

PREACONDICIONAMIENTO DE LA SEMILLA DE ARVEJA (*Pisum sativum* L.)¹

Omar A. Henao², Bertha N. Marciales², Clara I. Medina³,
Mario Lobo A.⁴

RESUMEN

*En el Centro de Investigación "La Selva", de la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, CORPOICA, ubicado en Rionegro, Antioquia, a 2120 msnm, con una temperatura promedio de 17°C y perteneciente a la formación ecológica Bosque Húmedo Montano Bajo, se llevó a cabo un estudio con la especie arveja (*Pisum sativum* L.), con el fin de evaluar el efecto del tratamiento de preacondicionamiento de las semillas, conocido como humedecimiento-secado, sobre la germinación, la emergencia y el establecimiento de plantas. Adicionalmente se evaluó el procedimiento con diferentes concentraciones del fungicida sistémico benomyl, en comparación con agua destilada, buscándose reducir la pérdida de plantas durante el período de establecimiento del cultivo, y se midió el efecto de los tratamientos con y sin fungicida sobre el rendimiento, en comparación con plantas provenientes de semilla no preacondicionada.*

A nivel de laboratorio se encontró que el tratamiento que produjo mayor velocidad de germinación fué la imbibición hasta el 75% de peso de la semilla, con secado posterior hasta recobrar el peso inicial. Utilizando el tratamiento anterior, se halló que la adición de benomyl, en diferentes concentraciones, no afectó la velocidad de

¹ Resumen y adaptación del trabajo de tesis de los dos primeros autores para optar al título de Ingenieros Agrónomos.

² Ingenieros Agrónomos, Egresados, Universidad Nacional.

³ Investigadora Cooperante, Programa de Recursos Genéticos Vegetales, CORPOICA, C.I. «La Selva». Apartado 470, Rionegro, Antioquia.

⁴ Coordinador Programa de Recursos Genéticos Vegetales CORPOICA y Profesor Asociado. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín. Apartado 568 Medellín y 470 Rionegro, Antioquia.

germinación ni la germinación total, incrementándose el porcentaje de plantas sanas obtenidas en comparación con el preacondicionamiento sin fungicida, con valores máximos al imbibir con una solución de benomyl al 0.1%.

En el campo no se observó efecto de los tratamientos de preacondicionamiento con y sin fungicida sobre la velocidad de emergencia y la emergencia total, reduciendo los tratamientos con fungicida la incidencia de plantas muertas en forma sensible con una respuesta diferencial en rendimiento, por parte de las dos variedades estudiadas, al aplicar los diversos procedimientos de preacondicionamiento. Así, mientras que con el cultivar 'Small Sieve All Sweet', no hubo efecto en la productividad por parte de los tratamientos, éste fué evidente en el cultivar 'Bogotana', con rendimiento máximo en las plantas provenientes de semilla preacondicionada con una solución de benomyl al 0.05%.

Palabras clave: *Pisum sativum* L., arveja, semilla, preacondicionamiento, humedecimiento-secado.

ABSTRACT

PRIMING SEED PROCEDURE OF GARDEN PEA (*Pisum sativum* L.)

A garden pea experiment was carried out at "La Selva", CORPOICA's Experiment Station, located at Rionegro, Antioquia, Colombia at 2120 masl, with 17° C as average temperature, whose objective was to evaluate the effect of the priming seed procedure imbibition-dehydration on germination, emergency and yield, as well as, the possibility of employing for the treatment the systemic fungicide benomyl in order to reduce plant losses during plant emergency and the first growing stages.

It was found, under laboratory controlled conditions, that the best priming imbibition-dehydration treatment, based on germination speed, was imbibition with water up to 75% of seed weight. By using the above methodology, with different benomyl concentrations, the germination speed and total germination were not affected and there was a higher number of non-diseased plants, being the best treatment, in the latter sense, the priming treatment with 0.01% benomyl solution.

At field level, there was no effect from the different priming treatments on emergency speed and total emergency, being significantly reduced the percentage of killed plants by soil pathogens. It was found a differential yield effect derived from the priming treatments for the studied varieties. Thus while with the cv. 'Small Sieve All Sweet', no yield differences were found between treated and untreated seeds, with the pea cv. 'Bogotana', the primed seed gave higher yields, being highest the productivity with the imbibition treatment with a 0.05% benomyl solution.

Key words: *Garden pea, seed, priming, imbibition-dehydration.*

INTRODUCCION

El establecimiento de un número adecuado de plantas es un factor importante, en cualquier cultivo, para el logro de buenos rendimientos, siendo afectado el mismo por la emergencia total, la uniformidad de ésta y el tiempo transcurrido entre la siembra y la emergencia.

Entre los factores que inciden para que la emergencia, en el caso de la especie arveja, no sea rápida y uniforme, se encuentran ataques de patógenos presentes en el suelo y de pájaros que devoran la semilla, al igual que el tiempo que toma el proceso a nivel de cada semilla.

Dado lo anterior, mediante tratamientos de preacondicionamiento de la semilla en los cuales se imbebe ésta, y se permite que ocurran cambios metabólicos conducentes a la germinación, deteniendo el proceso antes de que ocurra la misma, se podría lograr una reducción en el período transcurrido entre siembra y germinación y una emergencia más uniforme. Además, si es factible incorporar, en los tratamientos de preacondicionamiento un fungicida, se podría reducir el daño causado por patógenos del suelo.

Con base en lo planteado, se realizó el presente estudio el cual

buscó medir el efecto del tratamiento de preacondicionamiento llamado humedecimiento-secado y de la utilización del fungicida benomyl, incorporado al procedimiento, sobre la emergencia y productividad de arveja.

REVISION DE LITERATURA

La semilla luego de ser cosechada, en alguna etapa posterior, comienza un proceso de deterioro, lo cual se consideró sucedía luego de la llamada madurez fisiológica, estado en el que, según Harrington (1972), la calidad y el vigor son máximos. Actualmente el concepto ha sido controvertido por una serie de investigadores quienes han demostrado, tanto en especies monocotiledóneas como dicotiledóneas, que la longevidad de las semillas en condiciones de baja humedad aumenta luego de la madurez fisiológica (Kamesuara *et al* 1991; Pieta y Ellis, 1991; Ellis y Pieta 1992; Demir y Ellis 1992; Ellis, Hong y Jackson, 1993; Zanakis *et al*; citados por Ellis y Hong, 1994), al igual que la tolerancia a la desecación de las mismas (Ellis y Hong, 1994).

