



CIAT

66850

COLECCION HISTORICA

TECNICAS DE MULTIPLICACION POR SEMILLAS

DE ESPECIES FORRAJERAS

Aldemar Ramírez*, Edgar Salazar, José Ignacio Roa**



* Experto I; ** Ingenieros Agrónomos de la Sección Agronomía de Forrajes y Producción de Semillas. Programa de Pastos Tropicales. Centro Internacional de Agricultura Tropical, CIAT. A. Aéreo 6713 Cali, Colombia.

TECNICAS DE MULTIPLICACION POR SEMILLAS
DE ESPECIES FORRAJERAS

Aldemar Ramírez, Experto 1

Edgar Salazar, Ingeniero Agrónomo

José Ignacio Roa, Ingeniero Agrónomo

PROGRAMA DE PASTOS TROPICALES
CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL
CIAT

Apartado Aéreo 6713, Cali, Colombia

INTRODUCCION

La multiplicación por semilla de especies forrajeras requiere del conocimiento de la familia, género y especie de los diversos tipos de semilla.

Para obtener éxito en la multiplicación por semilla de forrajeras o cualquier otro cultivo, se deben lograr semillas con muy buenas cualidades, teniendo en cuenta los siguientes aspectos:

1. Pureza varietal
2. Pureza física
3. Alto porcentaje de semilla pura viable
4. Alta germinación
5. Vigor
6. Humedad
7. Control de microorganismos
8. Control de insectos
9. Uniformidad en las semillas
10. Peso volumétrico uniforme en las semillas

PROCESO DE GERMINACION

El proceso de germinación comprende una secuencia de cambios bioquímicos y morfológicos en los cuales pueden reconocerse algunos períodos que a continuación detallamos:

El primero comienza por la imbibición de agua por la semilla seca, el ablandamiento de sus cubiertas y la hidratación del protoplasma; este es un proceso fisiológico.

El segundo período comienza con la iniciación de la actividad celular e incluye la aparición de enzimas y una elevación de la tasa de respiración. Las enzimas dilatan las cubiertas de la semilla y permiten que se desarrolle la radícula del embrión, que se convertirá posteriormente en la raíz primaria.

En resumen, la germinación y la emergencia se cumplen por las siguientes etapas: imbibición, actividad enzimática y respiratoria, translocación de nutrientes, emergencia y crecimiento.

VIABILIDAD DE LAS SEMILLAS

Semilla viable significa que el embrión esté vivo y sea capaz de germinar. El contar con semillas viables es esencial para tener éxito en la multiplicación de leguminosas y gramíneas. La viabilidad es reflejada posteriormente en el porcentaje de germinación, el cual expresa el número de plántulas que pueden ser producidas por un número dado de semillas.

La reducción en viabilidad y vigor de la semilla, puede ser resultado de un desarrollo incompleto de ella en la planta, de lesiones durante la cosecha, de procesado, almacenamiento prolongado, envejecimiento ó humedad relativa alta en la fase de almacenamiento.

Algunas semillas principalmente gramíneas pueden permanecer en estado latente hasta 5 meses y se les puede manejar con relativa seguridad, facilidad y economía. En caso contrario, si el embrión

está quiescente y no existe un obstáculo para la germinación, como latencia, la semilla puede germinar inmediatamente después de haber absorbido agua suficiente. La emergencia depende de las condiciones apropiadas de temperatura y aireación.

CONDICIONES AMBIENTALES DE LA GERMINACION

Las condiciones ambientales favorables que necesita la semilla son:

- A. AGUA: La imbibición del agua por la semilla es el primer paso en el proceso de la germinación.
- B. TEMPERATURA: Una temperatura favorable en el medio a utilizar lleva al desarrollo del embrión.
- C. LUZ: Esta desempeña un papel importante en la multiplicación por semillas, por la influencia controladora sobre el crecimiento de las plántulas, de ahí que el proceso de germinación se acelera en mayor porcentaje, cuando cubrimos el medio con algo oscuro, por ejemplo, semillas de gramíneas ó leguminosas en cajas petri, cubiertas con un lienzo negro ó papel oscuro; se nota una germinación más acelerada que aquellas que no son cubiertas. Después de que la radícula ha salido, es donde juega un papel importante la luz, la cual se necesita con una intensidad relativamente elevada para producir plántulas, fuertes y vigorosas. En el caso de algunas gramíneas como el género Brachiaria, cuando la época de floración coincide con un periodo de abundante luz solar, la sincronización en la floración y madurez van a ser más altas.

