



PRIMER CURSO INTERNACIONAL EN TECNOLOGIA DE SEMILLAS
DE CULTIVOS DE LA ZONA ANDINA

INIAP - PNS - FAO/NORUEGA

14-26 NOVIEMBRE 1983

ESTACION EXPERIMENTAL "SANTA CATALINA"
QUITO - ECUADOR

PRIMER CURSO FAO/NORUEGA SOBRE TECNOLOGIA DE SEMILLAS
DE LA ZONA ANDINA

ESTACION EXPERIMENTAL SANTA CATALINA - INIAP

ORGANIZACION Y COORDINACION

INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS

PROGRAMA NACIONAL DE SEMILLAS

MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERIA

ORGANIZACION DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA
AGRICULTURA Y LA ALIMENTACION

ING.AGR. M.Sc. FABIO POINANTA
DIRECTOR INTERNACIONAL

ING.AGR. M.Sc. JULIO CABRERA ORTIZ
DIRECTOR NACIONAL

ING.AGR. M.Sc. DANILO SANCHEZ CH.
COORDINADOR

ING.AGR. M.Sc. MARCELO SARMIENTO D.
COORDINADOR

QUITO, 14 - 25 DE NOVIEMBRE, 1983

ECUADOR

VIGOR DE SEMILLAS ^{1/}

Danilo Sánchez Chacón ^{2/}

I. INTRODUCCION

La Agricultura moderna se torna positiva cuando se expresa con elevados índices de productividad, eficiencia y rentabilidad, los mismos que se consiguen principalmente con el uso de semillas de alta calidad.

Entre los aspectos que determinan la calidad de las semillas, está el vigor, que por su importancia es motivo de investigación permanente.

La terminología utilizada para definir los procesos fisiológicos que ocurren en las semillas es variable y extensa. Ha sido preocupación de muchos investigadores el encontrar una definición universal sobre el Vigor sin que hasta el momento se haya aceptado alguna de las propuestas.

Para SCHOOREL (5), el término vigor de una semilla debe ser definido en relación a la capacidad germinativa; de este modo, una semilla es considerada más o menos vigorosa, según su habilidad para originar plántulas normales en ciertas condiciones sub-óptimas.

DELOUCHE y CALDWEL (1), afirman que el Vigor es la suma de todos los atributos de la semilla que favorecen a un rápido y uniforme establecimiento de las plantas en el campo.

En términos literales, WOODSTOCK (6), define Vigor como un estado de buena salud y natural robustez de las semillas que permite una germinación rápida y completa bajo una amplia gama de condiciones ambientales.

Según GRABE (2), un concepto de Vigor no puede ser emitido simplemente en términos de germinación, debe incluir el comportamiento durante el almacenamiento y los efectos sobre la producción.

En la realidad esta última opinión es de mucha importancia, verificándose en la práctica que las causas de la pérdida de Vigor en las semillas son varias y de diferente naturaleza (genética, fisiológica, citológica, patológica, mecánica, ecológica, etc) y que están siempre presentes en el proceso de producción; de modo que, una definición completa debería enmarcarse en todos esos puntos.

II. FACTORES QUE AFECTAN EL VIGOR

La viabilidad de las semillas, su capacidad germinativa o concretamente el Vigor de ellas, es influenciado por diversos factores, que actúan desde antes de la cosecha hasta el momento de la nueva siembra.

^{1/} Trabajo presentado en el Primer Curso FAO/Noruega en Tecnología de Semillas de Cultivos de la Zona Andina. Quito, Ecuador.

^{2/} Ing. Agr. M.Sc. Jefe del Departamento de Producción de Semillas. Estación Experimental Santa Catalina-INIAP. Apartado 340. Quito, Ecuador.

Relacionar todos los factores que alteran el vigor de las semillas es bastante difícil; de manera general y debido a su importancia, se citan los siguientes (4):

A. Condiciones climáticas

La temperatura y humedad relativa, principalmente durante el período de maduración de semilla, tienen marcada influencia en el potencial de vigor. Generalmente, las semillas maduran normalmente en ambientes secos, las temperaturas muy elevadas o muy bajas pueden perjudicar la viabilidad de las semillas, sobre todo en presencia de alta humedad relativa.

