DINAMICA DE LAS SEMILLAS DE MALEZAS EN EL SUELO*

Mario R. Pareja**

INTRODUCCION

Las malezas anuales basan su proceso de diseminación en áreas no colonizadas y su persistencia en áreas agrícolas, en una abundante producción de semillas. Esta alta producción de semillas por planta, en algunas especies de malezas, ilustra su gran capacidad de infestación de campos agrícolas ejm.: Echinocloa sp. 7160; Chenopodium sp. 72450; Brassica sp. 13400; Cyperus sp. 2420; Amaranthus sp. 117400 y Portulaca sp. 52500 (Klingman y Ashton, 1984).

El suelo es el "banco" en donde las malezas depositan sus propágulos ésto es, (semillas, raíces y tallos modificados y también el medio de cultivo en donde estos propágulos germinan o rebrotan, produciendo nuevas plantas, las cuales interfieren con los cultivos a través de su competencia por nutrientes, luz y agua, o a través de la producción de compuestos alelopáticos. En algunos casos las poblaciones de semillas en el suelo han sido estimadas, a pesar de que la metodología de trabajo sobre semillas en el suelo es tediosa, lenta y requiere mucho trabajo. En Inglaterra se han obtenido valores de hasta 226 millones de semillas por hectárea y en los Estados Unidos entre 8.6 y 266 millones por hectárea, en campos altamente infestados por malezas (Klingman y Ashton, 1984). El "banco" de semillas de malezas en el suelo es altamente dinámico, las malezas no controladas producen nuevas semillas ("depósitos") y algunas de las semillas aunque en general un porcentaje muy bajo: de 5% a 10%, germinan anualmente para producir nuevas plantas ("retiros"). La diferencia entre "depósitos" y

---

* Material presentado en el Curso de Manejo Integrado de Malezas, organizado por el Proyecto MIP/CATIE, en Catacamas, Olancho, Honduras. 22-24 julio, 1986.

**Coordinador para Guatemala, Proyecto Regional MIP/CATIE. Apartado 76-A, Guatemala

"retiros", en la cuenta de las especies, determina el "balance de la cuenta" de semillas de malezas depositadas en el suelo. Dicho balance es también afectado por la pérdida en viabilidad de las semillas, debida al ataque de los micro y macroorganismos del suelo; por la muerte de plántulas que no llegan a emerger por razones similares ("desvalorización de la moneda"); o por factores relacionados con el tipo de manejo del suelo y del sistema agrícola en general ("manejo financiero"). En última instancia, todos los problemas generados por las malezas se originan en el suelo, pero el hombre, mediante prácticas culturales, lo manipula para reducir la interferencia de las malezas con los cultivos; algunas de las tácticas de manejo pueden afectar directamente el "banco" de semillas en el suelo, y ese es el tema que se desarrolla en el presente trabajo.

DESTINO DE LAS SEMILLAS DE MALEZAS EN EL SUELO

Las malezas anuales al final de su ciclo de vida, producen semillas, las cuales se depositan en la superficie del suelo o son incorporadas en forma natural dentro del perfil (animales, entrada por fisuras o macroporos, etc.) o en forma artificial (labranza del suelo) (Roberts, 1970). Las condiciones ambientales que las semillas encuentran en el suelo y sus condiciones fisiológicas internas tales como latencia, grado y tipo, determinan su destino final.

Las semillas de muchas especies de malezas poseen latencia innata o primaria, de tal modo que no germinan aún colocadas bajo condiciones óptimas (1 en la Figura 1) y requieren un período de posmaduración antes de llegar a un estado germinable (2 en la Figura 1) (Mayer & Poljakoff-Mayber, 1975). Las que no poseen latencia (3 en la Figura 1) o aquellas que han pasado por el período de posmaduración germinarán, si llegan a disponer de humedad, oxígeno y una temperatura adecuada (4 en la Figura 1) y producirán plántulas (5 en la Figura 1). El establecimiento de la plántula que incluye enraizamiento y emergencia, dependerá de adecuadas condiciones ambientales después de la germinación así como de la

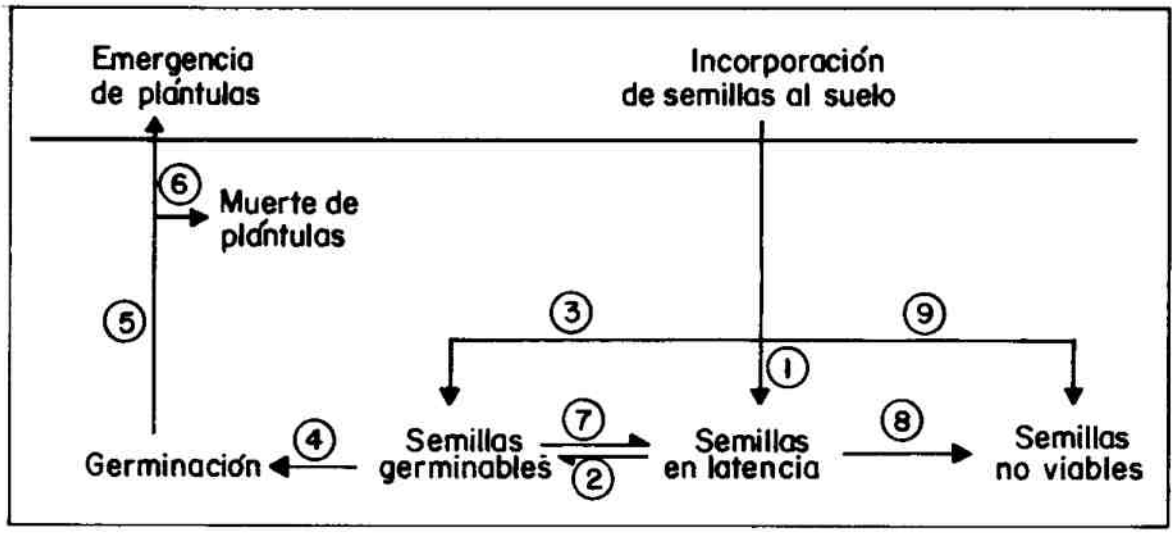

Figura 1. Destino de las semillas de malezas en el suelo. (Schafer y Chilcote, 1970).

ausencia de micro o macroorganismos que puedan atacar a la plántula. Si las condiciones anteriores se cumplen, la plántula sobrevivirá (6 en la Figura 1) y llegará a constituir un problema de malezas en el cultivo. Si alguna de las condiciones ambientales no es adecuada para la germinación, muchas semillas pueden ser estimuladas a entrar en un estado de latencia secundaria o inducida (7 en la Figura 1). Aún más, muchas semillas perderán su viabilidad debido a factores bióticos o abióticos (8 en la Figura 1) y se descompondrán en el suelo junto con las semillas que inicialmente no eran viables (9 en la Figura 1).

