

RESPUESTA DEL FRIJOL COMÚN (*Phaseolus vulgaris* L.) SOBRE EL RENDIMIENTO Y SUS COMPONENTES, CON PRETRATAMIENTO DE SEMILLA BAJO CONDICIONES DE TEMPORAL*

Sathyanarayanaiah Kuruvadi¹
Rubén Piña Pérez²

RESUMEN

En esta investigación se evaluó la semilla tratada con agua y cloruro de calcio (CaCl_2) al 0.25%, en cuatro variedades de frijol (Pinto Nacional 1, Río Grande, Durango 222 y Navidad 1165) con el objetivo de estudiar el humedecimiento de la semilla y su efecto sobre rendimiento y sus componentes bajo temporal.

El análisis de varianza indicó diferencias significativas para vainas/planta, granos/vaina, peso de 100 semillas, biomasa y altura de planta entre las variedades. No se encontraron diferencias significativas para ninguna de las características estudiadas en los diversos tratamientos de humedecimiento. Las variedades Río Grande (963.7 kg/ha) y Durango 222 (929.8 kg/ha) fueron identificadas como superiores para rendimiento y sus componentes. El testigo produjo los mayores rendimientos; mientras que el tratamiento con cloruro de calcio manifestó un leve aumento para número de granos/vaina, peso de 100 semillas y número de entrenudos, y el tratamiento con agua expresó un ligero incremento en los valores para número de vainas/planta, número de granos/vaina, biomasa y altura de planta.

INTRODUCCIÓN

El frijol común (*Phaseolus vulgaris*, L.) es una leguminosa, cuyo grano es muy rico en proteína y ha jugado un papel muy importante en la dieta del mexicano. México es el centro de origen primario del frijol y cuenta con gran variabilidad para diferentes características agronómicas.

* Parte de la tesis de Maestría en Ciencias en la Especialidad de Fitomejoramiento, presentada por el segundo autor en la UAAAN.

1. Ph. D. Maestro-Investigador, Depto. de Fitomejoramiento Div. de Agronomía, UAAAN.

2. Tesista

En México, la superficie dedicada al cultivo de esta especie es de aproximadamente dos millones de hectáreas por año, de las cuales un 85% es desarrollada bajo condiciones de temporal y el resto bajo riego. Los rendimientos medios bajo condiciones de temporal son alrededor de 500 kg/ha. Los bajos rendimientos se atribuyeron principalmente a la escasa y errática distribución de la precipitación durante el ciclo de cultivo y a otros factores como plagas, enfermedades, deficiencias de micro y macro nutrientes, clorosis y poca utilización de agroquímicos (Kuruvadi y Cortinas, 1987).

Los rendimientos de frijol bajo temporal pueden aumentar mediante técnicas de mejoramiento genético al desarrollar variedades sobresalientes o a través de otros procedimientos tales como el uso de tratamiento de semilla, pre-siembra en agua o algunas sustancias químicas, o empleando un paquete de prácticas culturales apropiadas.

Algunos investigadores han estudiado el efecto de pretratamiento de la semilla antes de sembrarse en el campo, tal es el caso de Henkel (1961), en arroz; Salim y Todd (1968), en trigo; Nalawadi *et al.* (1973), en soya; Muminov (1963), en melón; Daulay y Singh (1981), en girasol. Estos autores indican que el pretratamiento a la semilla le crea endurecimiento y resistencia bajo condiciones de temporal e incrementa la viscosidad y elasticidad del protoplasma, mayor emergencia y establecimiento en el campo, mejor sistema radical, precocidad y aumento en el rendimiento. Sin embargo, otros investigadores como McCaslin *et al.* (1982) y Diputado y Del Rosario (1985), en algodón, encontraron que el pretratamiento no tiene efecto sobre el rendimiento y características agronómicas.

La escasez de literatura publicada en México y la ausencia de investigación en esta área, es motivo para realizar la evaluación de dos pretratamientos con cuatro variedades de frijol con los siguientes objetivos: estudiar el efecto del humedecimiento de la semilla sobre rendimiento y sus componentes en las diferentes variedades de frijol bajo temporal.