El proceso de deterioro produce como secuela que la semilla irremediablemente pierda vigor por predominio de procesos catabólicos

sobre los anabólicos (Oren y Bass, 1978). Entre los síntomas del deterioro se encuentran: pérdida de actividad enzimática, respiración reducida, mayor permeabilidad de las membranas celulares e incremento en el contenido de ácidos grasos libres, lo cual se refleja en una menor germinación, una emergencia más tardía, una tasa de crecimiento reducida por parte de las plántulas, una pérdida de la capacidad de emergencia, especialmente en condiciones adversas y un menor potencial de rendimiento (Copeland y McDonald, 1985).

La siembra de las semillas, la germinación de las mismas, la emergencia de las plántulas y el establecimiento en campo son eventos primarios en la producción, precisándose de un establecimiento uniforme y vigoroso para manifestación de un potencial máximo de rendimiento, siendo, como se anotó, mayor la influencia de los factores adversos en semillas con calidad reducida, estando incluidas en la calidad la germinación y el vigor (Taylor *et al.*, 1992), lo cual determina que la viabilidad de las semillas no corresponda a la emergencia de las mismas en campo ya que, en este último caso, no siempre se encuentran las condiciones óptimas bajo las cuales se desarrollan las pruebas realizadas para determinación de la germinación

(Copeland y McDonald, 1985).

Uno de los aspectos más importantes, relacionado con las diferencias que ocurren entre el potencial de germinación y la emergencia en campo, es la pérdida de permeabilidad de las membranas. Esto causa que, durante el proceso de la germinación, una serie de exudados se difundan en el suelo circundante lo cual estimula la actividad microbial y el ataque de patógenos a las plántulas en proceso de emergencia, aspecto que ha sido documentado en arveja (Short y Lacy, 1974, 1976). El exudado, se ha determinado que está compuesto por electrolitos, azúcares, aminoácidos, ácidos orgánicos y proteínas (Abdel Samad y Pearce, 1978; Bramlage; Leopold y Parrish, 1978; Larson 1968; Morohashi y Shimokoriyuma, 1972; Parrish y Leopold, 1977; Simon y Raja Harun 1972, Simon y Wiebe 1974, Siimon y Mathavans, 1986). En el caso de arveja, la mayoría de los azúcares exudados al medio corresponden a glucosa, sucrosa, fructosa y maltosa, induciendo los mismos la germinación de esporas de patógenos y la germinación y crecimiento de hongos que causan pudrición de las semillas (Flentje y Saksena, 1964, Scroth, Toussoun y Snyder, 1963), habiendo sido documentado que la incidencia de pudrición en las semillas, de esta especie, está

correlacionada con la cantidad de carbohidratos exudada por las mismas (Matthews y Bradnock, 1968).

Se ha señalado que la pérdida de solutos ocurre al principio de la imbibición, lo cual se ha relacionado con pérdida de integridad a nivel de las membranas celulares durante el proceso de secado de las semillas para su almacenamiento, con una reconstitución posterior, volviendo a ser las mismas selectivamente permeables (Bewley y Black, 1983, 1985). Con base en lo anterior y con el fin de evitar la pérdida de solutos a nivel del campo, lo cual puede conducir a ataque de patógenos con emergencia reducida, se han sugerido tratamientos que buscan completar la fases tempranas de germinación de las semillas en ambientes controlados, en forma previa a la siembra a nivel de campo (Taylor y Harman, 1990).

Diversos procedimientos han sido investigados con el fin de regular la rata de imbibición inicial. Estos, generalmente, incluyen una humidificación controlada que no permite la emergencia de la radícula, seguida por un período de secado. Los tratamientos promueven procesos metabólicos tempranos del proceso germinativo, lo cual se traduce en una emergencia uniforme y rápida en el campo (Bennett, Fritz y Callan, 1992).

Entre las metodologías de

pregerminación, llamadas de preacondicionamiento, se encuentra la del endurecimiento por prehumedecimiento o humedecimiento-secado, la cual fue sugerida por los investigadores rusos Genkel y Kolotova en 1934 (May, Milthorpe y Milthorpe, 1962). En la misma se permite a las semillas tomar agua para secarlas posteriormente a un contenido de humedad cercano al original, lo cual puede ser repetido durante varios ciclos (Heydecker y Coolbear, 1977), realizando el tratamiento hasta una fase previa a la germinación, ya que después de que esto ocurra, las semillas no pueden secarse sin daño (Milthorpe, 1950; Berrie y Drennan, 1971; Osborne, 1972).

Se ha afirmado que el procedimiento induce tolerancia a sequía (Henckel, 1964, 1967, 1970, 1972; Henckel, Satorova y Tvorus, 1968; Mart'yanova, Babanova y Zurikin, 1961), reflejándose el tratamiento en mayor productividad con relación a plantas provenientes de semillas no preacondicionadas. Así, Henckel (1972) encontró, en ensayos realizados con cebada, girasol, maíz, remolacha, zanahoria y tomate, incrementos en rendimiento que superaban entre el 7.2 y el 114% a los testigos provenientes de semilla no sometida al procedimiento. El autor señaló que el tratamiento inicia la formación de una mayor cantidad

de compuestos energéticos, incrementa el DNA y especialmente el RNA en los puntos de crecimiento, produce una menor actividad de ribonucleasas, una síntesis más activa de proteínas después del secado, mayor actividad mitocondrial y mejor preservación de la ultraestructura con cambios secuenciales en la elasticidad y viscosidad del protoplasma.

De acuerdo a Henckel e Ivanitskaya (1967), lo anterior se cumple por la depresión de genes que permiten a la planta resistir condiciones de sequía, calor, frío y salinidad. Un grupo de autores, en contraposición, no encontró que el procedimiento confiriera resistencia a sequía, pese a lo cual tuvo como efecto benéfico avanzar el proceso germinativo (Hafeez y Hudson, 1967; 1969; Hegarty, 1970; Currah y Salter, 1973).

Se ha señalado que la utilidad del tratamiento descrito, así como la de otras metodologías de precondicionamiento para mejorar el establecimiento de los cultivos, es bien clara, con incremento en la germinación y emergencia de más de 30 especies agronómicas y hortícolas (Bradford, 1986; Heydecker y Coolbear, 1977). Entre los efectos del precondicionamiento se han citado: influencia en la temperatura óptima e intervalos de germinación

(Bradford, 1986; Ellis y Butcher, 1988; García-Huidrobo; Monteith y Squire, 1982), incrementos en germinación a temperaturas de 35 ° C en zanahoria con valores del 74% contra 11% obtenido con el testigo (Bennett; Fritz y Callon, 1992), remoción de termodormancia en lechuga y mejor establecimiento del cultivo en épocas calurosas (Valdés et al, 1985).

