

INFLUENCIA DEL MÉTODO DE TRILLA Y EL TIEMPO DE COSECHA EN LA CALIDAD FÍSICA Y FISIOLÓGICA EN SEMILLA DE FRIJOL COMÚN

INFLUENCE OF THRESHING METHODS AND HARVESTING TIME ON THE PHYSICAL AND PHYSIOLOGICAL QUALITY OF DRY BEAN SEEDS

Santos Rodríguez Flores¹, Juan Celestino Molina Moreno¹, Porfirio Ramírez Vallejo¹, Fernando Castillo González¹ y Manuel Rosas Romero²

RESUMEN

Se evaluó el daño físico en semillas, en tres variedades de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) (Flor de Durazno, Bayomex y Negro Perla), cosechadas a los 110, 115, 120 y 125 días después de la siembra, y utilizando cuatro métodos de trilla (manual, costal con apaleo, apisonamiento con tractor y trilladora mecánica). El daño físico se estimó mediante la prueba de inmersión en cloro, y la calidad fisiológica de la semilla se determinó mediante la prueba de germinación estándar. Los resultados indican que el método de trilla y la época de cosecha son determinantes para la ocurrencia del daño físico. El mayor número de semillas dañadas (34%) se obtuvo en la trilla mecánica; en tanto que, los menores porcentajes de daño se observaron en el apisonamiento con tractor (11%), apaleo en costal (9%) y la trilla manual (5%). El daño observado en la semilla de la variedad Flor de Durazno, en las diferentes fechas de cosecha, estuvo entre 14.5 y 17.9%; mientras que, en Bayomex y Negro Perla fue de 17.6 a 30% y de 5.2 a 7.7%, respectivamente. En cuanto al área dañada en la semilla, la mayor proporción correspondió a 25% de la testa, principalmente en Flor de Durazno y Negro Perla; en tanto que, daños de 50 y 75% de la testa se observaron mayormente en Bayomex. La máxima germinación se observó en semillas trilladas manualmente (>80%) y el porcentaje mínimo en las provenientes de la trilla mecánica. Las semillas de la variedad Bayomex generalmente presentaron los mejores niveles de germinación en la mayoría de los métodos de trilla.

PALABRAS CLAVE ADICIONALES

Phaseolus vulgaris L., daño mecánico, métodos de trilla, tiempo de cosecha, germinación, variedades de frijol.

SUMMARY

An experiment was carried out to evaluate the proportion of physical damage in three dry bean varieties (Flor de Durazno, Bayomex and Negro Perla) harvested at 110, 115, 120, and 125 days after planting, and threshed with four different methods (manual, beating-in-sack, tractor wheel crushing, and mechanical thresher). Physical damage was evaluated by the chlorine test, while physiological quality was determined by standard germination test. Results showed that the threshing method and the harvesting time influenced greatly the quantity of physical damage. The highest number of damaged seeds was produced by threshing mechanically (34%), followed by tractor wheel crushing (11%), and beating-in-sack (9%), in contrast, the lowest proportion was attained in the manual threshing method (5%). Differential rates of physical seed damage in the tested varieties were observed at the different harvesting dates, for instance, Flor de Durazno showed from 14.5 to 17.9%; in Bayomex such rate was from 17.6 to 30%; and Negro Perla had from 5.2 to 7.7% of damaged seeds. The most frequent seed-coat damage in Flor de Durazno and Negro Perla was 25%; in Bayomex, the most frequent categories of damage were 50 and 75%. The highest germination ratio was observed in manually threshed seeds (>80%), in contrast, the lowest ratio was obtained from the mechanically threshed seeds. The best germination ability was produced by Bayomex seeds in most of the threshing methods.

¹ Instituto de Recursos Genéticos y Productividad del Colegio de Postgraduados. 56230, Montecillo, Estado de México. Tel. y Fax: 01(595) 2-0262

² Instituto de Fitosanidad del Colegio de Postgraduados. 56230, Montecillo, Estado de México. Tel. y Fax: 01(595) 2-0265

ADDITIONAL INDEX WORDS

Phaseolus vulgaris L., physical damage, threshing method, harvesting time, germination, dry bean varieties.

INTRODUCCIÓN

Entre los diversos factores que limitan el uso de la semilla certificada de frijol en México, probablemente el daño físico es el de mayor importancia. Este tipo de daño afecta tanto la calidad física como la fisiológica, además de que facilita el deterioro de la sanidad de la semilla. Las compañías productoras de semillas han identificado algunos factores que contribuyen a la pérdida de la calidad física de las semillas durante el proceso de producción y, consecuentemente, tratan de asegurar los máximos niveles de calidad por medio de monitoreos y evaluaciones a lo largo del proceso, para determinar la presencia de semillas dañadas (McDonald, 1985). En este sentido, resulta evidente que la calidad de la semilla depende, principalmente, del cuidado con el que se realicen las labores mecánicas durante las etapas de cosecha y postcosecha. Además, otro factor que contribuye a determinar en gran medida la calidad de las semillas es el grado de madurez al momento del arranque de las plantas (Faiguenbaun y Valdéz, 1991).

La expresión del daño físico, en forma de fracturas en la cubierta de la semilla, está aso-

ciada con una modificación visible de la estructura o apariencia física de la semilla (McDonald, 1985). En este sentido, la semilla de frijol en particular es muy susceptible al daño físico, el cual es favorecido, en diferente grado e intensidad, por los sistemas de trilla que se utilizan para realizar el desgrane (Faiguenbaun y Romero, 1989); así, semillas trilladas manualmente, muestran porcentajes de germinación mayores que las trilladas mecánicamente (Prakobboon, 1984).