LATENCIA DE LAS SEMILLAS

La propiedad de la latencia de las semillas de muchas especies de malezas, es lo que asegura el mantenimiento de una reserva de semillas en el "banco" del suelo, aún cuando la reposición de semillas nuevas sea mínima, lo cual constituye un problema "potencial" de malezas en las tierras agrícolas (Chepil, 1946; Staniforth, 1961; Roberts, 1970).

La latencia se define como la propiedad que tienen las semillas de reprimir la germinación aún cuando cuenten con condiciones

ambientales óptimas para lograrla tales como humedad, oxígeno y temperatura (Roberts, 1972). Existen tres tipos de latencia, sin considerar las explicaciones fisiológicas, los cuales han sido resumidos por Harper (1957): "algunas semillas nacen con latencia, otras pueden adquirir la propiedad de la latencia y, aún otras tienen la tendencia a volverse latentes".

Las primeras no germinan hasta despúes de un período de posmaduración muchas veces bajo condiciones ambientales específicas, y se dice que poseen latencia innata o primaria.

Las segundas, nacen sin latencia o han pasado por el período de posmaduranción y se pueden inducir a entrar en latencia exponiéndolas a condiciones ambientales desfavoralbes para la germinación por un cierto período, ésto es carencia de oxígeno o temperaturas no adecuadas. Por lo tanto, se dice que entran en latencia inducida o secundaria. Esta ocurre cuando la semilla no germina por un tiempo, aún después de restablecidas las condiciones necesarias para la germinación.

El tercer tipo de latencia, aunque es discutible si corresponde a una latencia, incluye a las semillas con tendencia a ella, y se origina por imposición de condiciones ambientales impropias para la germinación, tales como temperatura y oxígeno. En la latencia impuesta, a diferencia de la inducida, la semilla germina inmediatamente después de restablecidas las condiciones ambientales adecuadas para la germinación.

Hay semillas de malezas que permanecen viables en el suelo por varios años porque las condiciones microambientales estimulan el mantenimiento de la condición de latencia primaria, secundaria o impuesta (Tabla 1) (Roberts, 1970). Algunos trabajos clásicos, en relación con la viabilidad de las semillas de malezas en el suelo bajo condiciones de clima templado, han demostrado que aún después de 38 años es alto el porcentaje de germinación de semillas enterradas, de varias especies: 91% para Datura stramonium, 38% para Abutilon theophrasti, 7% para Chenopodium album y 1% para Setaria

viridis (Klingman y Ashton, 1984). Se conoce que al enterrar semillas en el suelo por períodos prolongados, pueden modificarse sus requerimientos de germinación. Por ejemplo, semillas de algunas especies, recién formadas no requieren luz para germinar, pero desarrollan una necesidad de exposición breve a la luz para poder germinar luego de permanecer un tiempo enterradas (Roberts, 1970, 1972; Taylorson, 1970, 1972; Stoller & Wax, 1974).

TABLA 1. Longevidad de semillas en el suelo. (Radosevich & Holt, 1984).

ESPECIE	LONGEVIDAD (AÑOS)
Chenopodium album	1,700
Poa annua	68
Euphorbia helioscopia	68
Vicia hirsuta	25
Senecio vulgaris	58
Fumaria officinalis	600

En general, factores tales como la baja disponibilidad de oxígeno, altas concentraciones de CO_2, ciclos de variación de temperatura de corta amplitud, presencia de inhibidores naturales de la germinación y muy alta humedad, prolongan la vida de las semillas en el suelo a través del mantenimiento de su estado de latencia. Por el contrario, un buen suministro de oxígeno, ciclos de variación de temperatura amplios, exposición a la luz, altas concentraciones de nitratos y la presencia de compuestos naturales que promueven la germinación, ayudan a romper la latencia y estimulan la germinación (Roberts, 1972; Schafer & Chilcote, 1970; Taylorson, 1970). Los factores ambientales que afectan la latencia y la germinación de las semillas están controlados, no sólo por las condiciones microclimáticas predominantes en el lugar, sino también por

las propiedades físicas y químicas del suelo y por el micrositio (microlocalización) de la semilla en relación con la profundidad y con las partículas, agregados y poros del suelo.

GERMINACION DE LAS SEMILLAS

La germinación de las semillas involucra una serie compleja de procesos fisiológicos que se inician con su absorción de agua, y culminan con la emergencia de la radícula. Latentes o no, viables o no, todas las semillas, excepto las "duras", se embeben cuando son colocadas en un medio con suficiente humedad (Mayer & Poljakoff -Mayber, 1975). La imbibición de las semillas no latentes desencadena una serie de fenómenos fisiológicos que estaban paralizados en la semilla seca tales como: activación de enzimas, reordenamiento de las membranas celulares y, en general, reiniciación del metabolismo (Bewley & Black, 1978). Acompañando a la imbibición, aunque un poco más retrasado, ocurre un mayor consumo de oxígeno, resultado de un aumento de cuatro a cinco veces en la tasa de respiración de la semilla. La emergencia de la radícula ocurre entre las 25 y 40 horas después del inicio de la imbibición, dependiendo de la especie.

Factores fisiológicos internos de la semilla y factores ambientales externos controlan el proceso de germinación. La descripción del proceso, referido anteriormente, indica la necesidad para la germinación de al menos dos de los factores ambientales: agua y oxígeno. Adicionalmente, la mayoría de las semillas posee requerimientos específicos de temperatura para que la germinación se inicie y culmine exitosamente. Andersen (1968) ofrece una descripción detallada de los requerimientos de germinación de las semillas de muchas especies de malezas.

