

DINAMICA DE LA POBLACION DE SEMILLAS DE SORGHUM HALEPENSE (L.) PERS. EN
UN SUELO ARABLE. II. EFECTO DE LAS LABORES Y DE LA MANIPULACION DEL CANOPEO

C.M. GUERSA (1), B.A. de EILBERG (2) y A. SORIANO (1)

Recibido: 29-12-86

Aceptado: 19- 2-87

RESUMEN

Se estudió la variación temporal de la densidad de semillas de sorgo de Alepo en dos estratos de suelo del perfil arable de un cultivo de avena: el superficial (0 a -3 cm) y el profundo (-3 a -20 cm) y la influencia que sobre esta variación tenían las labores del suelo y la manipulación del canopeo.

Durante el período comprendido entre mayo de 1979 y julio de 1980, el total de semillas en todas las situaciones estudiadas disminuyó en promedio al 24% del valor inicial, pese a los grandes aportes recibidos durante el verano y el otoño.

La dinámica de la población de semillas fue diferente según el estrato del suelo considerado y la cantidad de semillas en cada estrato al iniciarse la experiencia.

La densidad de semillas en los primeros 20 cm del suelo tendió a un valor de aproximadamente 1000 semillas por m² que se alcanzó antes del período adecuado para la germinación.

Sobre la base de la información recogida se presenta un modelo diagramático de la dinámica de las semillas en los estratos del suelo analizados. El modelo muestra que la dinámica de la población de semillas de sorgo de Alepo presenta cambios cíclicos, que serían el balance obtenido a través de los aportes y las pérdidas.

SORGHUM HALEPENSE (L.) SEED DYNAMICS IN AN ARABLE SOIL.
II. EFFECT OF SOIL TILLAGE AND PLAN COVER MANIPULATION

SUMMARY

Temporal changes of the density of Johnson grass seeds were studied in two layers of the soil profile: 0, -3 cm and -3, -20 cm and their relation with soil tillage and plant cover manipulation were analysed.

In spite of the great seed production and dispersal observed during the summer-fall period, in all the studied plots, in average the seed population decreased, during the period may 1979- July 1980, down to 24% of the initial value.

The dynamic of the seed population was different in the two layers, and was related to the seed density at the beginning of the experiment. In all the plots, before the occurrence of favorable conditions for seed germination, seed density considering the two layers together was about 1,000 seeds/m².

A diagramatic model of the dynamics of the seed population in the two soil layers is presented. In the model, cyclic changes of the population of Johnsongrass seeds are shown as a balance between seeds gains and losses.

(1) Dpto. de Ecología. Cátedra de Fisiología Vegetal y Fitogeografía.
Facultad de Agronomía (UBA). Avda. San Martín 4453,
(1417) Buenos Aires - Argentina

(2) Dpto. de Botánica, INTA Castelar.

INTRODUCCION

Observaciones anteriores mostraron que la densidad de semillas de sorgo de Alepo presentes en un suelo del área maicera central, disminuye drásticamente durante el año (Ghersa et al., 1987). Es presumible que los cambios en la densidad de semillas sean causados por uno o más factores, que actuarían en forma independiente o combinada, con una importancia relativa variable según el momento y el estrato del perfil del suelo considerado. Los factores que intervienen en la pérdida de semillas, son los relacionados con su germinación, muerte y predación. La germinación de algunos casos puede ser una de las causas principales de la disminución de las semillas de malezas presentes en el suelo; sin embargo, información anterior indicaría que este proceso sólo explica una proporción muy pequeña de las pérdidas (Ghersa et al., 1987). La muerte de semillas por envejecimiento, particularmente en los estratos más profundos, tampoco sería muy importante, ya que no superaría el 20%, considerando períodos de 1 o 2 años en semillas enterradas a 15 cm (Sánchez et al., 1980; Egley y Chandler, 1983). Una gran proporción de las semillas presentes en la superficie del suelo de áreas sin cultivo puede ser predada. En áreas cultivadas, se ha observado una disminución considerable en la densidad de semillas de malezas presentes en el suelo, y se ha sugerido que las pérdidas causadas por los depredadores podrían disminuir cuando las semillas son enterradas por las labores (Harper, 1977).

