Rev. Fitotec. Mex. Vol. 22. 51-61. 1999

MÉTODOS DE TRILLA Y SU RELACIÓN CON LA CALIDAD FÍSICA Y FISIOLÓGICA EN SEMILLAS DE FRIJOL

THRESHING METHODS AND THEIR RELATION WITH THE PHYSICAL AND PHYSIOLOGICAL QUALITY OF BEAN SEEDS

Otto Raúl Leyva Ovalle[1], Juan Molina Moreno[1] y Aquiles Carballo Carballo[1]

RESUMEN

Con la finalidad de medir la respuesta, en términos de calidad física y fisiológica de las semillas, en cuatro variedades de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) con los métodos de trilla manual, por apaleo, con tractor y con trilladora, se desarrolló la presente investigación en el área de Montecillo, México. Para determinar la calidad física y fisiológica se realizaron las pruebas de inmersión en cloro, tetrazolio y germinación estándar. En la primera prueba se evaluó la dispersión del daño (ampollas) sobre la cubierta de la semilla en los niveles 25, 50, 75 y 100%. En la segunda se evaluaron los siguientes tres niveles de daño: ausente, ligero y severo. En la tercera prueba se registró el porcentaje de germinación y de viabilidad, daño interno y peso seco de plántula. Los resultados indican que con excepción del método de trilla manual, el resto provocó daño en el 25% de la cubierta seminal. El daño interno se observó en 3% de las semillas que fueron trilladas manualmente, 14% por apaleo, 25% con tractor y 50% con la trilladora. En la prueba de germinación los resultados fueron de 95, 86, 72 y 42% en cada método de trilla, respectivamente; en la prueba de germinación se observó que el 1, 20, 17 y 69% de las plántulas presentaron daño por los métodos citados anteriormente. De los resultados obtenidos se concluyó lo siguiente: 1) La calidad física de las semillas de frijol se redujo en 25% como consecuencia del daño provocado por los métodos de trilla, 2) Los métodos de trilla ocasionaron reducciones hasta de un 53% en la expresión de la calidad fisiológica de las semillas.

PALABRAS CLAVE ADICIONALES

Phaseolus vulgaris L., daño mecánico, germinación, viabilidad, variedades.

SUMMARY

In order to measure the physical and physiological quality of dry seeds, in four dry beans varieties (*Phaseolus vulgaris* L.) in response to threshing methods: manual threshing, by tractor and by thresher, a research was carried out in the area of Montecillo, Mexico. To determine the physical and physiological quality of the material inmersion tests in chlorine, tetrazolium and standard germination were carried out. In the first test, dispersion of damage (bladders) on the surface of the seed at levels of 25, 50, 75 and 100% were determined. In the second test the damage levels used were absence, light and severe. Percentage of germination and viability, internal damage and seedlings dry weight were determined for the third test. The results showed that all the threshing methods, except the manual method, had a 25% of seminal cover damage. The internal damage was observed in 3% of manual threshing, 14% in beating, 25% by tractor, and 50% by the thresher. The results of the germination test were: 95, 86, 72, and 42% for each threshing method, respectively; in the germination test it was observed that 1, 20, 17, and 69% of seedlings had damage by the previously cited methods. From the obtained results it was concluded that 1) the physical quality of bean seeds was reduced in 25% as a consecuence of the threshing methods, 2) the threshing methods caused a decrease up to 53% in the expression of physiological quality of the seeds.

ADDITIONAL INDEX WORDS

Phaseolus vulgaris L., mechanical damage, germination, viability, varieties.

INTRODUCCIÓN

El daño mecánico de la semilla es uno de los principales problemas en la industria semillera (Jugenheimer, 1985; Moreira y Nakagawa,

[1] Especialidad de Semillas. IREGEP-Colegio de Postgraduados. Montecillo, Estado de México. C.P. 56230. Tel. 01(595)2--0200. Fax. 01(595) 2-0262

Fecha de recepción: 25 de Agosto de 1997.
Fecha de aprobación: 10 de Agosto de 1999.