EL SISTEMA SEMILLA-SUELO

El suelo es un sistema trifásico formado por elementos sólidos, gasesos y líquidos. El estado sólido lo forman los minerales

y la materia orgánica; el líquido lo representa la "solución del suelo", la cual consiste de iones, compuestos orgánicos e inorgánicos en solución y materiales en suspensión; y el gaseoso lo constituye la "atmósfera del suelo", integrada principalmente por oxígeno, nitrógeno y CO_2 (Black, 1969). Los espacios o poros existentes entre las partículas sólidas del suelo, son ocupados competitivamente por la "solución del suelo" o los gases. Las proporciones de partículas minerales primarias tales como arcilla, limo y arena, considerados en orden de menor a mayor, definen la textura del suelo en: arcillosa, franco arcillosa, franca, arenosa, etc. Estas partículas primarias se unen, formando agregados gracias a la acción de fuerzas eléctricas de los coloides del suelo (floculación); al desarrollo de colonias de microorganismos (hongos y actinomicetos); y a la acción química de compuestos orgánicos producidos por los microorganismos del suelo, al descomponer la materia orgánica y otros compuestos excretados al suelo por las raíces de las plantas. El resultado es una gran variedad de tipos o clases de estructuras del suelo y de tamaño de agregados; la estructura es dinámica, los agregados se desagregan y se vuelven a formar gracias a los ciclos de expansión y contracción de los sólidos causados por la alternancia de períodos secos y húmedos (Emerson, 1959).

El suelo presenta dos grandes direcciones de variabilidad en sus propiedades físico-químicas importantes para la viabilidad y germinación de las semillas de malezas:

- La variación vertical. En general, en la atmósfera del suelo, a mayor profundidad hay menor amplitud en los ciclos de temperatura, menor concentración de oxígeno, mayor concentración de CO_2 y menos luz. Además, el contenido de humedad es mayor y más constante que en la superficie. Estas condiciones ambientales coinciden con las que promueven la latencia de las semillas. En general, semillas de malezas enterradas profundamente en el suelo permanecen viables por períodos más prolongados. Por el contrario, las semillas que se encuentran en las capas más superficiales del suelo están expuestas a condiciones climáticas que favorecen la germinación, la ruptura de la latencia y la pérdida de

viabilidad causada por factores bióticos (micro y macroorganismos) y abióticos (condiciones ambientales adversas después de iniciada la germinación).

- Microvariabilidad horizontal. Resulta de la agregación de las partículas del suelo, o sea de su estructura, lo cual le confiere propiedades heterogéneas (Currie, 1961). Desde este punto de vista, el suelo se considera como una matriz formada por macroporos, poros de mayor diámetro, en la cual se encuentran inmersos agregados de varios tamaños, formados por partículas de suelo fuertemente cementadas y con alta proporción de microporos, poros de diámetro pequeño. Los macroporos retienen menos agua que los microporos, por tanto, son más importantes para una apropiada aireación del suelo, mientras que los microporos son claves en el suministro de agua a las plantas durante períodos de poca precipitación pluvial, pero conducen poco oxígeno para la germinación de las semillas y la respiración por las raíces.

La localización de la semilla, en relación con los agregados del suelo, tiene gran importancia en la determinación del ambiente al cual la semilla queda expuesta. Currie (1972) fue el primero en señalar una diferencia fundamental que se evidencia entre las semillas sembradas de los cultivos, si se comparan algunas semillas de malezas recién producidas con aquellas que se encuentran dentro del perfil del suelo, como la mayoría de las semillas de malezas. Al sembrar las semillas de los cultivos, el hombre las coloca en los macroporos del suelo artificialmente creados, en donde encuentran buena aireación. Esto garantiza suficiente oxígeno para germinar, y el éxito del establecimiento de la plántula es función del suministro de agua. Las semillas de malezas que permanecen en el suelo por períodos prolongados se localizan, no sólo en los macroporos sino también dentro de los agregados, en donde penetran naturalmente como centro de formación de agregados con las partículas de suelo que se adhieren a la superficie de la semilla, o artificialmente, por la acción de instrumentos de labranza. Las semillas de malezas en los macroporos del suelo, entre agregados, encuentran condiciones semejantes a las

de los cultivos, pero aquellas localizadas dentro de los agregados están expuestas a un ambiente de alta humedad y bajo contenido de oxígeno. Estas últimas condiciones tienden a mantener las semillas en estado latente y aseguran su viabilidad por largos períodos.

La descripción anterior corresponde al concepto de "micrositio" de las semillas de malezas en el suelo (Pareja & Staniforth, 1985). En la escala del tamaño, en milímetros, en la mayoría de las semillas de malezas son importantes, las variaciones espaciales en las propiedades del suelo, tales como el tamaño de las partículas, agregados y poros, con la consiguiente variación en los contenidos de humedad y oxígeno. Estas variaciones determinan las condiciones microambientales a las cuales la semilla está expuesta. El micrositio de la semilla en el suelo se define por las condiciones microambientales a las que ella es expuesta, y que está determinada por las relaciones físicas de la semilla con las partículas y espacios del suelo que la rodean (Pareja et al., 1985).

EFECTOS DE LA LABRANZA SOBRE LAS SEMILLAS DE MALEZAS

La labranza primaria o profunda (20-40 cm), que afecta significativamente el ambiente del suelo, se realiza con varios tipos de arados. Una labranza superficial (5-10 cm) o secundaria, afecta en menor grado al suelo y se lleva a cabo con rastras livianas y cultivadores, con el fin de completar la preparación de los suelos para la siembra del cultivo y para controlar las malezas.

La labranza primaria, en general, hunde las semillas de malezas que se encuentran en la superficie del suelo, en el interior del perfil y trae a la superficie las semillas que estaban latentes en profundidad (Figura 2). El arado, entonces, asegura el reciclaje de las semillas de malezas, coloca las nuevas semillas en un ambiente que promueve y asegura su latencia; devuelve a la superficie las semillas que permanecian viables y latentes en perfiles más profundos del suelo; y las coloca en condiciones adecuadas para la ruptura de la latencia y posterior germinación (Pareja & Staniforth, 1985).