DORMANCIA DE LAS SEMILLAS

No todas las semillas colocadas en condiciones óptimas germinan rápidamente, ellas presentan un estado de reposo y es llamada dormancia. La dormancia puede ser temporal o extenderse por mucho tiempo. La dormancia puede ser debido a:

1. Tegumentos impermeables al agua (gramíneas y algunas leguminosas).
2. Tegumentos impermeables a gases
3. Semillas inmaduras o embriones durmientes
4. Sustancias inhibidoras
5. embriones que requieren acidez.

Algunas especies requieren tratamientos especiales para quebrar la dormancia (gramíneas y algunas leguminosas), como la escarificación. Algunas de estas especies son: Aeschynomene, Calopogonium, Desmodium, Leucaena, Clitoria, Galactia, Stylonsanthes, Crotalaria, Indigofera, Zornia, Macroptilium, Cassia, Centrosema, Eriosema, Rhynchosia, etc.

SEMILLAS DE CUBIERTA DURA E IMPERMEABLE

DIOCLEA GUIANENSIS



DESMODIUM OVALIFOLIUM



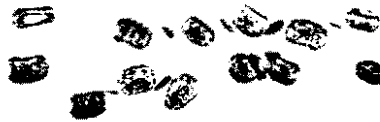
PUERARIA PHASEOLOIDES



ANAVALLIA SP



CENTROSEMA MACROCARPUM



LEUCAENA



Figura 1. Grupo de semillas de cubierta dura e impermeable.

SEMILLAS CON EMBRION LATENTE

Son semillas que cumplen una etapa de dormancia; una vez escarificadas estas semillas responden al humedecimiento pre-germinativo, en general el género de Brachiaria pertenece a este grupo.

BACHIARIA DICTYONEURA CIAT.6133
con embrión latente



Figura 2. Semillas de Brachiaria dictyonneura CIAT 6133, con embrión latente (pasto llanero).

ESCARIFICACION

Es cualquier proceso de ruptura, adelgazamiento o ablandamiento de la testa de las semillas para hacerlas permeables al agua y acelerar de esta forma, la germinación de las semillas. Estas se pueden escarificar de dos modos: mecánica y química.

A. Escarificación Mecánica

El objetivo primordial de la escarificación mecánica es adelgazar las cubiertas duras e impermeables de las semillas para hacerlas permeables al agua. Hay varios métodos de escarificación mecánica.

1. **Papel lija:** Al frotar las semillas con papel lija, es importante tener en cuenta el número del papel a utilizar. Para semillas pequeñas tipo Zornia, Desmodium, Stylosanthes, etc., el número es 100 ó 160. Esta lija es muy fina y asegura una escarificación pareja. La forma de usarla es colocando las semillas sobre la lija y con otra más pequeña se frota, haciendo presión sin dañar hasta observar el efecto del rayado o ruptura en las cubiertas de las semillas. Cuando el uso del papel de lija en los procesos de germinación es continuo, se recomienda la caja trilladora para lotes pequeños.