Además, el contenido de humedad presente al momento de la trilla contribuye a determinar la magnitud del daño físico en las semillas (Sanggakara y Wanisekera, 1990), ya que, con bajos contenidos de humedad en las semillas, el daño que se genera por la trilla mecánica es fácilmente detectable, a la vez que es más apreciable en algunos genotipos de frijol (Wilson y McDonald, 1992); adicionalmente, cuando la cosecha se realiza en etapas de desarrollo muy próximas a la madurez fisiológica, se obtienen elevados niveles de humedad en la semilla que la hacen muy susceptible al magullamiento y al daño interno o latente (McDonald, 1985).

El daño físico, además de afectar la apariencia de la semilla, también puede dar origen a plántulas con raíz corta y gruesa, o con un sistema radical débil, el cual tendrá un mal comportamiento durante su establecimiento en campo (McDonald, 1985).

Cuadro 1. Duración del ciclo y características de semilla de las variedades de frijol evaluadas.

Variedad	Ciclo ¹ (DMF) ²	Semilla	
		Peso ³ (mg)	Tamaño ⁴
Flor de Durazno	105	480	Grande
Bayomex	105	459	Grande
Negro Perla	100	243	Pequeño

¹ Campos y Garza (1990).

² Días a madurez fisiológica.

³ Datos obtenidos con contenidos de humedad entre 12 y 14%.

⁴ Clasificación de acuerdo con White e Izquierdo (1991).

El presente trabajo se realizó con el objetivo de estudiar la influencia de diferentes métodos de trilla y fechas de cosecha, sobre la intensidad del daño físico y calidad fisiológica en semillas de tres variedades comerciales de frijol.

MATERIALES Y MÉTODOS

El material genético estuvo constituido por tres variedades de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.), con hábito de crecimiento determinado Tipo I, cuya duración de ciclo y características de semilla se describen en el Cuadro 1.

La semilla de las variedades Negro Perla y Bayomex fue obtenida de la Especialidad de Semillas del Colegio de Postgraduados, y la semilla de la variedad Flor de Durazno provino del Programa de Frijol del Campo Experimental Valle de México, perteneciente al Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias (INIFAP).

El experimento se sembró en Santa Lucía, Texcoco, estado de México, el 19 de junio de 1995. El ensayo se condujo bajo condiciones de temporal, con un riego de auxilio aplicado durante la etapa de floración. La siembra se realizó en surcos de 70 cm de separación, con una distancia entre semillas de 10 cm, con lo que se obtuvo una población de 142,000 plantas ha⁻¹. Al momento de la siembra se aplicó fertilizante en la dosis 40-40-00. Los ataques de las principales plagas observadas durante el ciclo de cultivo, conchuela (*Epilachna varivestis* Mulsant) y mosquita blanca (*Bemisia tabaci* Gannadius), se controlaron con cuatro aplicaciones de 1 L ha⁻¹ de Malatión Metílico en cada ocasión. La presencia de hongos y bacterias se previno con la aplicación de 500 g ha⁻¹ de estreptomycin agrícola. El cultivo se mantuvo libre de malezas en forma manual y mecánica.

El experimento se estableció bajo un diseño experimental de bloques completos al azar, con un arreglo de tratamientos factorial 3 x 4 x 4 y

cuatro repeticiones. La combinación de tres variedades de frijol (Cuadro 1), cosechadas en cuatro fechas y trilladas con cuatro diferentes métodos dieron como resultado 48 tratamientos. La parcela experimental total estuvo constituida por 5 surcos de 5 m de longitud, de los que se utilizaron como parcela útil los tres surcos centrales, por lo que la superficie de las parcelas total y útil fueron de 17.5 y 10.5 m², respectivamente.

Las cosechas se realizaron en plantas de 110, 115, 120 y 125 días de edad, contados a partir de la fecha de siembra. En cada cosecha y antes de la trilla, se determinó el contenido de humedad por el método de la estufa (75°C) a peso constante, en una muestra de 30 g de semillas tomadas del tercio medio de tres plantas por tratamiento en las cuatro repeticiones. Los métodos de trilla comparados fueron: manual; costal con apaleo; apisonamiento con tractor, y trilla mecánica, realizada con una trilladora estacionaria con motor de gasolina ALMACO M.R., calibrada a 370 rpm, que es utilizada rutinariamente por el Programa de Mejoramiento Genético de Frijol del Colegio de Postgraduados, en sus trabajos de campo. En las semillas obtenidas de cada método de trilla se determinó la calidad física y fisiológica mediante la prueba de inmersión en cloro y de germinación estándar, respectivamente, en los laboratorios de análisis de semillas y de postcosecha del Instituto de Recursos Genéticos y Productividad en el Colegio de Postgraduados, Montecillo, estado de México.

El daño físico se cuantificó por el porcentaje de semillas dañadas (SD), detectadas por las vejigas o ampollas que se presentan cuando estas semillas son colocadas en una solución de hipoclorito de sodio, a 5% de concentración, durante cinco minutos, de acuerdo a la metodología de Vieira *et al.* (1994). En las mismas semillas se determinó la dispersión del daño sobre la testa seminal en donde SD25, SD50, SD75 y SD100 correspondieron al 25, 50, 75 y

100% del área dañada en la cubierta seminal, respectivamente.