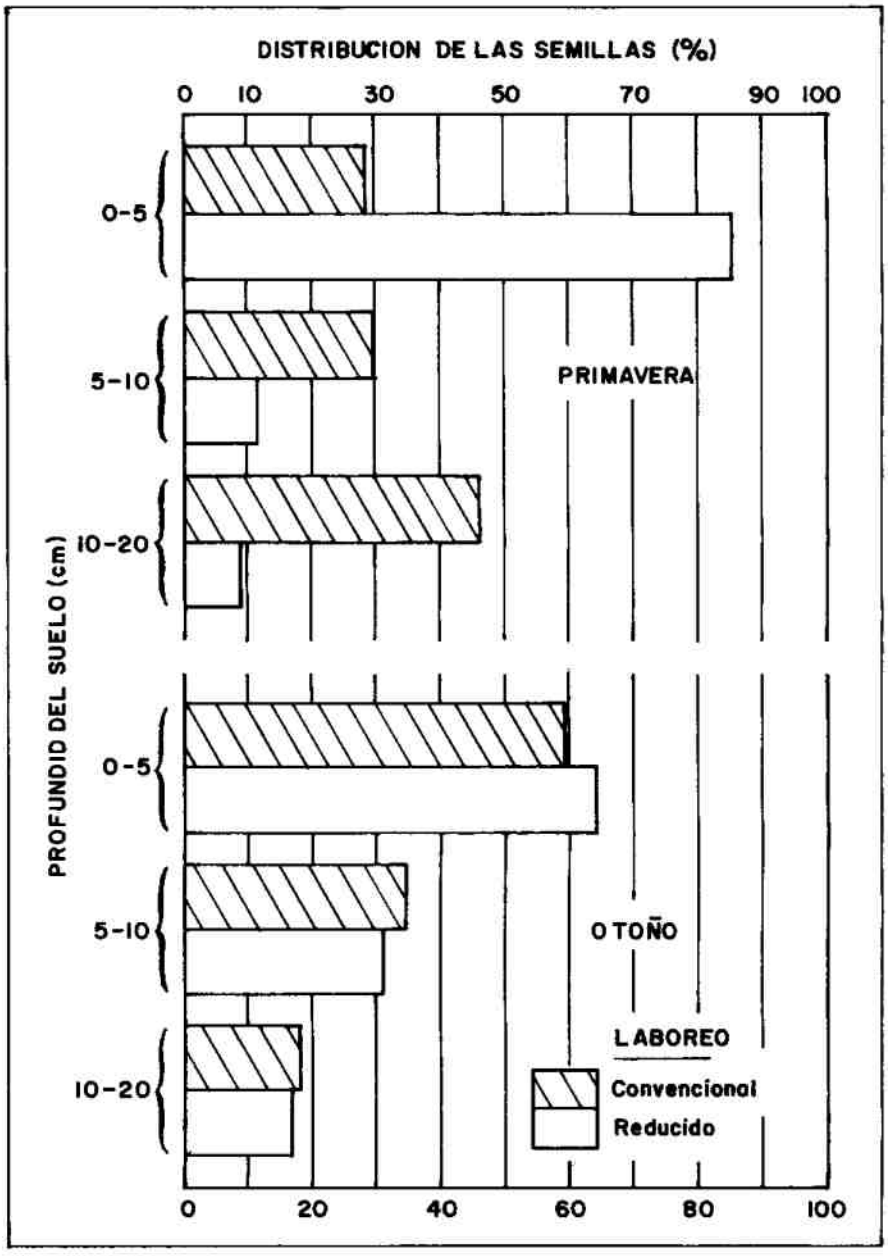

Figura 2. Distribucion de las semillas en el perfil del suelo, bajo dos sistemas de labranza. (Pareja y Staniforth).

La labranza secundaria o superficial, por lo general, estimula la germinación de las semillas a través de su exposición a la luz y mejora las condiciones de aireación de la semilla. Esto ocasiona la vigorosa germinación de malezas observable después de labranzas superficiales del suelo.

MANEJO DE LAS SEMILLAS DE MALEZAS EN EL SUELO

La labranza del suelo es una poderosa herramienta para controlar las malezas ya emergidas y también para manejar las poblaciones de semillas en el suelo. El manejo integrado de las semillas de malezas tiene tres objetivos básicos:

a) disminuir el banco de propágulos de malezas en el suelo.
b) prevenir la emergencia de las malezas en los momentos en que no es posible o es más difícil controlarlas.
c) minimizar la interferencia de las malezas con el cultivo.

La labranza permite manejar las semillas de malezas en el suelo, a la vez que promueve su germinación cuando es más fácil controlarlas y no interfieren con el cultivo, tal y como antes de la siembra o después de la cosecha. Esta táctica, junto con la eliminación de labores culturales que profundizan las semillas y con métodos que previenen la producción de semillas por parte de las malezas emergidas conducirán, en el corto o largo plazo, a la reducción del "banco" de semillas de malezas en el suelo, dependiendo de la situación inicial (Figura 3).