Un aspecto que puede contribuir a la disminución del ataque de patógenos del suelo a las semillas es la aplicación de protectantes y/o fungicidas sistémicos, pudiendo combinarse la metodología con el precondicionamiento. Entre los productos sistémicos se encuentran los benzimidazoles, los cuales han demostrado su efectividad para controlar enfermedades a nivel de las semillas (Maude, 1976), habiendo sido empleado el benomyl para tratar semillas de arveja con buen control de *Ascochyta* sp (Maude y Kyle, 1970). Se ha indicado que el producto, el cual se desdobra a carbendazim, tiene propiedades tipo citokinina y puede ayudar a romper la termolaterancia del apio a altas temperaturas (Thomas, 1973).

MATERIALES Y METODOS

Localización. Los trabajos de la presente investigación se realizaron en laboratorios y campos

Preacondicionamiento de la semilla de arveja (*Pisum sativum* L.)

experimentales del Centro de Investigación «La Selva», de la Corporación Colombiana de Investigación (CORPOICA), localizado en el municipio de Rionegro (Antioquia), a 2120 msnm, con temperatura promedio de 17°C, humedad relativa del 78%, y perteneciente a la formación ecológica Bosque Húmedo Montano Bajo (Bh-MB).

Varietades empleadas. En la investigación se incluyeron las variedades 'Bogotana', 'Maestro' y 'Small Sieve All Sweet', siendo el primer material de porte alto, y los dos últimos de estatura inferior a 50 cm. A nivel del laboratorio se obtuvo el peso de 100 semillas para cada una de las variedades: 'Bogotana', 30 g; 'Maestro', 25 g y 'Small Sieve All Sweet', 18 g, utilizándose semilla recién extraída.

Metodología.

Experimentos de laboratorio.

Tratamientos de imbibición en agua y secado.

Acondicionamiento de las semilla.

Para este procedimiento se emplearon las variedades 'Maestro' y 'Bogotana'. Previamente al tratamiento se determinó el peso de las 100 semillas que conformaron cada una de las unidades experimentales, y se distribuyeron los tratamientos al azar con 5 repeticiones. Los tratamientos

empleados fueron: un testigo sin tratamiento alguno y semillas preacondicionadas mediante la adición de agua en porcentajes del 25%, 50%, 75% y 100% del peso de las mismas. El acondicionamiento se llevó a cabo colocando la semilla en una sola capa en platos de petri con agua destilada estéril sin que la misma cubriera la semilla, con el fin de que ésta tuviera buena aireación, tapando las cajas de petri con papel servilleta húmedo, monitoreando periódicamente la ganancia en peso, y cuidando que hubiere agua continuamente, finalizando el experimento cuando las semillas ganaron el peso correspondiente a cada uno de los tratamientos.

Inmediatamente, finalizada la imbibición en agua, las semillas se sometieron a un proceso de secado (deshidratación) con aire circulante en una cámara cerrada a 25-30°C. La prueba concluyó cuando cada unidad experimental recobró su peso original (peso antes de la imbibición), con una aproximación de 0.08 g.

Prueba de germinación. Una vez terminado el acondicionamiento de las semillas se dió comienzo al ensayo de germinación. Cada lote de semillas se colocó sobre una toalla de papel absorbente, humedecida con agua destilada esterilizada. Las semillas se depositaron en hileras y fueron enrolladas en la toalla,

envolviendo ésta con papel parafinado. Las toallas enrolladas se colocaron en bolsas plásticas que se llevaron en bandejas a un germinador, con termostato, en el cual se mantuvo una temperatura de 20 a 22°C.

Para el desarrollo de la prueba se empleó un diseño experimental completamente al azar, con arreglo factorial 2 x 5 y 4 repeticiones. Las fuentes de variación principales fueron variedades y porcentaje de imbibición.

La semilla se consideró germinada cuando la radícula emergió a través de las cubiertas. Los datos de germinación (porcentajes) se transformaron a $\text{Arcoseno} \sqrt{0,0X}$ para efectuar el análisis estadístico.

En el transcurso de la prueba de germinación se registró las variables: Velocidad de germinación (porcentaje de germinación obtenido al primer día de instalada la prueba) y germinación total (porcentaje de germinación a los 7 días de iniciada la prueba).

En el estudio se consideró como velocidad de germinación la lectura obtenida el primer día, lo cual difiere del procedimiento normal, recomendado por la Asociación Internacional de Analistas de Semillas (ISTA, 1993), en el cual la variable se registra a los 5 días. Lo anterior se hizo ya que el tratamiento busca

acelerar el proceso germinativo y éste se pudo observar a las 24 horas de iniciada la prueba.

Imbibición en solución fungicida. Acondicionamiento de las semillas.

En el laboratorio, en condiciones similares a las del ensayo anterior, se realizó el acondicionamiento de las semillas con soluciones del fungicida benomyl en agua. La concentración empleada para los tratamientos se calculó con base en el producto comercial. Las concentraciones se prepararon tomando en cuenta la relación peso/volumen (producto/agua). El volumen de la solución, con base en el peso de la semilla a imbibir, se seleccionó de acuerdo con los resultados del estudio anterior.

Cada unidad experimental constó de 100 semillas, las cuales se colocaron en un plato de petri para imbibición con soluciones del fungicida en agua hasta un equivalente del 75% del peso de la semilla, de acuerdo al procedimiento señalado para el experimento anterior, asignando los tratamientos al azar. Estos tratamientos fueron: testigo, imbibición con agua, imbibición con solución fungicida al 0.025%, imbibición con solución fungicida al 0.05% e imbibición con solución fungicida al 0.1%. Tan pronto las semillas imbibieron la solución hasta el 75% del peso inicial de las mismas, se consideró finalizado

el procedimiento. Posteriormente las semillas se sometieron a secado mediante circulación de aire a 25 - 30°C, de acuerdo a la metodología registrada en el ensayo anterior.

Prueba de germinación.

Inmediatamente al secado de las semillas, se procedió a realizar la prueba de germinación. Esta se llevó a cabo de manera análoga a la del ensayo de imbibición en agua. Para el estudio se empleó un diseño experimental completamente al azar, con arreglo factorial 2 x 5 y 4 repeticiones. Las variables correspondieron a las variedades 'Bogotana' 'Maestro' y a las concentraciones del fungicida evaluadas.

