

TRES METODOS DE ESCARIFICACION MECANICA DE SEMILLAS DE TESTA DURA¹

Karen M. Poulsen
Finn Stubsgaard

1. INTRODUCCION

Un gran número de semillas de especies forestales no germinan debido a que la testa dura impide la entrada de agua (latencia física), y la semilla no germina al menos que la testa sea esscarificada. En muchas de estas especies, la capa exterior consiste de una cubierta impermeable de células enmalladas (Fig. 1).

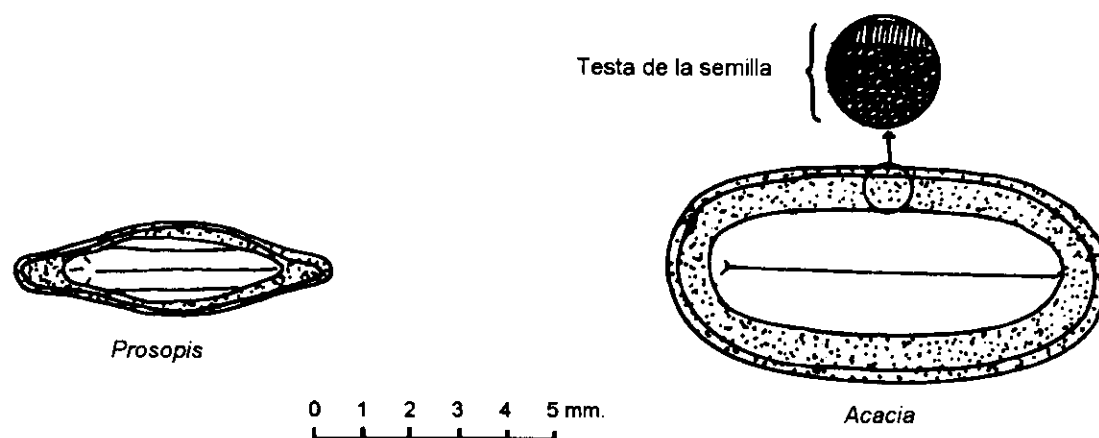


Figura 1.- Corte longitudinal de una semilla de testa dura.

Los métodos comunes utilizados en los viveros para esscarificar la semilla y mejorar la germinación consisten en sumergirlas en agua caliente o hervirlas o ponerlas en ácido. Sin embargo, estos métodos no siempre son satisfactorios.

Un tratamiento eficaz en agua caliente o hirviendo requiere de un control estricto; los parámetros críticos son el tiempo y la temperatura durante la inmersión, la cual depende parcialmente del volumen de agua por semilla. Además, puede ser difícil controlar la temperatura

¹ Trad. "Three methods for mechanical scarification of hardcoated seed". Humlebaek, Denmark. Danida Forest Seed Centre. Technical Note No.27. 15p. 1995.

de grandes cantidades de semillas durante el tratamiento. Los principales problemas con este método son la eliminación de grandes cantidades de ácido y los riesgos para la salud que implica el trabajo con ácido.

Debido a estos problemas el Centro de Semillas Forestales del Danida (CSFD), desarrolló tres métodos alternativos utilizando escarificación mecánica: el caudín o quemador incandescente, la pistola de semillas y el quemador mecánico. El equipo fue probado en una amplia gama de especies en el CSFD y en otras instituciones. Los objetivos de esta Nota Técnica son:

- 1.- Describir tres alternativas de escarificación mecánica.
- 2.- Presentar resultados de la utilización del equipo en varias especies.
- 3.- Hacer recomendaciones generales con relación al empleo de la pistola de semillas y su manual de uso, con varias especies.
- 4.- Describir cómo fabricar o adquirir una pistola de semillas.

2. EQUIPO Y METODOS DE ESCARIFICACION

2.1 La pistola de semillas

Esta trabaja lanzando las semillas contra la pared de un cilindro metálico (Fig. 2). La pared es hueca con el fin de reducir el peso de la pistola, pero debe estar completamente llena de arena seca antes de utilizarla. La semilla se tira contra la pared a una velocidad de alrededor de 30 m/segundo.

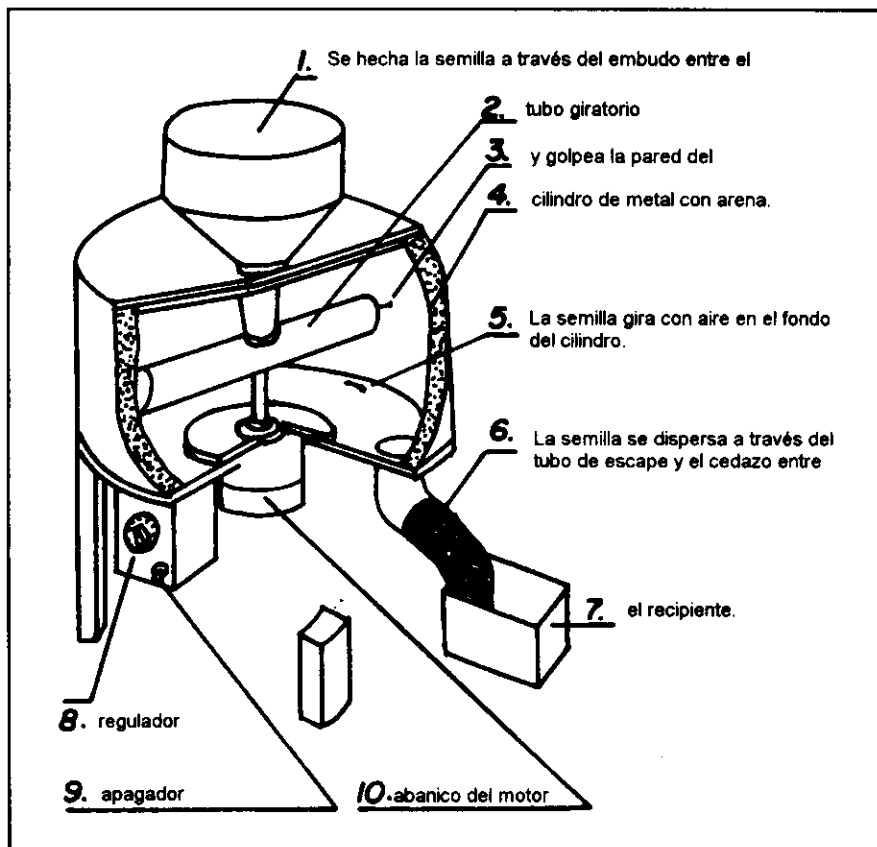


Figura 2.- Vista de un corte transversal para la construcción de una pistola de semillas.