Caja trilladora, útil para limpiar
Lotes pequeños de semillas secas

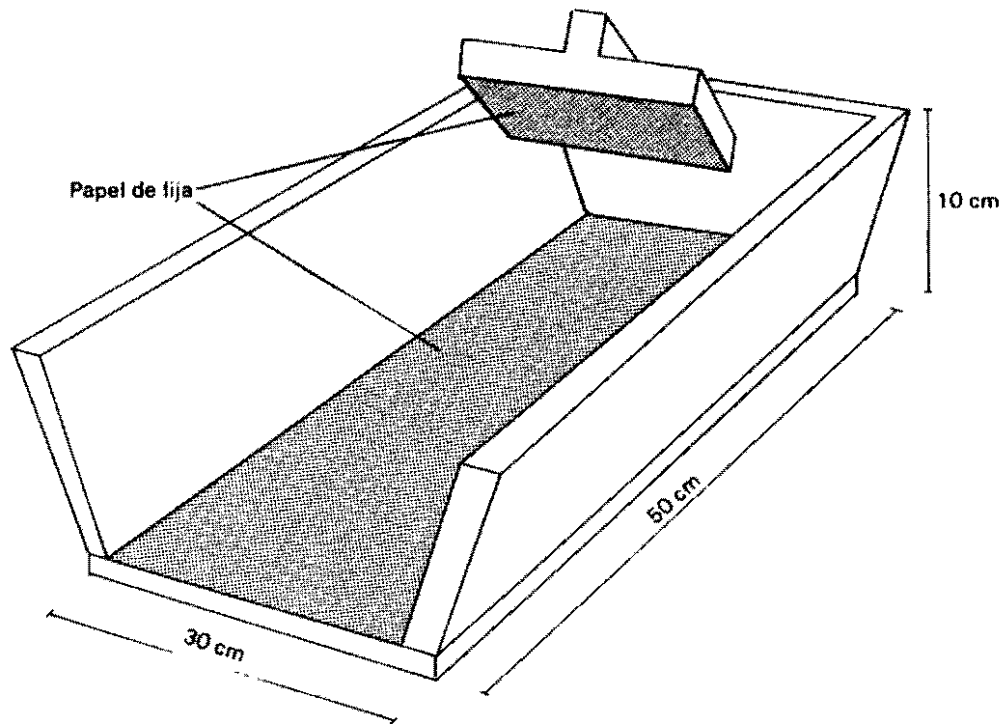


Figura 3. Caja trilladora útil para limpiar lotes pequeños de semillas secas.

2. **Bisturí o lima:** Estos implementos funcionan bien para escarificar mecánicamente en el laboratorio, cantidades pequeñas de semillas de leguminosas grandes o medianas, de cubierta dura tipo Leucaena, Dioclea y Centrosema, respectivamente. El corte o ruptura de esta se hace siempre al lado opuesto del embrión.

En el grupo de semillas grandes, también se puede utilizar el papel de lija No. 50 que es grueso y se consigue como lija tela de esmeril. Al igual que con el bisturí, lima y lija, las semillas son susceptibles a ser dañadas por organismos patógenos. Por esta razón se recomienda sembrar o pregerminar inmediatamente, utilizando algunos fungicidas que luego serán detallados.

3. Remojo en agua: El objetivo de remojar las semillas en agua es modificar las cubiertas duras, remover los inhibidores de la germinación, suavizar y reducir el tiempo de germinación. Algunas semillas de cubiertas impermeables tipo Leucaena u otras, pueden ser suavizadas en agua caliente entre 77° y 100°C. Tan pronto el agua alcanza esta temperatura, se introducen las semillas y se retiran pronto hasta lograr un enfriamiento gradual. Después de esto, se retiran las semillas hinchadas y se repite el tratamiento con las que no se hincharon.

Se recomienda la siembra inmediata después de este tratamiento. Cuando no se utiliza agua caliente, se puede utilizar agua a temperatura normal y se dejan las semillas por ocho horas, retirando las semillas hinchadas y repitiendo el proceso.

B. Escarificación Química

1. **Escarificación con ácido sulfúrico (H_2SO_4):** La escarificación con ácido sulfúrico (H_2SO_4) es el método más utilizado y recomendado en escarificación, tanto en leguminosas como en gramíneas tipo Brachiaria.

Este método asegura una germinación pareja en cualquiera de estos materiales; el propósito de la escarificación con ácido sulfúrico es modificar los tegumentos duros e impermeables de las semillas. El remojo en ácido sulfúrico comercial al 40% se emplea tanto para cantidades grandes, como para cantidades pequeñas. Este debe utilizarse con mucho cuidado porque es muy corrosivo y reacciona violentamente con el agua, elevando considerablemente la temperatura; es por eso que se recomienda utilizar ropa protectora y gafas.

Forma de empleo: Las semillas secas se colocan en recipientes de vidrio, tipo beaker; esto para cantidades pequeñas en laboratorio o baldes de plástico para cantidades grandes. Se cubren con ácido en proporción adecuada. La mezcla debe revolverse con precaución a intervalos convenientes. Al revolver las semillas, estas tienden a elevar la temperatura. Se debe evitar la mezcla con mucho vigor, ya que al hacerlo se pueden dañar las semillas. A medida que se hace la mezcla, se va determinando que la semilla muestra escarificación pareja. Al final de este tratamiento, se lava la semilla usando agua en abundancia, para diluir el ácido con

todo el cuidado posible y la mayor rapidez. Es indispensable utilizar un tamiz o maya para no perder las semillas escarificadas. Después de este paso, es primordial secar las semillas al sol y almacenar para siembras posteriores.