La primera lectura, realizada a los 2 días, tiempo en el cual se observó germinación, se consideró como velocidad de germinación, y la obtenida a los ocho días como germinación total, esta última de acuerdo con las normas de ISTA (1993). Los datos de las lecturas anteriores se transformaron a Arco seno raíz de $0.01X$ para realizar el análisis estadístico.

Paralelamente a la prueba de germinación se realizó un monitoreo de las semillas que exhibían signos o síntomas de patógenos. El conteo de estas semillas se empleó como uno

de los indicadores para la selección de la concentración de fungicida más indicada para evaluación posterior en condiciones de campo. Los datos de esta variable, en porcentaje, se transformaron a Arcoseno $\sqrt{0,0X}$ para efectuar el análisis estadístico.

Ensayo de Campo. El trabajo se estableció en un lote que había sido manejado durante cinco años con labranza reducida. Para la siembra de la arveja, el terreno se preparó con dos aradas, caballonando luego con azadón. La fertilización química y orgánica se realizó 7 días antes de la siembra, aplicándose el equivalente a 200 kg/ha. de 10-30-10 y de 2 t/ha de gallinaza. Como herbicida se utilizó glifosato, en pre-emergencia.

En la prueba de campo se evaluaron los mejores tratamientos que resultaron de la prueba de imbibición en solución fungicida, y que presentaron mayor control de patógenos.

Para la siembra de las semillas se empleó un diseño experimental de bloques completos al azar, con arreglo factorial 2 x 4 y 4 repeticiones, donde las variables fueron variedades y tratamientos de acondicionamiento a la semilla. Las variedades empleadas fueron: 'Bogotana' y 'Small Sieve All Sweet' y los tratamientos: testigo (semilla no acondicionada), semilla acondicionada en agua,

acondicionada en solución fungicida al 0.05% y semilla acondicionada en fungicida al 0.1%

Cada unidad experimental constó de un surco de 3 mt de longitud, con distancias de 1 metro entre hileras. Se sembraron surcos bordes a cada lado de los bloques con la variedad 'Bogotana'. En cada hilera se sembraron 50 semillas, repartidas a lo largo de ésta y a una profundidad de 6.0 cm. Esta profundidad de siembra no es la más aconsejable pero, esta medida se adoptó para evitar problemas con los pájaros que desentierran las semillas, ocasionando problemas en el establecimiento del cultivo.

La siembra coincidió con la iniciación de la época de lluvias, realizándose un conteo de emergencia de plántulas cada 2 días. Durante el desarrollo del cultivo se realizaron observaciones sobre pudriciones radiculares (mortalidad de plántulas).

El cultivo se manejó con empleo de un sistema de espalderas. Las desyerbas se realizaron manualmente y se aplicó azufre para control de mildeu.

Las variables registradas en el estudio fueron : velocidad de emergencia, la cual corresponde al porcentaje de plántulas que emergieron siete días después de la siembra; emergencia total medida en porcentaje , porcentaje de plantas

mueras por efecto de patógenos y rendimiento en vaina verde por unidad experimental, realizando la equivalencia a kilogramos por hectárea. Los datos de las tres primeras variables se transformaron a $\text{Arcoseno } \sqrt{\theta, \theta X}$ para efectos del análisis estadístico.

RESULTADOS Y DISCUSION

Ensayos de laboratorio.

Tratamiento de imbibición con agua y secado.

Prueba de germinación.

Velocidad de germinación. El análisis de los resultados obtenidos permitió establecer diferencias estadísticas significativas entre variedades, tratamientos de imbibición y la interacción variedad x tratamiento.

Como puede verse en la Tabla 1, el tratamiento de imbibición de la semilla con 75% de su peso en agua, presentó germinación en ambos cultivares al primer día de instalada la prueba, lo cual no ocurrió con las demás metodologías evaluadas. Esto permite afirmar que el procedimiento mencionado, aceleró la germinación, aspecto que se busca a través de los protocolos de preacondicionamiento. En este sentido, diversos investigadores, citados por Siviritepey Dourado (1995), han señalado que la aplicación correcta de procedimientos de

preacondicionamiento induce una germinación más rápida y uniforme. Lo anterior se deriva del hecho de que el tratamiento promueve eventos metabólicos iniciales del proceso germinativo (Bodsworth y Bewley 1981, Powell y Mathews 1978,

Vertucci y Leopold 1983).

Germinación total. El análisis de varianza para germinación total, señaló diferencias estadísticas significativas para tratamientos y la interacción variedad x tratamiento.

TABLA 1. Velocidad de germinación y germinación total, obtenidas con dos variedades de arveja, al aplicar el tratamiento de preacondicionamiento humedecimiento-secado, con diferentes porcentajes de imbibición con relación al peso original de la semilla.

| Variedad | Tratamiento Imbibición | Velocidad Germinación % (1) | Germinación Total % (1) |
|----------|------------------------|-----------------------------|-------------------------|
| Maestro | 0 % | 0,0 b | 97,1 d |
| | 25 % | 0,0 b | 98,8 a |
| | 50 % | 0,0 b | 98,2 c |
| | 75 % | 1,0 a | 95,7 e |
| | 100 % | 0,0 b | 98,5 b |
| Bogotana | 0 % | 10,3 c | 99,2 b |
| | 25 % | 1,9 e | 98,3 c |
| | 50 % | 7,5 d | 99,5 a |
| | 75 % | 18,0 a | 98,0 d |
| | 100 % | 16,0 b | 97,6 e |
| C.V. | | 14,3 % | 8,3 % |

(1) Entre promedios marcados con la misma letra, en cada variedad, no hay diferencia significativa con base en promedios transformados a Arcoseno $\sqrt{0,0X}$ (Prueba de los intervalos múltiples de Duncan con $p=0,05$).

En todos los casos se obtuvo una alta germinación con valores superiores al 95 %, (Tabla 1),

pudiendo inferirse que los tratamientos de preacondicionamiento evaluados no afectaron la

germinación total de las semillas y que las diferencias obtenidas no fueron sensibles pragmáticamente, atribuyéndose las mismas al bajo coeficiente de variación obtenido en la evaluación (8.3%).

Tomando en consideración la velocidad de germinación y la germinación total, se seleccionó, para las evaluaciones posteriores de la presente investigación, el preacondicionamiento con imbibición hasta el 75% del peso de la semilla, el cual, como se anotó, produjo, en ambos cultivares, una germinación más temprana, efecto que se busca en los tratamientos de invigorización, obteniéndose alta germinación total de las semillas, con las dos variedades, al aplicar el procedimiento. Esto concuerda con los resultados obtenidos por May *et al*, citados por Bewley y Black (1983), quienes evaluando protocolos de preacondicionamiento para la especie arveja, recomendaron un solo ciclo de humedecimiento-secado con imbibición hasta el 75% del peso de la semilla.