La calidad fisiológica se cuantificó en términos de germinación, y la prueba se realizó de acuerdo a las recomendaciones de la ISTA (1993), incubando las semillas a 25°C.

Los datos de daño físico en las semillas y de su distribución en la testa, así como los de germinación, se transformaron mediante la función arco seno de la raíz cuadrada de los porcentajes antes de efectuar los análisis de varianza, los cuales se realizaron con base en el modelo del diseño experimental mencionado. La comparación de medias, en las variables que presentaron significancia estadística en los factores evaluados y en sus interacciones, se realizaron con la prueba de Tukey ($P \leq 0.05$ y 0.01).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se encontró diferencias altamente significativas ($P \leq 0.01$) entre variedades y en la interacción de variedades con los métodos de trilla para el daño físico en las semillas y su distribución en la testa excepto para SD1 00; en la interacción de variedades con épocas de cosecha se observó una situación similar, pero a un nivel de significancia más bajo ($P \leq 0.05$) para SD50.

La mayor cantidad de semillas dañadas (SD) se presentó en las variedades Bayomex y Flor de Durazno, cuyos promedios fueron 21.3 y 16.3%, respectivamente; en tanto que, en la variedad Negro Perla fue de 6.7% (Figura 1). Con relación a la dispersión del daño sobre la testa, la mayor frecuencia observada correspondió a la SD25, principalmente en las variedades Flor de Durazno (12.4%) y Bayomex (10.4%); mientras que, la SD50 (5.8%) y la SD75 (5.1%) fueron mayores en Bayomex. Es probable que los resultados obtenidos estén relacionados fundamentalmente con el tamaño de la semilla como lo señaló Dorrel, citado por Soesarsano y Copeland (1974), quien indicó que el daño se hace más evidente cuando la semilla tiene mayor tamaño, como es el caso de las semillas de las variedades Bayomex y Flor de Durazno. Sin embargo, también es probable que el contenido de humedad tenga un papel importante, ya que la precocidad de estas variedades las hace más susceptibles al daño físico, principalmente por su menor contenido de humedad al momento de la cosecha, el cual se encontró entre 11 y 15%, a los 125 días después de la siembra. De cualquier forma, las características asociadas con el tamaño, la forma, el estado de madurez y la estructura física de la semilla, podrían ser los principales factores responsables de las diferencias observadas entre variedades en el grado de susceptibilidad al daño físico.

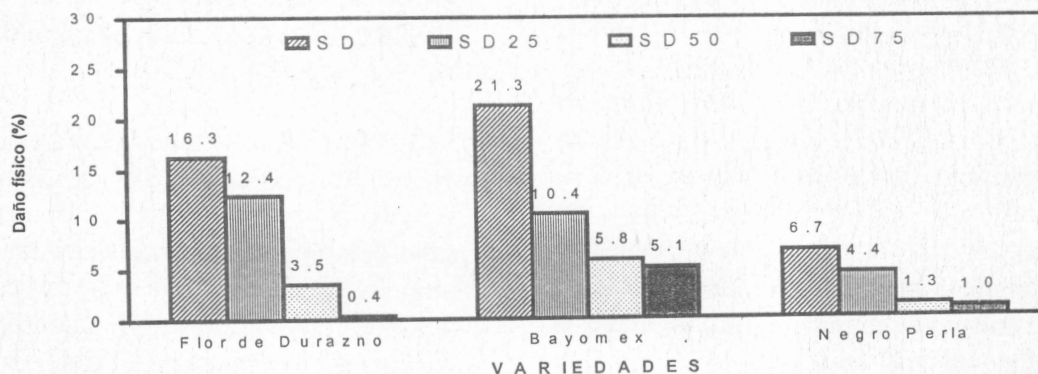


Figura 1. Daño físico (%) de la cubierta seminal en semillas de tres variedades de frijol.

