

INFLUENCIA Y PREHUMEDECIMIENTO DE SEMILLA Y SUS RELACIONES CON GERMINACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE PLÁNTULAS EN TRIGO *

Sathyanarayanaiah Kuruvadi¹

Ernesto Raúl Cárdenas Valdés²

Leticia Bustamante García³

RESUMEN

En este estudio se evaluó la respuesta de la semilla de dos variedades de trigo harinero (Anáhuac y Pavón), y dos líneas de trigo duro (Chen "S" y Carcamoun "S"), tratada con agua y cloruro de calcio al 0.25%, con el objetivo de estudiar el humedecimiento de la misma y su efecto sobre el porcentaje de germinación y características de plántula.

El análisis de varianza indicó diferencias significativas para: peso seco de raíz y vástago, longitud total de raíz, número de raíces, altura de planta, longitud de coleóptilo y porcentaje de germinación en los tratamientos de humedecimiento y entre variedades, revelando una amplia gama de variabilidad en todas las características a nivel de plántula. El tratamiento de CaCl_2 manifestó valores altos para: peso seco de raíz, longitud de raíz, número de raíces, longitud de coleóptilo y altura de planta, en comparación al humedecimiento con agua y el testigo. Para el porcentaje de germinación y peso seco de vástago, el tratamiento con agua manifestó valores más altos que el humedecimiento con CaCl_2 . Los tratamientos de humedecimiento influyen favorable y positivamente sobre características de plántula.

Palabras Clave

Trigo, pretratamiento, características, plántulas.

* Tesis de Maestría

1 y 3. Ph. D. y M.Sc. Maestros Investigadores, Depto. de Fitomejoramiento, Div. de Agronomía, UAAAN.

2. Tesista de Maestría

SUMMARY

In this study the seeds of two varieties of bread wheat (Anáhuac and Pavón) and two lines of durum wheat (Chen "S" and Carcamoun "S") were treated with water and calcium chloride 0.25 % and a check without any treatment were evaluated with an objective of studying the effect of seed soaking on the percent of germination and on the seedling characters.

The analysis of variance indicated significant differences for root dry weight, biomass, total root length, number of roots, seedling height, coleoptile length and germination percentage between soaking treatments and varieties revealing considerable variability in all the characters studied at seedling level itself. The genotypes treated with calcium chloride manifested higher values for root dry weight, root length, number of roots, coleoptile length and seedling height when compared to the treatment only with water and the check. The treatment of soaking seed with water recorded higher values for germination percentage, dry weight of biomass when compared to the treatment of calcium chloride. The pre-sowing treatments of wheat seed have influenced favourably for increasing the values of seedling characters.

INTRODUCCIÓN

Los cultivos bajo temporal crecen con diferencias hídricas, y ciertas prácticas de manejo pueden inducir resistencia a sequía en las plantas. Un aumento en la resistencia a desecación en las plantas se puede obtener por una sucesión de humedecimiento y secado de la semilla alternadamente. Este proceso no afectaría la viabilidad del embrión. Genkel y Henckel (1961) desarrollaron un método de pretratamiento de semilla, que consiste en sumergirla en agua hasta aumentar su peso un 30 % más de su peso original, posteriormente, secarla a temperatura ambiental hasta casi obtener su peso original, repitiendo dos o tres veces el mismo procedimiento y sembrando bajo condición de temporal. Estos autores indican que el uso de este tratamiento en los cultivos de trigo, mijo y arroz, incrementa la resistencia a sequía, por el aumento en la viscosidad y la elasticidad del citoplasma y eleva el rendimiento en un 15 % en comparación del testigo.

Kuruvadi (1988a) señala que las ventajas de humedecimiento de semilla, son: la semilla acondicionada germina en 30 ó 40 horas y emerge dos o tres días más rápido que la no tratada. El tratamiento induce la división y elongación celular del embrión, endospermo y un crecimiento más vigoroso. Se puede cosechar de 10 a 15 días antes que el testigo. Las células retienen mayor cantidad de humedad. Se incrementa la viscosidad, la elasticidad del protoplasma, la actividad enzimática y la cantidad de agua fisiológica. Se induce un mejor sistema radicular, se incrementa el rendimiento y se reduce la tasa de transpiración y consumo de agua. El tratamiento es económico, sencillo y no requiere de mucha infraestructura.