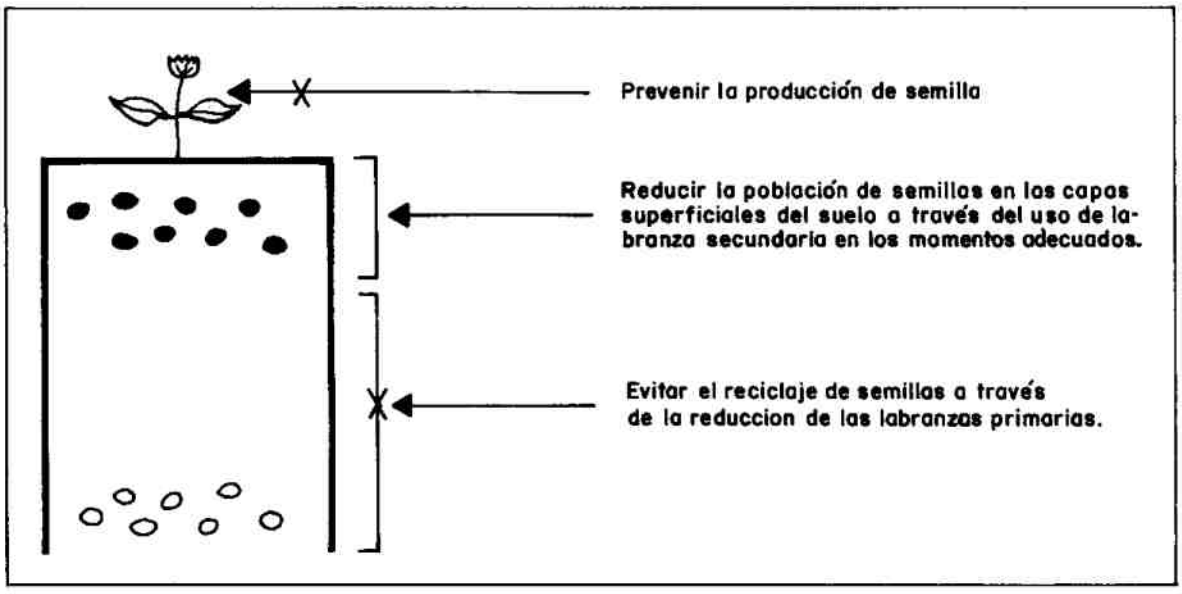

Figura 3. Objetivos en el manejo de las semillas de malezas en el suelo. (●=Semillas germinables; O=Semillas latentes).

La decisión de utilizar labranza primaria, secundaria o ambas, depende fundamentalmente del nivel de infestación, de la distribución de las semillas de malezas en el perfil del suelo y del nivel de control de malezas que se pueda conseguir. La figura 4 ilustra tres situaciones iniciales extremas, y forzosamente simplificadas, de distribución de semillas de malezas en el perfil del suelo. También señala los resultados que se obtendrían con la utilización de labranza primaria seguida de labranza secundaria o solamente labranza secundaria. Estos modelos suponen que:

1) La labranza primaria es 100% eficiente para enterrar nuevas semillas en el perfil, pero sólo 80% para desenterrar semillas.
2) La labranza secundaria es casi 90% eficiente para estimular la germinación de las semillas localizadas en las capas superficiales del suelo.
3) No hay pérdida de viabilidad de las semillas.
4) Las semillas en profundidad están en latencia pero ellas pierden esta condición, volviéndose germinables, cuando están en la superficie.
5) Las labranzas se realizan antes de la siembra del cultivo y las malezas residuales, que sobreviven después de estas labores, no son controladas.
6) En los casos B y C de la figura 4, los cuales son altamente hipotéticos, se supone adicionalmente que el control de malezas ha sido 100% efectivo y, por consiguiente, no hay ninguna producción de semilla nueva (B), o que no hay semillas en la profundidad del perfil (C).

Las figuras 5 y 6 ilustran los años dos y tres de manejos diferenciales de las poblaciones de semillas en el suelo, suponiendo que las malezas residuales producen dos semillas cada una, al final de sus ciclos de vida. Los años dos y tres se ilustran solamente para la situación inicial A, la cual constituye un modelo más representativo de la mayoría de los campos agrícolas. Puede observarse que, a menos que se prevenga en un 100% la introducción de nuevas semillas al "banco" del suelo, solamente la

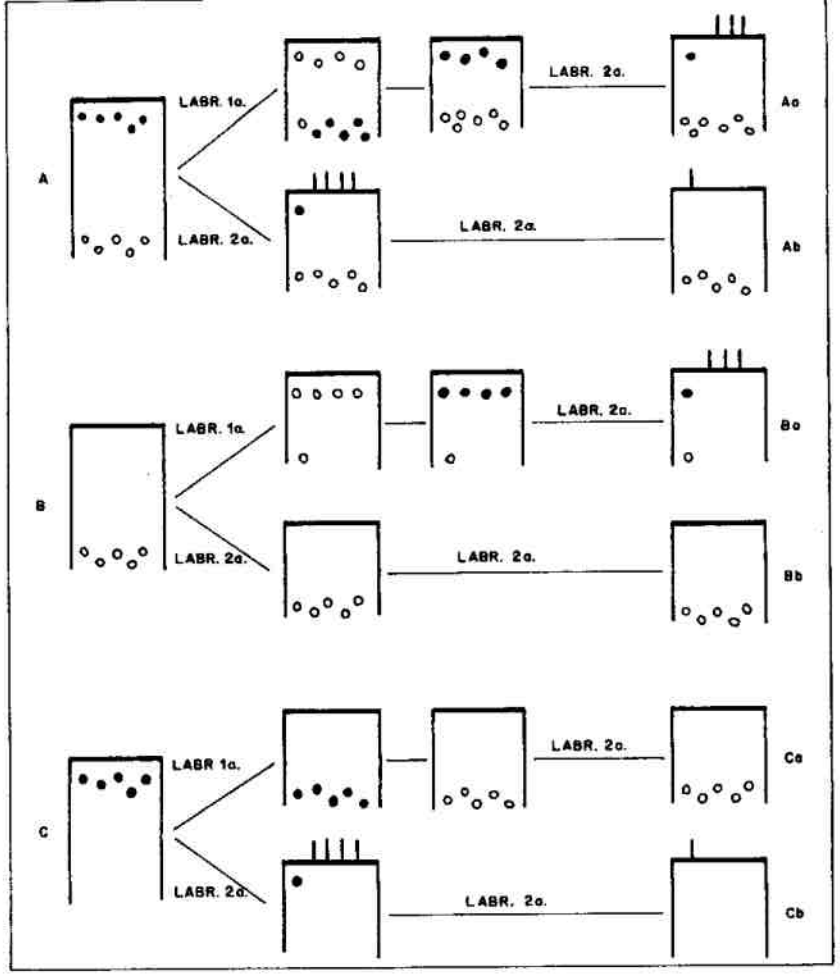

Figura 4. Manejo de las semillas de malezas en el suelo, en el primer año, bajo tres situaciones hipotéticas iniciales. (●=Semillas germinables; O=Semillas latentes; I=Malezas).