1988) y éste puede ocurrir durante la cosecha, el acondicionamiento o el almacenamiento; asimismo, las semillas frágiles y de mayor tamaño son las más susceptibles.

El daño puede ser de diferente tipo: 1) el que ocurre por abrasión en la cubierta de la semilla, que es fácilmente visible pues se manifiesta mediante fisuras o agrietado; 2) ruptura microscópica, especialmente en la cubierta de la semilla, reduciendo su función e incrementando la susceptibilidad a los microorganismos; 3) daños internos no visibles, que se manifiestan al momento de la germinación y 4) daño latente, el cual es probablemente de naturaleza fisiológica pues reduce el vigor y la germinación, amplía el período de maduración y provoca una disminución en el rendimiento (Copeland y McDonald, 1985).

El efecto del daño mecánico sobre la calidad fisiológica de la semilla; se traduce en reducciones de la capacidad y velocidad de germinación, incremento de la proporción de plántulas anormales, reducción de vigor y disminución del potencial de almacenamiento. De tal manera que la reducción del daño mecánico es un aspecto importante en el mantenimiento de la alta calidad de semilla (Vieira *et al.*, 1994).

Es común que en la producción de semillas de frijol que se realiza en México se practiquen de manera indistinta diferentes métodos de trilla, sin considerar el daño mecánico producido por cada uno de ellos, afectando negativamente la calidad de la semilla obtenida.

De acuerdo con lo anterior, el objetivo que se planteó en este trabajo fue evaluar la calidad física y fisiológica de semilla de cuatro variedades de frijol obtenidas bajo cuatro diferentes métodos de trilla.

MATERIALES Y MÉTODOS

Cuatro variedades de frijol (*P. vulgaris* L.) fueron cultivadas de junio a octubre de 1995 (Cuadro 1) en lotes experimentales del Colegio de Postgraduados en Montecillo, Méx. El terreno fue fertilizado antes de la siembra con la dosis 80-60-00; el cultivo, fue protegido contra plagas y enfermedades durante su desarrollo.

Se utilizó un diseño experimental de bloques completos al azar con cuatro repeticiones, en un arreglo de parcelas divididas; en donde las cuatro variedades fueron asignadas a las parcelas principales y los cuatro tipos de trilla aplicados en postcosecha a la parcela secundaria.

Los métodos de trilla fueron: manual, por apaleo (con garrote o palo), con paso de las llantas de un tractor y con trilladora. El método manual se realizó utilizando únicamente la mano para ejercer presión sobre las vainas y obtener la semilla. En el caso del método por apaleo, los costales de yute que contenían las plantas fueron golpeados con palos. El método con paso de tractor consistió en colocar los costales en los que estaban las plantas sobre una superficie de concreto, y pasarles por encima un tractor marca John Deere modelo 2020, durante 10 veces a una velocidad de 6 km h^{-1}. Para el método con trilladora se utilizó una máquina marca Almaco con motor a gasolina, la que funcionó a 350 y 335 r.p.m., respectivamente con y sin alimentación de plantas; habiendo retirado previamente la mitad de las paletas del rodillo con la finalidad de reducir la posibilidad de daño.

Los métodos de trilla fueron realizados cuando la semilla contenía un 9 a 10% de humedad. De las semillas obtenidas se tomaron muestras para hacer las determinaciones de calidad física.

La evaluación del daño mecánico se hizo de dos maneras: externo, mediante la inmersión en cloro e interno, realizado con la prueba de tinción con tetrazolio.