Imbibición de las semillas con solución fungicida.
Prueba de germinación.

Velocidad de germinación. Debido a que con la variedad 'Maestro' no hubo germinación el primer día de la prueba, para el análisis estadístico se empleó la lectura del segundo día. El

mismo indicó diferencias significativas para tratamientos y variedades. La tabla 2 muestra que todos los tratamientos de imbibición exhibieron una velocidad de germinación superior a la presentada por la semilla no preacondicionada, sin que se apreciaran diferencias al respecto, entre los diversos procedimientos de invigorización. Lo anterior señala que el fungicida no afectó este parámetro.

Germinación total. Una vez realizado el análisis estadístico no se encontraron diferencias entre las diversas fuentes de variación.

Como puede verse en la Tabla 2, la germinación total fué buena para todos los tratamientos incluidos en las dos variedades. En este contexto, no hubo diferencias entre semillas no imbibidas y las preacondicionadas, lo cual señala que la bondad del tratamiento de invigorización previo es el aceleramiento de la germinación como se indicó anteriormente. Mediante el mismo, se pretende reducir el tiempo a la germinación, avanzando el proceso hasta una etapa previa a la emergencia de la radícula a través de la testa de la semilla (Bewley y Black, 1985).

Taylor *et al* (1992), indicaron que la ventaja de las técnicas de preacondicionamiento ha sido el incremento en la velocidad de germinación y que se ha observado

poco mejoramiento en el porcentaje de germinación total bajo condiciones ambientales ideales, lo cual ocurre a nivel de las pruebas de germinación en condiciones controladas.

Plántulas sanas. El análisis de varianza mostró diferencias significativas para la variable a nivel de tratamientos y variedades,

presentándose, en ambos cultivares, un porcentaje de plantas sanas significativamente superior al realizar el preacondicionamiento con benomyl, en comparación con las unidades experimentales en las cuales no se hizo invigorización previa, y las que fueron imbibidas únicamente con agua destilada. El resultado concuerda con recomendaciones de Buriticá (1983), autor que señaló que la

TABLA 2. Velocidad de germinación, germinación total y porcentaje de plantas sanas, obtenidos con dos variedades de arveja, al aplicar diferentes tratamientos de preacondicionamiento humedecimiento-secado, con y sin fungicida benomyl, en comparación con un testigo no pretratado.

| Variedad | Tratamiento Imbibición | Velocidad Germinación % (1) | Germinación Total % (1) | Plantas Sanas % (1) |
|----------|------------------------|-----------------------------|-------------------------|---------------------|
| Maestro | Testigo | 1,0 b | 98,1 a | 37,9 c |
| | Agua | 5,6 a | 98,4 a | 42,1 c |
| | 0,025 % | 9,6 a | 99,5 a | 51,6 b |
| | 0,050 % | 10,8 a | 97,4 a | 54,4 b |
| | 0,100 % | 15,8 a | 99,7 a | 61,4 a |
| Bogotana | Testigo | 95,5 b | 99,7 a | 36,8 d |
| | Agua | 97,0 a | 99,0 a | 37,4 d |
| | 0,025 % | 97,4 a | 99,5 a | 45,0 b |
| | 0,050 % | 97,7 a | 99,7 a | 51,4 b |
| | 0,100 % | 97,7 a | 99,7 a | 59,4 a |
| C.V. | | 14,3 % | 8,3 % | 8,3 % |

(1) Entre promedios marcados con la misma letra en cada columna y por variedad, no hay diferencias estadísticas significativas con base en valores transformados a Arcoseno $\sqrt{0,0X}$ (Prueba de los intervalos de Duncan $p=0,05$).

metodología es efectiva para el control inicial de enfermedades y con conclusiones obtenidas por Maude y Kyle (1970), investigadores que reportaron buenos resultados con el fungicida benomyl aplicado a las semillas.

Bajo el conjunto de condiciones de la investigación, se obtuvo un porcentaje máximo de plantas sanas en el tratamiento con la mayor concentración del fungicida (Tabla 2). Lo anterior, unido a una

velocidad de germinación superior en la semilla pretratada, en comparación con aquella no preacondicionada, señala que el preacondicionamiento con el fungicida incluido cumple, a nivel de la laboratorio, con los objetivos buscados: acelerar la germinación y menor incidencia de plantas enfermas. Para el estudio de campo, se seleccionó el tratamiento anterior y se adicionó como metodología alternativa la imbibición con la segunda concentración mayor del fungicida.

TABLA 3. Velocidad de emergencia, emergencia total y mortalidad de plantas obtenidas con semilla preimbibida y secada luego, con diferentes concentraciones de Benomyl.

| Variedad | Tratamiento | Velocidad Emergencia % (1) | Emergencia total % (1) | Mortalidad Planta % (1) |
|-----------------------|----------------|----------------------------|------------------------|-------------------------|
| Small Sieve all Sweet | Sin imbibición | 35,2 a | 72,2 a | 14,6 a |
| | Agua destilada | 22,6 a | 66,9 a | 9,8 ab |
| | 0.05% Benomyl | 27,9 a | 70,7 a | 4,9 b |
| | 0.10% Benomyl | 44,4 a | 71,6 a | 2,9 b |
| Bogotana | Sin imbibición | 47,2 a | 97,1 a | 4,9 a |
| | Agua destilada | 38,3 a | 91,5 a | 9,9 a |
| | 0.05% Benomyl | 49,3 a | 97,7 a | 2,0 b |
| | 0.10% Benomyl | 47,1 a | 90,7 a | 0,0 b |
| C.V. | | 28,6 % | 10,9 % | 8,3% |

(1) Entre promedios marcados con la misma letra, en cada una de las variedades, no hay diferencias significativas (Prueba de los intervalos de Duncan $p=0,05$).

PRUEBA DE CAMPO

Velocidad de emergencia y emergencia total. En el ensayo realizado a nivel de campo, no se encontró diferencias estadísticas significativas en cuanto a velocidad de emergencia y emergencia total entre los diversos tratamientos de preacondicionamiento evaluados, ni entre estos y el testigo (semilla no pretratada) en los cultivares incluidos (Tabla 3).

