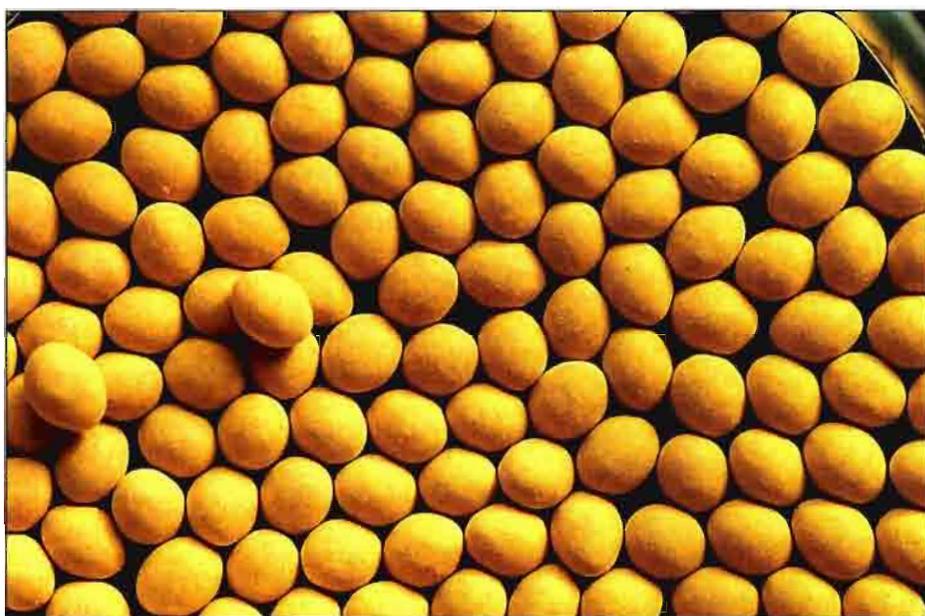


¿Que entendemos por calidad en un lote de semillas?

Por: José M. Durán Altisent(*) y Norma Retamal Parra(*)



Semilla pildorada de lechuga, previamente seleccionada por su alta calidad en los ensayos de germinación y vigor, realizados según las Normas de la ISTA (International Seed Testing Association).

INTRODUCCION

En el momento actual, en el que tan de moda se ha puesto el término *calidad*, especialmente con la publicación de la Normativa ISO-2000, parece lógico que en un número monográfico como el que la revista AGRICULTURA dedica a las semillas, ocupemos unas líneas para explicar: 1) ¿Qué aspectos contempla la *calidad de la semilla* cuando nos referimos a una especie cultivada?; 2) ¿cómo repercute la cali-

dad de un lote de semillas sobre el cultivo, y especialmente sobre la producción final? y 3) ¿cómo evaluar la calidad de la semilla? Cualquiera de las tres preguntas a las que intentaremos dar respuesta en este artículo ha sido ampliamente analizada, debatida y discutida en diversos foros, tratados y publicaciones relacionadas con tecnología de semillas. A modo de resumen, en la bibliografía especializada que presentamos al final del artículo, se incluyen las cuatro referencias más significativas (PERETTI, 1994; BASRA, 1995 y BRADFORD, 1995) que a nuestro juicio han sido publicadas en los últimos años.

Un grupo de Profesores del Departamento de Producción Vegetal: Fitotecnia, de la Universidad Politécnica de Madrid (UPM), a lo largo de los últimos diez años hemos dedicado un esfuerzo considerable a la investigación y desarrollo (I+D) en el ámbito de la tecnología de semillas. Los

resultados obtenidos, fruto de Proyectos de I+D nacionales (CICYT) y europeos (AIR) y colaboraciones con Organismos Públicos (INSPV) y Empresas Privadas, han sido publicados en quince Tesis Doctorales presentadas en la UPM, en varias publicaciones científicas y en algunos Cursos y Congresos Nacionales e Internacionales que, sobre tecnología de semillas, hemos tenido la oportunidad de organizar y/o participar. No obstante, conscientes de la falta de difusión que la experiencia obtenida puede haber alcanzado en el sector nacional de semillas, es por lo que, aceptando la amable invitación del Director de la Revista AGRICULTURA, con motivo de la edición de este número especial, trataremos de resumir en este artículo el nuevo y sugestivo enfoque que, desde la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos de la UPM, estamos dando al tema de la calidad de las semillas hortícolas.