Sobre la base de estos antecedentes, el objetivo de este trabajo fue conocer la variación temporal de la densidad de semillas considerando dos estratos del perfil: el superficial (0 a-3 cm) y el profundo (-3 a -20 cm) y la influencia que sobre esta variación tenía el laboreo del suelo y la manipulación del canopeo del cultivo.

Las hipótesis básicas fueron:

- a) las labores modifican la distribución de las semillas en el perfil del suelo, respecto de la que habría en condiciones no perturbadas,
- b) los factores que intervienen en la regulación de la cantidad de semillas podrían ser diferentes según el estrato considerado,
- c) la manipulación del canopeo afecta los aportes de semillas al suelo y las condiciones ecológicas que modulan a los factores de regulación de la población.

A partir de la información obtenida y datos bibliográficos, se presenta un diagrama esquemático de la variación de la población de semillas de sorgo de Alepo, en áreas cultivadas y sin cultivar.

MATERIALES Y METODOS

Las observaciones se realizaron en una fracción de un lote abandonado, sin cultivo desde 1975, perteneciente a un establecimiento particular ubicado en el partido de Rojas (Pcia. de Buenos Aires).

El 14 de marzo de 1979 se instalaron 3 parcelas de aproximadamente 200 m² cada una; dos de ellas fueron cultivadas y la otra permaneció sin cultivar. De esta manera se generaron las siguientes situaciones:

- a) suelo sin labores por más de tres años;
- b) suelo laboreado y siembra de avena;
- c) suelo laboreado y siembra de avena; avena sometida a cortes periódicos.

Estas situaciones se eligieron considerando diferentes desde el punto de vista ecológico, tanto para los aportes de semillas al suelo, como para las pérdidas. En las tres se estimó el aporte de semillas al suelo evaluando la producción de semillas en subparcelas permanentes especialmente instaladas para ese fin.

Las dos parcelas cultivadas fueron laboreadas con arado de reja y vertedera y rastreadas con discos de doble acción y luego, a fines de abril de 1979, se sembró avena. Para cubrir la semilla, dispersada al voleo, se realizó una labor con motocultivador rotativo. Con el propósito de modificar las condiciones para la producción y pérdida de semillas de sorgo de Alepo, una de las parcelas cultivada fue cortada con una desmalezadora a comienzos de mayo y a principios y fines de septiembre.

El 18 de mayo de 1979, se sacaron al azar, de cada parcela, 10 muestras de suelo cilíndricas de 6 cm de diámetro y 20 cm de profundidad y luego de la dispersión natural de las semillas, en julio de 1980, se realizó un nuevo muestreo de iguales características. Las muestras fueron tomadas utilizando un extractor de acero que permitía que el cilindro de suelo quedase incluído en un tubo de PVC de 6 cm de diámetro por 20 cm de largo que luego era cerrado con tapas de poliestireno.

En ambos casos se dividió a las muestras en dos capas: 0 a -3 cm y de -3 a -20 cm. Las semillas fueron separadas del suelo mediante su tamizado, bajo chorro de agua. Para el recuento de las semillas, sólo se tomaban en cuenta los cariopsis cuyas glumas no cedían al ser apretados levemente con una pinza. Las semillas separadas de esta manera (semillas llenas) pueden considerarse semillas vivas. Esto se fundamenta en que utilizando otras poblaciones de semillas con historias similares a las del presente ensayo, se encontró que más de un 80% de las semillas llenas resultan vivas al someterlas a test de viabilidad con cloruro de tetrazolio.

Para estimar el aporte de semillas de las plantas que vegetaban en las tres situaciones, se cuantificó la producción de semillas durante el verano 79/80, cosechando las panojas producidas que tenían más del 80% de sus semillas maduras. Para esto se ubicaron 5 subparcelas permanentes por

unidad experimental dentro de los manchones de sorgo de Alepo. Cada una de las subparcelas tenía un tamaño de 0,20 x 1 m. Las semillas se separaron de las panojas y fueron contadas tomando en cuenta solamente las que eran aparentemente viables (semillas llenas). Se calcularon intervalos de confianza para las medias de la densidad de semillas utilizando la distribución "t" $P \leq 0,01$.