El resultado no concordó con el obtenido en el laboratorio, lugar en el cual, bajo condiciones controladas, los tratamientos de preacondicionamiento produjeron una mayor velocidad de germinación, lo cual se espera produzca una emergencia más rápida. Lo anterior puede atribuirse al hecho de que la profundidad de siembra fue excesiva, 6 cm., perdiéndose, por esta vía, el efecto producido por el preacondicionamiento. En este contexto se ha indicado, en diferentes especies, que la profundidad de siembra afecta la velocidad de emergencia y la emergencia total (Campos et al 1980, Medina y Couto 1971, Tillmann *et al* 1994). Lo anterior señala que sería deseable reevaluar los tratamientos con menores profundidades. Igualmente, cabe señalar que en la siembra en campo no se presentaron déficit hídricos en

el suelo, habiendo sido señalado que uno de los efectos de los tratamientos de preacondicionamiento es disminuir las pérdidas en germinación y emergencia en condiciones críticas por reducción en el tiempo que toman estos procesos (Bewley y Black 1985).

Mortalidad de plantas. El análisis estadístico para esta variable señaló diferencias estadísticas significativas entre tratamientos en cada una de las variedades.

Como puede verse en la Tabla 3, la mortalidad de plantas, durante el período de establecimiento del cultivo, se redujo sensiblemente en las parcelas provenientes de semillas preacondicionadas con el fungicida benomyl, sin que se apreciaran diferencias, en este contexto, entre la semilla no pretratada y aquella que se invigorizó únicamente con agua destilada. El resultado concuerda con el de Gómez y Maya (1978), trabajando con la especie frijol y con el reportado por Jhooty y Behar (1970), autores que encontraron un buen control al volcamiento de plántulas por patógenos del suelo, en la especie arveja, al prehumedecer las semillas con el fungicida benomyl en forma previa a la siembra.

Rendimiento. El análisis estadístico para el rendimiento en vaina verde

señaló diferencias estadísticas significativas entre tratamientos, entre variedades y para la interacción tratamientos por variedades.

Como puede apreciarse en la tabla 4, el cultivar 'Bogotana', exhibió una mayor capacidad productiva que 'Small Sieve All Sweet', con un comportamiento diferencial, al respecto entre los dos genotipos. Así, con 'Small Sieve All Sweet', no se obtuvo diferencias en productividad entre los diferentes tratamientos incluidos en el estudio ni entre estos y el testigo, con niveles de rendimiento bajos en todos los casos, lo cual podría señalar adaptación pobre, por parte de este cultivar. Por

el contrario, con la arveja 'Bogotana', se obtuvo un rendimiento sensiblemente superior en las parcelas provenientes de semilla preacondicionada en comparación con las que fueron sembradas con semilla no invigorizada, con una productividad significativamente mayor al preacondicionar la semilla con el fungicida benomyl al 0.05 %.

El conjunto de los resultados obtenidos permite inferir que, a pesar que no fue visible el efecto de los tratamientos de preacondicionamiento en velocidad de emergencia, si lo fue en cuanto a sanidad de las plantas y en el rendimiento final obtenido con la variedad 'Bogotana', el cual fue

TABLA 4. Rendimiento en vaina verde obtenido con dos variedades de arveja al preacondicionar la semilla mediante el tratamiento imbibición-secado, hasta 75% del peso de la misma, con soluciones del fungicida benomyl.

| Variedad | Tratamiento imbibición | Rendimiento kg/ha (1) |
|-----------------------|------------------------|-----------------------|
| Small Sieve All Sweet | Sin imbibición | 202,5 a |
| | Agua destilada | 345,8 a |
| | Benomyl 0.05% | 441,7 a |
| | Benomyl 0.10% | 398,3 a |
| Bogotana | Sin imbibición | 1483,3 c |
| | Agua destilada | 2391,9 b |
| | Benomyl 0.05% | 3791,6 a |
| | Benomyl 0.10% | 1966,5 b |
| C.V. | | 21% |

(1) Entre promedios marcados con la misma letra, en cada variedad, no hay diferencia estadística significativa. (Prueba de los intervalos de Duncan $p = 0,05$).

Preacondicionamiento de la semilla de arveja (*Pisum sativum* L.)

superior en un 83.1%, en promedio, en los tratamientos de preacondicionamiento de la semilla en relación al obtenido con plantas provenientes de semilla no invigorizada, con un incremento máximo del 155.6% en las plantas cuya semilla fue preacondicionada con benomyl al 0.05%. En concordancia con lo obtenido a nivel de la arveja 'Bogotana', se ha indicado incrementos en rendimiento entre el 7 y 114%, con diversos cultivos, como resultado de la aplicación de la metodología evaluada en la presente investigación (Bewley y Black, 1983).

Dado que se presentó un comportamiento diferencial entre los cultivares, con relación al rendimiento, es conveniente valorar el tratamiento con diversos genotipos y en varias épocas de siembra para tener una evaluación de la estabilidad del resultado y del efecto del preacondicionamiento, por la vía humedecimiento-secado, en diferentes cultivares.

Igualmente, y como se anotó, se recomienda reevaluar el trabajo de campo en lo concerniente a profundidad de siembra, ya que la misma fue excesiva en la presente investigación, lo cual pudo haber enmascarado el efecto benéfico en cuanto a la reducción en el período siembra-emergencia.

CONCLUSIONES

Con base en los resultados obtenidos en el laboratorio, el tratamiento de preacondicionamiento, conocido como humedecimiento-secado, con imbibición de la semilla hasta el 75% de su peso con agua destilada y secado posterior, hasta recobrar el peso inicial, aceleró la germinación sin efecto importante en la germinación total.

En el laboratorio, la metodología anterior realizada con diferentes concentraciones del fungicida sistémico benomyl, no tuvo efecto sobre la velocidad de germinación y la germinación total de las semillas, en comparación con la imbibición con agua destilada, disminuyendo, los tratamientos con fungicida, la incidencia de plantas enfermas.

A nivel del campo, el preacondicionamiento de las semillas de los dos cultivares de arveja, incluidos en el ensayo, no causó efecto en la velocidad de emergencia y la emergencia total, produciendo los tratamientos de imbibición con fungicida una mayor población de plántulas, significativamente superior a la obtenida con semilla no preacondicionada y con la proveniente de invigorización con agua destilada.