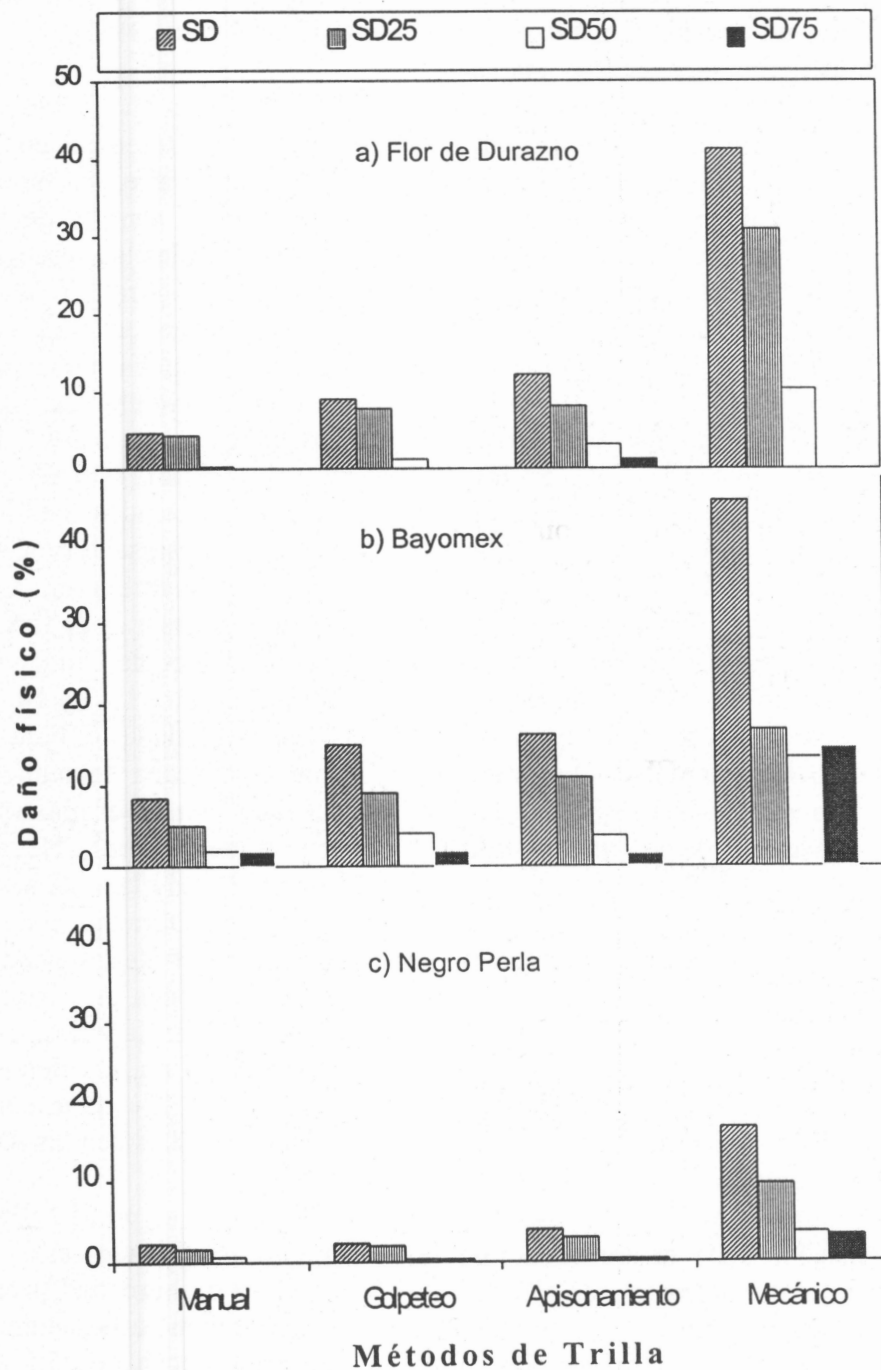


Figura 2. Daño provocado por diferentes métodos de trilla y su distribución sobre la testa de las semillas de tres variedades de frijol.

El método de trilla mecánica ocasionó el mayor daño a la semilla independientemente de la variedad, aunque éste fue más severo en las variedades Flor de Durazno y Bayomex en las que alcanzó valores superiores a 40% (Figura 2); en contraste con la Negro Perla en la que fue de 16.8%. Los otros métodos también ocasionaron daño aunque éste ocurrió en menor grado. Los métodos de apisonamiento con tractor y en costal con apaleo ocasionaron daños del 16.3 y 15.1% en las semillas de Bayomex (Figura 2b) y en Flor de Durazno de 12.3 y 9.2% (Figura 2a), respectivamente; mientras que, en la trilla manual fue únicamente de 8.5 y 4.6% en Bayomex y Flor de Durazno, respectivamente. En la variedad Negro Perla, los métodos de trilla diferentes a la mecánica ocasionaron daños menores a 4% (Figura 2c). El método de trilla mecánica, además de provocar el mayor daño físico, también ocasionó la mayor dispersión del daño sobre la testa de las semillas. El grado de dispersión más frecuentemente observado correspondió, de manera general, a SD25, que predominó en la variedad Flor de Durazno con 30.9% (Figura 2a). La SD50 se presentó en 10.3 y 13.6% en Flor de Durazno y Bayomex, respectivamente; y la SD75 ocurrió con mayor frecuencia en la variedad Bayomex con 14.8%.

En los cuatro métodos de trilla evaluados, la variedad Negro Perla siempre mostró menor susceptibilidad al daño físico (Figura 2c), lo que no ocurrió con Bayomex y Flor de Durazno que mostraron alta susceptibilidad. Al respecto, Kannenberg y Allard (1964) encontraron que las semillas de frijol con colores claros son dos veces más susceptibles al daño que las de colores oscuros, lo que se atribuye a diferencias en el espesor de la cubierta y en el contenido de lignina. En este sentido, las semillas de Bayomex y Flor de Durazno tienen mayor tamaño y peso (Cuadro 1), debido a lo cual presentan mayor superficie de contacto al efecto mecánico de la trilla, lo que implica que el tamaño de la semilla predispone al frijol al daño físico durante el proceso de la trilla (Wilson y McDonald, 1992). Esto es, el daño físico está asocia-

do con el método de trilla usado para el desgrane (Kausal *et al.*, 1992).