Figura 4. Escarificación de semillas con ácido sulfúrico (H_2SO_4) en un balde plástico.

El empleo del ácido en semillas, además de que escarifica, produce una limpieza de patógenos e impurezas. A continuación se detalla una tabla con tiempos a utilizar en escarificación de leguminosas y gramíneas con ácido sulfúrico (H_2SO_4) al 40%.

**METODOS Y NORMAS DE GERMINACION
PARA LEGUMINOSAS Y GRAMINEAS TROPICALES**

<u>Tipo de Semilla</u>	<u>Tratamiento para Romper Latencia</u>	<u>Otras Alternativas</u>
<u>Arachis pintoi</u>	Secar a 40°C hasta 14 días.	-
<u>Centrosemas</u>	12 minutos en ácido sulfúrico (H_2SO_4)	Escarificación mecánica
<u>Calopogonium mucunoides</u>	10 minutos en ácido sulfúrico (H_2SO_4)	Escarificación mecánica.
<u>Desmodium ovalifolium</u>	8 minutos en ácido sulfúrico (H_2SO_4)	Escarificación mecánica (lija)
<u>Leucaena</u>	15 minutos en ácido sulfúrico (H_2SO_4)	En agua a 80°C x 3 minutos.
<u>Macroptilium atropurpureum</u>	De 10 a 12 minutos en ácido sulfúrico (H_2SO_4).	Escarificación mecánica.
<u>Pueraria sp.</u>	De 10 a 15 minutos en ácido sulfúrico (H_2SO_4).	Escarificación mecánica
<u>Stylosanthes capitata</u>	De 8 a 10 minutos en ácido sulfúrico (H_2SO_4).	Escarificación mecánica
<u>Stylosanthes guianensis</u>	6 minutos en ácido sulfúrico (H_2SO_4)	En agua a 55°C por 20 minutos.
<u>Tadehagi sp.</u>	10 minutos en ácido sulfúrico (H_2SO_4)	Escarificación mecánica
<u>Zornia sp.</u>	5 minutos en ácido sulfúrico (H_2SO_4)	Escarificación mecánica.

METODOS Y NORMAS DE GERMINACION
PARA LEGUMINOSAS Y GRAMINEAS TROPICALES

Tipo de Semilla	Tratamiento para Romper Latencia	Otras Alternativas
<u>Dioclea</u> sp.	12 minutos en ácido sulfúrico (H_2SO_4)	Escarificación mecánica.

GRAMINEAS

<u>Brachiaria humidicola</u>	15 minutos en ácido sulfúrico (H_2SO_4)	-
<u>Brachiaria dyctyoneura</u>	25 minutos en ácido sulfúrico (H_2SO_4).	-
<u>Brachiaria decumbens</u>	12 minutos en ácido sulfúrico (H_2SO_4).	-
<u>Paspalum plicatulum</u>	3 minutos en ácido sulfúrico (H_2SO_4)	-

BASE PARA LIMPIEZA DE SEMILLAS

Esta base es muy útil para descascarar lotes de semillas de leguminosas pequeñas tipo Stulosanthes, Zornia, Desmodium, etc. Es práctica su construcción y es económica. Sus dimensiones van de acuerdo a la necesidad requerida. La base consta de madera tipo triplex o tabla, cubierta con caucho corrugado, utilizado en zapatería. De igual manera la manilla debe ir en madera y caucho corrugado. Su uso es muy práctico y rápido en el descascarado.