Este impacto mecánico ocasiona pequeñas fisuras invisibles en las capas exteriores de la testa de la semilla. La semilla se vierte uniformemente sobre un embudo en la parte superior y cae al tubo giratorio, el cual la tira y golpea contra el cilindro metálico. La semilla cae al fondo del cilindro donde gira con el aire hasta que se dispersa a través del tubo de salida que está en la base del cilindro.

El efecto del tratamiento en la pistola de semillas en términos del porcentaje de germinación se incrementa cuando se aumenta la velocidad, hasta un nivel en que el número de semillas dañadas supera el número de semillas adecuadamente escarificadas (Fig. 3). Para algunas especies no habrá mucha diferencia entre la velocidad requerida para ocasionar las fisuras en la testa de la semilla y la velocidad que puede causar daño. Para estas especies, la pistola no es recomendable.

El efecto de la pistola depende:

- de la velocidad de rotación del tubo;
- de qué tan libre circula el aire a través de la pistola², dentro de la especie;
- de la procedencia y el año de recolección.

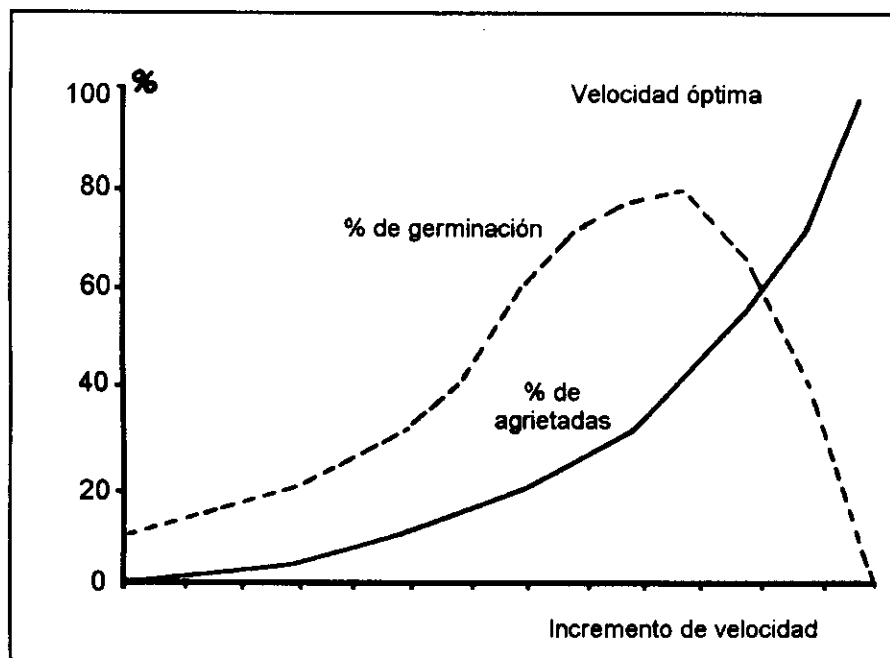


Figura 3.- Relación idealizada entre la velocidad de la pistola, porcentaje de germinación y porcentaje de testas de semillas quebradas en donde se observan los cotidellones.

² El tubo rotatorio actúa como un abanico centrífugo que lanza el aire y las semillas contra el cilindro metálico. Al incrementar la velocidad del aire se incrementa la fuerza con que la semilla golpea la pared, multiplicando así el efecto del tratamiento. De esta manera, la corriente de aire a través de la pistola debe restringirse lo menos posible a la entrada y a la salida, para no vaciar mucha semilla a la vez y mantener la salida libre de semilla.

Como la velocidad no es el único indicador de este efecto, su mejor medida es probablemente el porcentaje de testas de semillas quebradas hasta el punto en que se vean los cotiledones, Ej: % de quebraduras.

La ventaja de la pistola es su alta capacidad: un kg de semilla se puede procesar en menos de cinco minutos (Anexos A y B).

2.2 El cautín o quemador incandescente

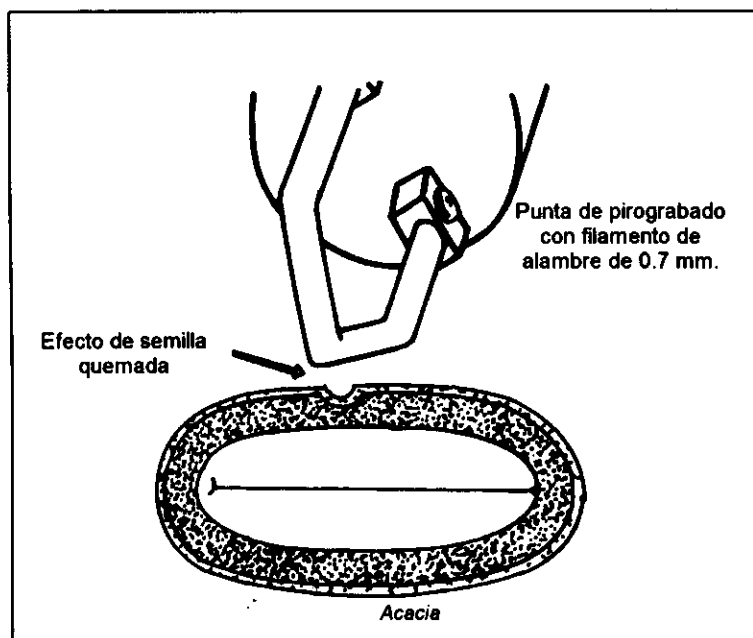
La escarificación con un cautín es un método manual y por consiguiente limitado a cantidades menores de semillas. Pero el método se utiliza ampliamente en pruebas de germinación en el laboratorio, y es muy eficaz; cien semillas se pueden procesar en dos o tres minutos.

Cuando la punta del cautín (o cualquier punta de una varilla de hierro al rojo incandescente) toca la testa por medio segundo (Fig. 4) se oye un sonido leve "pfft", y un pequeño agujero marrón y algunas pequeñas rajaduras se hacen en la capa exterior impermeable de la testa de la semilla.

La mayoría de las semillas de *Acacia* y *Prosopis* son planas y descansan sobre una areola con la otra parte hacia arriba. Pequeñas quemaduras pueden aparecer sobre los cotiledones, pero el crecimiento aparentemente no se afecta. Quemar dentro del área de la areola evita el daño a la radícula.

Con el fin de reducir la duración del tratamiento (para evitar daño por calentamiento e incrementar la velocidad de trabajo), el cautín debe trabajar a la temperatura más alta posible; tener la punta de contacto lo más pequeña posible; y tocar la testa durante el menor tiempo posible.