La falta de respuestas diferenciales, en el campo, en relación a la velocidad de

emergencia, entre semillas provenientes de tratamientos de preacondicionamiento y las no preacondicionadas, se atribuyó a una profundidad de siembra excesiva que pudo enmascarar el efecto acelerador en la germinación y la emergencia posterior. Bajo el conjunto de condiciones en que se realizó la presente investigación, se obtuvo una respuesta diferencial en cuanto al rendimiento obtenido con las dos variedades como producto de los tratamientos de invigorización estudiados. Así, en el cultivar 'Small Sieve All Sweet', no hubo diferencias en productividad y con la variedad 'Bogotana' se obtuvieron diferencias, al respecto, entre las plantas provenientes de semillas invigorizadas y las de aquellas no preacondicionadas.

La variedad 'Small Sieve All Sweet', exhibió bajo rendimiento en todos los tratamientos evaluados, atribuyéndose lo mismo a falta de adaptación a las condiciones ambientales imperantes en el transcurso del trabajo experimental.

Con el cultivar 'Bogotana', los mejores resultados, en cuanto a rendimiento, se obtuvieron con las parcelas derivadas del preacondicionamiento con soluciones del fungicida benomyl al 0.05% hasta el 75% del peso de la semilla.

BIBLIOGRAFIA

- ABDEL SAMAD, I.M. and PEARCE, R.S. Leaching of ions, organic molecules, and enzymes from seeds of peanut (*Arachis hypogea* L.) imbibing without testas or with intact testas. *En: Journal of Experimental Botany*. Vol. 23 (1978); p.1471-1478.
- BENNET, M.A.; FRITZ, V.A. and CALLAN, N.W. Impact of seed treatments on crop stand establishment. *En: Hort Technology* Vol. 2 (1992); p.345-349.
- BERRIE, A.M.M. and DRENNAN, D.S.H. The effect of hydration-dehydration on seed germination. *En: New Phytologist*. Vol. 70 (1971): p.135-142.
- BEWLEY, J.D. and BLACK, M. Physiology and biochemistry of seed in relation to germination. New York: Plenum. 2v. 1983.
- BEWLEY, J.D. and BLACK, M. Seeds: physiology of development and germination. New York : Plenum, 1985. 367p.

- BODSWORTH, S. and BEWLEY, J.D. Osmotic priming of seed of crop species with polyethylene glycol as a means of enhancing early and synchronous germination at cool temperatures. *En: Canadian Journal of Botany*. Vol. 59 (1981); p.672-676.
- BRADFORD, K.J. Manipulation of seed water relations via osmotic priming to improve germination under stress conditions. *En: Hort Science*. Vol. 21 (1986); p.1105-1112.
- BRAMLAGE, W.J.; LEOPOLD, A.C. and PARRISH, D.J. Chilling stress to soybeans during imbibition. *En: Plant Physiology*. Vol. 61 (1978); p.525-529.
- BURÍTICA, P. El tratamiento de semilla. Buen comienzo para el control de enfermedades. *En: Semillas*. Vol. 8 (1983); p.27-28.
- CAMPOS, L.A.; *et al.* Estudo preliminar sobre a influência de substrato e profundidade de sementeira no desenvolvimento inicial de *Caesalpinia peltophoroides* Benth. P. 102-103. *En: CONGRESSO BRASILEIRO DE FLORICULTURA E PLANTAS ORNAMENTAIS*, (1:1980 :Brasil). Fundação Carguill, 1980.
- COPELAND, L.O. and MACDONALD, M.B. Principles of seed science and technology. 2ed. Minneapolis: Burgess, 1985. 321p.
- CURRAH, I.E. and SALTER, P.J. Some combined effects of size grading and hardening seed on the establishment, growth and yield of four varieties of carrot. *En: Annals of Botany*. Vol. 37 (1973); p.709-719.
- DESMIR, Y. and ELLIS, R.H. Changes in potential seed longevity and seedling growth during seed development and maturation in marrow. *En: Seed Science Research*. Vol. 3, (1993); p.247-257.
- ELLIS, R.H. and BUTCHER, P.D. The effects of priming and 'natural' differences in quality amongst onion seed lots on the response of the rate of germination to temperature and the identification of the characteristics under genotypic control. *En: Journal of Experimental Botany*. Vol. 39 (1988); p.935-950.

- ELLIS, R.H. and BUTCHER, P.D.; HONG, T.D. and JACKSON, M.T. Seed production environment, time of harvest, and the potential longevity of seeds of three cultivars of rice (*Oryza sativa*). *En: Annals of Botany*. Vol. 72 (1993); p.583-590.
- _____ ; _____. Desiccation tolerance and potential longevity of developing seeds of rice (*Oryza sativa*). *En: Annals of Botany*. Vol. 73 (1994); p.501-506.
- _____ and PIETA, C. Seed development and cereal seed longevity. *En: Seed Science Research*. Vol. 2 (1992), p.9-15.
- FLENTJE, N.T. and SAKSENA, H.K. Preemergence rotting of peas in South Australia. III. Host-pathogen interaction. *En: Australian Journal of Biological Science*. Vol. 17 (1964); p.665-675.
- GARCIA-HUIDROBO, J.; MONTEITH, J.L. and SQUIRE, G.R. Time, temperature and germination of pearl millet (*Pennisetum tyhoides* S. & H.) II. Alternating temperature. *En: Journal of Experimental Botany*. Vol. 33 (1982); p.297-302.
- GOMEZ V., Gonzalo y MAYA, Luis. Evaluación del Benomyl 50 en el control de «Damping - off» y pudrición radicular en plántulas de frijol (*Phaseolus vulgaris*). Medellín, 1978. p.5-6; 43-44. Tesis (Ingeniero Agrónomo). Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias Agrícolas.
- HAFEEZ, A.T.A. and HUDSON, J.P. Effect of hardening radish seeds. *En: Nature*. Vol. 216 (1967); 688p.
- HARRINGTON, J.F. Seed storage and longevity *En: Kozlowski, T.T., de. Seed biology*. New York and London: Academic Press, 1972. V.3, p.501-521.
- HEGARTY, T.W. The possibility of increasing field establishment by seed hardening. *En: Horticultural Research*. Vol. 10 (1970); p.59-64.
- HENCKEL, P.A. Physiology of plants under drought. *En: Annual Review of Plant Physiology*. Vol. 15 (1964); p.363-386.