RESULTADOS

El suelo de las tres parcelas contenía, en mayo de 1979, la misma densidad de semillas, pero su distribución en el perfil era diferente. En la parcela sin cultivar, la totalidad de las semillas estaba contenida en el estrato superficial (0, -3 cm) junto con una gran cantidad de broza y cubierta por material de sorgo de Alepo seco en pie. En cambio en las parcelas cultivadas, la mayor parte de las semillas se hallaba por debajo de los primeros 3 cm de profundidad y el suelo estaba prácticamente descubierto (Cuadro N° 1 y N° 2). A fines de octubre y durante noviembre de 1979, en estas parcelas se produjo emergencia de plántulas de sorgo de Alepo, mientras que esto no ocurrió en la parcela sin cultivar.

La parcela cultivada con avena y sometida a cortes produjo menos de la mitad de la cantidad de semillas de sorgo de Alepo registrada en cualquier de las otras parcelas (Cuadro N° 1), lo cual también habría determinado que el aporte al estrato superficial fuera proporcionalmente menor.

En las tres parcelas, entre el 18 de mayo de 1979 y el 30 de julio 1980 las semillas presentes en todo el perfil estudiado, disminuyeron en promedio al 26% del valor original, a pesar de los grandes aportes que habrían recibido entre enero y abril (Cuadros N° 1 y N° 2). Observando la dinámica del banco de semillas de cada capa del suelo, solamente en la superficie de

la parcela sin cultivar (0, -3 cm) se produjo disminución en el número de semillas (Cuadro N° 1). En cambio en las parcelas cultivadas, la disminución en el número de semillas, se produjo en el estrato profundo (Cuadro N° 2). Considerando al estrato superficial de las parcelas cultivadas, en la que se efectuaron corte, se observó un aumento significativo en la densidad de semillas, a pesar de que en ellas se produjo sólo el 37% de las semillas cosechadas en la otra parcela, en la que no se efectuaron cortes (Cuadro N°1).

DISCUSION

Semillas de sorgo de Alepo en la capa superficial del suelo (0 a -3 cm).

En la parcela sin labores, en la cultivada y en la con el cultivo sometido a cortes se observaron diferencias iniciales en la densidad y posteriormente en las pérdidas causadas por la germinación y en los aportes de semillas; sin embargo, en invierno (julio de 1980) las tres parcelas tenían estadísticamente el mismo número de semillas. Los datos obtenidos por Van Esso y Ghera (1983) por Scopel (1985) y por Van Esso (1985), muestran que la depredación de semillas de sorgo de Alepo presentes en la superficie del suelo pueden ser muy intensas, tanto en áreas cultivadas como abandonadas. Esta información, junto con la obtenida por Sánchez et al., (1980) y por Egle y Chandler (1983) que muestra que un alto porcentaje de las semillas que no germinan permanecen viables por más de un año, sugiere que en el área de estudio, los depredadores granívoros tendrían una gran incidencia en la regulación de la densidad de semillas.

La magnitud de los cambios en densidad de semillas fueron diferentes según la situación considerada (Cuadros N° 1 y N° 2). Estas variaciones relacionadas con la densidad inicial y la similitud de los valores observados

en julio, sugieren que existen distintos factores de regulación de la población que actuarían amortiguando las diferencias en los aportes, provocando que la densidad de semillas presentes en el suelo antes del comienzo del período adecuado para la germinación (octubre-noviembre) alcance un valor aproximado de 500 a 1000 semillas/m².

Semillas de sorgo de Alepo en el estrato profundo (-3 a -20 cm).

En el suelo de las parcelas cultivadas con avena, se produjo una disminución significativa de la densidad de semillas contenidas en él. Estas pérdidas, tomando en cuenta los datos de Sánchez et al. (1980), Egle y Chandler (1983) y los de Ghera et al. (1987), en las observaciones realizadas durante 1978-79, no pueden explicarse ni por la germinación ni por la muerte de las semillas, por lo cual es muy probable que parte de las variaciones observadas en esta capa del perfil, también sean causadas por depredadores.

Modelo conceptual de la dinámica temporal de las semillas.

Los resultados obtenidos son coherentes con las hipótesis planteadas teniendo en cuenta que a) la distribución espacial de las semillas en el perfil del suelo fue marcadamente diferente en las parcelas laboreadas respecto de la no laboreada y b) que los cambios de densidad de semillas presentaron magnitudes y ritmos diferentes según la situación considerada, lo cual demuestra que existen factores de regulación diferentes asociados con la ubicación de las semillas en el perfil o con las características del canopeo.