REVISIÓN DE LITERATURA

Henkel (1961) sugirió que la resistencia a sequía se puede inducir artificialmente en los cultivos por el pretratamiento de la semilla. Este tratamiento consiste en remojar la semilla en agua por un período de 24 horas o en soluciones de cloruro de calcio al 0.25% (May *et al.* 1962). La semilla acondicionada se utilizará para su siembra bajo sequía. Varios investigadores estudiaron el beneficio del humedecimiento de la semilla en los cultivos de arroz y maíz (Zubenko, 1959), cebada (Martyanova, 1961) y en tomate y trigo (May *et al.* 1962).

Las ventajas de humedecimiento de semilla que fueron reportadas en la literatura, son: la semilla acondicionada germina de 30 a 40 horas antes que una

semilla no acondicionada y emergen de 2 ó 3 días más rápido que la no tratada; el tratamiento induce la división y elongación celular del embrión, endospermo y un crecimiento más vigoroso (Waisel, 1962); se cosecha de 10 a 15 días antes que el testigo. Las células retienen mayor cantidad de humedad, se incrementa la viscosidad, elasticidad del protoplasma, actividad enzimática y la cantidad de agua fisiológica (Henkel, 1961; Pentinov, 1961). Se induce un mejor sistema radical (Kuruvadi y Cárdenas, 1990) y se incrementa el rendimiento (Henkel, 1961), se reduce la tasa de transpiración y el consumo de agua (Parija y Pillary, 1945). Diversas variedades de la misma especie responden diferente al tratamiento, éste es económico, sencillo y no se requiere de mucha infraestructura (Kuruvadi, 1988).

Mikkelsen y Singh (1961), al humedecer por 12 hr semilla de cebada de la variedad "Caloro" en agua clorada, con periódica aireación y después de lavarla y sembrarla, establecieron un incremento de índice de materia seca.

Salim y Todd (1968), al observar el efecto de humedecimiento en semilla de trigo de invierno y cebada, establecen que la solución de CaCl_2 al 0.25% es efectiva para producir resistencia a sequía en trigo en la variedad "Ponca" y en cebada; el humedecimiento en agua o CaCl_2 induce una mayor retención de agua en la variedad "Ward". Gerard (1971) menciona que el calcio induce la vigorosidad del sistema radicular y el crecimiento en condiciones adversas de suelo, temperatura y salinidad, ya que éste promueve el mejor establecimiento y altos rendimientos en los cultivos.

Heydecker y Coolbear (1977) al experimentar con pretratamientos de semillas con repetidos humedecimientos y secados, establecen que, en general, éstos han sido exitosos cuando las semillas fueron aeróbicamente imbibidas y durante ciclos cortos, como en cyclamen y en especie de orquídeas o donde el grado de efectividad ha sido tomado sin el problema de aireación. Diputado y Del Rosario (1985) indican que el pretratamiento de la semilla es benéfico para incrementar el porcentaje de germinación de la simiente, la cual subsecuentemente tendrá mejor establecimiento y vigorosidad del cultivo en el campo.

Maiti *et al.* (1986), con cuatro genotipos de sorgo, establecen que el humedecimiento de semilla con agua por ocho horas y secado por siete días a 35°C y posteriormente sembrada, da su punto máximo de emergencia y el mínimo de 16 y 20 hr, indicando que la respuesta fue significativa entre tratamientos y genotipos para el porcentaje de emergencia, biomasa y número de hojas por planta.

Alvin y Keller (1972) dieron tratamiento de presiembra con humedecimiento a semilla de zacates (*Agropyron*, *Bromus tectorum* L. y *Elymus junceus* Fisch), y mencionan como el mejor tratamiento al humedecimiento con agua por 60 hr a 16°C para *Agropyron* y *E. junceus*; y 30 hr a 16°C para *B. tectorum*, ya que incrementan la emergencia de un 6 a un 32% en la semilla pretratada y observan, además, un aumento de 30 mm en la longitud del sistema radicular que los testigos.