(*) Departamento de Producción Vegetal: Fitotecnia
Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos
Universidad Politécnica de Madrid



Efecto de la temperatura sobre la germinación de semillas (aquenios) de lechuga. A la derecha, las semillas incubadas a 20 °C, durante 7 días, germinaron normalmente; las semillas incubadas a 30 °C, durante el mismo período de tiempo no germinaron. La germinación de algunos cultivares de lechuga es extraordinariamente sensible a la temperatura y a la iluminación.



Semillero de lechuga en la Comunidad de Murcia.

¿QUE SIGNIFICA EL TERMINO CALIDAD EN SEMILLAS?

Según el Profesor Thomson (THOMSON, 1979), la calidad de las semillas puede verse afectada por diversas causas:

1. Pureza físico-botánica. Indica en qué medida una muestra representativa de un lote de semillas, está formada por semillas intactas y sanas de la especie declarada y/o por eventuales componentes, denominados comúnmente "impurezas". Normalmente, las impurezas suelen estar constituidas por piedras, tierra, semillas fragmentadas, restos de origen vegetal y de forma muy especial, por las denominadas "semillas extrañas", pertenecientes a una o varias especies y/o cultivares diferentes a la especie principal.

2. Pureza genética. Garantiza que las semillas pertenecen a un único cultivar (variedad comercial), cuyas características genéticas son conocidas y distintas a las de los demás cultivares registrados, sin que existan mezclas entre ellos.

3. Poder germinativo. Expresa el porcentaje de semillas puras que, bajo condiciones favorables de germinación, son capaces de producir plántulas normales. Indica el potencial máximo del lote que cabe alcanzar como consecuencia de realizar la siembra en condiciones óptimas de todo tipo, pero fundamentalmente de humedad, temperatura y estado sanitario del suelo o del sustrato destinado a la siembra. Es el índice más comúnmente utilizado para estimar la capacidad germinativa de un lote de semillas.

4. Vigor. Pretende dar información acerca de la respuesta y de la homogenei-

dad que cabe esperar de un lote de semillas cuando se siembra en condiciones que no son totalmente favorables -lo que con frecuencia es lo más habitual- para la germinación y nascencia de las plántulas.

5. Dormición. También se conoce con el nombre de latencia o estado de reposo, durante el cual las semillas son incapaces de germinar, aun contando con condiciones favorables para hacerlo, especialmente en lo que se refiere a humedad, temperatura, aireación e iluminación.

6. Homogeneidad. Como medida de la uniformidad de todos los componentes del lote que responden a las mismas características, preferentemente morfológicas (peso, forma, tamaño, color, etc.). La falta de homogeneidad de un lote puede acarrear problemas en el momento de la limpieza de la semilla, de la siembra o durante la nascencia, lo que normalmente repercute sobre su vigor.

7. Estado fitosanitario. El estado sanitario de las semillas, como vectores o portadoras de inóculo, es de capital importancia a la hora de evitar enfermedades que pueden ocasionar importantes pérdidas en los cultivos, algunas de las cuales pueden afectar fuertemente a las plántulas desde los primeros momentos de su establecimiento.

8. Humedad. Junto con la temperatura, son los factores que más influyen sobre la conservación de las semillas durante el período de almacenamiento. Las semillas denominadas ortodoxas, a diferencia de las recalcitrantes, se conservan tanto mejor cuanto más bajo es su contenido en humedad.