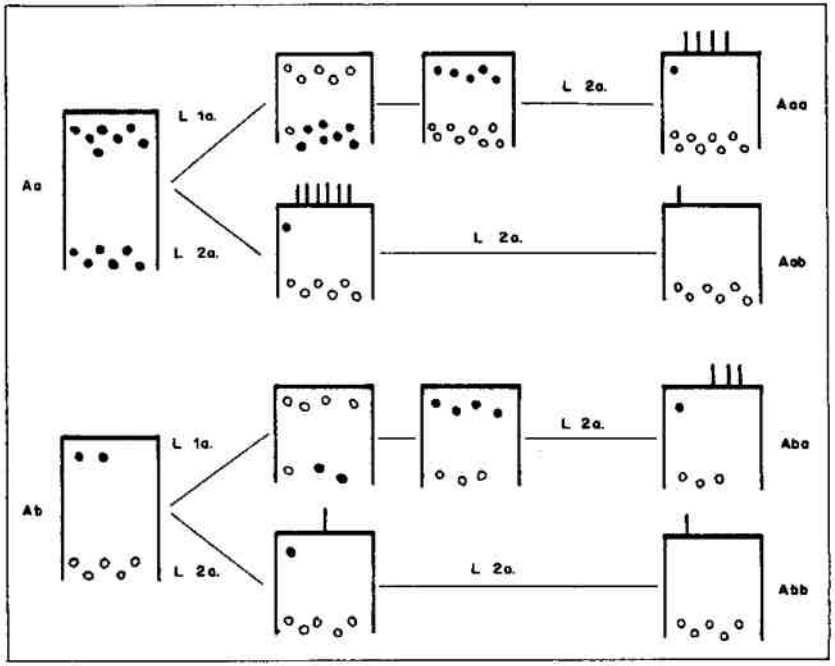

Figura 5. Manejo de las semillas de malezas en el suelo, en el segundo año, bajo dos situaciones hipotéticas, resultantes de un primer año de manejo diferencial. (●= Semillas germinables; O=Semillas latentes; I=Malezas).

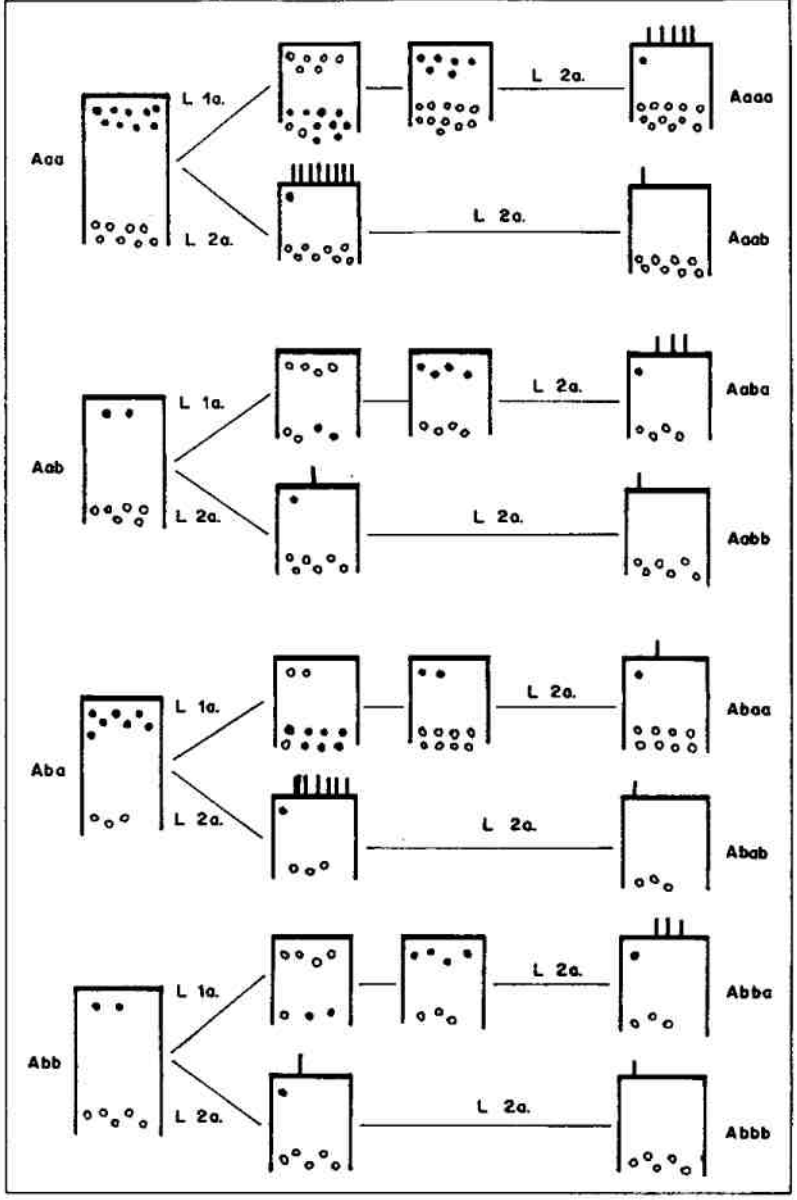

Figura 6. Manejo de las semillas de malezas en el suelo, en el tercer año, bajo cuatro situaciones hipotéticas, resultantes de manejos diferenciales durante el primer y segundo año. (●= Semillas germinables; O=Semillas latentes; I= Malezas).

labranza secundaria permite disminuir las poblaciones de semillas de malezas en las capas superficiales, lo cual asegura una reducción de las semillas germinables y una disminución de la interferencia de las malezas con el cultivo.

METODOLOGIA PARA LOS ESTUDIOS DE SEMILLAS DE MALEZAS

La discusión anterior resalta la importancia de estudiar las semillas de malezas en el suelo, lo cuales puede llevarse a cabo con los siguientes objetivos:

1) Determinar los niveles de infestación de los suelos agrícolas con semillas de malezas (cuantificación).
2) Determinar la composición por especies del banco de semillas en el suelo (calificación).
3) Determinar la distribución de las semillas en el suelo.
4) Realizar una o más combinaciones de los objetivos anteriores.