Nalawadi *et al.* (1973) preacondicionando la semilla de soya con agua humedeciéndola por 24 hr, establecen diferencias significativas en el porcentaje de germinación en comparación de las no humedecidas; obteniendo los más altos porcentajes en las variedades "Hill" y "Hampton". El pretratamiento con agua fría a 0°C por tres horas mejora la germinación hasta en 80%, de ahí que existiera diferencia varietal para el pretratamiento.

Hakozaki (1973) indica que el humedecimiento con agua de la semilla de cyclamen, por una hora antes de ser sembrada, germina alrededor de los 19 días, unos cinco días antes que las no tratadas, el porcentaje de germinación en semillas tratadas fue 66%, mientras en las no tratadas sólo de 26%.

MATERIALES Y MÉTODOS

Esta investigación se llevó a cabo durante el año 1987 en el Campo Agrícola Experimental auxiliar de Francisco I. Madero, del Centro de Investigación Forestal y Agropecuario (CIFAP), Durango. Dicha localidad se caracteriza por ser una de las áreas bajo estricto temporal, con una gran importancia económica en México para la producción de frijol. Se utilizaron cuatro variedades de frijol (Pinto Nacional 1, Río Grande, Durango 222 y Navidad 1165); las tres primeras forman parte del programa de frijol del CIFAP, y la última es una línea avanzada del programa de mejoramiento de frijol de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Saltillo, Coahuila. Los genotipos son de hábito de crecimiento tipo III indeterminado con numerosas ramas postradas y poseen amplia variabilidad para componentes del rendimiento y características agronómicas. Las variedades Pinto Nacional y Río Grande son cultivadas comercialmente en los Estados de Zacatecas, Durango y Chihuahua, bajo condiciones de temporal.

Los tratamientos utilizados fueron basados en los trabajos de Salim y Todd (1968) con algunas modificaciones. En el primer tratamiento se preparó una solución de cloruro de calcio (CaCl_2) al 0.25% en agua, después se humedeció la semilla de cada genotipo durante ocho horas, secándola a temperaturas de laboratorio, 20 a 25°C, en seguida, repitiendo una vez más el mismo procedimiento, se obtuvo la semilla pretratada para la siembra. En el segundo tratamiento, la semilla de cada variedad, necesaria para la siembra, se sumergió durante un período de ocho horas, en agua común hervida y enfriada y posteriormente se secó a temperatura ambiental (20 a 25°C); el pretratamiento se repitió una vez más de tal manera que la semilla quedó acondicionada para sembrarse bajo condiciones de temporal. En el tercer tratamiento se utilizó semilla sin humedecer como testigo.

Se utilizó un diseño de bloques al azar con un arreglo de parcelas divididas con cuatro repeticiones. Los genotipos constituyeron las parcelas grandes y los tratamientos de humedecimiento las parcelas chicas.

El terreno se preparó previamente a la diseminación de la semilla de frijol, la cual se sembró a chorrillo siguiendo la apertura de los surcos, con sembradora adaptada para tractor. La distancia entre surcos fue de 75 cm y para lograr una distancia de 30 cm entre plantas dentro del surco, fue necesario realizar un aclareo de las mismas en el campo. La parcela explotada fue de cuatro surcos de 5 m de longitud por tratamiento. Se fertilizó con la fórmula 40-30-00 kg/ha NPK respectivamente al momento de la siembra. Se realizaron deshierbes mecánicos y manuales durante los primeros 40 días del desarrollo del cultivo. También se aplicó Sevin al 5% PH en dosis recomendadas para el control de conchuela. Desde la siembra hasta la cosecha del cultivo fue estrictamente bajo precipitaciones naturales. Se etiquetaron cinco plantas al azar por tratamiento para tomar las siguientes características: rendimiento de parcela útil, rendimiento por hectárea, peso de biomasa, número de vainas/planta, granos/vaina, peso de 100 semillas, número de entrenudos, y altura de planta. Los promedios de las diferentes características fueron utilizadas para realizar el análisis de varianza.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de varianza para diferentes características agronómicas en frijol, para las variedades y humedecimientos bajo temporal, se presentan en el Cuadro 1, en donde se aprecian diferencias significativas para vainas/planta, granos/vaina, peso de 100 semillas, peso seco total y altura de planta, mientras que para rendimiento y número de entrenudos no se encontraron diferencias significativas en las variedades. Además, no se descubrieron diferencias significativas para ninguna de las características estudiadas en los diferentes tratamientos de humedecimiento y su interacción entre genotipos, por los siguientes razonamientos: el número de genotipos y tratamientos evaluados fueron pocos, el tamaño reducido de la parcela útil y de la muestra, el efecto de la sequía fuerte sobre los componentes del rendimiento y características agronómicas. Maiti *et al.* (1986) indican significancia entre variedades y humedecimientos con agua por ocho horas y secado por siete días a 35°C, en cuatro genotipos de sorgo para biomasa.