En la prueba de inmersión en cloro (Everson, 1987) se utilizaron cuatro repeticiones de 25

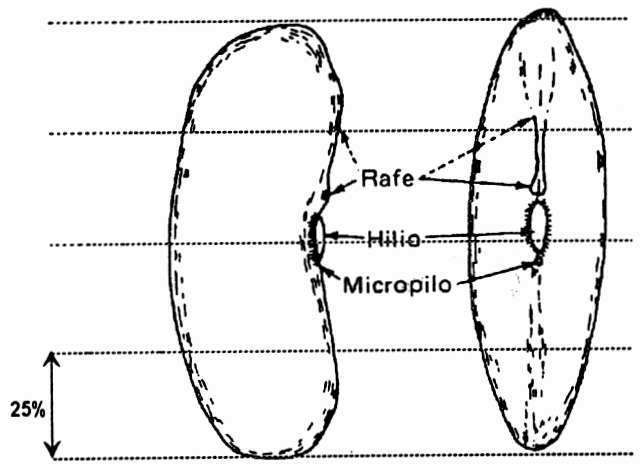


Figura 1. Secciones en las que fue dividida la semilla para su evaluación en la prueba de inmersión en cloro.

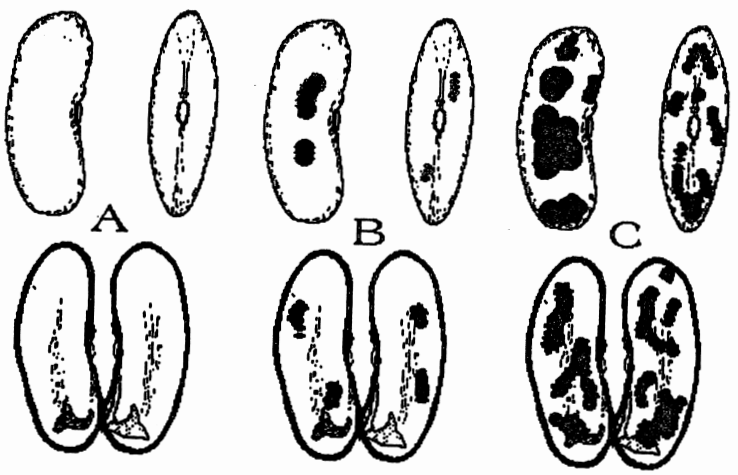


Figura 2. Varianza en la topografía de semillas de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), tratadas con tetrazolio: A, sin daño; B, daño mecánico ligero; C, daño mecánico severo.

Cuadro 1. Características de semilla de cuatro variedades comerciales de frijol común manejadas en cuatro métodos de trilla. Montecillo, Méx. 1995.

Variedad	Densidad (ml g^{-1})	Tamaño (cm) Largo	Ancho	Espesor	EEC[1] (mm)	P 1000[2] (g)	PV[3] (kg hl^{-1})
Bayomex	10.0	1.11	0.72	0.54	0.44	376.81	79.94
Canario 107	10.4	1.32	0.67	0.41	0.36	358.75	78.25
Flor de Durazno	11.7	1.41	0.80	0.49	1.06	442.03	73.44
Garrapato	10.0	1.01	0.66	0.39	0.27	233.47	78.19

[1]EEC: espacio entre cotiledones. [2]P1000: peso de 1000 semillas. [3]PV: peso volumétrico (kilogramos por hectolitro).

Cuadro 2. Métodos de trilla y distribución del daño mecánico sobre la cubierta de semillas de frijol. Montecillo, 1995.

Método de trilla	P25 (%)	P50 (%)	P75 (%)	P100 (%)
Manual	99.60 a[1]	0.36 c	0.00 c	0.00 b
Por apaleo	97.12 b	2.12 c	0.36 c	0.36 b
Tractor	90.36 c	6.36 b	2.00 b	1.28 a
Trilladora	75.84 d	19.28 a	3.12 a	1.56 a
C.V. (%)	5.24	60.37	154.27	251.22
R^2 (%)	88.93	86.51	64.41	41.47
$\bar{x}$	90.72	7.04	1.36	0.80

[1] Valores seguidos por las mismas letras en la misma columna son iguales estadísticamente (Tukey, α= 0.05).

Cuadro 3. Distribución del daño mecánico sobre la testa de las semillas de cuatro variedades de frijol. Montecillo, 1995.