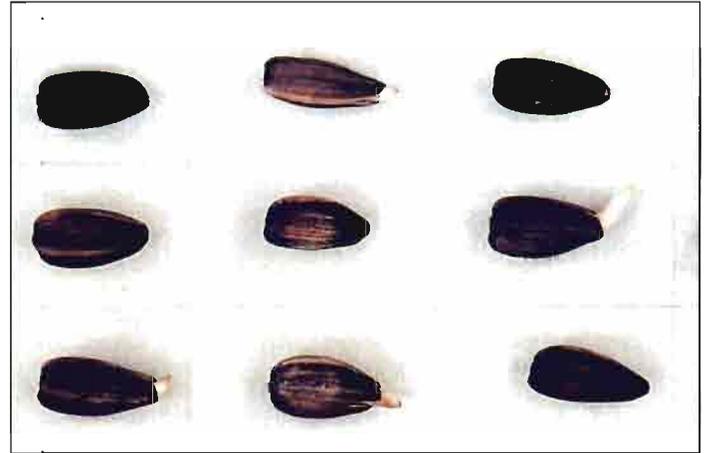
¿COMO REPERCUTE LA CALIDAD DE LA SEMILLA SOBRE LA PRODUCCION?

Los procesos productivos en los que normalmente participan las semillas suelen ser largos y en ellos intervienen numerosos aspectos; de ahí que, la respuesta a esta pregunta sea necesariamente compleja. En alguna ocasión se ha dicho que para algunas especies hortícolas, conocidas por su exigencia en temperatura, como por ejemplo el pimiento, un día de retraso en la fase de germinación se traduce en una semana de retraso en la obtención de una planta útil para el trasplante y de un mes a la hora de realizar la recolección. Por este motivo, investigadores de todo el mundo se han esforzado para encontrar técnicas que permitan anticipar la germinación de cualquier lote de semillas al que se apliquen. Así nacieron las técnicas de *priming*, ya sea mediante el acondicionamiento osmótico o mátrico de semillas, el pelculado y los distintos tipos de recubrimiento que hoy en día reciben un gran número de semillas o la aplicación de agentes biológicos capaces de estimular la germinación y/o proteger las semillas, o las plántulas que de ellas derivan, al menos durante las primeras fases de desarrollo.

La falta de calidad en un lote de semillas puede dar lugar a múltiples manifestaciones que van desde la mala conservación durante la fase de almacenamiento a una disminución considerable en la producción, por diversas causas. Algunas de las causas más frecuentes son las siguientes: 1) Baja germinación y mala nascencia, especialmente cuando la época de siembra es o hay falta de tempero en el momento de realizar la siembra; 2) heterogeneidad en el cultivo, ya sea como conse-



Cultivo de lechuga de tipo Iceberg en el Campo de Cartagena (Murcia).



Aquenos de girasol procedentes del mismo lote, incubados en las mismas condiciones de temperatura y humedad (4 días a 25 °C) muestran distintos estados de alargamiento de la radícula.

cuencia de una densidad de plantas por ha inferior a la deseada o por la nascencia escalonada que normalmente se produce, lo que tiene especial importancia cuando se trata de cultivos de primor, como suelen ser la mayor parte de las especies hortícolas cultivadas mediante instalaciones protegidas; 3) escasa uniformidad en el cultivo como consecuencia de la falta de pureza (varietal, específica o de cualquier otro tipo) y 4) problemas fitosanitarios, que en casos graves pueden obligar a tener que levantar el cultivo, con las consiguientes pérdidas económicas y trastornos agronómicos (laboreo, persistencia de herbicidas, fertilización parcialmente desaprovechada, posibles tratamientos fitosanitarios realizados, control de la especie cultivada como si de una mala hierba se tratara en el cultivo siguiente, mezcla de cultivares en las cosechas sucesivas, etc.).

Actualmente, los aspectos fitosanitarios constituyen uno de los problemas más graves en cuya génesis o desarrollo pue-

den participar las semillas. Por ello y desde el punto de vista fitosanitario, para que una semilla pueda ser considerada de calidad debe reunir varias características: 1) Estar libre de enfermedades; 2) no ser portadora de inóculos que puedan contribuir a extender o propagar plagas, enfermedades (virosis, bacteriosis, fúngicas o de cualquier otro tipo); 3) estar protegida contra los agentes causantes de las enfermedades que pueden afectar al cultivo, ya sea mediante la incorporación de productos fitosanitarios y/o mediante resistencia/tolerancia genética introducida en el patrimonio genético de la semilla a lo largo del proceso de mejora que dió origen al cultivar.