El daño físico en las variedades tuvo un comportamiento diferencial en las épocas de cosecha; por una parte, los niveles de daño que se tuvieron en la semilla de la variedad Flor de Durazno en todas las cosechas se ubicaron entre 14.5 y 18% (Figura 3a); por otra parte, tanto en Bayomex como en Negro Perla, el daño fue mayor en las épocas de cosecha más avanzadas; ya que en la primera variedad pasó de 18 a 30% y en la segunda de 5.2 a 7.7% (Figura 3b y 3c, respectivamente), esto último coincide con los resultados obtenidos también en semillas de frijol por Soesarsano y Copeland (1974). En cuanto a la distribución del daño, se observó que las semillas más dañadas correspondieron a la variedad Flor de Durazno en 25% de la testa con niveles entre 10.7 y 14.1%; en tanto que, en las otras variedades el daño se incrementó conforme la cosecha se realizó más tardíamente, alcanzando un nivel máximo de 14.8% en Bayomex y de 6% en la Negro Perla. El máximo daño en 50% de la testa se registró en la variedad Flor de Durazno con 6.1% en la primera cosecha; en el Negro Perla fue de 1% en promedio para todas las cosechas; y en Bayomex fue de 8.1% en la cuarta y última cosecha. La SD75 se hizo más evidente en la variedad Bayomex, con 3.3% en la cosecha inicial con un incremento a 7.1% en las fechas finales.

En general, se podría afirmar que el comportamiento observado está relacionado con el contenido de humedad promedio, el cual mostró una tendencia descendente entre la primera y última cosecha de 25.5 a 13.4%, respectivamente, aunque dicho porcentaje fue diferencial entre variedades. Así, el contenido de humedad en las cosechas iniciales de Negro Perla fue de 38.7%, y en Bayomex y Flor de Durazno fue de 20.8 y 17.1%, respectivamente; en la tercera cosecha se registraron los contenidos de humedad más bajos con valores entre 9.7 y 11.1%, que se incrementaron ligeramente en la última cosecha entre 12 y 14.6% (Figura 4), resultados

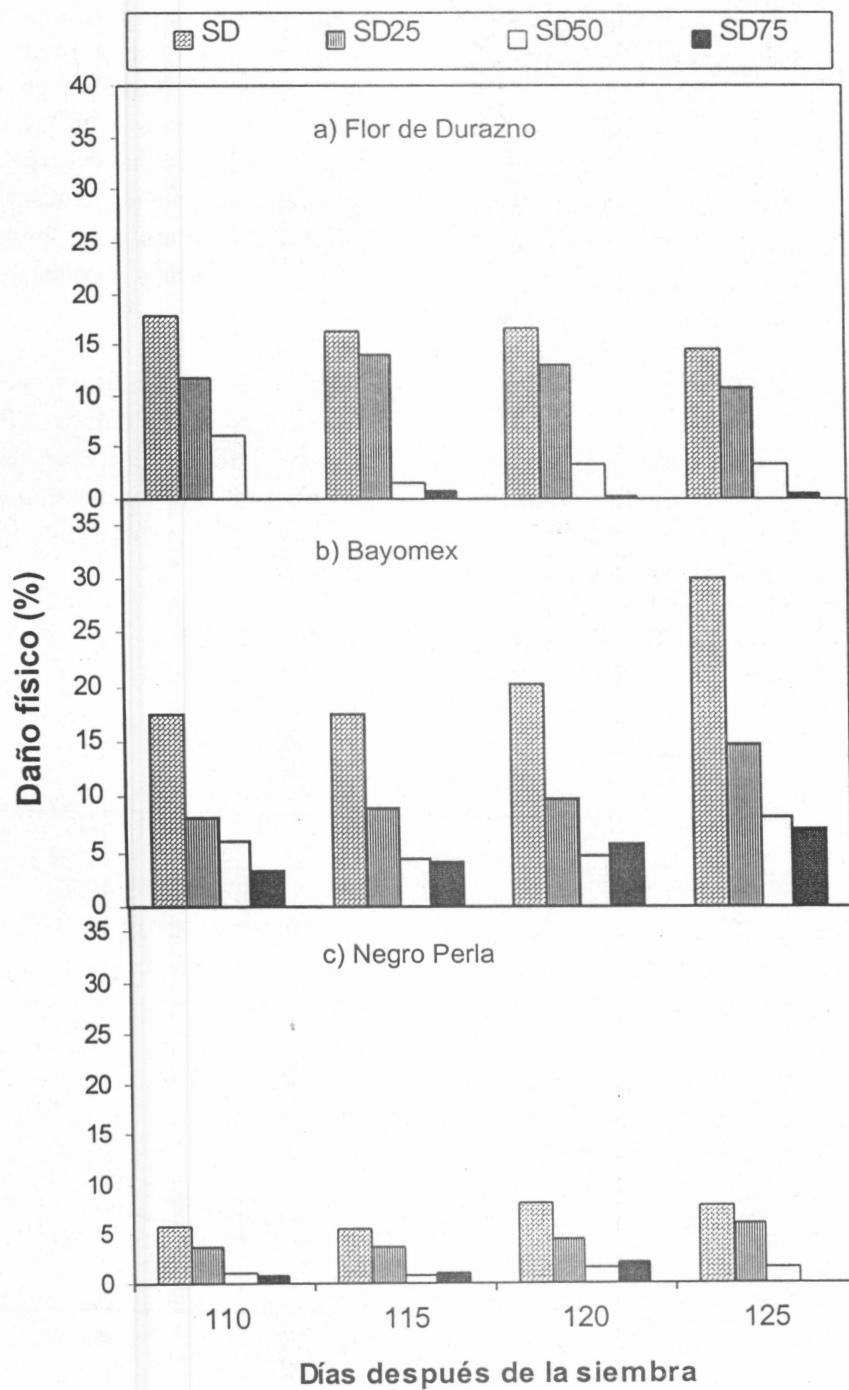


Figura 3. Daño físico (%) de tres variedades de frijol cosechadas en diferentes épocas después de la siembra.

que coinciden con los de Singh y Gupta (1982), en el sentido de que el contenido de humedad en las semillas decrece gradualmente con la edad o con el paso del tiempo. En este caso, la variedad Flor de Durazno siempre mostró los menores contenidos de humedad a través de las cosechas, cualidad que probablemente la hizo más susceptible al daño físico debido a que las condiciones de baja humedad vuelven a la semilla más quebradiza y, por lo tanto, más susceptible al impacto mecánico.