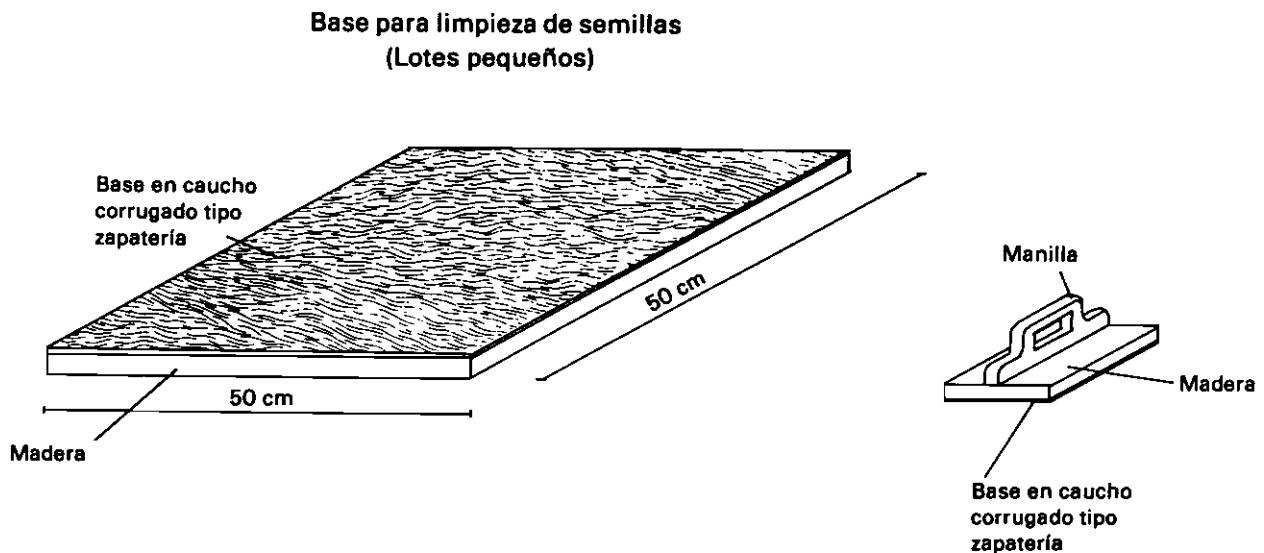


Figura 5. Base para limpieza de semillas

TRATAMIENTOS QUIMICOS PARA ESTIMULAR GERMINACION

A. Nitrato de Potasio

Muchas semillas que están en latencia responden al remojo en una solución de nitrato de potasio al 0.2%. Cuano ésta experiencia se hace en el laboratorio, se utilizan como medio de germinación, cajas de petri o charolas de germinación. Es de tener en cuenta que el nitrato de potasio, solo se aplica una vez si se requiere de más humedad en el medio de germinación, se debe utilizar agua destilada o esterilizada.

B. Tiourea

Esta sustancia $CS(NH_2)_2$, se utiliza en germinación de semillas latentes, en particular aquellas que no germinan en la oscuridad ó a altas temperaturas o que requieren de ciertos tratamientos.

La Tiourea es algo inhibidora del crecimiento; por esta razón s aconseja remojar las semillas en una solución al 1% de 8 a 24 horas. Luego lavar en abundante agua.

MEDIOS DE GERMINACION

A nivel de laboratorio o invernadero son muchos los medios a utilizar en germinación de gramíneas y leguminosas, en el

laboratorio se pueden colocar en:

A. Charolas de Plástico

Sobre la base de la charola se colocan dos pliegos de papel secante o toallas de papel. Luego se colocan las semillas, se cubren con papel secante o toallas de papel. El agua para humedecer estos medios es preferible que sea destilada o esterilizada.