Parija y Pillary (1945) indican que el humedecimiento con agua en semilla de arroz incrementa la sobrevivencia después de un período de marchitamiento, ya que reduce la tasa de transpiración, disminuyendo la pérdida de agua. Sin embargo, no se encontró incremento en rendimiento y tamaño de estomas.

Jarvis y Jarvis (1964) establecen que el pretratamiento a la semilla de arroz en agua no aumenta la resistencia fisiológica a la sequía; sin embargo, da buenos resultados en la velocidad de germinación y emergencia, lo que ocasiona un mejor establecimiento y uniformidad de las plantas después de la siembra.

Gafarov (1971) establece que al sumergir en agua la semilla de dos variedades de tomate, por períodos de 12, 24 y 36 hr, seguidas de un secado a temperatura ambiental, encuentran una rápida germinación y mayor vigor, aumento en la materia seca de los frutos, menor transpiración y alta concentración de savia en la célula.

Barthakur *et al.* (1973) estudiaron el efecto del humedecimiento de la semilla de arroz, tratada con soluciones de sales nutritivas tales como: sulfato de amonio, nitrato de potasio y molibdato de sodio, dos testigos (humedecimiento en agua y semilla sin humedecer), y encontraron que los tratamientos con sales nutritivas incrementan el rendimiento en arroz, de 40 a 76 kg/ha más que los controles. Ellos indican que es mejor utilizar el tratamiento con sales nutritivas, puesto que incrementa el rendimiento de un 20-30 % más que el tratamiento con agua.

Harvinder *et al.* (1974) estudiaron el efecto del humedecimiento de la semilla de trigo con fitohormonas en concentraciones de 50, 100, 200 y 300 ppm de ácido giberélico (GA₃), ácido indolbutírico (IBA), 3-ácido indolacético (IAA) y L- α -ácido naftalen-acético (NAA) durante 24 h y como control, humedecimiento en agua destilada, riego con agua salina y diferentes niveles de boro, y encontraron que el humedecimiento con IAA y NAA incrementan significativamente la producción de tallos, peso seco de vástago y alto rendimiento, mientras que el IBA causa un aumento en la longitud del sistema radicular y el (GA₃) en la altura de la planta. Dichos autores concluyen que el uso de hormonas en concentraciones de 200 ppm producen un efecto significativo en relación al crecimiento y rendimiento del trigo; las hormonas provocan actividad más favorable a la planta con altos niveles de boro que con agua salina. Es mejor usar el humedecimiento de la semilla de trigo con fitohormonas que con agua destilada, puesto que aumentan las reacciones fisiológicas y bioquímicas de la planta.

Daulay y Singh (1981) trabajaron con los cultivos de girasol y cártamo, utilizando como tratamientos: humedecimiento de la semilla en agua por 24 hr, diferentes profundidades de siembra (3, 5, 7 y 9 cm) y como testigo semillas sin humedecer, observaron, en girasol, un alto valor de coeficiente de emergencia en todas las profundidades de siembra, y un 16 % más de rendimiento. En lo referente al cártamo, indican que tanto el humedecimiento de la semilla como las profundidades de siembra, no influyen significativamente en el rendimiento y sus componentes.

Kuruvadi y Cárdenas (1990) reportaron que el humedecimiento de la semilla de trigo con agua y cloruro de calcio registró un ligero aumento en los valores de peso seco de raíz y vástago, altura de planta y longitud de espiga, en comparación con el testigo. El tratamiento con cloruro de calcio manifestó valores altos en peso de raíz y vástago, y longitud de espiga, en comparación del tratamiento con agua, mientras que, para peso seco de vástago y altura de planta, el tratamiento con agua fue mejor.