Lotes de semillas de mala calidad pueden contribuir a extender -y de hecho han contribuido a ello en los últimos años- no sólo enfermedades muy graves como algunas virosis típicas de especies hortícolas o el mildium del girasol, sino también malas hierbas cuyo control o erradicación

puede ser muy costosos en los años venideros; es el caso de la cúscura distribuida con las semillas de alfalfa o el jopo, distribuido fundamentalmente por las semillas de girasol.

¿COMO SE EVALUA LA CALIDAD DE UN LOTE DE SEMILLAS?

De lo anteriormente expresado se deduce fácilmente la importancia que tiene el disponer de semillas de buena calidad. Para ello es preciso contar con métodos, técnicas y procedimientos que nos permitan estimar y predecir el comportamiento que van a adoptar las semillas cuando sean enterradas en el suelo o dispuestas sobre un sustrato que permita su germinación. Para descubrir este comportamiento lo mejor que podemos hacer es intentar reproducirlo, utilizando para ello muestras representativas extraídas del lote de semillas cuya calidad queremos conocer, colocándolas en el mismo ambiente donde supuestamente se van a encontrar unos días después. Evidentemente, este procedi-



Granos de maíz de forma redondeada, procedentes del mismo lote, incubados a temperatura constante (25 °C), durante 7 días, muestran distinto desarrollo de la raíz primaria y del coleóptilo.



Granos de maíz partidos e incubados en presencia de cloruro de 2,3,5-trifenil tetrazolio, muestran distintos grados de coloración rojiza en el embrión, lo que permite estimar su viabilidad de acuerdo con el test topográfico del tetrazolio.

SEMILLAS • MEJORA VEGETAL

miento no siempre se puede llevar a cabo y suele presentar dificultades que lo hacen inviable, como pueden ser la falta de repetibilidad o la imposibilidad de predecir las condiciones ambientales con las que se va a encontrar la semilla en el momento de la siembra. De ahí la necesidad de estandarizar el procedimiento y el hecho de que, desde hace ya muchos años, se intenten buscar métodos de laboratorio que permitan evaluar la calidad de un lote de semillas. Así nacieron las Normas recomendadas en Europa por la ISTA (*International Seed Testing Association*) o preconizadas en Estados Unidos de América por la AO-SA (*Association of Official Seed Analysts*) y dentro de la ISTA, los denominados Comités para la elaboración de test de vigor u otros ensayos relacionados con la calidad de las semillas.

A partir del 1 de Julio de 1993 la Normativa que en materia de calidad de semillas se aplica en España, es la que adoptó la ISTA (ISTA, 1993) en el XXIII Congreso Internacional celebrado en Argentina en 1992. Esta Normativa, organizada en 16 apartados, contempla los aspectos que se resumen en la Tabla 1.

LA ICE COMO MEDIDA DE CALIDAD

La intensidad de corriente eléctrica (ICE) que circula entre dos electrodos, sometidos a una diferencia de potencial V , previamente determinada para cada lote de semillas, sumergidos en la solución que liberan las semillas una vez embebidas en agua desionizada, cuando son colocadas de forma individualizada en una bandeja (Fig. 1), está relacionada con el grado de

deterioro que presentan las estructuras celulares que constituyen los tejidos de una semilla. Esta relación, según diversos autores (LINSKENS and JACKSON, 1992), puede ser utilizada para predecir el porcentaje de germinación que va a mostrar un lote de semillas al ser colocado en determinadas condiciones de germinación. Para ello hace falta conocer para cada especie la relación que existe entre ambas variables (germinación e ICE).

En la década de los años 80 aparecieron los primeros analizadores automáticos de semillas, conocidos normalmente con el nombre de ASAC (*Automatic Seed Analyzer Computer*). A los pocos años de su funcionamiento, rápidamente se advirtió que ni la capacidad germinativa, ni el vigor de un lote de semillas podían ser esti-



Aqueños y plántulas anormales de girasol con distinto grado de deterioro, como consecuencia de ataques de hongos (*Alternaria sp.*, *Fusarium, sp.* y *Penicillium, sp.*)

Tabla 1. Resumen del contenido de la Normativa internacional adoptada por la ISTA (*International Seed Testing Association*) en materia de calidad de semillas, que entró en vigor a partir del 1 de Julio de 1993.