Estos estudios generan información apropiada sobre la severidad del problema de malezas en un suelo agrícola, el tipo de problema (especies) y las prácticas de manejo que deberían adoptarse para reducir las poblaciones de malezas a niveles manejables. Adicionalmente, el muestreo y cuantificación de las semillas de malezas en el suelo ofrece información sobre el grado de éxito logrado por diferentes programas de control de malezas a largo plazo, ya que un buen programa de manejo de malezas debe llevar a reducir significativamente el nivel de infestación de los suelos con semillas de malezas.

El primer paso en la realización de estos estudios, es el muestreo de los suelos. Para ello, las herramientas más adecuadas son palas comunes o barrenos de muestreo. El número de submuestras a ser tomadas, depende de los objetivos del estudio. Como regla general y considerando que las semillas de malezas tienden a aparecer agrupadas en zonas pequeñas, alrededor de la planta madre, se debe seguir el criterio de que es preferible tomar un número mayor de muestras pequeñas, en vez de pocas muestras de mayor tamaño. El

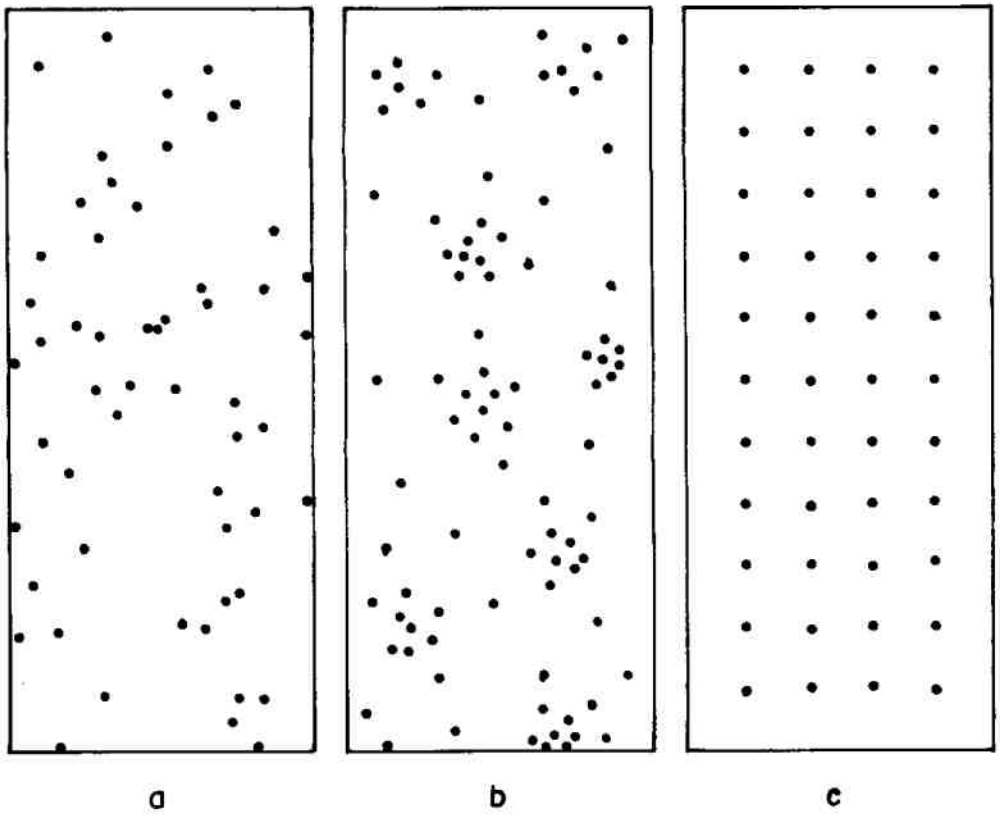

Figura 7. Diferentes tipos de distribución: (a) Al azar, (b) Contagiosa y (c) Regular. (Southwood, 1978).

tipo de distribución espacial de estas semillas en los suelos agrícolas, se conoce normalmente como "contagiosa", en oposición a las distribuciones "regulares" o "al azar" (Figura 7). La forma de distribución debe tomarse en cuenta al decidir el tipo y frecuencia espacial del muestreo. Esto evita hacer generalizaciones a priori sobre el número de muestras a ser tomadas. Estos aspectos deben decidirse en el campo, en función de la situación del terreno y de los objetivos del estudio, pero siempre se debe controlar el número de submuestras tomadas y el área de terreno que ellas representan.

Después de obtener la muestra compuesta, mezclando las submuestras, se procede a la cuantificación de las semillas. Los niveles de infestación del suelo se expresan como número de semillas por unidad de superficie, complementando la información con la profundidad de muestreo y como número de semillas por unidad de

peso del suelo, o sea concentración de semillas. Esta última expresión es útil cuando se intenta describir la distribución de las semillas en el suelo. El método más directo, y simple, para cuantificar las semillas consiste en colocar las muestras en bandejas, a profundidades de entre 5 y 8 cm en condiciones apropiadas de humedad y temperatura, a fin de promover la germinación. Las plántulas que emergen se identifican por especie y se anota su número; el conteo puede ser destructivo, o sea arrancar las plántulas en la medida en que van apareciendo, y después de cada conteo se revuelve el suelo para estimular la germinación de otras semillas. En los casos de difícil identificación de alguna de las especies en su estado de plántula, se pueden transplantar uno o dos ejemplares de las especies desconocidas en condiciones propias para completar su ciclo, en tal forma que facilite la identificación con la presencia de otros caracteres. Este método tiene las ventajas de ser simple, de facilitar la identificación de las especies y de exigir menos tiempo del investigador. La principal desventaja es que nunca da la certeza de la germinación de todas las semillas, ni de si es necesario un seguimiento por varios meses hasta asegurarse de que la mayoría de las semillas ha germinado (Roberts, 1970).