En esta investigación se evaluaron cuatro variedades de trigo y dos tratamientos de presiembra, con el objetivo de estudiar el efecto de los tratamientos a la semilla sobre el porcentaje de germinación y características de plántulas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Como recurso genético se utilizaron cuatro genotipos, proporcionados por el Programa de Cereales de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, dos variedades de trigo harinero (Anáhuac y Pavón) y dos líneas de trigo macarroneo (Chen "S" y Carcamoun "S"). Los tratamientos de humedecimiento usados se basaron en los trabajos de Salim y Todd (1968), con algunas modificaciones. Los tratamientos utilizados fueron los siguientes: la semilla necesaria para la siembra de cada variedad fue pesada por separado, para obtener su peso original; posteriormente fue sumergida en agua (previamente hervida y enfriada) durante un período de 8 hr, para luego secarla a temperatura ambiental de laboratorio (20 a 25°C) hasta obtener su peso original. Posteriormente, se repitió una vez más el mismo procedimiento, de tal manera que la semilla quedó acondicionada (T₁). Se preparó una solución de cloruro de calcio (CaCl₂) al 0.25% en agua, después se humedeció semilla de cada variedad durante 8 hr, secándola a temperatura de 20 a 25°C hasta obtener su peso original; se repitió una vez más el mismo procedimiento para obtener semilla pretratada (T₂). Se utilizó semilla de cuatro variedades sin humedecer como testigo (T₃).

Para evaluar la germinación, después del tratamiento se utilizaron toallas secantes y, de acuerdo a la metodología de ISTA (1985), se pusieron cuatro repeticiones de 100 semillas sobre las toallas humedecidas a saturación, y se agregó fungicida para evitar el desarrollo de hongos en las plántulas. Posteriormente se cubrieron con toallas, se enrollaron y se les aplicó temperatura de 25°C $\pm$ 2 y humedad necesaria durante siete días; a los cinco días después de iniciado el experimento, se evaluó la germinación, considerando las plántulas normales que fueron las que manifestaron buen desarrollo de sus estructuras esenciales y constituyeron el porcentaje de germinación. Así mismo, se anotaron las plántulas anormales que mostraron diferentes defectos en sus características y no desarrollo de éstas; además, las semillas muertas que no germinaron por pérdida de viabilidad. Se utilizó un diseño completamente al azar con arreglo de parcelas divididas con cuatro repeticiones. La parcela grande fueron los tratamientos de humedecimiento y la parcela chica los genotipos.

Una vez determinado el porcentaje de germinación, se tomaron cinco plántulas normales, tomadas al azar en cada toalla, para dejarlas crecer hasta el séptimo día, y a las que se evaluaron las siguientes características: altura de coleóptilo, altura de plántula, número de raíces, longitud total de raíces, peso seco de masa de raíces y vástago. Los promedios de las características fueron utilizados para calcular análisis de varianza, heredabilidad en sentido amplio y correlaciones.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de varianza para diferentes características a nivel plántula en trigo, y diferentes tratamientos de humedecimiento a la semilla, son presentados en el Cuadro 1. El análisis de varianza indicó diferencias significativas para: peso seco de raíz y vástago, longitud total de raíz, número de raíces, altura de planta, longitud de coleóptilo y porcentaje de germinación en los tratamientos de humedecimientos y variedades, manifestando una amplia gama de variabilidad en todas las características a nivel de plántula, siendo factible la selección de estas características. Varios investigadores (Salim y Todd, 1968; Mikkelsen y Sinha, 1961; y Lyles y Fanning, 1964) estudiaron el efecto del humedecimiento de la semilla con agua y diversas sustancias químicas en los cultivos de trigo, cebada, arroz y sorgo de grano, y encontraron diferencias significativas para las características de plántula, velocidad de germinación y emergencia.