CAPITULO	CONTENIDO
1	Introducción
2	Muestreo
3	Análisis de pureza
4	Determinación del número de otras semillas
5	Ensayos de germinación
6	Ensayos bioquímicos para viabilidad
7	Ensayos de sanidad de semillas
8	Verificación de la especie y del cultivar
9	Determinación del contenido en humedad
10	Determinación del peso
11	Ensayos con semillas recubiertas
12	Ensayos con embriones separados para viabilidad
13	Ensayo de semillas a partir de muestras obtenidas por peso
14	Ensayos con rayos-X
15	Tolerancias

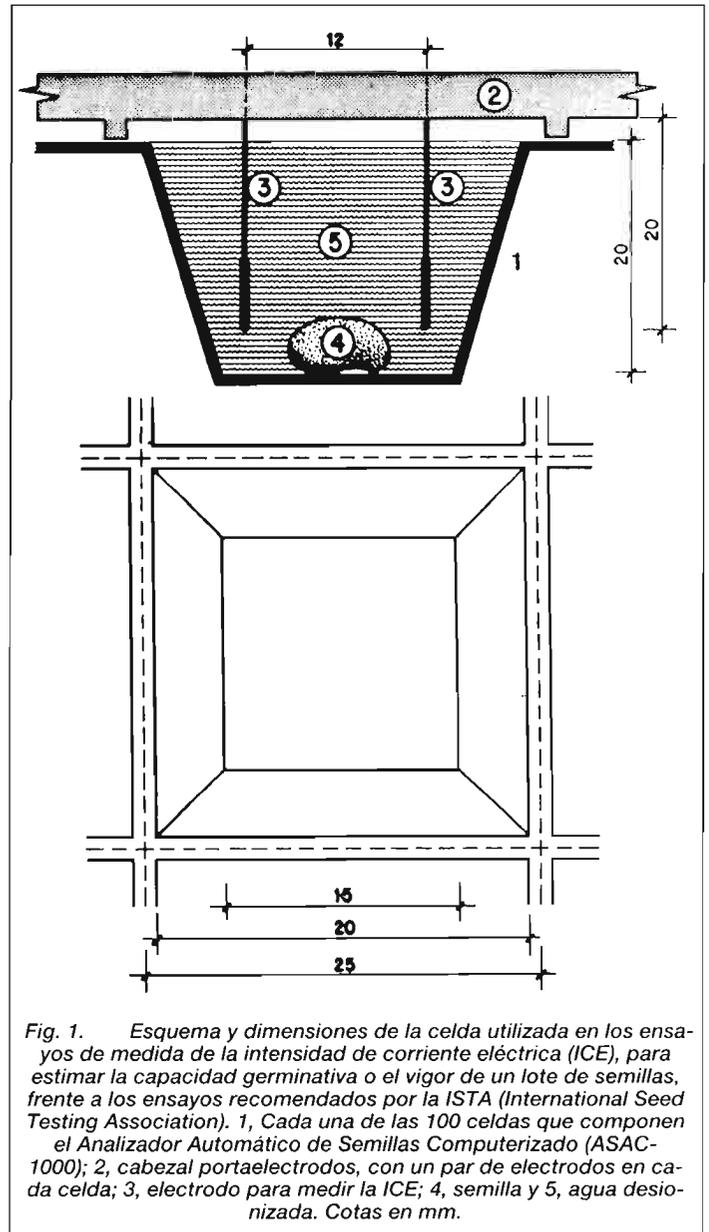


Fig. 1. Esquema y dimensiones de la celda utilizada en los ensayos de medida de la intensidad de corriente eléctrica (ICE), para estimar la capacidad germinativa o el vigor de un lote de semillas, frente a los ensayos recomendados por la ISTA (*International Seed Testing Association*). 1, Cada una de las 100 celdas que componen el Analizador Automático de Semillas Computerizado (ASAC-1000); 2, cabezal portaelectrodos, con un par de electrodos en cada celda; 3, electrodo para medir la ICE; 4, semilla y 5, agua desionizada. Cotas en mm.