Las fuertes variaciones de la densidad de semillas en el perfil del suelo permiten suponer que la dinámica de la población de semillas de sorgo

Cuadro N° 1: Número de semillas presentes en el estrato superficial (0 a -3 cm) de perfil del suelo y producción de semillas registrada para cada situación.

Situación del suelo	Sem./m ² presentes el 18/5/79	Sem./m ² presentes el 30/7/80	Producción de sem./m ² desde enero abril (79/80)
a) Sin cultivar	4.345 \geq 3.467 \geq 2.590	1.354 \geq 1.122 \geq 696	19.440 \geq 11.887 \geq 6.182
b) Cultivado siembra de avena	706 \geq 280 \geq 0	983 \geq 655 \geq 326	19.547 \geq 15.913 \geq 12.613
c) Cultivado siembra de avena; avena sometida a cortes	170 \geq 98 \geq 0	714 \geq 606 \geq 499	7.353 \geq 5.902 \geq 4.611

Cuadro N° 2: Número de semillas presentes en el estrato profundo (-3 cm a -20 cm) del perfil del suelo.

Situación del suelo	Semillas/m ² presentes el 18/5/79	Semillas/m ² presentes el 30/7/80
A) sin cultivar	0	172 \geq 92 \geq 0
B) cultivado siembra de avena	8.528 \geq 5.026 \geq 2.937	462 \geq 312 \geq 164
C) cultivado siembra de avena; avena sometida a cortes	8.228 \geq 5.107 \geq 2.691	881 \geq 678 \geq 475

de Alepo en el suelo es cíclica. Los ciclos en el estrato superficial se producirían partiendo de un valor mínimo que se alcanzaría entre fines de diciembre y principios de enero. Luego se produciría un aumento cuyo ritmo depende del balance entre los aportes y las pérdidas, hasta alcanzar un máximo cuando finaliza la dispersión de semillas a fines del otoño. A partir

de este momento la población de semillas en el estrato superficial comenzaría a caer nuevamente.

En el estrato profundo también habría una dinámica cíclica. En este caso, los ritmos de ingreso y egreso de las semillas serían altamente influenciados por las secuencias y tipos de labores realizadas (Van Esso et al., 1986).

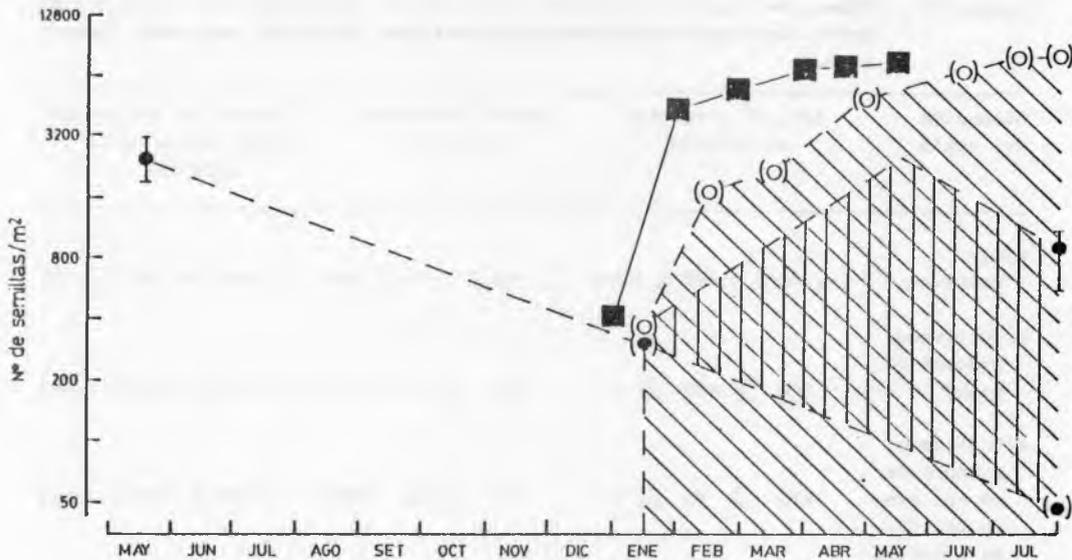


Figura 1. Modelo de la variación temporal de la densidad de semillas de sorgo de Alepo en el estrato superficial del suelo sin cultivar (0-3 cm).