Figura 4.- El cautín.



El quemado de la semilla produce casi los mismos resultados en la germinación que con las perforaciones o huecos hechos en forma manual en la testa (taladrando, astillando, limando, etc) y por consiguiente el porcentaje de germinación se acerca al más alto posible. El cautín se obtiene en el comercio (Anexo D).

2.3 El quemador mecánico

El quemado manual da buenos resultados pero es más bien laborioso. La escarificación mecánica con la pistola es rápida pero los resultados, para un grupo de especies, no son tan buenos. Por estas razones el CSFD ha desarrollado el quemador mecánico(Fig. 5).

Un cilindro con una ranura longitudinal gira a 20 revoluciones por minuto. La profundidad de la ranura es ajustable al diámetro de las semillas bajo tratamiento. Cuando la ranura pasa el embudo que contiene las semillas sin tratar, recoge una hilera de semillas. Después de 3/4 de una revolución, la ranura con las semillas se encuentra sobre un plano inclinado en el otro lado del cilindro. Aquí las semillas se salen de la ranura y se deslizan por el plano inclinado hasta que las detiene una barra que atraviesa el plano. Justo al frente de la barra hay una hendidura en el plano, en donde se coloca un alambre al rojo incandescente de 0.65 mm de diámetro y 32 cm de largo.

La distancia del hilo hasta la barra es ajustable, de tal forma que la barra retiene las semillas cuando el hilo está por debajo del centro de las semillas. Las semillas se queman por el lado plano ya que tienden a asentarse sobre este costado. Después de un periodo ajustable, un expulsor levanta la barra del plano inclinado y suelta las semillas que caen en un recipiente. El periodo es ajustable por la posición del expulsor en relación con el cilindro; el tiempo de quemado varía entre medio y dos segundos. Cuando la barra cae de nuevo al plano, la siguiente hilera de semillas se sale de la ranura del cilindro y prosigue nuevamente.

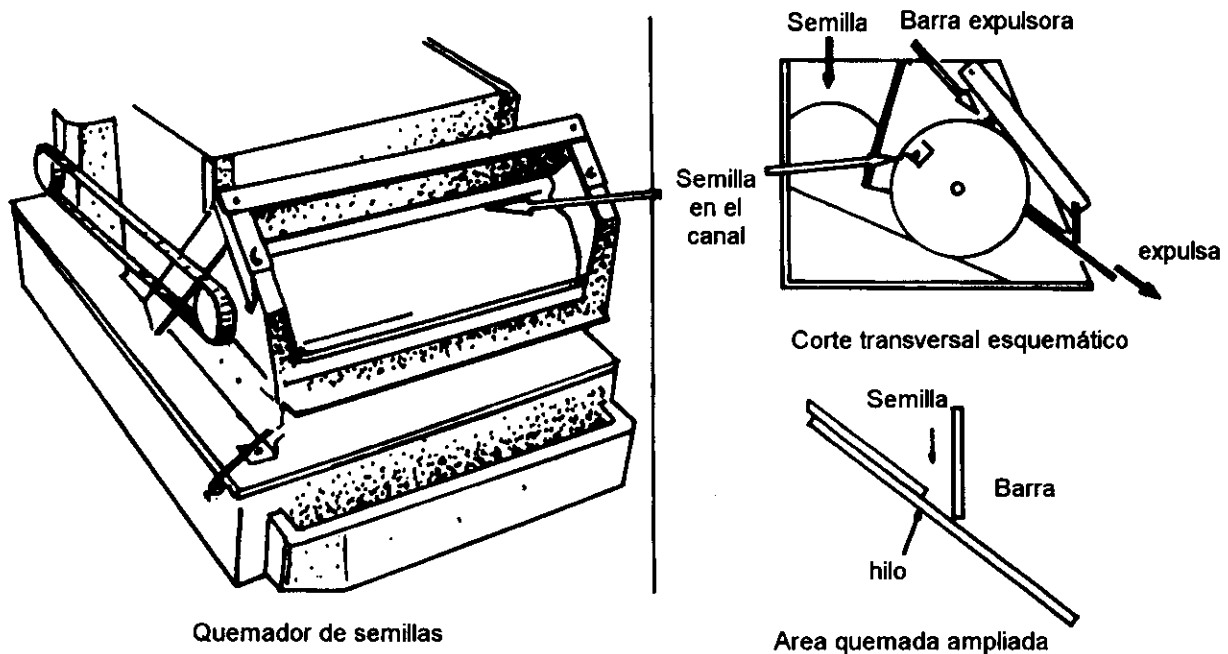


Figura 5.- El quemador mecánico.

El cilindro rotatorio es conducido por un motor a 220 V. El alambre recibe la corriente de un cargador de batería. El efecto eléctrico enviado a través del alambre incandescente, se puede ajustar a dos niveles de temperatura.

El quemador debe ser ajustado para cada lote de semillas, en la siguiente forma:

- Vaciar la semilla dentro del embudo y poner en marcha la máquina (no encender el alambre incandescente en este momento). La ranura toma ahora una hilera de semillas en cada vuelta, se ajusta la profundidad de la ranura hasta que solamente recoja una sola hilera de semillas.
- Ajustar la distancia entre la barra que libera y el alambre, de tal forma que éste quede debajo del centro de la semilla.
- Encender ahora el alambre incandescente en el primer nivel y dejarlo calentar por dos o tres minutos. Dejar 3 o 4 hileras de semillas que pasen por la máquina y visualmente determinar si todas las semillas han sido quemadas y tienen manchas marrón.
- Si la semilla no se quemó lo suficiente, ajustar el efecto eléctrico del alambre al nivel 2 y/o ajustar la posición del expulsor en relación con el cilindro para incrementar el tiempo de quemado. Repetir el paso anterior y graduar el ajuste final.
- Limpiar el recipiente de la semilla e iniciar el tratamiento bajo los ajustes escogidos.
- Puede existir peligro de incendio si la semilla se pega al alambre, **por lo tanto la máquina se debe vigilar permanentemente.**

3. RESULTADOS Y EXPERIENCIAS

3.1 La pistola

El Cuadro 1 muestra los principales resultados para varias especies tratadas con la pistola por el CSFD y por el Proyecto Nacional de Semillas Forestales en Morogoro, Tanzania, respectivamente (Msanga 1993). La Fig. 6 muestra los resultados de un ensayo diseñado para determinar el ajuste óptimo de la pistola para *Acacia nilotica indica*; los resultados del Cuadro 1 se basan en pruebas similares para cada especie.

Cuadro 1.- Porcentajes de germinación después de escarificación mecánica de especies de testa dura, utilizando el caudín y la pistola.