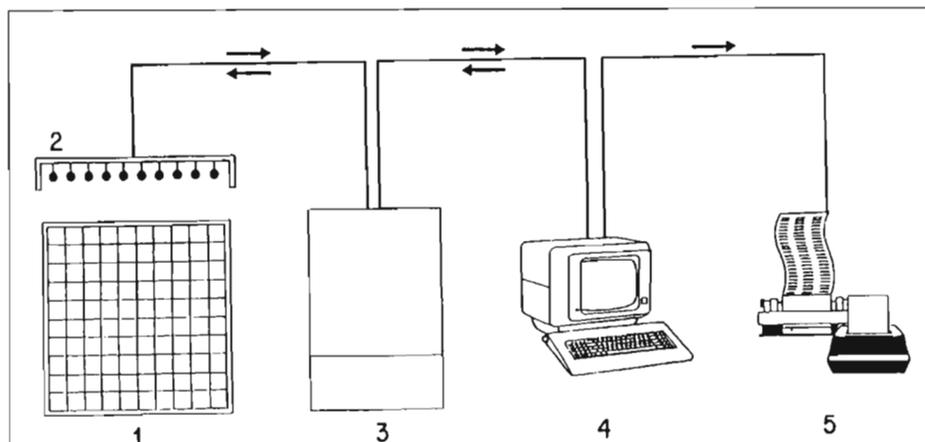


Fig. 2. Esquema del analizador automático de semillas (ASAC-1000) utilizado para estimar la calidad de un lote de semillas: 1, Bandeja de inmersión para 100 semillas individualizadas; 2, cabezal portaelectrodos; 3, fuente de corriente eléctrica e interfase; 4, microprocesador (PC) y 5, impresora u otro periférico para la salida de resultados.

mados satisfactoriamente teniendo en cuenta tan sólo la ICE de sus lixiviados. Así por ejemplo, mientras que los ASAC fueron utilizados con éxito para predecir la capacidad germinativa de lotes de semillas de soja, no pudieron ser recomendados para granos de cebada o maíz, debido principalmente a la dificultad que supone hallar una relación única entre ICE y germinación para todos los lotes de una misma especie. El calibre de las semillas, la presencia de tratamientos fitosanitarios y/o colorantes, o las características morfológicas, son tan sólo algunos de los aspectos que permiten explicar por qué en algunos casos los resultados obtenidos con los ASAC no han sido satisfactorios.

Los ensayos realizados durante los últimos años en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos de la Universidad Politécnica de Madrid, han mostrado que es posible utilizar el ASAC (Fig. 2) para predecir satisfactoriamente la germinación de aquenios de girasol o granos de maíz, que alcanzarán cuando sean colocados en condiciones estándar de germinación, como pueden ser las de la ISTA; para ello, una vez conseguida la calibración del ASAC, tan sólo es necesario utilizar la curva de calibrado adecuada para cada lote, elegida según las características morfológicas y/o el tratamiento fitosanitario que haya recibido cada lote.

Trabajos recientemente realizados con semillas de especies hortícolas, utilizando la misma técnica (Fig. 2), también nos permiten afirmar que el análisis de la distribución de frecuencia que muestran sus lixiviados sirve para predecir el porcentaje de germinación que mostrará un lote de semillas en condiciones estándar de germinación, e incluso en condiciones desfavorables, lo que nos da una buena estimación del vigor del lote, tal como se muestra en la Fig. 3.

BIBLIOGRAFIA

BASRA, A.S. (1995). Seed Quality: Basic Mechanisms and Agricultural Implications. Food Products Press, New York, 389 p. ISBN: 1-56022-850-4.

BRADFORD, K. (1995). Proceedings of Fourth National Symposium on Stand Establishment of Horticultural Crops. Department of Vegetable Crops, University of California, Davis, 290 p.

ISTA (1993). International Rules for Seed Testing: Rules 1993. Seed Science and Technology, 21 (Suplement) 1-294.

LINSKENS, H.F.; JACKSON, J.F. (1992). Modern Methods of Plant Analysis. New Series. Vol. 14: Seed Analysis. Springer-Verlag, Berlin, 380 p. ISBN: 3-540-52737-0.