SIMBOLOS

- Valores observados de densidad de semillas/m² en las panojas.
- (○)-- Simulación del número de semillas/m² dispersadas al estrato superficial.
- Valores observados de densidad de semillas/m² en el suelo y sus intervalos de confianza respectivos. p = 0,05.
- (●)-- Simulación de la variación temporal de la densidad de semillas/m² utilizando el modelo de tasa constante (0,30 semillas/semilla mes) y considerando que no se produjeron aportes nuevos de semillas.
- X-(●)-X- Simulación de la variación temporal de la densidad de semillas/m² utilizando el modelo de tasa variable. (0,30 - 1,59 -0,156 semillas/semillas mes) y considerando que no se produjeron aportes nuevos de semillas.
- ▨ Aporte total de semillas al suelo durante un ciclo de producción.
- ▤ Aporte neto de semillas al suelo durante un ciclo de producción.
- (*)-- Aumento del número de semillas esperado a causa de una labor con arado de reja y vertedera y variación temporal de la densidad (valores estimados utilizando el modelo de tasa constante).

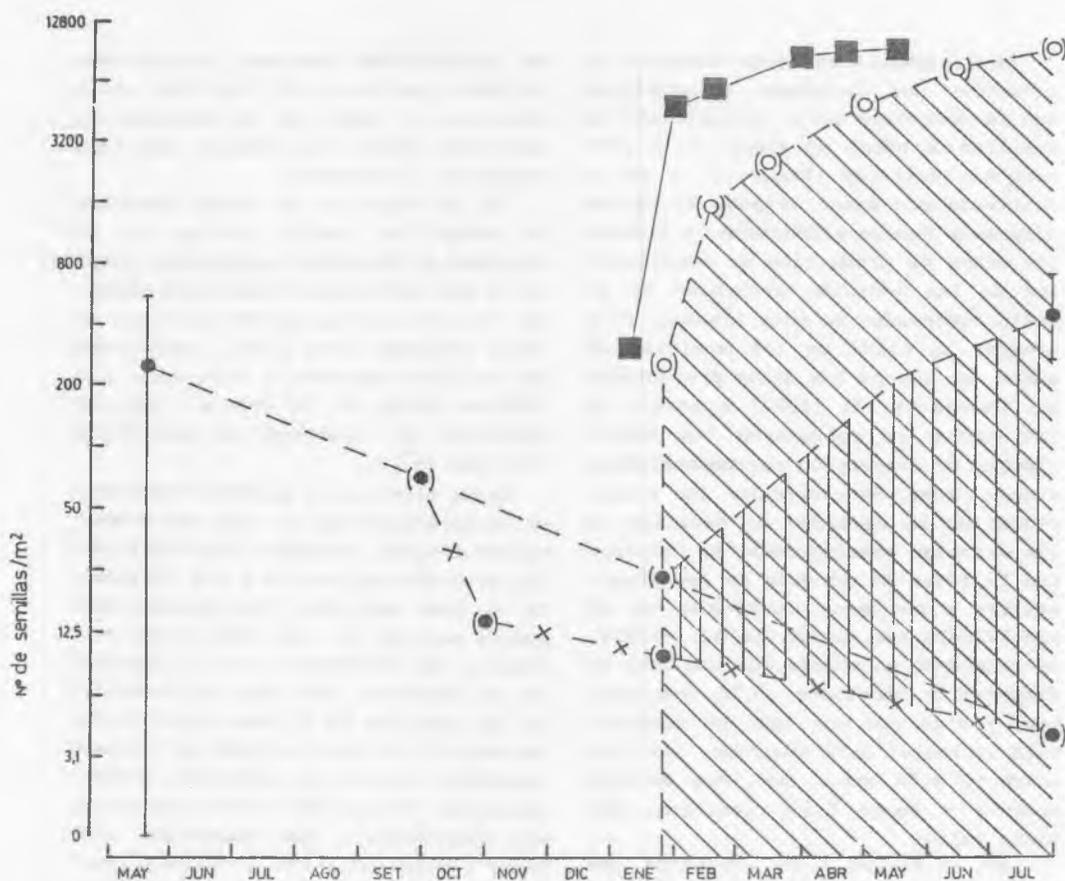


Figura 2 a. Modelo de la variación temporal de la densidad de semillas de sorgo de Alepo en el estrato superficial del suelo cultivado (0-3 cm).