Especie	%Germ. Sin tratamiento, testigo	%Germ. Con caudín 1/	%Germ. Con pistola	%Rajaduras pist.opt. 2/
<i>Acacia drepanolobium</i>	88	98	94	53
<i>A. meamsii</i> L 1	5	83	53	32
<i>A. meamsii</i> L 2	10	--	73	7
<i>A. nilotica</i>	21	90	60	14
<i>A. nilotica indica</i>	49	87	70	11
<i>A. nilotica nilotica</i>	9	92	53	23
<i>A. senegal</i> Lote 1	81	92	78	21
<i>A. senegal</i> Lote 2	92	91	96	86
<i>A. tortilis</i> Lote 1	10	67	18	4
<i>A. tortilis</i> Lote 2	14	83	71	50
<i>Adenantha pavonina</i>	16	86	53	82
<i>Albizzia lebeck</i>	42	82	75	12
<i>A. procera</i>	45	95	55	28
<i>Bahuhinia purpurea</i>	81	94	95	9
<i>Cassia spectabilis</i>	3	87	39	11
<i>Delonix elata</i>	53	63	51	12
<i>Delonix regia</i>	47	67	44	10
<i>Faidherbia albida</i> L 1	20	84	36	3
<i>F. albida</i> L 2	38	93	81	38
<i>Gerdenia temifolia</i>	92	89	88	6
<i>Leucaena leucocephala</i>	7	91	26 3/	37
<i>L. leucocephala</i> L 2	29	90	88	45
<i>Parkinsonia aculeata</i>	49	74	46	6
<i>Peltophorum pterocarpum</i>	11	80	74	50
<i>Prosopis chilensis</i>	78	97	91	0
<i>P. cineraria</i>	49	93	74	0-6
<i>P. tamarugo</i>	66	87	42	7
<i>Tamarindus indica</i>	29	90	86	42
<i>Senna grandis</i>	5	74	64	22
<i>S. spectabilis</i>	0	74	61	10
<i>Sesbania sesban</i>	52	-	85	10
<i>Xeroderris stuhlmanii</i>	68	84	85	50

1/ Alambre caliente a mano.

2/ El % Rajadura es el porcentaje de semilla con embrión visible o más severamente dañada después de la escarificación con pistola.

3/ Las velocidades más bajas pueden mejorar la germinación, pero no fueron probadas.

El Cuadro 1 indica que la pistola fue eficaz para *Acacia meamsii* (lote 2), *A. nilotica*, *A. nilotica indica*, *Adenantha pavonina*, *Albizzia lebeck*, *Faidherbia albida*, *Leucaena leucocephala*, *Peltophorum pterocarpum*, *Prosopis cineraria*, *Tamarindus indica*, *Senna grandis*, *S. spectabilis*, *Sesbania sesban* y *Xeroderris stuhlmanii*. Pero para *A. tortilis*, *Faidherbia albida* y *Leucaena leucocephala*, se probaron dos lotes de cada especie, y la pistola solamente dio buenos resultados en uno. La germinación para *Cassia spectabilis* también se incrementó, pero

aún muy lejos de la potencial. Solamente un pequeño porcentaje de semillas de *Acacia drepanolobium*, *A. senegal*, *Bauhinia purpurea*, *Gardenia ternifolia* y *Prosopis chilensis* mostraron latencia y la escarificación no es necesaria (al menos para los lotes de este ensayo); sin embargo, la semilla no fue dañada por el tratamiento con pistola. Para semilla de *Albizzia procera*, *Delonix regia*, *Parkinsonia aculeata* y *Prosopis tamarugo*, el tratamiento con pistola no fue eficaz.

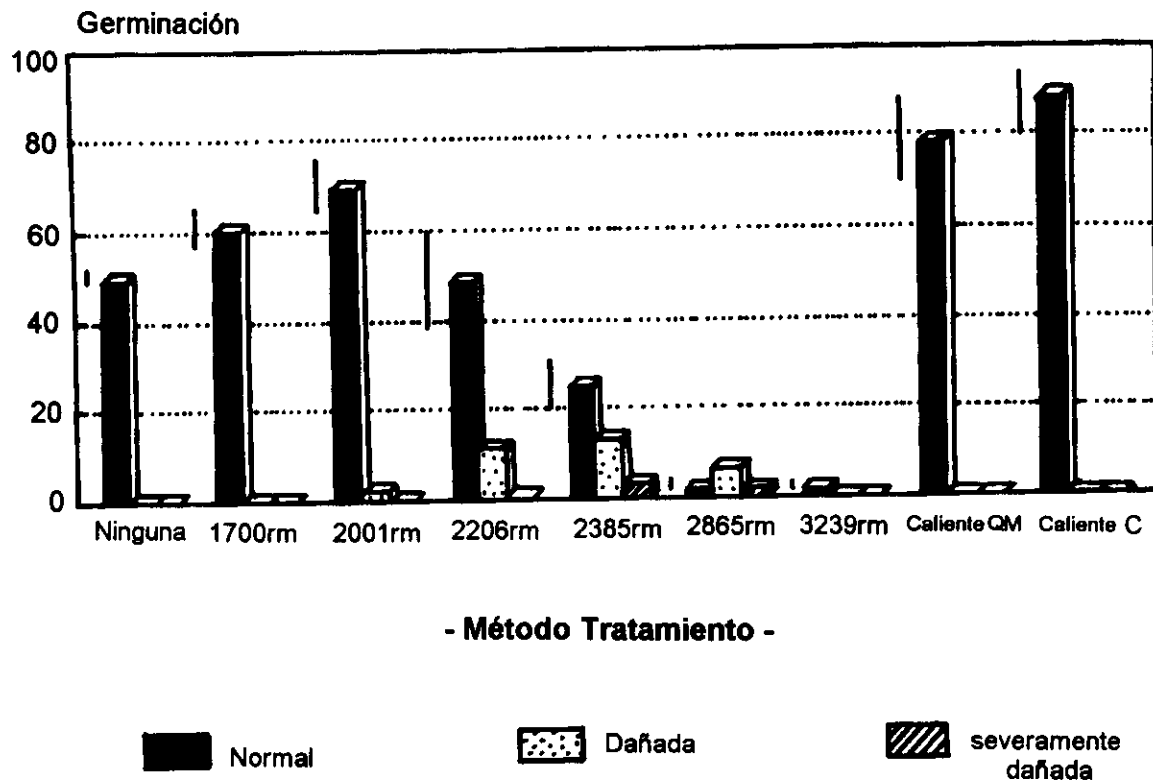


Figura 6.- Efecto de la escarificación con pistola en semilla de *Acacia nilotica indica*. C: escarificación con cautín; QM: escarificación con quemador mecánico. Las barras indican dos veces el error estándar de la media (4 repeticiones). (rm: revoluciones por minuto).