B. Madurez de las semillas

Las semillas que por cualquier motivo, no alcanzan la completa maduración también germinan, pero generalmente originan plantas débiles y sin capacidad de resistir las condiciones desfavorables del medioambiente. Se considera que el punto de madurez fisiológica, corresponde al de máximo vigor de las semillas.

C. Condiciones de almacenamiento

En una semilla madura, el embrión permanece en relativa inactividad y esta quietud fisiológica depende principalmente de las condiciones de almacenamiento a las cuales están sometidas las semillas. Humedad y temperatura relativamente bajas son las más aconsejables.

Para un almacenamiento adecuado se debe considerar cuidadosamente la humedad relativa y la temperatura del aire en las cuales las semillas serán mantenidas. Aunque la calidad de las semillas no pueda ser mejorada durante el almacenamiento, buenas condiciones durante este período, contribuyen para mantener la viabilidad por un tiempo más largo.

D. Daños mecánicos

La acción de las máquinas cosechadoras, trilladoras y de beneficiamiento mal reguladas, unida a semillas con excesiva humedad o muy secas, frecuentemente provocan daños mecánicos, los mismos que pueden complicar las estructuras esenciales en mayor o menor grado y ser causa de una correspondiente pérdida de vigor.

E. Edad de las semillas

A medida que la semilla envejece, la deterioración es responsable por la pérdida de vigor. Los síntomas de envejecimiento o del proceso de deterioración son diversos, entre los cuales se destacan:

1. Las semillas germinan más lentamente
2. El período de tiempo de germinación de las semillas de un lote, se torna progresivamente mayor.

3. El porcentaje de plántulas anormales aumenta
4. Muchas semillas pueden germinar, pero las plántulas son fácilmente perjudicadas por enfermedades u otras condiciones adversas.

F. Composición genética

Ha sido observado que el vigor de las semillas varía de acuerdo con la especie y variedad o híbrido cultivados.

Algunas clases de semillas son innatamente menos perceptibles, otras son perceptibles y, otras son intermedias en su medio de vida. Entre los vegetales, semillas de cebolla, son notoriamente de vida corta, semillas de rábano son de vida intermedia y la semilla de melón es relativamente de larga vida.

En algunos casos, la clase de semillas que tienen propiedades físicas y químicas similares, difieren sustancialmente en longevidad.

G. Microorganismos e insectos

Las plagas y enfermedades inciden directamente para la pérdida de vigor de las semillas. La mayor incidencia de microorganismos patogénicos e insectos puede ser favorecida por las condiciones climáticas adversas en la cosecha y por inadecuados sistemas de almacenamiento.

El tratamiento de semillas, produce resultados satisfactorios porque reduce los efectos negativos causados por daños mecánicos, condiciones adversas de almacenamiento, edad de las semillas y ataque de microorganismos e insectos.

H. Manejo durante y después de la cosecha

El comportamiento de la semilla durante el almacenamiento, puede ser influenciado por las condiciones que prevalecieron durante el cultivo y la maduración, por el grado de madurez en la cosecha, por el método de cosecha y por el manejo recibido hasta el momento de ser almacenadas.

Las semillas que presentan alteraciones físicas producidas en la cosecha o beneficio, respiran con mayor intensidad, pierden peso, agotan sus reservas nutricionales y son más susceptibles de ser atacadas por microorganismos e insectos en el almacén.

Las tareas de cosecha, secado, beneficio, embalaje, tratamiento y conservación de semillas, deben ser cuidadosamente planificadas para evitar que el manejo inadecuado ocasione pérdidas en el vigor de las semillas.

III. PRUEBAS DE VIGOR

Es necesario señalar que todos los métodos utilizados para determinar el vigor de las semillas, son parámetros comparativos entre lotes.

Se debe destacar también que no existe, hasta el momento, un método estandarizado que pueda ser recomendado para todas las especies. La mayoría de las pruebas de vigor es limitada a una o pocas especies.

De un modo general, los investigadores han propuesto varias clasificaciones para las pruebas de vigor, pero se considera la clasificación hecha por ISELY (3), la de mayor aceptación; según este autor, los métodos para determinar vigor, se agrupan en: Pruebas directas y pruebas indirectas.