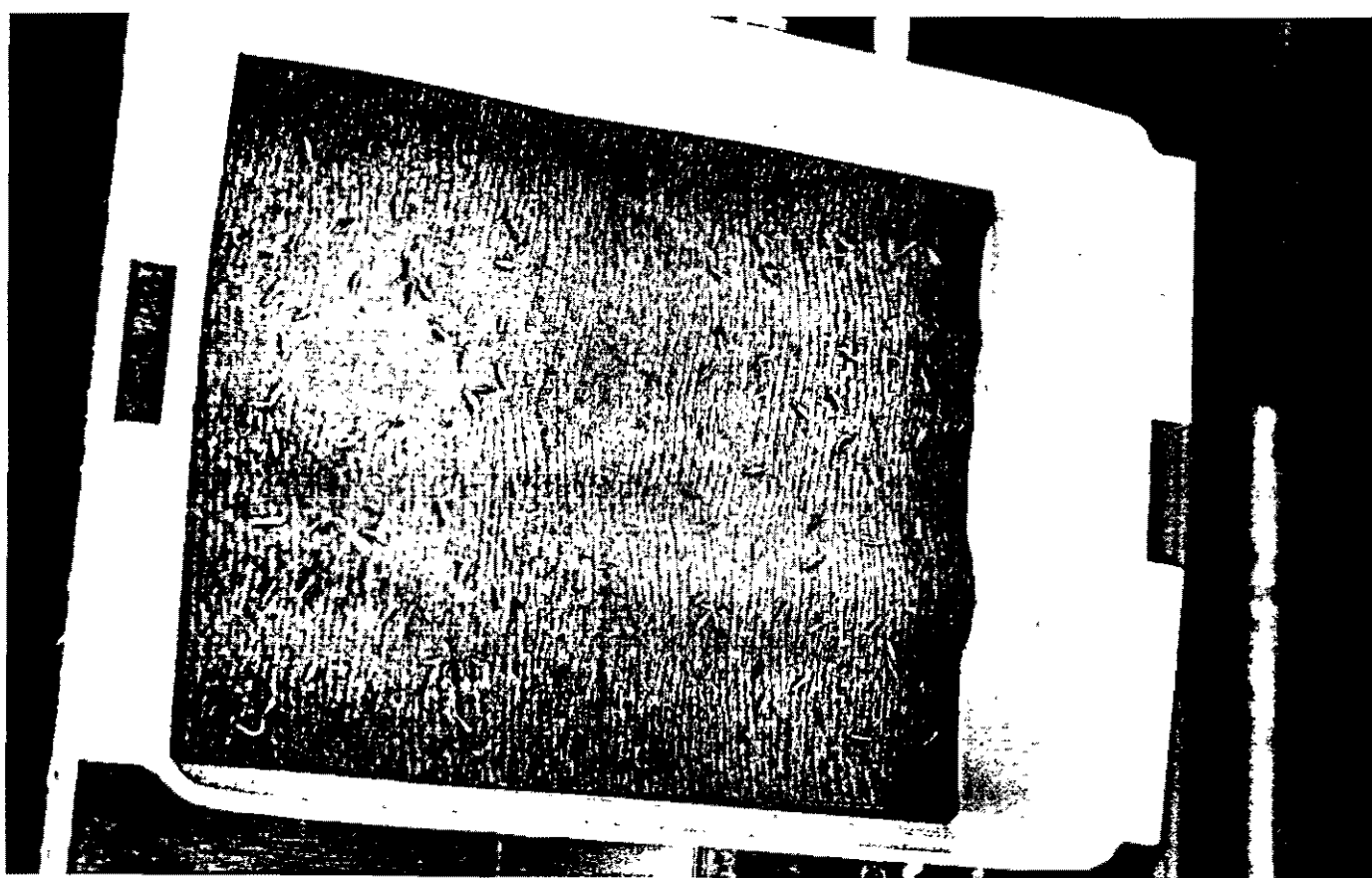


Figura 6. Semillas de Andropogon gayanus sobre papel secante, como medio de germinación.

B. Cajas de Petri

Estas cajas de vidrio son de gran utilidad en el laboratorio y en ellas se pueden pregerminar semillas de gramíneas y leguminosas en cantidades pequeñas. A estas se les colocan dos capas de papel filtro, preferiblemente "Whatman" ó papel secante; luego se colocan las semillas en forma espaciada.

El agua puede utilizarse en dos formas:

A. Empleando agua suficiente por espacio de ocho horas, de tal forma que las semillas queden sobreaguadas. Luego lavar y dejar éstas con humedad suficiente, sin que se hagan muchas capas de humedad al rededor de las semillas.

b. Utilizar agua en forma regulada sobre el papel. A medida que la semilla se vaya hinchando, se debe lavar la semilla y cambiar el papel, ya que la mayoría de las leguminosas sueltan una tinta de color café, que afecta el desarrollo normal de la radícula. El éxito como complemento a este tipo de germinación (A y B), lo desarrolla un fungicida que más adelante se detallará.

C. Toalla Enrollada

Se humedecen toallas de papel de 28 x 36 cm ó del tamaño aproximado, las semillas se colocan espaciadas en un lado, de tal manera que el borde de la toalla pueda cubrirlas.