El % de quebraduras a la velocidad óptima de la pistola, fue muy variable entre las especies en un rango de 0 a 86 %.

Otro estudio utilizando semilla de Sudán (Mahjoub 1992), mostró porcentajes de germinación de 46 a 67% para *Acacia tortilis*, *A. seyal* y *Faidherbia albida* después del tratamiento con pistola. La pistola no fue eficaz para semilla de *A. nilotica* y *A. sieberana*; estas semillas pueden tener una testa muy gruesa de 0.6 - 0.7 mm (Mahjoub 1992). La pistola incrementa la germinación de *A. nubica* de 1 al 34%, de la germinación potencial no se conoce (Unkovsky 1993).

Ventajas del tratamiento con pistola:

- El pretratamiento es ajustable para cada lote de semilla.
- El método es rápido (1 kg de semilla entre 3 a 5 minutos).
- En comparación con métodos con agua caliente o hirviendo, la semilla permanece seca y por consiguiente lista para almacenar o para despachar antes de la siembra. (El método puede ser apropiado para que el centro de semillas suministre semilla escarificada al usuario.)
- Comparado con el tratamiento con ácido, no existen problemas de desecho de químicos.
- Puesto que la fuente de energía es una batería de automóvil, la semilla puede ser tratada en el campo.
- La pistola es de tecnología sencilla y se puede construir localmente.
- Una ventaja adicional es que el impacto mecánico puede tener un efecto sobre los insectos. Esto se observó en la mosca *Bruchidius sahlbergi* en semilla de *Acacia nilotica*; la emergencia de los adultos se redujo entre 63 y 79% (Mourier 1993).

3.2 El quemador mecánico

En comparación con la pistola, el quemador mecánico produce una escarificación más suave, ya que no expone la semilla a impacto mecánico. Con este aparato se puede tratar eficazmente semilla de *Albizzia procera*, *Cassia siamea*, *Faidherbia albida* y *Leucaena leucocephala* (Cuadro 2). Los porcentajes de germinación obtenidos con el quemador mecánico estuvieron cerca al óptimo, por ejemplo, los porcentajes de germinación después de escarificar con el cautín. Para dos de los tres lotes de *A. tortilis* y *A. nilotica*, la germinación se incrementó en relación con el testigo; sin embargo, el cautín resultó con mejor germinación. El resultado para el primer prototipo de quemador mecánico con *A. tortilis* indica sin embargo, que es posible ajustar el quemador para escarificar esta especie eficazmente. El gran número de semilla dura de *A. nilotica* indica que el quemado no fue lo suficientemente fuerte para romper la latencia física. Sin embargo, al usar otro prototipo de quemador se observó un mejor rompimiento de la latencia física, donde el 77% de la semilla del lote 01157/83 imbibió. Inicialmente, el quemador fue probado también para semilla de *Acacia meamsii* y *Prosopis tamarugo*, sin embargo estas semillas por ser tan pequeñas tendían a pegarse en el alambre caliente.

Cuadro 2.- Germinación (hasta el estado de plántulas) después del tratamiento con quemador mecánico.

Especie y no. de lote	Tipo de quemador*	% semilla dura **	% Germinación		
			Quemador mecánico	cautín	Sin pretratamiento, testigo
<i>Acacia nilotica</i> (01157/83)	2	56	33	83	6
<i>Acacia nilotica</i> (01075/82)	1	N.D.	53	91	47
<i>Acacia tortilis</i>	2	19	57	92	17
<i>Acacia tortilis</i>	1	N.D.	73	92	17
<i>Albizzia procera</i>	1	N.D.	89	90	36
<i>Cassia siamea</i>	2	3	67	61	8
<i>Faidherbia albida</i> (01193/83)	2	2	52	43	N.D.
<i>Faidherbia albida</i> (01865 y 01891)	1	N.D.	77	92	14
<i>Leucaena leucocephala</i> 2	2	0.0	74	77	48

* Tipo 1 es el primer prototipo; tipo 2 es el quemador final.

** La semilla dura no fue escarificada eficazmente ya que no imbibió. N.D.: no determinado.

La capacidad o productividad del quemador mecánico es menor que la de la pistola (Cuadro 3).

Cuadro 3.- Capacidad del quemador mecánico.

Especie	No.semilla/min	Promedio No./min	No./h	kg/h
<i>Acacia nilotica</i>	225	233	13.980	1.3
	215			
	258			
<i>Cassia siamea</i>	354	361	21.660	0.5 - 0.7
	367			
	362			

Como conclusión, el quemador mecánico funciona con diferentes tipos de semillas, pero hasta la fecha solamente ha sido probado con unas pocas especies. La relativamente baja capacidad significa sin embargo, que esta máquina no es una alternativa competitiva para la pistola cuando se trata de escarificación de grandes cantidades de semillas. Pero para algunas especies que no pueden ser manejadas con la pistola, y para pequeños lotes o semilla muy valiosa, el quemador puede ser un equipo práctico.

4. RECOMENDACIONES

4.1 La pistola

De las experiencias discutidas anteriormente, se concluye que el tratamiento con la pistola no se puede estandarizar para una especie y puede trabajar para unas procedencias/lotés y para otras no. Todo lote de semilla tendrá diferencias en la dureza de la testa debido al factor genético (procedencia), período de almacenamiento (edad), contenido de humedad y posiblemente otros. La pistola parece ser eficaz para un rango de especies de diferentes formas y tamaños; las semillas muy oblongas se espera que se rajen por la mitad (Msanga 1993). Las semillas con testa muy dura necesitaría un impacto mecánico más fuerte, lo cual dañará el embrión y la pistola no será adecuada para este tipo de especies.

La recomendación general es que la pistola debe ser calibrada para cada lote de semilla individualmente. El Cuadro 4 muestra porcentajes de rajaduras recomendados. Los porcentajes mostrados son **preliminares**, por consiguiente 2 o 3 muestras deben tratarse con la pistola para obtener porcentajes de rajaduras cercanos a los valores recomendados. Estas muestras serán germinadas y así se determinará la velocidad óptima. Esta velocidad se aplicará a todo el lote de semillas en cuestión (Anexo C).

Cuadro 4.- Recomendaciones preliminares para obtener porcentaje óptimo de rajaduras para el tratamiento con pistola.