Otro método para separar las semillas del suelo es el lavado de las muestras a través de tamices que retienen las semillas y permiten la filtración de las partículas de suelo. La selección de los tamices depende del tamaño de las semillas que se quiera recuperar del suelo; en general, tamices con aberturas entre 0.75 y 1.70 mm retienen la mayoría de las semillas de malezas excepto las de bledo o verdolaga que son extremadamente pequeñas. Para facilitar el lavado de las muestras se deja el suelo, por 15 a 30 minutos, en una solución de 5 g de hexametafosfato de Na (Calgón) más 2.5 g de $NaHCO_3$ (bicarbonato de soda)/100 ml de agua para deflocular los terrones y agregados antes de lavar la muestra por el tamiz (modificado de Malone, 1967). Este método recupera casi el 100% de las semillas, dependiendo del tamiz utilizado. Es rápido y fácil de realizar en el laboratorio, pero el conteo de las semillas es tedioso y lento, principalmente si se intenta identificar especies a través de sus semillas.

Un tercer método, el cual ahorra la etapa de lavado por los tamices, es el descrito por Malone (1967), y referido como el método de flotación. Por este método se consigue la dispersión de los agregados del suelo y la flotación de la materia orgánica, viva y muerta. Se sumerge la muestra de suelo durante 15 a 30 minutos, en una solución de 5 g hexametafosfato de Na (Calgón) más 2.5 g de $NaHCO_3$ (bicarbonato de soda) más 12.5 g de $MgSO_4$ sulfato de magnesio/100 ml de agua. El material flotante, semillas y residuos vegetales, se filtra de la superficie de la solución y se seca para su identificación y conteo. Malone recomienda por lo menos tres lavados con esta solución para asegurar la extracción del mayor número de semillas. Este método es relativamente rápido y simple, pero no recupera el 100% de las semillas presentes en el suelo y, también en este caso, la identificación de las especies debe hacerse sobre las semillas en lugar de identificarlas sobre las plántulas. La mejor referencia bibliográfica disponible para la identificación de las semillas de malezas es la publicación de Doll et al.

CONCLUSIONES

La ciencia de las malezas es una de las disciplinas más modernas de la fitoprotección, sin embargo las malezas se han reconocido como problema antiguo de la agricultura. Aún se desconocen muchos aspectos biológicos y ecológicos de este variado grupo de plantas, especialmente en las áreas que se relacionan con la dinámica de las semillas de malezas en el suelo y con los métodos utilizados en estos estudios. El presente trabajo pretende estimular a los investigadores a iniciar y profundizar estudios en esta área, principalmente bajo condiciones tropicales. Tales estudios permitirán conformar una base de conocimientos sobre viabilidad, germinación y dinámica de las semillas de malezas en el suelo, y contribuirán a una mejor comprensión de la biología de las especies, y a fundamentar las prácticas de manejo de las malezas en los suelos agrícolas.

REFERENCIAS

ANDERSEN, R.N. 1968. Germination and establishment of weeds for experimental purposes. New York, Humphrey. 236 p.

BEWLEY, J.D. y BLACK, M. 1978. Physiology and biochemistry of seeds in relation to germination. Vol. 1: Development, Germination and Growth. New York, Springer-Verlag. 306 p.

BLACK, C.A. 1968. Soil-plant Relationships. 2nd ed. New York, Wiley. 792 p.

CHEPIL, W.S. 1946. Germination of weed species. I. Longevity, periodicity of germination and vitality of seeds in cultivated soils. Sci. Agric. 26:307-346.

CURRIE, J.A. 1961. Gaseous diffusion in the aeration of aggregated soils. Soil Sci. 92:40-45.

_____. 1972. The seed-soil system. In Haydecker, W. ed. Seed Ecology. 19th Easter School in Agric. Sci. Proc. London. University of Nottingham. The Pennsylvania State University Press. p. 463-479.

DOLL, J.; REYES, C.; NAVIA, D.; FISCHER, H.; CARDENAS, J. s/f. Semillas de malezas tropicales: I. Monocotiledóneas; II. Dicotiledóneas. 8 pp.

EMERSON, W.W. 1959. The structure of soil crumbs. J. Soil Sci. 10:235-244.

HARPER, J.L. 1957. The ecological significance of dormancy and its importance for weed control. 14th Internat. Congr. Crop Protect. Proc. 1:415-420.

KLINGMAN, G.C. y ASHTON, F.M. 1984. Estudios de las plantas nocivas: principios y prácticas. México D.F., Limusa. 449 p.

MALONE, C.R. 1967. A rapid method for enumeration of viable seeds in soil. Weeds 15:381-382.

MAYER, A.M. y POLJAKOFF-MAYBER, A. 1975. The germination of seeds. 2nd ed. Oxford, Pergamon. 192 pp.

PAREJA, M.R.; Staniforth, D.W. y Pareja, G.P. 1985. Distribution of weed seeds among soil structural units. Weed Sci. 33:182-189.

_____ and STANIFORTH, D.W. 1985. Seed-soil microsite characteristics in relation to weed seed germination. Weed Sci. 33:190-195.

RADOSEVICH, S.R. y HOLT, J.S. 1984. Weed Ecology: Implications for vegetation management. New York, Wiley. 265 pp.

ROBERTS, E.H. 1972. Dormancy: a factor affecting weed seed survival in the soil. In Roberts, E.H. ed. Viability of Seeds. New York, Syracuse University Press, pp. 321-359.

ROBERTS, H.A. 1970. Viable weed seeds in cultivated soils. Natn. Veg. Res. Stn. Ann. Rep. 1969:25-38.

SCHAFER, D.E. y CHILCOTE, D.O. 1970. Factors influencing persistence and depletion in buried seed populations. II. Effects of soil temperature and moisture. Crop Sci. 10:342-345.

SOUTHWOOD, T.R.E. 1978. Ecological methods; with particular reference to the study of insect populations. 2nd ed. London, Chapman and Hall, 524 pp.

STANIFORTH, D.W. 1961. Crop-weed ecology in relation to weed control research. In 14th Southern Weed Science Conference. Ames, Iowa. Dept. of Botany and Plant Pathology, Iowa State University. 11 pp.

STOLLER, W.W. y WAX, L.M. 1973. Periodicity of germination and emergence of some annual weeds. Weed Sci. 21:574-580.

TAYLORSON, R.B. 1970. Changes in dormancy and viability of weed seeds in soils. Weed Sci. 18:265-269.

_____. 1972. Phytochrome controlled changes in dormancy and germination of buried seeds. Weed Sci. 20:417-422.