El coeficiente de variación para las diferentes características en las variedades y humedecimientos varió entre 4.75 a 16.81 y 4.45 a 20.03% respectivamente para todas las características estudiadas, lo que indica una alta confiabilidad en la conducción del experimento y los resultados obtenidos. Sin embargo, sólo para peso seco total el coeficiente de variación fue un poco alto 28.91 y 28.72% en las variedades y humedecimientos respectivamente. El Centro Internacional de Agricultura Tropical en Colombia (CIAT, 1981) señala que el coeficiente de variación hasta 35% es aceptable para experimentos bajo temporal.

Cuadro 1. Análisis de varianza para diferentes características agronómicas en frijol para las variedades y humedecimientos bajo temporal.

Fuente de variación	G.L.	Rendimiento/ hectárea	Rendimiento de parcela útil	"F" Calculada			Número de semillas	Peso seco total	Número de entrenudos	Altura de planta
				Número de vainas/planta	Número de granos/vaina	Número de vainas/planta				
Bloques	3	4.48*	4.48*	1.20 NS	1.77 NS	2.82 NS	1.64 NS	2.36 NS	2.81 NS	
Variedades	3	3.38 NS	3.38 NS	4.76*	4.55*	419.04**	4.20*	3.48 NS	14.10**	
Error(A)	9	21963.55	8119.0	0.2169	0.2804	1.7899	18.6762	0.0315	105.9600	
Parcela grande	15	2.17 NS	2.17 NS	1.79 NS	1.86 NS	84.97**	1.76 NS	1.76 NS	3.98*	
Humedecimientos	2	0.86 NS	0.86 NS	1.08 NS	0.44 NS	0.40 NS	0.95 NS	1.61 NS	0.21 NS	
Interacción										
A x B	6	0.94 NS	0.94 NS	0.30 NS	0.82 NS	0.28 NS	0.16 NS	0.63 NS	1.50 NS	
Error (B)	24	31198.66	11533.00	0.1243	0.3264	1.5699	18.4256	0.0179	36.5182	
Total	47	36065.87	13332.1	0.1983	0.3744	49.4280	21.1023	0.0296	160.7470	
Coefficiente de variación (%)	A	16.81	16.81	15.02	11.76	4.75	28.91	6.04	15.89	
	B	20.03	20.03	11.38	12.69	4.45	28.72	4.55	9.33	

* Significativo al 5%

** Significativo al 1%

NS No Significativo

Los promedios de las diferentes características agronómicas en las variedades y humedecimientos en frijol bajo temporal se presentan en el Cuadro 2. Aunque en el análisis de varianza entre las variedades no se encontraron diferencias significativas, numéricamente se puede observar una variación en el rendimiento de 793.47 (Navidad 1165) a 963.66 kg/ha (Río Grande), con un promedio de 881.62 kg/ha. Esta misma tendencia se encontró para el rendimiento de parcela útil en las variedades y humedecimientos. Muminov (1973) menciona que se manifiesta un incremento en el rendimiento al humedecer la semilla de melón en agua por 24 a 36 hr y secada 22 a 27°C por 2 a 5 días. De igual forma Daulay y Singh (1981) detectaron, para rendimiento, una influencia del tratamiento de humedecimiento por 24 hr en girasol, pues resultó 16% mayor que el testigo.