Especies	% óptimo de rajadura en la semilla
<i>Acacia meamsii</i>	7
<i>Acacia nilotica</i>	11 – 14
<i>Acacia tortilis</i> *	50
<i>Albizia lebbek</i>	12
<i>Faidherbia albida</i> *	38
<i>Leucaena leucocephala</i> *	45
<i>Pelthophorum pterocarpum</i>	50
<i>Prosopis cineraria</i>	0 – 6
<i>Tamarindus indica</i>	42
<i>Senna grandis</i>	22
<i>Senna spectabilis</i>	10
<i>Sesbania sesban</i>	10
<i>Xeroderma stuhlmanii</i>	70

* La pistola no fue adecuada para todos los lotes de semillas de la especie.

4.2 El cautín

Es particularmente adecuado para pruebas de semillas. Este método preciso y fácil se puede replicar y alcanza el 100% de escarificación, y se puede determinar el máximo potencial de capacidad germinativa. Comparativamente con otros equipos, es un aparato muy económico y sólido. Una persona puede escarificar entre 60 y 70 semillas/minuto, por ej: su capacidad es

aproximadamente una quinta parte de la del escarificador mecánico. Pero cuando hay limitación de recursos, es probable que se tenga que escarificar en forma manual con cautín grandes cantidades de semilla.

4.3 El quemador mecánico

Se recomienda para cierto tipo de semillas, como un escarificador liviano para algunas especies, pero la cantidad de pruebas es aún limitado y es posible que semillas con testa muy gruesa no quede suficientemente escarificada. La capacidad del quemador es mucho menor que la de la pistola, pero para especies que no se pueden tratar con pistola o para lotes de semillas valiosos o pequeños, este quemador puede ser una alternativa práctica.

RECONOCIMIENTOS

Al Centro de Semillas Forestales de Kenia y a la FAO por suministrar semillas. Al Sr. H.P. Msanga, Proyecto Nacional de Semillas Forestales de Tanzania. Al Sr. S. Mahjoub, Proyecto Nacional de Semillas Forestales de Sudán. Al Sr. S. Unkovsky, Centro de Semillas Forestales de Kenia por las pruebas con la pistola. A la Sra. J. Christensen por su valiosa asistencia técnica.

LITERATURA SELECCIONADA

Lauridsen, E.B.; Stubsgaard, F. 1987. Longevidad de la semilla de testa dura después de la escarificación. DFSC. Technical note no. 32. CATIE. Serie Técnica. Manual Técnico No.36:53-54, 1999.

Mahjoub, s. 1992. Effects of the seedgun impaction mechanical scarifier on hard coated seeds of six tropical species. Tree Seed Project Sudan. Paper presented at workshop in Burkina Faso, Nov. 1992.

Mourier, H. 1993. The effect of treatment in "impaction scarifier" on bruchids in Acacia seed. Danish Pest Infestation Laboratory (Internal report).

Msanga, H.P. 1993. Pretreatment by seed gun to improve germination of hard-coated seeds of twenty tropical tree species. Paper presented at a workshop on Co-operation of African Tree Seed Centres. Malindi, Kenya, 24th July-8th August 1993.

Msanga, H.P.; Shirima, D.U.; Nyegeji, J. 1993. Pretreatment by seedgun to improve germination of hard-coated seeds of twenty tropical tree species. Morongo, Tanzania. National Seed Project Technical Note No.2.

Pedersen, A.P.; Stubsgaard, F. 1993. Test of alternative bulk scarification methods on seed of 12 tree species. Paper presented at a Workshop on Co-operation of African Tree Seed Centres. Malindi, Kenya, 24th July-8th August 1993.

Unkovsky, S. 1993. The "Seed Gun" – difficulties and possibilities. Kenya Forestry Seed Centre, June 1993. Paper presented at a Workshop on Co-operation of African Tree Seed Centres. Malindi, Kenya 24th July-8th August 1993.

ANEXO A

Manual de la pistola de semillas

- 1.- Coloque el aparato sobre una superficie nivelada (mesa) cerca de la batería de un vehículo.
- 2.- Coloque un recipiente debajo del tubo de salida y coloque el tubo de cedazo en el conducto de salida desde el recipiente dejando por lo menos 10 cm del cedazo fuera de él. Deje salir libremente el aire del tubo de escape, ya que si se restringe la corriente de aire a través de la pistola, se reduce considerablemente el efecto de la escarificación.
- 3.- Abra la tapa superior y verifique que el cilindro esté vacío. Retire la tapa y monte el embudo en el hueco de tal forma que quede ajustado sobre la boca del tubo giratorio.
- 4.- Conecte las terminales del cable a una batería de automóvil de 12 v. El cable rojo al polo positivo. Asegúrese de no conectar los cables a fuentes de 24 o 220 V.
- 5.- Encienda el motor y verifique que la pistola opera libremente. Revise la conexión a la batería del automóvil, si hay una mala conexión o si ésta no tiene suficiente carga, la velocidad será menor y los ajustes en el reostato no serán apropiados.
- 6.- Ajuste la velocidad requerida para cada lote de semilla así:
 - Tenga en cuenta el % de rajaduras preliminares recomendadas en el Caudro 4. Vierta lentamente una muestra de semilla a la pistola a la vez que incrementa la velocidad y observe el estado de las semillas que van saliendo del tubo de escape.
 - No aumente la velocidad si considera que el porcentaje de rajaduras se aproxima al recomendado y observe el ajuste del regulador.
 - Apague el motor y verifique que el cilindro esté vacío y desocupe el recipiente que está debajo del tubo de salida.
 - Procese 3 o 4 muestras de semillas con ajustes cercanos al establecido y verifique el porcentaje de rajaduras. Germine estas muestras para determinar el porcentaje óptimo de rajaduras y el ajuste del regulador.
- 7.- Al determinar el ajuste óptimo, vierta uniformemente el lote de semilla a través de la pistola, mientras observa que la velocidad de rotación se mantiene en el valor fijado (se puede oír si la velocidad disminuye). Si esto sucede cuando se vierte una gran cantidad de semilla dentro del tubo, la compensación se puede hacer en el regulador o vierta la semilla mas lentamente.
- 8.- Al terminar el lote de semilla, verifique que el cilindro esté vacío y que el porcentaje de rajaduras está correcto.

- 9.- Si el impacto es muy fuerte aún con el ajuste más bajo de la pistola, es posible reducir el impacto restringiendo el flujo de aire, cubriendo parcialmente el escape o montando un reóstato suplementario en el circuito eléctrico.
- 10.- Generalmente no es aconsejable procesar más de una vez las mismas semillas con la pistola. Esto, por cuanto la testa dura actúa como un casco protector durante el impacto. Una vez que la semilla ha recibido un impacto y ha sido dañada, no la protegerá en un segundo impacto. Solamente lo hará con semillas de testa muy dura.
- 11.- Nunca opere la pistola sin haber fijado correctamente la cubierta.