Genotipo	P25 (%)	P50 (%)	P75 (%)	P100 (%)
Bayomex	88.12 b[1]	8.00 b	2.12 a	1.72 a
Canario 107	95.68 a	3.56 c	0.60 c	0.16 b
Flor de Durazno	84.60 c	12.56 a	1.68 ab	1.00 ab
Garrapato	94.56 a	4.04 c	1.04 bc	0.28 b
C.V. (%)	5.24	60.37	154.27	251.22
R^2 (%)	88.93	86.51	64.41	41.47
$\bar{x}$	90.72	7.04	1.36	0.80

[1] Valores seguidos por las mismas letras en la misma columna son iguales estadísticamente (Tukey, α= 0.05).

semillas por tratamiento. Las semillas fueron depositadas en cajas de plástico tipo "sandwichera" de 11x11x3.5 cm a las cuales se les agregó 150 ml de una solución previamente preparada con 50 ml de Cloralex (I.A.) (6% Cl) más un litro de agua destilada. Las semillas permanecieron sumergidas en esta solución durante 5 minutos, después se extrajeron y se procedió a la evaluación en base a la presencia o ausencia de "ampollas" como indicadoras de las fracturas en la cubierta seminal. Se registró el número de semillas dañadas, expresando los resultados en porcentaje, así como la dispersión del daño (ampollas) sobre la cubierta seminal de acuerdo al área que ocupaban en cada una de ellas, para lo cual se aplicó la escala siguiente: 0 a 25 **(P25)**, hasta 50 **(P50)**, hasta 75 **(P75)** y 100% **(P100)** (Figura 1).

Para la realización de la prueba de tetrazolio, se tomaron 100 semillas de cada tratamiento (4 repeticiones) y se pusieron a remojar, en agua durante 12 h; posteriormente se eliminó la cubierta de cada semilla. Preparadas las semillas, fueron sumergidas en una solución de tetrazolio (I.A.) al 0.05%, preparada de acuerdo con lo recomendado por la ISTA (1985). Las semillas permanecieron 8 h en la solución a temperatura ambiente; después fueron retiradas y enjuagadas en agua para su evaluación.

El criterio de evaluación de la prueba anterior se basó en la distribución e intensidad de la coloración roja que adquieren los tejidos embebidos en la solución incolora de tetrazolio que, al ser reducido por las deshidrogenasas, se convierte en trifenil formazan, que tiene color rojo estable (Besnier, 1989). De esta forma, la semilla dañada mecánicamente en ciertas regiones de sus estructuras adquirió una coloración roja más intensa debido a que aumentó su respiración, por lo que la actividad de las deshidrogenasas es mayor. En base a lo anterior, las semillas se clasificaron en: sin daño **(SD)**, daño mecánico ligero **(DL)** y daño mecánico severo **(DS)**, de acuerdo a la estructura y porción de la semilla en la que se localizaron los daños (Figura 2).

Calidad fisiológica

La calidad fisiológica se evaluó por medio de la prueba estándar de germinación, la cual se realizó bajo condiciones controladas, en una cámara germinadora marca Seedburo Modelo 1000A, a 25±1°C y 100% de humedad relativa, de acuerdo al procedimiento establecido por la ISTA (1985), modificando el número de semillas, ya que se usaron cuatro repeticiones de 25 semillas cada una; toallas de papel secante ("sanitas") como sustrato, previamente humedecidas con agua destilada y fue hasta los 7 días después de iniciada la prueba cuando se evaluó el número de plántulas normales **(NPN)**, de plántulas anormales **(NPA)**, de semillas sin germinar **(NSG)**; así como el número de plántulas que tuvieron estructuras incompletas o con fracturas como resultado del daño mecánico **(NSD)**. Con los valores de NPN y NPA se calculó el porcentaje de germinación **(PDG)** y el porcentaje de viabilidad **(PDV)**. Con los valores de **NSD** se calculó el porcentaje de daño mecánico **(PDM)**. Además, a una muestra de cinco plántulas normales se le determinó su peso seco en gramos **(PST)** después que se pusieron a secar, en una estufa con aire caliente forzado a 72° C durante 72 h.