- HENCKEL, P.A. Über die determination neuer physiologischer eigenschften bei keimenden samen. *En: Borris, H., ed. Physiologie, Ökologie und Biochimie der Keimung*. Griefswald: Ernst Moritz - Arndt Universität, 1967. v.1. p.79-85
- _____. Role of protein synthesis in drought resistance. *En: Annals of Botany*. Vol. 48 (1970); p.1235-1241.
- _____. Methodical instructions concerning presowing tempering of plants against drought. Russia : Ministry of Agriculture, 1972. 20p.
- _____ and IVANITSKAYA, E.F. Some peculiarities of plants hardened before sowing to withstand carbohydrate salinity. *En: Agrokhimiya*. Vol. 12 (1967); p.62-73.
- _____ ; SATOROVA, N.A. and TVORUS, E.K. Protein Synthesis in bean seedlings after presowing hardening against drought. *En: Sielskoe Joziastvo Biologuia*. Vol. 3 (1968); p.847-852.
- HEYDECKER, W. and COOLBEAR, P. Seed treatments for improved performance-survey and attempted prognosis. *En: Seed Science and Technology*. Vol. 5 (1977); p.353-425.
- INTERNATIONAL SEED TESTING ASSOCIATION. International rules for seed testing rules. Zurich: The Association, 1993. 286p.
- JHOOTY, J.S. and BEHAR, D.S. Evaluation of different benomyl treatments for control of Rizoctonia damping - off. *En: Plant Disease Reporter*. Vol. 54 (1970); p.1049-1052.
- KAMESUARA, N. *et al.* Longevity of pearl millet (*Pennisetum glaucum*) seeds harvested at different stages of maturity. *En: Annals of Applied Biology*. Vol. 119 (1991); p. 501-506.
- LARSON L.A. The effect soaking pea seeds with or without seed coats has on seedling growth. *En: Plant Physiol*. Vol. 43 (1968); p. 255-269.

- MART'YANOVA, K.L.; GABANOVA, Z.P. and ZURIKIN, V.K. Presowing hardening of tomatoes to drought under production conditions. *En: Fiziologuiia Rastieñyi*. Vol. 8 (1961); p.638-640.
- MATTHEWS, S. and BRADNOCK, W.T. Relationship between seed exudation and field emergence in peas and French beans. *En: Horticultural Research*. Vol. 8 (1968); p.89-93.
- MAUDE, R.B. A review of vegetable fungicides. *En: Grower*. Technical Supplement. (1976).
- _____ and KYLE, A.M. Seed treatments with benomyl and other fungicides for the control of *Ascochyta pisi* on peas. *En: The Annals of Applied Biology*. Vol. 66 (1970); p.37-41.
- MAY, L.H.; MILTHORPE, E.J. and MILTHORPE, F.L. Presowing hardening of plants to drought. *En: Field Crop Abstract*. Vol. 15 (1962); p.94-98.
- MEDINA, P.V.L. e COUTO, F.A.A. Efeito da profundidade de plantio, do tipo de leito e do método de semeadura sobre a germinação do quiabeiro (*Hibiscus esculentus*). *En: Revista de Olericultura*. Vol. 11 (1971); p.68
- MILTHORPE, F. Changes in the drought resistance of wheat seedlings during germination. *En: Annals of Botany*. Vol. 14 (1950); p.79-89.
- MOROHASHI Y. and SHIMOKORIYUMA, Y.M. Physiological studies on germination of *Phaseolus mungo* seed. Part 1. Development of respiration in the contents of constituents in the early stages of germination. *En: Journal of Experimental Botany*. Vol. 23 (1972); p.45-53.
- OREN, L.J. and BASS, L.N. Principles and practices of seed storage. *En: USDA Agriculture Handbook*. No. 506 (1978); 289p.
- PARRISH, D.J. and LEOPOLD, A.C. Transient changes during soybean imbibition. *En: Plant Physiology*. Vol. 59 (1977); p.1111-1115.

Preacondicionamiento de la semilla de arveja (*Pisum sativum* L.)

- PIETA, C. and ELLIS, R.H. The development of seed quality in spring barley in four environments. I. Germination and longevity. *En: Seed Science Research*. Vol. 1, (1991), p.163-177.
- POWELL, A.A. and MATHEWS, S. The damaging effect of water on dry pea embryos during imbibition. *En: Journal of Experimental Botany*. Vol. 29 (1978); p.1215-1229.
- SCHROTH, M.N.; TOUSSOUN, T.A. and SNYDER, W.C. Effect of certain constituents of bean exudate on germination of chlamydospores of *Fusarium solani* f. phaseoli in soil. *En: Phytopathology*. Vol. 53 (1963); p.809-812.
- SHORT, G.E. and LACY, M.L. Germination of *Fusarium solani* f. sp. pisi chlamydospores in the spermosphere of pea. *En: Phytopathology*. Vol. 64 (1974); p.558-562.
- _____. Carbohydrate exudation from pea seeds: effect of cultivar, seed age, seed color, and temperature. *En: Phytopathology*. Vol.66 (1976); p.182-187.
- SIMON, E.W. and RAJA HARUN, R.M. Leakage during seed imbibition. *En: Journal of Experimental Botany*. Vol. 23 (1972); p.1076-1085.
- _____. and WIEBE, H.H. Leakage during imbibition, resistance to damage at low temperature and the water content of peas. *En: New Phytologist*. Vol. 74 (1974); p.407-411
- _____. and MATHAVANS, M. The times course of leakage from imbibing seed of different species. *En: Seed Science and Technology*. Vol. 14, No.1 (1986); p.9-12.
- SIVRITEPE, H.O. and DOURADO, A.M. The effect of priming treatments on the viability and accumulation of chromosomal damage en aged pea seeds. *En: Annals of Botany*. Vol. 5 (1995); p.165-171.
- TAYLOR, A.G. and HARMAN, G.E. Concepts and technologies of selected seed treatments. *En: Annual Review of Phytopathology*. Vol. 28 (1990); p.321-339.

- TAYLOR, A.G. *et al.* Influence of seed hydration on seedling performance. *En: HortTechnology*. Vol. 2 (1992); p.336-344.
- THOMAS, T.H. Growth regulatory effect of three benzimidazole fungicides on the germination of celery (*Apium graveolens*) seeds. *En: Annals of Applied Biology*. Vol. 74 (1973); p.233-238.
- TILLMANN, M.A.A. *et al.* Efeito da profundidade de sementeira na emergência de plântulas de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *En: Science Agriculture*. Vol. 51 (1994); p.260-263.
- VALDES, V.M.; BRADFORD, K.J. and MAYBERRY, K.S. Alleviation of thermodormancy in coated lettuce seeds by seed priming. *En: HortScience*. Vol. 20 (1985); p.1112-1114.
- VERTUCCI, C.W. and LEOPOLD, A.C. Dynamics of imbibition by soybeans embryos. *En: Plant Physiology*. Vol. 72 (1983); p.190-193.