Asimismo, se observó que en Negro Perla y Bayomex el contenido de humedad presentó decrementos graduales entre la primera y la última cosecha, observándose también, de manera paralela, un incremento en el porcentaje de daño físico. Al respecto, Barriga (1961) men-

ciona que existe una relación inversamente proporcional entre el porcentaje de daño y los contenidos de humedad en las semillas, de tal modo, que cuando el contenido de humedad es bajo, el daño es mayor, probablemente por que en estas condiciones la semilla reduce su elasticidad y, por lo tanto, su capacidad para amortiguar los impactos mecánicos recibidos durante la trilla.

En las tasas de germinación se encontraron diferencias significativas ($P \leq 0.05$) entre variedades y en la interacción de éstas con las épocas de cosecha, mientras que la interacción entre variedades y métodos de trilla no fue significativa.

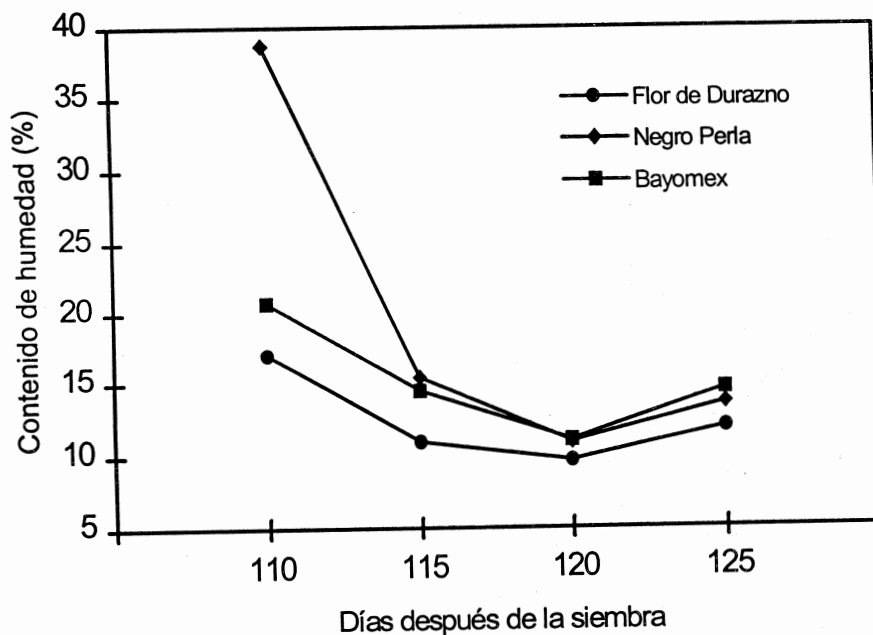


Figura 4. Contenido de humedad (%) en las semillas de tres variedades de frijol en cuatro diferentes épocas de cosecha.

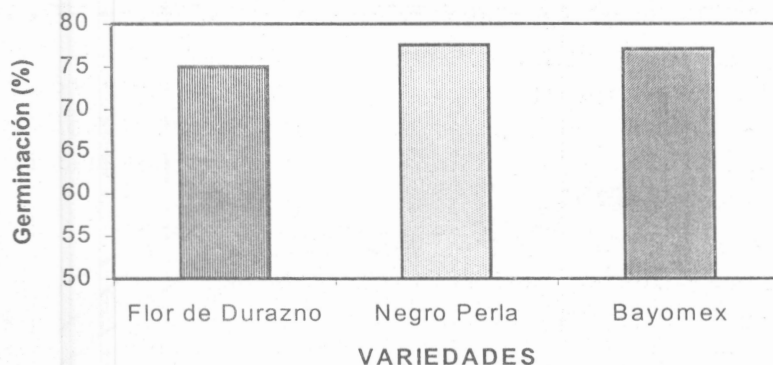


Figura 5. Germinación (%) en semilla de tres variedades de frijol, inmediatamente después de la trilla.

Los máximos niveles de germinación correspondieron a las variedades Negro Perla y Bayomex con 77.6 y 77.1%, y fue ligeramente menor en la Flor de Durazno con 75% (Figura 5).

En cuanto a los métodos de trilla, la máxima germinación, entre 82 y 83%, correspondió a las semillas trilladas manualmente; en costal con apaleo fue entre 75.9 y 78.2%; en apisonamiento con tractor de 76.5 a 82.1%; y las semillas trilladas mecánicamente tuvieron los niveles de germinación más bajos, entre 62.6 y 70.7% (Figura 6).