El número de vainas/planta es un componente importante en la determinación del rendimiento total del genotipo. Prácticamente los fitomejoradores de frijol utilizan esta característica como criterio de selección visual de genotipos superiores en el campo (Lepiz, 1983). En este estudio el carácter varió de 7.94 a 11.73, con un promedio de 9.67 en las variedades. La variedad Pinto Nacional-1 produjo el máximo número de vainas/planta, y le siguieron Navidad 1165 (10.68), Río Grande (8.34) y Durango 222 (7.94). En esta característica, para los tratamientos se observaron diferencias muy ligeras, sin embargo, el tratamiento con agua produjo un poco más número de vainas/planta a comparación del testigo. Hidalgo (1978) establece que el llenado de vainas es afectado por el estrés de humedad. Kuruvadi (1988) indica que el número de vainas por planta es controlado genéticamente y además es fuertemente influenciado por el medio ambiente así como por la interacción genotipo con medio ambiente. Generalmente las líneas más rendidoras también producen mayor número de vainas por planta, por lo que esta característica se considera decisiva en la contribución al rendimiento total.

El carácter número de granos/vaina es un componente del rendimiento que contribuye directamente para el rendimiento total del genotipo. El número de semillas por vaina en la planta puede determinarse durante el tiempo de formación de la flor hasta la floración. Los valores para este carácter oscilaron entre 4.22 a 4.97, con un promedio de 4.50; la variedad Río Grande presenta el máximo valor, siguiéndole Pinto Nacional I, Navidad 1165 y Durango 222. El tratamiento de la semilla con cloruro de calcio y agua muestra un valor similar para tal carácter y 5.6% más número de granos a comparación del testigo. Eastin y Sullivan (1974) informaron que el número de semillas por planta fue más importante para el rendimiento total en los genotipos, en comparación del peso de 1000 semillas, en la mayoría de los ambientes probados.

Con respecto al peso de 100 semillas, también es considerado uno de los componentes del rendimiento y el peso de cada semilla puede determinarse en la planta desde la floración hasta maduración del grano. La variedad Durango

Cuadro 2. Concentración de medias para diferentes características agronómicas en las variedades y humedecimientos en frijol bajo temporal

Variedades/ humedecimientos	Rendimiento (kg/ha)	Rendimiento de parcela útil (kg)	Número de vainas/ planta	Número de granos/ vaina	Peso 100 semillas (g)	Peso seco total (g)	Número de entretijos	Altura de planta (cm)
Navidad 1165	793.47	482.43	10.68	4.38	26.44	15.41	8.70	56.10
Pinto Nacional 1	839.56	510.45	11.73	4.43	25.11	16.05	9.16	61.71
Durango 222	929.78	565.30	7.94	4.22	34.44	17.07	9.00	60.20
Río Grande	963.66	585.90	8.34	4.97	21.42	11.25	9.08	81.15
Promedio	881.62	536.02	9.67	4.50	28.15	14.94	8.98	64.79
DMS(5%)	136.86	83.21	1.47	0.49	1.24	3.99	0.48	9.51
Cloruro de calcio	845.08	513.81	9.40	4.56	28.19	14.23	8.99	64.69
Agua	873.87	531.31	10.21	4.56	27.94	16.15	8.97	65.54
Testigo	925.42	562.96	9.42	4.39	28.34	14.47	8.98	64.15
Promedio	881.62	536.02	9.67	4.50	28.15	14.95	8.98	64.79
DMS(5%)	128.89	78.37	0.83	0.42	0.91	3.13	0.26	4.41

222 sobresalió estadísticamente formando un único grupo, mientras que las variedades Navidad 1165 y Pinto Nacional 1 presentaron valores estadísticamente iguales y superiores al Río Grande. Las diferencias para esta característica entre tratamientos fue muy ligera no afectándose este componente del rendimiento. Rasmusson y Cannell (1970) mencionaron que la selección para el peso de 1000 semillas fue altamente efectivo en la identificación de variedades superiores para rendimiento.