Análisis estadístico

La información obtenida se capturó y procesó estadísticamente mediante el SAS (Statistical Analysis System, 1988). Los datos en porcentaje fueron transformados mediante la función

$$\text{arco seno}\sqrt{\frac{\text{valor}}{100}};$$

no obstante, la presentación de dichos datos se hizo en porcentaje. La comparación de medias de las variables que resultaron diferentes estadísticamente, se realizó mediante la prueba de Tukey, al 0.05 de probabilidad de error.

Cuadro 4. Distribución del daño mecánico interno en semillas de frijol, trilladas por cuatro métodos. Montecillo, 1995.

Método de trilla	SD[1] (%)	DL (%)	DS (%)
Manual	84.48 a[2]	12.28 c	3.16 d
Por apaleo	58.72 b	27.04 b	14.16 c
Tractor	40.60 c	34.60 a	24.72 b
Trilladora	19.36 d	30.72 ab	49.48 a
C.V. (%)	17.75	35.63	40.21
R^2 (%)	92.54	63.33	87.30
$\bar{x}$	50.80	26.28	22.88

[1] SD: semilla sin daño mecánico; DL: semilla con daño mecánico ligero; DS: semilla con daño mecánico severo. [2] Valores seguidos por las mismas letras en la misma columna son iguales estadísticamente (Tukey, $\alpha = 0.05$).

Cuadro 5. Distribución del daño mecánico interno en las semillas de cuatro variedades de frijol. Montecillo, 1995.

Genotipo	SD[1] (%)	DL (%)	DS (%)
Bayomex	52.12 b[2]	28.72 a	19.12 c
Canario 107	63.84 a	22.56 b	13.56 d
Flor de Durazno	47.84 c	27.92 a	24.16 b
Garrapato	39.36 a	25.84 ab	34.72 a
C.V. (%)	17.75	35.63	40.21
R^2 (%)	92.54	63.33	87.30
$\bar{x}$	50.80	26.28	22.88

[1] SD: semilla sin daño mecánico; DL: semilla con daño mecánico ligero; DS: semilla con daño mecánico severo. [2] Valores seguidos por las mismas letras en la misma columna son iguales estadísticamente (Tukey, $\alpha = 0.05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Calidad física

Toda la semilla obtenida mediante el método de trilla manual mostró un nivel de daño externo menor o igual a 25% de la cubierta seminal. La trilla por apaleo siguió a la manual, con 97%. En los otros métodos sucedió de manera similar, sólo que con menor porcentaje de semillas dañadas. La trilla mediante el paso de tractor, y con trilladora tuvieron niveles más altos en la categoría de daño de 50 a 100%; no obstante, esos niveles de daño ocurrieron entre 6–1 y 19–2% de la cantidad de semilla, respectivamente para cada método de trilla (Cuadro 2). Según Moreira y Nakagawa (1988) esta respuesta puede deberse principalmente a las fuerzas que se aplican sobre las semillas con la finalidad de separarlas de la estructura que las contiene (vaina en el caso del frijol), lo cual ocasiona que el nivel de daño en la cubierta seminal sea proporcional a la fuerza aplicada. Resultados contrastantes entre métodos de trilla fueron obtenidos por Banier y Borthwick (Green *et al.*, 1966), Prakobboon (1982), Saini *et al.* (1982), Toole *et al.* (citado por Wilson y McDonald, 1992) y Wilson y McDonald (1992).

La dispersión del daño mecánico externo, representado por la cantidad de fracturas en la cubierta seminal, correspondió a sólo un 25 % de la cubierta seminal en las cuatro variedades, el resto de ésta fue afectada de manera menos considerable (Cuadro 3).