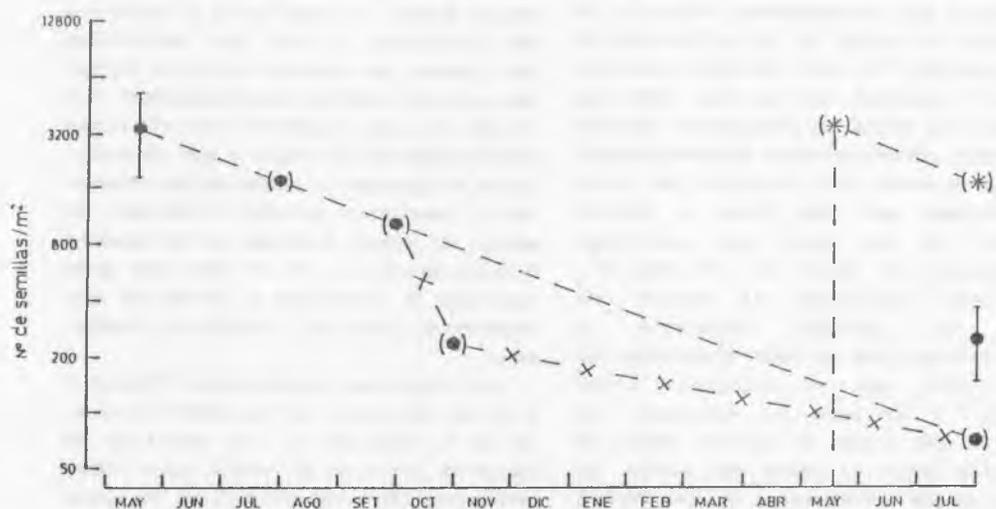


Figura 2 b. Modelo de la variación temporal de la densidad de semillas de sorgo de Alepo en el estrato profundo del suelo cultivado (-3, -20 cm).

Para ejemplificar esta dinámica se presentan dos diagramas esquemáticos que la describen para la población de semillas de sorgo de Alepo en la parcela sin cultivar (Figura 1) y en la cultivada con avena (Figura 2). Estos diagramas fueron elaborados utilizando los datos de producción de semillas y los de las semillas presentes en el suelo observados en este trabajo. Para simular la caída de las semillas al suelo, se usaron los datos presentados por Ghera et al. (1983) a partir de los cuales se calcularon los coeficientes de dispersión correspondientes a cada fecha. Para calcular las variaciones en la densidad de semillas en los estratos considerados, se utilizaron las tasas de pérdida de semillas/semilla y por mes, observadas en el año 1978-79 por Ghera et al. (1987). Se consideró un modelo con una tasa de disminución constante (0,30 sem./sem. mes) y otro con una tasa de disminución variable: 0,30 sem./sem. mes hasta octubre, 1,59 sem./sem. mes durante octubre y luego 0,156 sem./sem. mes hasta julio.

En la Figura 1 se presentan los valores esperados para los sucesivos aportes de semillas al estrato superficial acumulados a través del tiempo. El valor observado en la parcela a fin de julio es marcadamente inferior al esperado a través de la estimación de los aportes, lo cual indicaría que durante el período en que las semillas cayeron al suelo se produjeron fuertes pérdidas. Disminuciones de esta magnitud y durante este período han sido observadas por Van Esso y Ghera (1983) en un área sin cultivar. Comparando el valor de 45 sem./m², calculado utilizando el modelo con tasa de pérdida constante y considerando que no hubo dispersión en ese ciclo, con el observado (1122 sem./m²) se pone en evidencia el impacto que tiene el aporte anual de semillas sobre el banco del suelo. Lo mismo puede observarse en la Figura 2a, para la capa superficial del suelo en la parcela cultivada con avena, donde sólo quedarían 4 sem./m² luego

de las pérdidas causadas, primero por la labor realizada al final del ciclo anterior, y luego por la disminución calculada sobre los modelos (de tasa constante o variable).