El peso seco total de la planta es el producto del potencial biológico de la fotosíntesis a través de las diferentes etapas fenológicas del cultivo. La variedad Durango 222, Pinto Nacional 1, Navidad 1165 y Río Grande manifestaron 17.07, 16.05, 15.41 y 11.25 g de biomasa seca de la planta, respectivamente, y fueron estadísticamente diferentes. Numéricamente el tratamiento con agua produjo el máximo peso seco total, el cloruro de calcio y el testigo obtuvieron resultados semejantes.

La característica número de entrenudos influye sobre el rendimiento, ya que genotipos con mayor número producen más vainas en comparación de los de menor número de entrenudos. Rocha (1984) indica que la altura está en función del número de entrenudos y longitud de éstos, pero que estas dos características son independientes en respuesta a las condiciones ambientales diferentes. En esta investigación la variedad Pinto Nacional 1 y Río Grande produjeron valores similares para esta característica en comparación del Durango 222 y Navidad 1165, presentándose una variación en tal carácter de 8.70 a 9.16, con promedio de 8.98.

La altura de planta influye en la producción de materia seca de las partes económicas y biológicas y osciló entre 56.10 cm (Navidad 1165) a 81.15 cm (Río Grande) con un promedio de 64.79 cm; la variedad Pinto Nacional 1 y Durango 222 produjeron la misma altura.

Examinando todas las características, simultáneamente indican que las variedades Río Grande y Durango 222 fueron identificadas como superiores para rendimiento y sus componentes en comparación del Pinto Nacional 1 y Navidad 1165. El testigo produjo los mayores rendimientos, mientras que el tratamiento con cloruro de calcio manifestó altos valores para número de granos/vaina, peso de 100 semillas y número de entrenudos, y el tratamiento con agua expresó los mejores valores para número de vainas/planta, número de granos/vaina, biomasa total y altura de planta.

CONCLUSIONES

1. Existen diferencias significativas para la mayoría de las características estudiadas entre las variedades.
2. No se encontraron diferencias significativas para ninguna de las características estudiadas en los diferentes tratamientos de humedecimientos.

3. Las variedades Río Grande y Durango 222 fueron identificadas como superiores para rendimiento.
4. El testigo expresó los mayores rendimientos. Mientras que el tratamiento con cloruro de calcio manifestó altos valores para número de granos/vaina, peso de 100 semillas y número de entrenudos. El tratamiento con agua produjo los mayores valores para número de vainas/planta, biomasa total y altura de planta.

BIBLIOGRAFÍA

- Alvin, B.T. y Keller, W. 1972. Germination and emergence of selected forage species following preplanting seed treatment. *Crop Sci.* 12: 9-13.
- Centro de Investigación de Agricultura Tropical. 1981. *Vivero Internacional de Adaptación y Enfermedades de Frijol*. Cali, Colombia. 35 p.
- Daulay, S.H. y Singh, R.P. 1981. Effect of seed treatment and seedling depths on crop stand establishment and yield of sunflower and safflower. *Annuals of arid zone.* 20 (4): 35-40.
- Diputado, M.T. y Del Rosario, D.A. 1985. Response of cowpea (*Vigna unguiculata* L.) to moisture stress and seed pretreatment. *Crop Sci.* 10: 51-56.
- Eastin, J.A. y Sullivan, Y.C. 1974. Yield consideration in selected cereals. In Bielecki *et al.* (ed.) *mecanism of regulation of plant growth*. Bull 12. The royal society of New Zealand, Wellington. p. 871-877.
- Gerard, C.J. 1971. Influence of osmotic potential, temperature and calcium on growth of plant roots. *Agron. J.* 63:555-558.
- Hakozaki, M. 1973. Studies on the germination of cyclamen seed. 1. The effect of seed soaking on germination. *Hort. abstract*, 45:86.
- Henkel, P.A. 1961. Drought resistance in plants: methods of recognition and intensification. In *plant water relationships in arid and semi-arid conditions* proc. Madrid Symp. Vol. XVI: 167- 174. UNESCO. París.
- Heydecker, W. y Coolbear, P. 1977. Seed treatment for improved performance-survey and attempted prognosis. *Seed Sci. and Technol.* 5: 353-425.
- Hidalgo, R. 1978. Screening for drought tolerance in dry beans (*Phaseolus vulgaris* L.). *Resúmenes analíticos sobre frijol*. CIAT. (3): 253.