En este experimento no se detectaron diferencias significativas para número de raíces y peso seco de raíz en los diferentes tratamientos de humedecimiento. En la interacción entre variedades y humedecimientos se encontraron diferencias significativas sólo para longitud de coleóptilo y altura de planta. El coeficiente de variación osciló entre 6.93 y 20.42 % para todas las características de plántulas evaluadas, excepto en el porcentaje de germinación (27.88 %) deduciéndose que la conducción del experimento y los resultados obtenidos son confiables.

Kuruvadi (1988b) menciona que las características de plántula son de gran importancia puesto que los genotipos con características de plántula sobresalientes producen rápido crecimiento, excelente emergencia, establecimiento uniforme y una óptima población bajo condiciones de temporal, indicando que dichas características están correlacionadas positivamente con el establecimiento del cultivo en el campo. Los promedios para diferentes características agronómicas en plántulas de trigo y diferentes humedecimientos, muestran diferencias considerables (Cuadro 2.). El tratamiento de CaCl_2 manifestó valores altos para peso seco de raíz, longitud de raíz, número de raíces, longitud de coleóptilo y altura de planta, en comparación del humedecimiento con agua y el testigo. Para el porcentaje de germinación y peso seco de vástago el tratamiento con agua manifestó valores más altos que el humedecimiento con CaCl_2 .

Cuadro 1. Análisis de varianza para diferentes características de plántula en trigo con diferentes métodos de humedecimiento.

Fuente de variación	Grados de libertad	F calculada					Longitud coleóptilo	Número raíces	Longitud total de raíz	Peso seco de raíz	Peso seco de vástago	Altura de plántula	Porcentaje germinación
Parcelas	15	53.700	67.360	12.465	32.559	1.659	2.668	2.420					
Variedades (A)	3	264.464**	332.640**	48.328**	158.403**	4.297*	9.344**	8.103**					
Error (A)	12	0.00002	0.00001	22.113	0.084	0.112	0.681	12.671					
Humedecimiento (B)	2	1.953NS	9.206**	9.193**	0.662NS	3.198*	16.152**	51.309**					
Int. A x B	6	1.337NS	1.939	1.143NS	1.876NS	4.307**	2.551*	0.892					
Error (B)	24	0.00003	0.00002	33.309	0.114	0.130	0.560	6.632					
Total	47	0.0004	0.003	122.873	45.426	0.126	1.344	28.414					
C.V.		20.42	13.96	15.17	6.93	9.15	7.50	27.88					

* Significativo al 5% ** Significativo al 1% NS No Significativo CV Coeficiente de Variación

Cuadro 2. Promedios para diferentes características de plántulas en trigo harinero y duro en diferentes tratamientos de humedecimiento de semilla.

Tratamiento	Peso seco de raíz (g)	Peso seco de vástago (g)	Longitud total de raíz (cm)	Número raíces	Longitud coleóptilo (cm)	Altura de plántula (cm)	Germinación
Humedecimiento (agua)	0.030	0.038	38.65	4.84	4.04	10.23	89.19
Humedecimiento (CaCl ₂)	0.031	0.036	42.08	4.96	4.06	10.57	80.13
Testigo	0.027	0.031	33.39	4.85	3.77	9.13	86.50
Promedio	0.029	0.035	38.04	4.88	3.96	9.98	85.27
D.M.S. (5%)	0.004	0.004	4.21	0.34	0.26	0.55	1.88

Generalmente, en la mayoría de las características estudiadas, el testigo expresó valores menores que los tratamientos de humedecimiento, estableciendo que existe un efecto positivo y favorable de los pretratamientos sobre las características de plántula. Similares resultados fueron obtenidos por Salim y Todd (1968) quienes reportaron que el humedecimiento con CaCl_2 al 0.25 % en semillas de trigo y cebada, incrementa la longitud de raíz y vástago en mayor proporción que el humedecimiento con agua, pero reduce drásticamente el porcentaje de germinación en trigo.