Una vez cubiertas, se colocan más hileras de semillas y se va enrollando. Este no debe quedar apretado, siendo deseable que tenga unas cinco vueltas o capas. Estos rollos se colocan horizontalmente en charolas de plástico. Hay que tener los rollos con humedad relativa, de tal forma que no goteree.

D. Arena

La arena por su excelente drenaje, es otro de los medios utilizados en germinación. La más conveniente es la que se utiliza en albañilería, para enlucidos. Es importante fumigarla con difolatán al 1% u otro fungicida recomendado. Esto con el propósito de que neutralice algunas especies de hongos que causan ahogamiento. La arena puede ir en bandejas de eternit o de plástico. Las semillas se colocan sobre ésta y luego se cubren con una capa de arena, de manera tal que al esparcirlas no sean destapadas por la acción del agua. Este medio es excelente, tanto para gramíneas como para leguminosas.

E. Vermiculita

Químicamente es un silicato hidratado de magnesio, hierro y aluminio, de acción neutra, insoluble en el agua, pero capaz de absorberla en grandes cantidades. La vermiculita está formada por capas separadas y delgadas. Presenta resistencia al ataque de hongos. Este medio también es

excelente. Más adelante se detalla una caja para pregerminar semillas de leguminosas y gramíneas, utilizando como medios arena, perlita o vermiculita.

F. Perlita

Es un material volcánico formado por granos pequeños esponjosos y porosos que retienen agua en una proporción de 3 a 4 veces su peso, es neutro con un pH de 7.0 a 7.5. No contiene nutrientes. Es de anotar que la perlita se puede utilizar, formando mezclas en partes iguales con la vermiculita. Este medio en mezcla ó solo es ideal para propagar semillas de Andropogon gayanus, Brachiaria, Panicum; en leguminosas de semilla grande, tales como Centrosema, Dioclea, Canavalia, etc.

Caja para pregerminar semillas de
leguminosas y gramíneas

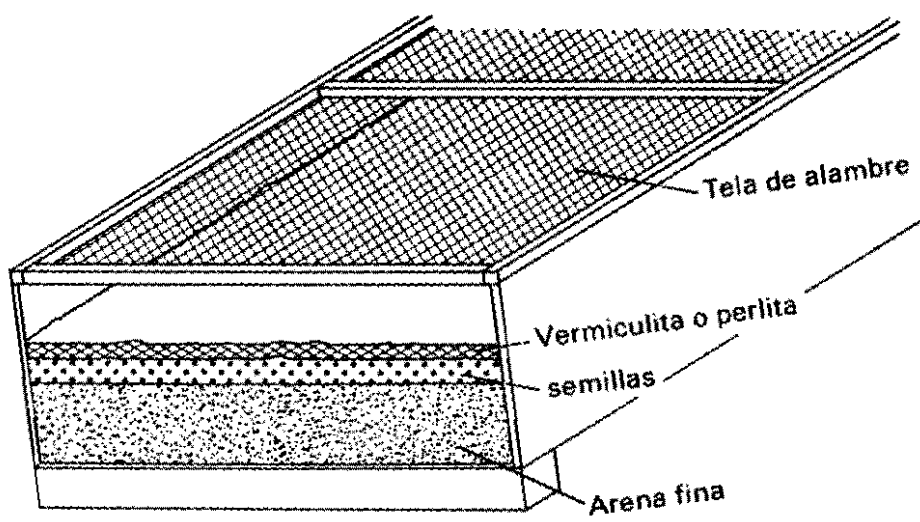


Figura 7. Caja para pregerminar semillas de leguminosas y gramíneas.

G. Suelo

Si se utiliza suelo como medio de germinación, es conveniente tener en cuenta que este sea de textura bien definida, que esté libre de malezas. Regularmente es conveniente esterilizarlo o tratarlo con algunos de los métodos que a continuación se describen:

Vapor: para 2 m³ del suelo se requieren 2 horas continuas de vapor con una temperatura mínima de 90°C y una máxima de 110°C. El suelo se deja enfriar por 24 horas.

Bromuro de Metilo: Es muy efectivo y un poco peligroso. De allí los cuidados que se deben tener al emplearlo. Para 2 m³ de suelo se requiere una libra de bromuro de metilo en lata comercial, una manguera, una carpa o plástico y un dispositivo para accionar la lata que contiene el bromuro.