En la mayoría de los casos, la variedad Bayomex mostró los máximos niveles de germinación, en tanto que, los más bajos promedios se registraron en las semillas de la variedad Flor de Durazno sobre todo cuando se aplicó la trilla de apisonamiento con tractor y con trilladora, los que presentaron germinaciones de 76.5 y 62.6%, respectivamente. Estas evidencias permiten asumir que la capacidad de germinación es fuertemente influenciada por el método de trilla y, fundamentalmente, con las características que en términos de la fuerza se aplica en cada uno de ellos. De esta manera, se observó que la máxima germinación correspondió a las semillas trilladas manualmente (>80%) y la mínima (<72%) a las semillas trilladas mecánicamente (Figura 6). Al respecto, Prakobboon

(1984) señaló que las semillas de frijol trilladas manualmente, así como las apaleadas con un palo de bambú, presentaron porcentajes de germinación mayores que las trilladas mecánicamente.

En las distintas épocas de cosecha (Figura 7), la germinación de las semillas trilladas por los diferentes métodos, presentó un comportamiento promedio en el que inicialmente (110 días después de la siembra) los niveles alcanzados fueron máximos (76.8 a 82.3%), lo cual podría estar asociado con la madurez fisiológica característica de cada variedad (Cuadro 1). Después de este momento, la capacidad de germinación se redujo (Figura 7), en la misma forma que lo indican Faiguenbaun y Valdéz (1991) en semillas de frijol; para finalmente volverse a recuperar a los 125 días después de la siembra, cuando se realizó la última fecha de cosecha. Este comportamiento podría ser explicado por diferencias en la edad de las semillas al momento de la cosecha, y por factores asociados con la capacidad de reparación de las estructuras celulares de la semilla (McDonald, 1985); finalmente, el comportamiento observado parece estar fuertemente asociado con la dinámica del contenido de la humedad de la semilla (Figura 4), que es fuertemente influenciada por las variaciones en la humedad ambiental externa a la semilla, sobre todo al nivel de los contenidos de humedad (ceranos a

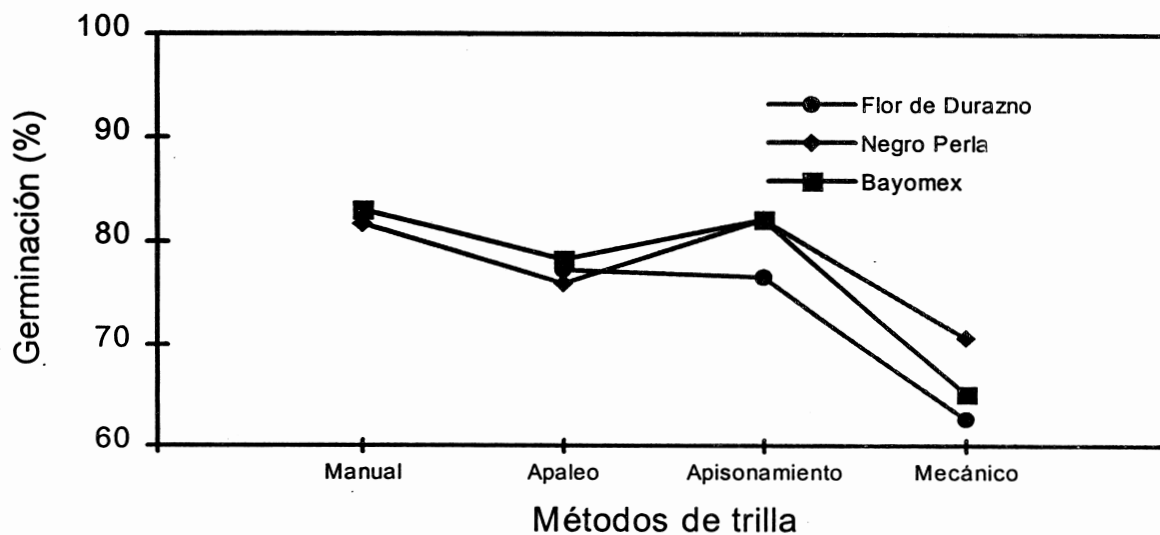


Figura 6. Germinación (%) en semilla de tres variedades de frijol obtenida mediante cuatro métodos de trilla.