Para peso seco de vástago el humedecimiento con agua produjo 0.038 g; humedecimiento con CaCl_2 , 0.036 g, y el testigo 0.031 g. En las características de longitud total de raíz y altura de plántula, los tratamientos de humedecimiento con CaCl_2 y el testigo presentaron valores de 42.08 y 33.39; 10.57 y 9.13 cm, respectivamente.

El porcentaje de germinación en respuesta al tratamiento con agua produjo la máxima germinación (89.19%), siguiéndole el testigo (86.5%) y el tratamiento de CaCl_2 (80.13%) formando grupos estadísticamente independientes. El tratamiento de CaCl_2 probablemente redujo el porcentaje de germinación debido al efecto tóxico de la sal sobre la semilla; sin embargo, en siete de las ocho características estudiadas presentó valores más altos que el tratamiento con agua y el testigo. De acuerdo con la literatura, semejantes trabajos han sido reportados usando tratamientos de sales, por McCollum y Linn (1955) que establecen que el prolongado tratamiento con hipoclorito de sodio (NaOCl) reduce el porcentaje de germinación en semilla de pimienta. Henckel (1964) indica que el humedecimiento con CaCl_2 en solución de 0.025 M, incrementa la viscosidad citoplásmica, el crecimiento de la raíz, y la resistencia de la deshidratación en tomate, mijo y trigo. El tratamiento de CaCl_2 mostró un efecto positivo sobre las características de plántula, determinándose que acelera el crecimiento y velocidad de emergencia.

Los promedios de diferentes características en las variedades estudiadas (Cuadro 3) indican que la línea de trigo macarronero Carcamoun "S" produjo valores altos para peso seco de raíz y altura de planta, mientras que la línea Chen "S" en peso seco de vástago, longitud total de raíz, número de raíces y longitud de coleóptilo. Las líneas de trigo macarronero respondieron mejor que las variedades de trigo harinero, indicando que cada variedad puede mostrar respuesta diferente en la expresión de las características de plántula a los pretratamientos.

La variedad Anáhuac expresó el mayor porcentaje de germinación (88.25) siguiéndole la línea Chen "S" con 87.16 %, considerándose iguales estadísticamente. La variedad Pavón y la línea Carcamoun "S" produjeron valores ligeramente bajos de 84.08 y 81.83% de germinación, respectivamente, Maití *et al.* (1986) estudiaron el humedecimiento en semilla de sorgo e indican que los híbridos interactúan en menor proporción con el humedecimiento que las líneas, estableciendo que existe variabilidad en las líneas de sorgo, posterior al humedecimiento para vigor de la plántula y profundidades de siembra.

Cuadro 3. Promedios para diferentes características de plántulas en variedades de trigo harinero y duro en tres tratamientos de humedecimiento.

Variedades	Peso seco de raíz (g)	Peso seco de vástago (g)	Longitud total de raíz (cm)	Número raíces	Longitud coleóptilo (cm)	Altura de plántula (cm)	Germinación (%)
Anáhuac	0.009	0.301	29.27	3.93	3.79	9.49	88.25
Pavón	0.012	0.373	28.98	4.02	3.78	9.30	84.08
Chen "S"	0.047	0.487	48.49	5.93	4.18	10.23	87.16
Carcamoun "S"	0.049	0.462	45.41	5.65	4.06	10.89	81.83
Promedio	0.029	0.406	38.03	4.38	3.95	9.98	85.33
D.M.S. (5%)	0.004	0.043	4.18	0.26	0.29	0.73	3.17

La heredabilidad en el sentido amplio manifestó valores altos para: peso seco de raíz (97.87%), número de raíces (95.67%), peso seco de vástago (89.47%), peso fresco de raíz (88.88%), longitud de raíz (88.4%), porcentaje de germinación (69.85%) y altura de plántula (60.3%), y podrían ser efectivos en un programa de selección. Referente a longitud de coleóptilo, presentó bajo porcentaje de heredabilidad (32.86%).

Existe una correlación positiva y significativa entre peso seco de raíz con longitud total de raíz, número de raíces y longitud de coleóptilos. Kuruvadi (1988b) encontró asociaciones a nivel de plántula en trigo macarronero entre número de raíces y altura de plántula.