El suelo se coloca sobre la carpa o plástico, en el centro del suelo se coloca una de las puntas de la manguera. La otra parte se coloca al dispositivo y la lata. Se cubre el suelo con la carpa o plástico sin dejar que haya escape del bromuro; se abre el dispositivo y se deja por espacio de cinco días. Se destapa y se deja aireándolo por otros cinco días.

Calor: El calor en hornos a temperaturas de 150°C y 170°C por espacio de dos horas, es otro de los esterilizantes efectivos. El suelo se puede colocar en charolas de aluminio ó bandejas de eternit.

Formol: El formol como fungicida y esterilizante, es uno de los más prácticos y económicos, se recomienda 44 mililitros de formol en un litro de agua. Esta solución se esparce con regadora o bomba fumigadora, hasta lograr que el suelo quede húmedo. Se tapa con plástico por un tiempo de dos días, se destapa y se deja por 10 días para que se ventile y seque. El suelo se debe usar solo hasta que haya desaparecido el olor a formol.

TRATAMIENTOS DE SEMILLAS

Los tratamientos para controlar enfermedades en gramíneas y leguminosas, son de tres tipos: a. desinfestación, b. desinfección, c. protección.

A. Los Desinfestantes

Eliminan al organismo presente en la superficie de la semilla. Se recomienda el hipoclorito de calcio. En este tratamiento se colocan 10 gramos de hipoclorito de calcio en 140 mililitros de agua; se agitan por cinco minutos ó se dejan reposar por una hora. La forma de emplearlo es colocando las semillas en la solución, por un tiempo de

5 a 30 minutos. El tiempo depende del tamaño de la semilla así: semillas grandes, del tipo Leucaena, Canavalia, etc. requieren más tiempo en la solución, semillas pequeñas, tipo Zornia, Stylosanthes, etc., necesitan menos tiempo, entre los 5 y 7 minutos.

B. Desinfectantes

Estos eliminan los organismos que están dentro de la semilla. Entre los tratamientos de este tipo, se encuentran el agua caliente, el bicloruro de mercurio y en cierto grado, los compuestos mercúricos. El agua caliente mata los organismos, aumenta la germinación y quiebra latencia. La temperatura óptima es 80°C para semillas grandes por un tiempo de 2.5 a 3 minutos y para semillas pequeñas, de 1.5 a 2 minutos. Después de estos tratamientos, las semillas se deben dejar enfriar y secar con rapidez. Las semillas viejas y débiles no deben tratarse. El bicloruro de mercurio se usa a razón de una parte por mil de agua. (No es recomendable).

C. Protectores

Son productos que se aplican a las semillas para protegerlas del ataque de hongos, como son los fungicidas, los cuales se pueden aplicar en polvo ó en solución. En polvo se emplean para almacenar semillas por un tiempo considerable, o en solución para protegerlas del medio en que germinan. En solución, se puede aplicar antes ó después de la siembra.

La combinación de un insecticida y de un fungicida, resulta favorable en almacenamiento de semillas y siembras del campo. Estos productos controlan el ataque de hongos, gusanos y hormigas, etc. Se recomienda el difolatán como fungicida. Este se puede utilizar en solución al 1%; en polvo, se debe manejar adecuadamente, en forma tal que las semillas queden cubiertas y sin que presenten sobrantes del fungicida. Como insecticida se recomienda utilizar malathion o aldrín.

MEZCLAS COMPATIBLES DE INSECTICIDAS Y FUNGICIDAS

Insecticida

Malathion

Ectacloro

Agr. Lindano 25 polvo
mojable.

Fungicida

Difolatan

Arazán

Vitavax 300

REFERENCIAS

Grof N., A. Ramírez, C. Busch. 1981. Técnicas en propagación por estacas de leguminosas forrajeras.

Poljakoff A. 1970. Germinación por semillas.

Semilleros Americanos. Propagación por semillas 1970.

AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Bela Grof, agrostólogo, mi maestro en este tema, al Dr. Linus Wege por todas las recomendaciones al respecto.

A los ingenieros agrónomos Edgar Salazar C. y José Ignacio Roa V., por su asistencia técnica en este trabajo. También al Dr. Carlos Huertas y a la señora Gloria Lasso, por su colaboración editorial en la copia de este.

ALDEMAR RAMIREZ CUARTAS

Octubre 1988