En el Cuadro 3 se observa que las variedades estudiadas tuvieron diferente grado de susceptibilidad al daño mecánico; así por ejemplo, en el nivel de 25% de daño la variedad Flor de Durazno fue menos dañada comparada con Canario 107 y Garrapato, en tanto que al nivel de 50% de daño el resultado fue inverso; es decir, la variedad menos dañada fue Canario 107 y Garrapato, y la más dañada Flor de Durazno. El comportamiento descrito aparentemente tiene relación con algunas características distintivas entre variedades (Cuadro 1), ya que la variedad Flor de Durazno que tiene mayor densidad, tamaño, peso y separación entre cotiledones fue más dañada durante la trilla, mientras que las variedades Garrapato y Canario 107 resultaron con menor daño. Diferencias en el nivel de daño entre variedades, fueron observadas también por Atkin (1958), Barriga (1961), Dexter (1966), Wester (1970), Copeland y McDonald (1985), Moreira y Nakagawa (1988), Svoboda y Prochoska (Córdova, 1992), y Wilson y McDonald (1992).

Con la prueba de tetrazolio, se detectó que la trilla manual produjo el menor daño mecánico (Cuadro 4). La trilla por apaleo dañó menos a la semilla que la trilla con tractor y trilladora; sin embargo, considerando los cuatro métodos, el de la trilladora fue el más drástico por su efecto, lo que también ha sido mencionado por Toole *et al.* (Wilson y McDonald, 1972) quienes concluyeron que los tratamientos de trilla mecánica causaron mayor daño mecánico que los métodos manuales.

Esta prueba fue más sensible para detectar diferencias varietales, observándose un claro efecto en la susceptibilidad al daño interno en la variedad Garrapato, mientras que Canario 107 fue menos dañado, y Flor de Durazno y Bayomex tuvieron un nivel intermedio (Cuadro 5). Estos resultados coinciden con lo observado por Wilson y McDonald (1992), quienes señalan que el genotipo es uno de los factores que determinan la severidad del daño durante la trilla.

Calidad fisiológica

Se observó una respuesta bien definida entre el daño mecánico (PDM) y la germinación (PDG) (Cuadro 6); ya que la semilla menos dañada, obtenida en la trilla manual, presentó mayor porcentaje de germinación (95%); la semilla con daño intermedio, trillada por apaleo y paso de tractor, presentó germinación de 86 y 73%, respectivamente; y la semilla más dañada,

Cuadro 6. Germinación, viabilidad y otras variables de calidad fisiológica de semillas de frijol trilladas de diferente manera.

Método de trilla	PDG[1](%)	PDV(%)	PDM(%)	PST(g)
Manual	95.0 a[2]	100.0 a	0.26 c	0.20 b
Por apaleo	86.0 b	100.0 a	19.77 b	0.21 a
Tractor	72.0 c	96.0 c	17.22 b	0.20 ab
Trilladora	42.0 d	98.0 b	69.19 a	0.18 c
C.V. (%)	11.47	7.49	24.33	15.66
R^2 (%)	86.97	69.61	92.48	82.24
$\bar{x}$	76.0	99.0	21.37	0.20

[1] PDG: porcentaje de germinación; PDV: porcentaje de viabilidad; PDM: porcentaje de daño mecánico y PST: peso seco total. [2] Valores seguidos por las mismas letras en la misma columna son iguales estadísticamente (Tukey, $\alpha = 0.05$).

Cuadro 7. Germinación, viabilidad y otras variables de calidad fisiológica de cuatro variedades de frijol trilladas de diferente manera.

Genotipo	PDG(%)	PDV(%)	PDM(%)	PST(g)
Bayomex	75.0 b[1]	99.0 a	24.16 a	0.20 b
Canario 107	75.0 b	94.0 b	24.21 a	0.21 b
Flor de Durazno	70.0 b	100.0 a	27.92 a	0.26 a
Garrapato	84.0 a	99.0 a	10.96 b	0.12 c
C.V. (%)	11.47	7.49	24.33	15.66
R^2 (%)	86.97	69.61	92.48	82.24
$\bar{x}$	76.0	99.0	21.37	0.20

[1] PDG: porcentaje de germinación; PDV: porcentaje de viabilidad; PDM: porcentaje de daño mecánico y PST: peso seco total de plántula. [2] Valores seguidos por las mismas letras en la misma columna son iguales estadísticamente (Tukey, $\alpha = 0.05$).

i.e. la trillada con máquina, se asoció con la germinación más baja (42%). En cuanto a la viabilidad (PDV), la trilla con tractor generó el porcentaje más bajo (96%), debido a que aumentó la cantidad de semillas sin germinar y disminuyó el número de las plántulas anormales. El menor peso seco de plántula (PST) se obtuvo en semilla trillada mecánicamente (0.18 g).

