- 10) Sánchez, R. A. 1981. "Fisiología de la germinación en *Datura ferox* y *Sorghum halepense*, Informe Técnico presentado a la SECYT.
- 11) Satorre, E. H.; C. M. Ghersa y A. Soriano, 1981. Dinámica de la población de rizomas de Sorgo de Alepo (*Sorghum halepense* (L.) Pers.) Efecto del cultivo de avena y del corte. *Rev. Fac. de Agr.* 2 (2): 115-123.
- 12) Soriano, A.; C. M. Ghersa y R. C. Kirton, 1977. Efectos producidos por tres profundidades de entierro sobre el desarrollo del sorgo de Alepo a partir de distintas tipos de rizomas. Actas de III Congreso Sudamericano (ALAM) y VIII Reunión Argentina para el control de las malezas 1: 73-80.
- 13) Soriano, A., 1979. en Informe Técnico PLAN 137 CAFPTA "*Sorghum halepense* (L.) Pers. sus características como maleza".