A. Pruebas directas

Son aquéllas que simulan las condiciones de campo y son las siguientes:

1. Prueba de frío

Se basa en someter a la semilla a factores adversos de baja temperatura (10°C), alta humedad (60% de la capacidad de campo) y exposición a agentes patogénicos. Luego del tratamiento de baja temperatura, la germinación es conducida a 30°C .

2. Velocidad de emergencia en el campo

Esta prueba sirve para determinar aproximadamente el comportamiento potencial de cada lote de semillas. Las semillas se plantan a la profundidad recomendada, en suelo bien preparado y la velocidad de emergencia es determinada, contando las plántulas emergidas cada día, a partir del día en que la primera plántula emergió, hasta cuando no haya más emergencia. Los índices de vigor para cada lote, son obtenidos por la sumatoria de los productos del número de plántulas emergidas cada día, dividido por el respectivo número de días, entre la siembra y emergencia.

3. Stand o población final

La capacidad de diferentes lotes de semillas de producir plántulas en condiciones de campo, y de que ellas sobrevivan hasta que se tornen plantas autotróficas, es utilizada como índice de vigor. Las semillas son plantadas, según la recomendación para la especie en estudio y un conteo es hecho, generalmente a los 21 ó 28 días después de la siembra. Los resultados son expresados en porcentajes.

4. Peso verde medio

En una prueba semejante a la anterior, las plantas son cortadas a nivel del suelo, entre 21 y 28 días después de la siembra, se colocan en sacos de plástico para evitar pérdida de humedad y se pesan.

El peso de las plantas de cada parcela se divide por el número de plantas y, de este modo, el peso medio por planta es comparado entre lotes de semillas.

5. Peso seco medio

Muchos autores prefieren usar el peso seco en lugar de peso verde, para determinar vigor. En este caso, la prueba es similar a la anterior, con la diferencia de que el pesaje de las plantas se hace luego de secarlas, hasta que alcancen un peso constante, a 30-40°C y, mediante un secador con circulación de aire caliente.

B. Pruebas indirectas

1. Primer contaje

Es realizado en la prueba normal de germinación, como índice de vigor, se basa en la premisa de que las plántulas que presentan mayor velocidad de crecimiento provienen de semillas más vigorosas.

2. Índice de vigor

Se basa en la prueba de germinación y consiste en retirar diariamente las plántulas normales que alcancen una longitud preestablecida. El índice de vigor es obtenido por la sumatoria de los productos del número de plántulas normales retiradas cada día, dividido por el número de días después de la siembra.

3. Velocidad de crecimiento de la plántula

En esta prueba se plantan 10 a 15 semillas por repetición, en papel toalla, colocándolas en línea y con la punta de la radícula hacia la misma dirección.

Se cubren las semillas con una hoja del mismo papel, se las enrolla y se colocan los rollos de pie, con las radículas hacia abajo, en un germinador a 25°C. Luego de 3 ó 4 días, las plántulas normales son medidas. Para gramíneas se considera la longitud total de la plántula y para leguminosas se toma la distancia entre la punta de la raíz hasta la inserción de los cotiledones. La longitud promedio se obtiene sumando todas las medidas de cada repetición dividiéndolas por el número de plántulas medidas.

4. Longitud de la raíz

Muy utilizada en gramíneas y se emplea la misma metodología que la prueba anterior, con la excepción que solamente la raíz de las plántulas normales es medida.

5. Transferencia de peso seco

Se basa en la evaluación de la velocidad de degradación, traslocación e incorporación de las reservas nutritivas. El lote de semillas con mayor velocidad de transferencia de peso seco es considerado más vigoroso. La prueba es conducida midiendo el peso seco inicial de los cotiledones y del eje embrionario, repitiendo el pesaje después de varios días, por ejemplo 4 ó 5 días. El peso seco habrá disminuido en los cotiledones y aumentado en el eje embrionario.

6. Germinación a baja temperatura

Es conducido como una prueba normal de germinación, con la excepción que se emplea una temperatura sub-óptima para la especie en prueba y no se efectúa el primer conteo.

7. Prueba de penetración

Fue el primer método para medir vigor de las semillas principalmente de cereales. Las semillas se colocan en el fondo de una caja y se cubren con una capa de 3 cm de partículas de ladrillo molido. Las plántulas menos vigorosas serán incapaces de traspasar esta barrera. Luego de un número determinado de días, el porcentaje de emergencia es establecido.