- Kuruvadi, S. 1988. Características de plantas que contribuyen a la mejor adaptación de los cultivos a regiones semidesérticas. Folleto de divulgación: 2 (4) : 1-17.
- Kuruvadi, S. y Cárdenas, E.R.V. 1990. Pretratamiento de la semilla y su efecto sobre sistema radical y vástago en trigo. Xilonen. U.A.E.M. 1 (1): 61-75.
- Kuruvadi, S. y Cortinas, E.H.M. 1987. Papel de componentes del rendimiento correlaciones y sus implicaciones en el mejoramiento genético de frijol. Agraria. 3(1): 1-15.
- Lepiz, I.R. 1983. Origen y descripción botánica. En frijol en el noroeste de México. (Tecnología y producción) SARH, INIA, CIAPAN y CAEVACU. p. 29-44.
- Maiti, K.R., González, R.H. Alanís, C.O. y Rivera, M.A. 1986. Establecimiento del cultivo del sorgo (*Sorghum bicolor* (L) Moench). Turrialva. 36 (2): 205-214.
- Martyanova, K.L. 1961. Results of field experiments with barley seed which has undergone a pre-sowing hardening to drought. Fiziol. Reast. (Translation). 6: 354-355.
- May, L.H., Milthorpe, E.J., y Milthorpe, E.L. 1962. Pre-sowing hardening of plants to drought. Field Crop Abstract. 15 (2): 193- 198.
- McCaslin, D.B., Fowler, L.J. y Michael, C.S. 1982. Pregermination treatment to increase cotton seed germination at suboptimal temperature. Bol. Tec. Las Cruces. New Mexico. p. 15.
- Mikkelsen, D.S. y Singh, M.M. 1961. Germination inhibition in *Oryza sativa* and control by preplanting soaking treatments. Crop Sci. 1: 332-335.
- Muminov, T.G. 1963. The effect of presowing seed treatment on the yield and resistance to melons. Hort. Abstracts. 45: 7361.
- Nalawadi, G.U., Ray, P. y Krishnamurthy, K. 1973. Improvement in the seed germination of soybean varieties by presoaking treatments. Indian J. Agric. Sci. 43 (6): 546-550.
- Parija, P. y Pillary, K.P. 1945. Effect of presowing treatment on the drought resistance in rice. Proc. Natl. Acad. Sci. India. 15: 6-14.
- Pentinov, N.S. 1961. The protective processes of heat resistant plant. In: Plant water relationship in arid and semi-arid conditions. Proc. Madrid Symp. Vol. XVI: 275-283. UNESCO. Paris.

Rasmusson, D.C. y Cannell, R.Q. 1970. Selection for grain yield and components of yield in barley. *Crop Sci.* 10 (4): 51-54.

Rocha, R.G. 1984. Efecto de la interacción genotipo-ambiente sobre la asociación de caracteres en frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.). Tesis M.C. UAAAN.p. 99.

Salim, M.H. y Todd, G.W. 1968. Seed soaking as a pre-sowing drought hardening treatment in wheat and barley seedlings. *Agron. J.* 60: 179-182.

Waisel, Y. 1962. Pre-sowing treatments and their relation to growth and to drought, frost and heat resistance. *Plant Physiol.* 15: 43-46.

Zubenko, V.K.L. 1959. The effect of pre-planting hardening of seeds against drought on the grain harvest of corn in late plantings. *Fiziol. Resist. (Transl.)*. 7:341-343.