Comentarios

Experiencias previas con la pistola han sido reportadas por Stubsgaard (1986) y por Lauridsen y Stubsgaard (1987). Los modelos anteriores de la pistola fueron limitados a 1100 rotaciones por minuto, lo cual no es suficiente para algunas especies de *Acacia*.

La pistola de semillas se obtiene comercialmente en:

CMC Installation
 Rimsovej 15
 DK - 8585 Glesborg
 Dinamarca
 Tel. 45 86 38 13 59
 Fax: 45 86 38 19 59

Construcción de la pistola

El anillo superior y la base del cilindro son hechos de madera contrachapada de 12 mm. El cilindro metálico tiene un anillo superior hecho de plywood. El cilindro metálico se entrega vacío. Existe un hueco en el anillo superior a través del cual el cilindro ahuecado se llena completamente con arena seca antes de usarse. Como sustituto de la arena, se puede utilizar una sección de un tubo de concreto para drenajes, con diámetro interior de 30 cm, el cual se puede cortar con un afilador angular (Fig. 2 y 7).

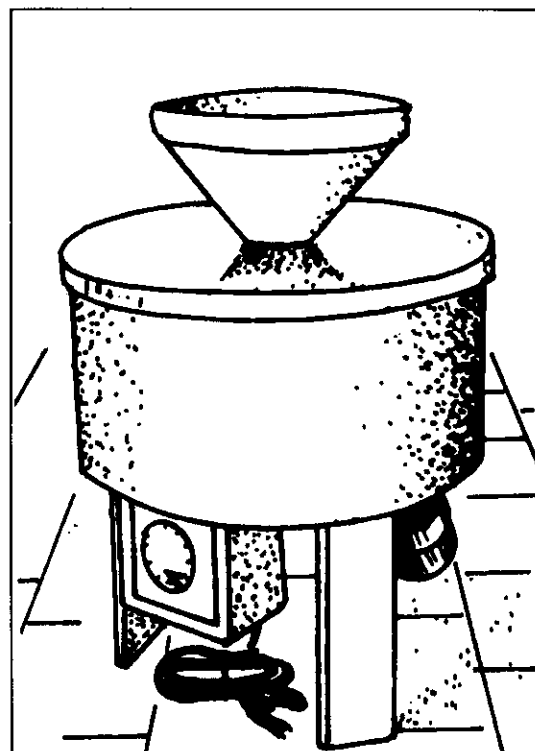
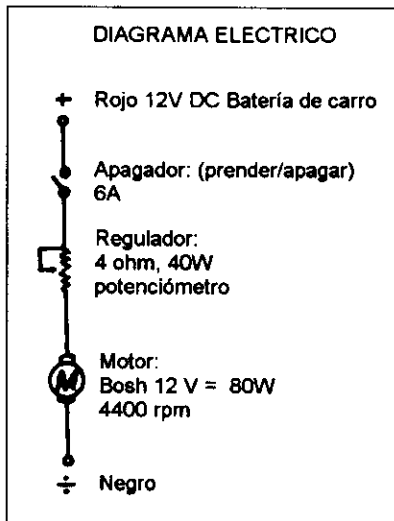


Figura 7.- La pistola de semillas.

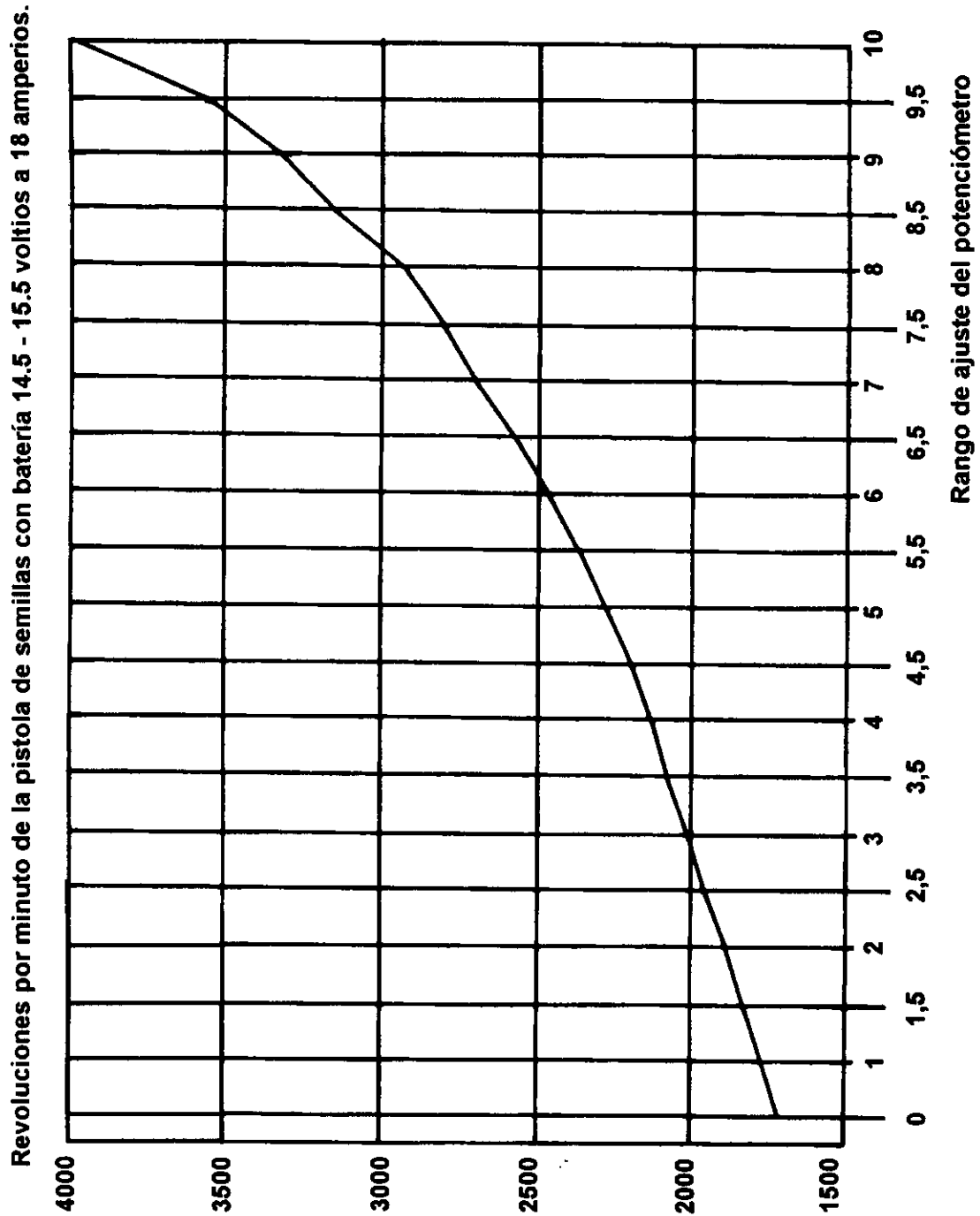
El tubo rotatorio debe ser 6 cm más corto que el diámetro interno del cilindro (en este caso 24 cm). Debe ser hecho de un tubo de aluminio de 40 mm aproximadamente, como el de una aspiradora. El tubo puede ser operado con un motor de un ventilador de 12 V para automóvil. La velocidad del tubo se controla por el regulador del reóstato ajustable en la parte frontal de la pistola.