8. Inmersión en agua caliente

En esta prueba las semillas son inmersas en agua caliente por algunos segundos. Por ejemplo para soya, se someten las semillas a 70°C por el tiempo de 60 segundos. El tiempo de inmersión es un factor crítico y debe ser cronometrado rigurosamente. Luego del tratamiento, las semillas se someten a la prueba estandar de germinación. Los lotes menos vigorosos presentarán un acentuado decrecimiento de germinación.

9. Prueba de agotamiento

Mide la capacidad del tejido de reserva para nutrir la plántula y es realizado en completa obscuridad. En sustrato de papel toalla se colocan quince semillas con sus radículas orientadas en la misma dirección, se cubren con papel toalla y dobladas con una inclinación de 45° y con las radículas hacia abajo, se colocan en el germinador a la temperatura recomendada para la especie. Se mantienen húmedos los papeles-sustrato y se marca la longitud de la raíz diariamente. Cuando la mayoría de las raíces no presenten más crecimiento, se procede a medir la longitud de la raíz de las plántulas normales; el promedio de esta medida por repetición se obtiene por la sumatoria de la longitud de la raíz de las plántulas normales medidas, dividido por el número de éstas.

10. Prueba de sumersión

Una pequeña muestra de suelo no esterilizado es adicionada al agua mantenida a 30°C. La semilla se sumerge por 48 horas y después es sometida a un exámen de germinación. Las adversidades impuestas consisten en la falta de aereación y la presencia de agentes patogénicos contenidos en la muestra de suelo no esterilizado, las mismas que invaden las semillas, y las más deterioradas o menos vigorosas, no sobreviven.

11. Envejecimiento rápido

Esta prueba fue primariamente desarrollada para predecir la capacidad potencial de almacenamiento de las semillas de varios lotes. Las condiciones adversas a las que se someten las semillas en esta prueba de vigor son humedad, temperatura y tiempo. La humedad relativa aplicada es de 100%, la temperatura y el tiempo de exposición varían con la especie. Luego del período adverso las semillas se someten a una prueba estándar de germinación, en las condiciones recomendadas para la especie en estudio. Los lotes más vigorosos presentarán mayor germinación luego del tratamiento descrito.

12. Inmersión en soluciones tóxicas

Esta prueba se basa en el hecho de que las semillas más deterioradas presentan mayor permeabilidad de la membrana. Se sumergen las semillas en una solución de cloruro de amonio al 4% por una hora y luego se someten a la prueba normal de germinación. Las semillas más deterioradas absorben más rápidamente el cloruro de amonio y en cantidades tóxicas que inhiben los procesos de germinación.

13. Inmersión en soluciones osmóticas

Mediante este método se restringe la disponibilidad de agua, a través de soluciones osmóticas, pues el comportamiento de los diversos lotes de semillas sometidos a estas condiciones, está relacionado con el vigor de las semillas. Se utiliza soluciones de Manitol con determinada presión osmótica. El Manitol está constituido por moléculas relativamente grandes que no se difunden para el interior de la semilla y no son tóxicas. El substrato es humedecido durante toda la prueba con la solución de Manitol y no con agua. Los lotes de semillas de alto vigor presentarán mayor germinación que los menos vigorosos en la prueba estándar de germinación.

14. Conductividad eléctrica

Se basa en el aumento de la permeabilidad de la membrana a medida que la semilla se deteriora. Veinte y cinco semillas por repetición son inmersas en 100 ml de agua destilada, a

una temperatura constante y por el tiempo de una hora. Luego de este período, la resistencia eléctrica de la infusión es medida. El lote que presente mayor conductividad es aquel que posea menor permeabilidad de las membranas y por tanto mayor vigor.

15. Contenido de ácidos grasos

Este método es bastante usado para semillas de algodón y de oleaginosas en general. Se basa en el hecho de que a medida que la semilla se deteriora, los triglicéridos de reserva en la semilla son lentamente hidrolizados, con liberación de ácidos grasos.

Cuarenta gramos de semillas de cada tratamiento son finamente molidas. Dos repeticiones de 15 gramos de la semilla molida, son colocadas en embudos de Buchner, conteniendo una capa de material filtro. El aceite es extraído por la adición sucesiva de alícuotas de éter de petróleo (30 ml-20 ml-10 ml-20 ml). La mezcla de aceite y éter es secada en baño de maría a 80°C, hasta que se elimine el olor a éter.