El daño mecánico (PDM) en las plántulas originadas de semillas trilladas manualmente fue mínimo (0.26%); aumentó al apalear los costales (20%) o al pasarles por encima un tractor (17%) y fue más drástico al utilizar una máquina trilladora (69%). Este último nivel de daño provoca que el número de plántulas normales disminuya y que el número de plántulas anormales, semillas muertas y dañadas aumente, reflejándose en los porcentajes de germinación, viabilidad y daño mecánico, así como en el peso seco de las plántulas. Resultados similares fueron obtenidos por Harter (Wilson y McDonald, 1992); mientras que Barriga (1961) menciona que las semillas que son sometidas a métodos de trilla mecánicos producen muchas plántulas anormales, debido a la pérdida de uno o ambos cotiledones, una o ambas de las primeras hojas cotiledonares, y/o el punto de crecimiento.

En cuanto al efecto varietal, Garrapato tuvo el mayor porcentaje de germinación; asimismo, el menor porcentaje de daño mecánico, a pesar de que mostró el menor peso seco de plántula en comparación con las otras variedades. Por el contrario, la variedad Flor de Durazno alcanzó porcentajes más bajos de germinación, mayor daño mecánico, y mostró el mayor peso seco de plántulas. La variedad Bayomex registró valores muy similares a la variedad Canario 107 (Cuadro 7). En este mismo sentido fueron los resultados observados por Svoboda y Prochoska (Córdova, 1992) quienes explicaron que el daño mecánico en maíz depende principalmente de la variedad; es decir, que existe un control genético en la susceptibilidad a este efecto.

Al analizar de manera conjunta el daño mecánico y la calidad fisiológica, se encontró que existe una tendencia inversa entre la germinación y el daño mecánico; es decir, conforme se incrementa el nivel de daño en la semilla, la germinación de ésta disminuye. Las semillas con un mismo nivel de daño presentaron diferentes porcentajes de germinación con variación de acuerdo al genotipo (Figura 3); esta tendencia también fue observada por Jugenheimer (1985) y Moreira y Nakagawa (1988).

CONCLUSIONES

La semilla trillada en forma manual presentó los menores niveles de daño en contraste con los obtenidos en semillas trilladas con maquinaria.

Los métodos de trilla por apaleo y con tractor produjeron niveles de daño mecánico intermedios entre el manual y con trilladora.

Los métodos de trilla ocasionaron reducciones en la calidad fisiológica de las semillas. Así, el desgrane manual se asoció con la mejor calidad fisiológica y el de la trilladora con la menor calidad.

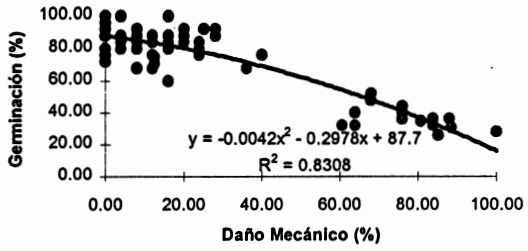
La variedad Garrapato alcanzó la mayor calidad fisiológica; mientras que Flor de Durazno tuvo la menor.

BIBLIOGRAFÍA

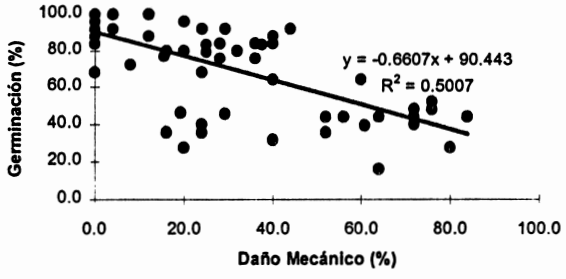
Atkin, J.D. 1958. Relative susceptibility of snapbean varieties to mechanical injury of seed. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 72:230-373.