PERETTI, A. (1994). Manual para Análisis de Semillas. Editorial Hemisferio Sur, Buenos Aires, 282 p. ISBN: 950-504-526-3.

THOMPSON, J.R. (1979). An Introduction to Seed Technology. Leonard Hill, London, 252 p.

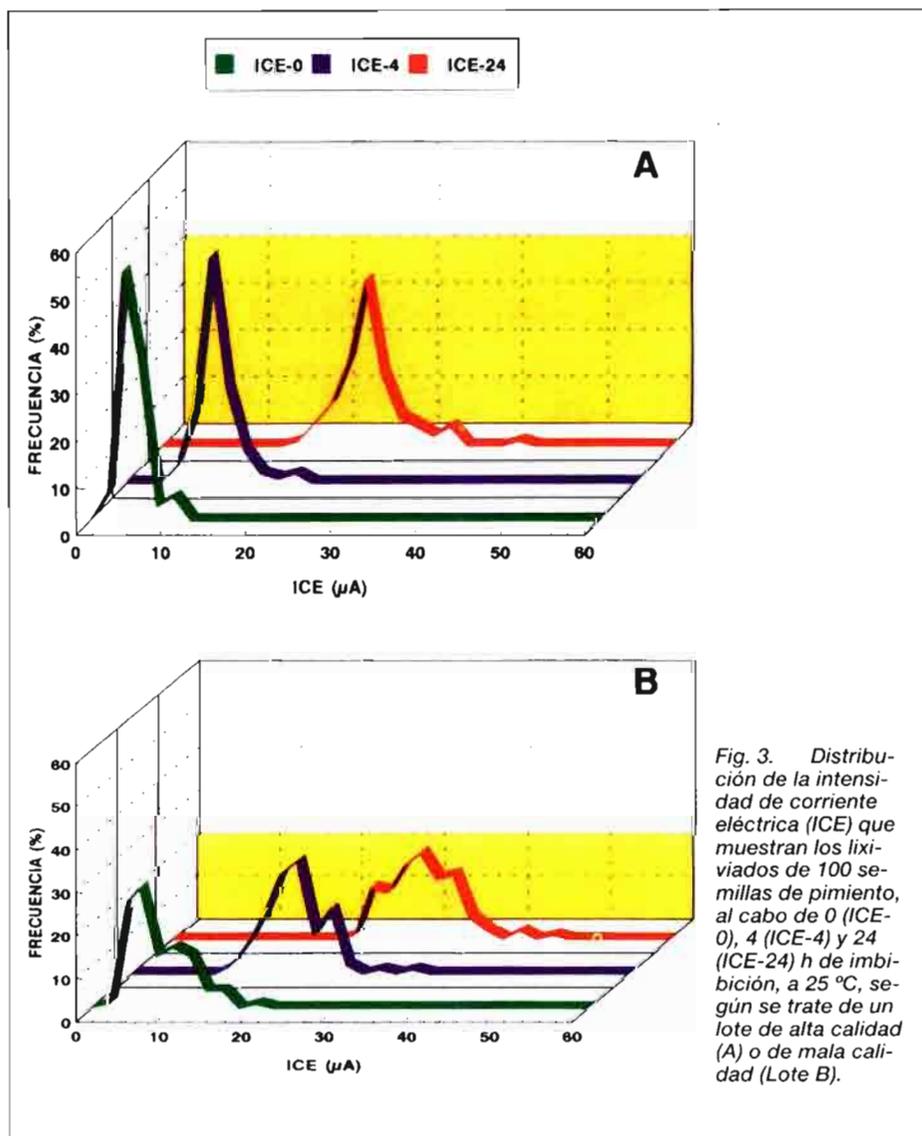


Fig. 3. Distribución de la intensidad de corriente eléctrica (ICE) que muestran los lixiviados de 100 semillas de pimientero, al cabo de 0 (ICE-0), 4 (ICE-4) y 24 (ICE-24) h de imbibición, a 25 °C, según se trate de un lote de alta calidad (A) o de mala calidad (Lote B).