CONCLUSIONES

1. Existe una variabilidad considerable para el peso seco de masa de raíz, peso seco de vástago, longitud total de raíces, longitud de coleóptilo, altura de plántula y el porcentaje de germinación entre las variedades de trigo estudiado.
2. Se encontraron diferencias significativas para peso seco de vástago, longitud total de raíz, longitud de coleóptilo, altura de plántula y el porcentaje de germinación entre los tratamientos de humedecimiento.
3. El humedecimiento de semilla con agua o con cloruro de calcio pueden aumentar los valores de características de plántulas.
4. La heredabilidad en el sentido amplio manifestó valores altos para diferentes características de plántula.
5. Se obtuvo una correlación positiva y significativa entre peso seco de raíz con longitud de raíz, número de raíces y longitud de coleóptilo.

LITERATURA CITADA

- Barthakur, B.C., M. Borgohain and M. Kolita. 1973. Note on the influence of pre-sowing treatment of seeds in solutions of nutrient salts on the yield of rice. Indian J. Agric. Sci. 43(3):326-327.
- Daulay, H.S. and R.P. Singh. 1981. Effect of seed treatments and seeding depths on crop stand establishment and yield of sunflower and safflower. Ann. Arid Zone. 200(1):35-40.
- Gafarov, B.K. 1971. The effect of seed hardening on some physiological indices and yield of tomatoes. Hort. Abstr. 43:60- 62.

- Genkel, P.A. and Henckel, P.A. 1961. Drought resistance in plants: Methods of recognition and intensification. *Arid zone Research*. 16:167-174.
- Harvinder, S., B.L. Darra and N. Jain. 1974. Role of some phytohormones as a presoaking seed treatment on growth and yield attributes of wheat irrigated with saline-alkali water in conjunction with different levels of boron. *Ann. of Arid Zone*. 13(2):84-83.
- Henckel, P.A. 1964. Physiology of plants under drought. *Ann. Rev. Plant Physiology*. 15:363-383.
- International Seed Testing Association (ISTA). 1985. Rules for seed testing. *Seed Sci. and Tech.* 13(12):299-520.
- Jarvis, P.C. and M.S. Jarvis. 1964. Preserving hardening of plants to drought. *Phytom.* 21:113-117.
- Kuruvadi, S. 1988a. Características de plántula que contribuyen a la mejor adaptación de los cultivos a regiones semidesérticas. *Folleto de Divulgación* 2(4):1-17.
- _____. 1988b. Variability for embrionic roots and coleoptiles in macarroni wheat. *Rachis* 6(2):
- Kuruvadi, S. y E.R.V. Cárdenas. 1990. Pretratamiento de la semilla y su efecto sobre sistema radicular y vástago en trigo. *Xilonem*. 1(1):62-76.
- Lyles, L. and C.D. Fanning. 1964. Effects of presoaking, moisture tension and soil salinity on the emergence of grain sorghum. *Agron. J.* 56:518-520.
- Maití, R.K., H. González, R., C. Alaniz y M. Rivera. 1986. Establecimiento del cultivo de *Sorghum bicolor* L., Turrialba. *Costa Rica*. 36(2):205-214.
- McCollum, J.P. and M.B. Linn. 1955. Bleaching and disinfecting discolored pepper seed with sodium hypochlorite. *Proc. Am. Soc. Hort. Sci.* 66:345-349.
- Mikkelsen, D.S. and M.M. Sinha. 1961. Germination inhibition in *Oryza sativa* and control by preplanting soaking treatments. *Crop Sci.* 1: 332-335.
- Parija, P. and K.P. Pallary. 1945. Effect of pre-sowing treatment on the drought resistance in rice. *Proc. Natl. Acad. Sci.* 15:6- 14.
- Salim, M.H. and G.M. Todd. 1968. Seed soaking as a presowing drought hardening treatment in wheat and barley seedlings *Agron. J.* 60:179-182.