Barriga, C. 1961. Effects of mechanical abuse of navy bean seed at various moisture levels. Agron. J. 52:250-251.

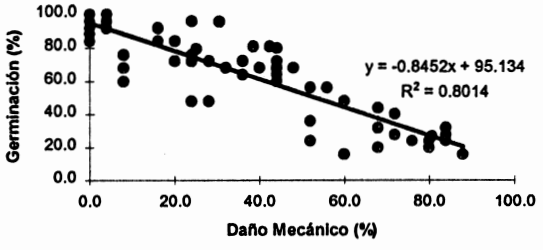
a) Bayomex



b) Canario 107



c) Flor de Durazno



d) Garrapato

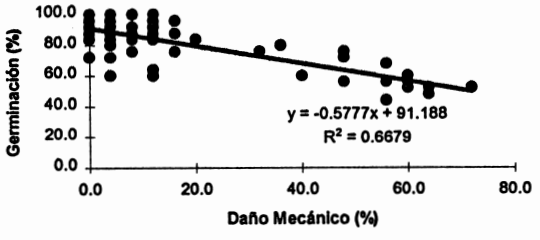


Figura 3. Efecto del daño mecánico provocado por distintos métodos de trilla, sobre la germinación de semillas de cuatro variedades de frijol (Montecillo, Méx. 1995).

Copeland, L.O. and M.B. McDonald. 1985. Principles of Seed Science and Technology. Burgess Publishing Co. Minessota. 2nd Ed. 321 p.

Córdova T., L. 1992. Daño mecánico en semillas de maíz (*Zea mays* L.) originado por el tipo de desgrane. Tesis profesional. Universidad Autónoma Chapingo. Departamento de Fitotecnia. Chapingo, Méx. 65 p.

Dexter, S.T. 1966. Conditioning dry bean seed (*Phaseolus vulgaris* L.) for better processing quality and seed germination. Agron. J. 58:629-631.

Everson, L. 1987. Prueba de inmersión en cloro. En: Pruebas especiales de laboratorio. Unidad de semillas. CIAT. Cali, Colombia. s/p.

García, E. 1988. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen; para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana. México. UNAM. 217 p.

Green, D.E., L.E. Cavanah, and E.L. Pinnell. 1966. Effect of seed moisture content, field weathering, and combine cylinder speed on soybean seed quality. Crop Sci. 6:7-10.

ISTA. International Seed Testing Association. 1985. International Rules for Seed Testing. Seed Sci. & Technol. 13:299-355

Jugenheimer, R.W. 1985. Maíz. Variedades mejoradas, métodos de cultivo y producción de semillas. Traducción del inglés por Rodolfo Piña García. 5a edición. Ed. Limusa. México. 835 p.

Moreira de C., N. y J. Nakagawa. 1988. Semillas. Ciencia, tecnología y producción. Traducción del portugués por Ricardo Várela. 1ª edición. Ed. Agropecuaria Hemisferio Sur S.R.L. Montevideo, Uruguay. 406 p.

Prakobboon, N. 1982. A study of abnormal seedling development in soybean as affected by thresing injury. Seed Sci. & Technol. 10:495-500.

Saini, S.K., J.N. Sing, and P.C. Gupta. 1982. Effect of thresing method on seed quality of soybean. Seed Research. 10(2):133-138.

Statistical Analysis Sistem. 1988. Versión 5. SAS. Institute Inc., Cary, N.C., USA:

Vieira, C.P., R.D. Vieira, and J.H.N. Paschoalik, 1994. Effects of mechanical damage during soybean seed processing on physiological seed quality and storage potential. Seed Sci. & Technol. 22:581-589.

Wester, R.E. 1970. Nonbleached, a genetic marker for quality seed in lima beans. Seed World. 160:24.

Wilson, D.O. Jr. and M.B. McDonald. 1992. Mechanical damage in bean (*Phaseolus vulgaris* L.) seed in mechanized and non-mechanized thresing systems. Seed Sci. & Technol. 20:571-582.