El tubo de salida en la base es de plástico. Se ajusta con una media hecha de cedazo que permite al aire salir libremente sin que se salgan las semillas del recipiente que está debajo de la pistola.

Figura 8.- Diagrama de conexión para la pistola de semillas.

ANEXO B



Revoluciones por minuto correspondientes al ajuste del regulador de potencia de una pistola con una batería de 14.5 a 15.5 V , con 18 Amperios.

ANEXO C

Diseño para pruebas de ajuste de la pistola

Escarificación

Una muestra de cada lote de semillas se debe procesar con la pistola, para establecer un rango razonable de velocidades de prueba (entre semillas sin daño y muy dañadas). Las graduaciones del regulador son escogidas con ajustes más estrechos para las velocidades más altas (la velocidad se incrementa exponencialmente con el ajuste - Anexo B). Para cada lote de semilla, muestras con cuatro repeticiones de 100 semillas cada una son tratadas con los ajustes de la pistola de 4-6 según lo requerido; entre cada repetición, la pistola debe apagarse y limpiarse y el potenciómetro apagarse y reajustarse. Este procedimiento es importante para obtener la variación estadística del tratamiento representado en la prueba.

Porcentaje de rajaduras

Después del tratamiento, se debe determinar el porcentaje de rajaduras de las semillas. Para facilitar el conteo, las semillas se colocan sobre una bandeja de cristal para observarlas desde arriba y luego alzar la bandeja para mirarlas desde debajo. Se hace el conteo aproximado de las semillas dañadas o destruidas junto con aquellas en donde parte de la testa ha sido despedazada, haciendo visibles los cotidelines.

Germinación

Cada repetición se debe germinar en arena bajo condiciones controladas y evaluar el desarrollo de las plántulas; se deben registrar tanto las plantas normales como las anormales.

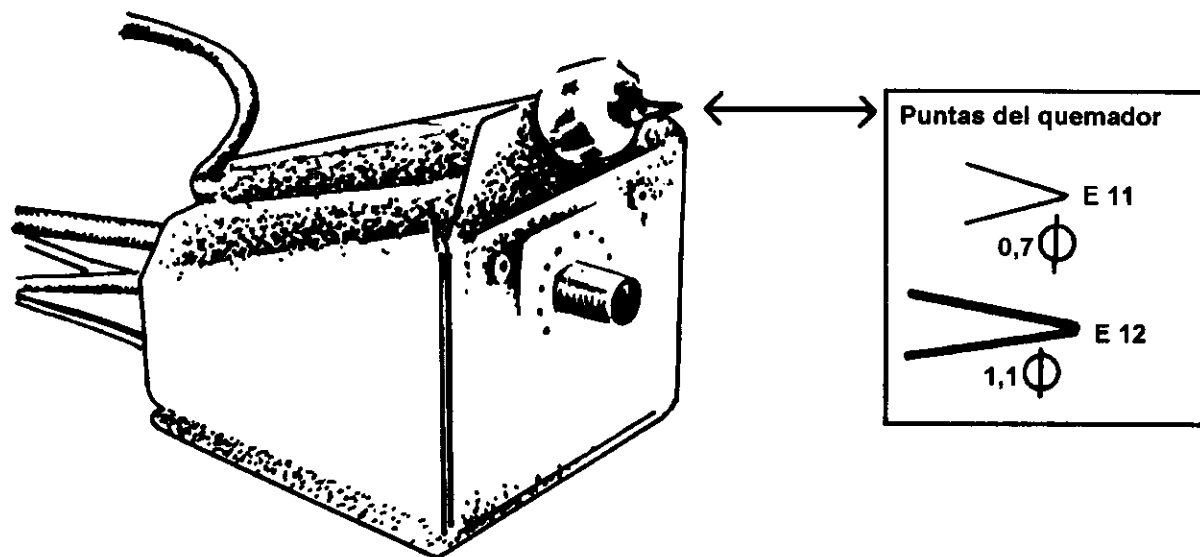
Diseño del ensayo

Cada muestra consiste de cuatro repeticiones de 100 semillas cada una. La muestra 1 es el testigo, es decir, sin ningún pretratamiento. La muestra 2 se pretrata óptimamente, es decir, con escarificación manual y representa el máximo potencial de germinación del lote. La germinación obtenida después del tratamiento óptimo con pistola debe evaluarse contra las muestras 1 y 2.

ANEXO D

El Cautín o pirógrafo

GS 1-E



El cautín o herramienta de pirograbado (GS 1-E, ver fotografía) se fabrica originalmente para grabados y decoración en madera, cueros y otros materiales. Existen dos tipos de puntas de quemado (0.7 y 1.1 mm de calibre del alambre). Para quemado de semillas se utiliza el calibre de 0.7 mm. Debe mantener unos 100 repuestos de 0.7 mm. La forma de las puntas de quemado de los alambres se puede cambiar con un par de alicates y una lima. La temperatura deseada puede ser regulada con el botón de control.

Colocar las semillas sobre una tabla de madera o sobre un pedazo de cinta adhesiva ancha. No se debe presionar; dejar que el calor trabaje por su cuenta.

Información técnica: el transformador tiene doble aislamiento y está protegido contra cortos circuitos. Fuente de energía: 220V; corriente secundaria/voltaje 12A/1V.

Fabricado por:
TELECTRO
Carl Jacobsens Vej 19
DK - 2500 Valby
Dinamarca

Se puede adquirir comercialmente en:
CMC Instalation
Rimsoevej 15
DK - 8585 Glesborg
Dinamarca
Tel. 45 86 38 13 59
Fax: 45 86 38 19 59