Luego se procede a pesar el aceite y se adiciona a cada frasco 30 ml de alcohol etílico absoluto neutro y 1 ml de solución de fenolftaleína es adicionado a la mezcla. Esta mezcla es tratada con una solución de hidróxido de sodio 0,25 N, hasta que una leve coloración rosada, persista por 1 minuto.

El porcentaje de ácidos grasos libres es calculado, dividiendo los gramos de aceite por 7.05, seguidamente, se divide la cantidad (ml) de hidróxido de sodio utilizado en la molienda, por el cociente arriba obtenido. Este nuevo cociente se expresa en porcentaje de ácido oléico.

Los lotes de semillas que presenten mayor proporción de ácidos grasos libres, son los más deteriorados y por tanto los menos vigorosos.

16. Actividad respiratoria

Este método permite la medición de un proceso muy complejo. La respiración de la semilla en las primeras horas de germinación está correlacionada con el subsecuente crecimiento de las plántulas. Se puede medir solamente la cantidad de oxígeno consumida, la cual es altamente correlacionada con la velocidad de crecimiento de la plántula, una vez que ésta requiera de una alta velocidad respiratoria. Se puede también medir el cociente respiratorio (CR):

$$CR = \frac{CO_2 \text{ liberado}}{O_2 \text{ consumido}}$$

El cociente respiratorio es mayor en las semillas más deterioradas, e indica que sustancias altamente oxidadas están siendo respiradas por la semilla (ácidos grasos, glicerol, ácidos orgánicos).

Esta prueba es conducida en un aparato llamado "respirómetro" capaz de medir el consumo de oxígeno y la cantidad de gas carbónico producido. La medición se hace luego de algunas horas de embebición de la semilla, dependiendo de la especie, utilizándose entre 10 y 15 semillas por repetición.

17. Actividad de GAD (Glutamic Acid Descarboxilase)

La actividad de la enzima Descarboxilase del ácido glutámico, ha presentado una buena correlación con el vigor de las semillas, principalmente de gramíneas (trigo, maíz). Trabajos recientes indican que esta prueba es eficiente en la indicación del potencial de almacenamiento de los lotes, pero no para preveer el comportamiento de los lotes en condiciones de campo, pues se demostró recientemente que la actividad de las enzimas varía con las adversidades del ambiente.

18. Prueba de tetrazolio

Es utilizada generalmente como un método rápido para estimar el potencial de germinación de un lote de semillas, puede ser utilizado también en algunos casos, para determinar el vigor del lote. La técnica empleada es la misma que se utiliza para la prueba rápida de germinación, siendo la única diferencia su interpretación. Repeticiones de 100 semillas son separadas en siete clases. La clase número uno, agrupa a las semillas que presentan mejor reacción al tetrazolio con una completa y uniforme coloración y ausencia total de cualquier indicio de deterioro. La categoría siete está constituida por semillas que no presentan la mínima reacción al tetrazolio, por tanto se manifiestan completamente muertas y deterioradas. Las clases intermedias revelan gradativamente defectos en la coloración y por consecuencia diferente nivel de vigor.

Luego del examen individual de cada semilla y su clasificación en las diferentes categorías, se contabilizan las semillas existentes en cada grupo o clase.

BIBLIOGRAFIA

1. DELOUCHE, J.C. y W. P. CALDWEL. 1960. Seed vigor and vigor tests. Proc. Assoc., Off Seed Anal. 50:124-129.
2. GRABE, D.F. 1966. Significance of seedling vigor in corn. Proc. Hybrid Corn Res. Conf. 21:34-39.
3. ISELY, D. 1957. Vigor test. Proc. Assoc., Off Seed Anal. 47:176-182.
4. PEREIRA, L.A. y BIANCHETTI, A. 1977. Fatores que afetam a viabilidade das sementes. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuaria EMBRAPA, Boletín Técnico No. 2:4-15.

5. SCHOOREL, A.F. 1969. Report on the activities of the vigor test committee. Proc. Intern. Seed Test. Assoc. 25:519-525.
6. WOODSTOCK. L.W. 1965. Seed vigor. Seed World. 97(5):6.