En la Figura 2b se puede observar un modelo del cambio cíclico en la densidad de semillas causado por labores y las diferentes fuentes de pérdida. Por otra parte, puede verse que el valor estimado para julio, suponiendo que no hubo ingresos a esta capa por labores, sería de 78 sem./m², que es diferente del observado en esa fecha (312 sem./m²).

Estas diferencias podrían explicarse considerando que la tasa de disminución mensual fue menor a la utilizada para esta estimación y que realmente no hubo aportes. Otra posibilidad podría ser que la tasa real fuera similar a la utilizada para el cálculo de las pérdidas, pero que una fracción de las semillas de la capa superficial ingresara a la más profunda por causas naturales (no por las labores), provocando las diferencias entre los valores observados y los esperados. Los datos correspondientes al estrato profundo de la parcela sin cultivar (Cuadro N° 2) apoyan esta última hipótesis. Harper (1977) presenta datos que ilustran casos en que las semillas pasan desde la superficie a estratos más profundos, ya sea por mecanismos que poseen las mismas semillas (aristas con movimientos higroscópicos) o a través de las rajaduras en el suelo arrastradas por el agua o por la actividad de gusanos y roedores que remueven y desplazan grandes volúmenes de suelo. El sorgo de Alepo es un especie tripanocárpica, y en el área hay gran cantidad de lombrices y larvas de coleópteros, como así también de roedores.

Los diagramas presentados (Figura 1 y 2) no pretenden ser un modelo acabado de la dinámica de las semillas de sorgo de Alepo en el suelo, sino solamente una síntesis conceptual formulable en los siguientes términos:

a) la tasa de disminución del número de semillas presentes en el suelo

varía a través de las estaciones,

b) la tasa de disminución del número de semillas presentes en el suelo es diferente según el estrato del perfil considerado, ya que en cada uno de ellos, existen diferentes factores de regulación,

c) al comienzo del período de dispersión anual de semillas, sólo queda

en el suelo una proporción pequeña de las producidas y dispersadas en el ciclo anterior,

d) habiendo reposición anual de semillas, la densidad presente en el banco al comienzo del período adecuado para la germinación tiende a un valor constante, que es relativamente independiente de la magnitud de los aportes.

BIBLIOGRAFIA

- 1) EGLEF, G.H. and J.M. CHANDLER. 1983. Longevity of weed seeds after 5,5 years in the Stoneville 50. Year Buried. Seed Study. *Weed Sc. Vol.*, 31:264-270.
- 2) GHERSA, C.M.; G. CHICHOTKY y E.H. SATORRE. 1983. Patrones de dispersión y germinación de las semillas de sorgo de Alepo. XI Reunión Argentina de Ecología. Córdoba.
- 3) GHERSA, C.M.; B.A. de EILBERG y A. SORIANO. 1987. Dinámica de la población de semillas de *Sorghum halepense* (L.) Pers. en un suelo arable. I. Efecto de la germinación. *Revista de la Facultad de Agronomía, U.B.A.* 8(1-2):1-9.
- 4) HARPER, J.L. 1977. Population biology of plants. Academic Press, London 892 pp.
- 5) SANCHEZ, R.A.; L.G. de VALLA; C.M. GHERSA y A. SORIANO. 1980. Efecto de la ubicación de las semillas de sorgo de Alepo en el perfil del suelo sobre su germinación. VIII Reunión Argentina de Ecología, Santa Fe.
- 6) SCOPEL, A.L. 1985. Dinámica de la población de semillas de sorgo de Alepo en un sistema de cultivo de maíz. Informe de Beca de Iniciación. CONICET.
- 7) VAN ESSO, M.L. y C.M. GHERSA. 1983. Evolución de las semillas de sorgo de Alepo en el suelo de un área sin cultivo. XI Reunión Argentina de Ecología. Córdoba.
- 8) VAN ESSO, M.L. 1985. Análisis del crecimiento de la población de sorgo de Alepo a partir de reservorios de semillas de distinta densidad. Informe Beca de Perfeccionamiento. CONICET.
- 9) VAN ESSO, M.L.; C.M. GHERSA and A. SORIANO. 1986. Cultivation effects on the dynamics of a Johnsongrass seed population in the soil profile. *Soil and Tillage Res.* 6:325-335. Amsterdam.