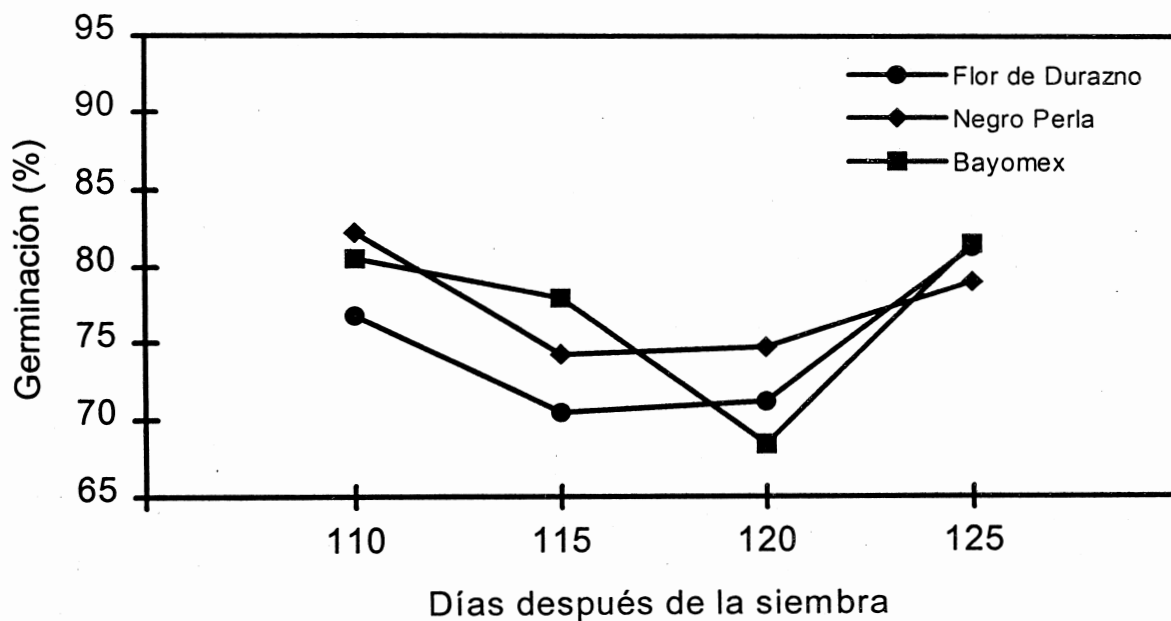


Figura 7. Germinación de la semilla (%) de tres variedades de frijol cosechadas a los 110, 115, 120 y 125 días después de la siembra.

10%), observados en las fechas previas a la última cosecha.

En cuanto al comportamiento particular de las variedades, se pudo observar que la Negro Perla presentó la mayor germinación con 82.3% en la primera cosecha, luego disminuyó a 74.3 y 74.7% en la segunda y tercera cosecha, respectivamente, y se incrementó a 79.1% en la última (Figura 7); en Bayomex y Flor de Durazno se observó un comportamiento muy similar al anterior; es decir, al inicio fue de 80.5% con decrementos a niveles de 78 y 68.4% en la segunda y tercera cosecha, respectivamente, y con un incremento en la última, alcanzando hasta 81.5%, en Bayomex; finalmente, en Flor de Durazno, se observó en la cosecha inicial 76.8%, y 70.5 y 71.2% en la segunda y tercera cosecha, respectivamente; mientras que, en la final fue de 81.3%. Este comportamiento puede ser explicado por reducciones en el contenido de humedad de la semilla, ya que los valores mínimos en esta variable se obtuvieron a los 115 y 120 días después de la siembra, lo que coincidió con los decrementos observados en los porcentajes de germinación. Es decir, que el alto grado de secado de la semilla pudo provocar la mayor susceptibilidad al daño mecánico.

De manera general, fue clara la tendencia de que las semillas cosechadas en etapas de desarrollo más cercanas a la madurez fisiológica (Cuadro 1) presentaran los máximos niveles de germinación, y conforme el tiempo pasó y las cosechas se realizaron en etapas más avanzadas (segunda y tercera), se tuvieron decrementos de consideración en la capacidad germinativa, en este sentido Feiguenbaun y Valdéz (1991) informaron que con el retraso de la cosecha del frijol se ocasiona un deterioro significativo en la calidad de las semillas por el efecto conjunto de los factores ambientales, como la humedad relativa y la temperatura, que afectan de manera negativa la capacidad germinativa de la semilla durante el tiempo que permanecen en campo. Es decir, la probabilidad de que la capacidad de germinación de la semilla se vea reducida, au-

menta en función del tiempo que la semilla permanece expuesta a las condiciones ambientales poco favorables para su almacenamiento, como las que se presentan comúnmente en condiciones de campo. No obstante, en el muestreo correspondiente a la última cosecha se observó un incremento en la germinación, lo que muy probablemente está relacionado con la capacidad de reparación que algunas estructuras celulares, como las membranas, poseen (McDonald, 1985).

CONCLUSIONES

El método de trilla mecánico ocasionó el mayor daño físico a las semillas (34%), seguido por el de apisonamiento con tractor (11%) y el de costal con apaleo (9%), y el menor daño ocurrió con la trilla manual (5%).

La variedad Bayomex resultó ser la más susceptible al daño físico, seguida por la Flor de Durazno y el Negro Perla. El daño en 25% de la testa fue el más frecuente, sobre todo en las variedades Flor de Durazno y Negro Perla; en tanto que, el daño en 50 y 75% de la testa ocurrió principalmente en Bayomex.

El daño físico en las semillas y su distribución en la testa se incrementaron con el retraso de las cosechas, debido a que el contenido de humedad en las semillas disminuyó en promedio de 25 a 15 y 11%.

El daño físico observado en los distintos métodos de trilla evaluados, que difieren en la intensidad y magnitud de la fuerza mecánica aplicada, se reflejó en la capacidad germinativa de las semillas, ya que los máximos niveles de germinación (>83%) se obtuvieron en semillas trilladas manualmente, mientras que, en las semillas trilladas en forma mecánica se tuvieron los mínimos (62%). La variedad Bayomex presentó los más altos porcentajes de germinación en la mayoría de los métodos de trilla (65 a 83%).

BIBLIOGRAFÍA

- Barriga, C. 1961. Effects of mechanical abuse of navy bean seed at various moisture levels. *Agron. J.* 63: 250-251.
- Campos E., A. y R. Garza G. 1990. Guía para cultivar frijol en el Estado de México. SARH. INIFAP-CIFAP. Chapingo, México. México. 19 p.
- Faiguenbaun, M. H. y A. Romero L. 1989. Efecto del tamaño de semilla sobre la germinación, vigor y crecimiento de las plantas en un cultivar de frejol. *Ciencia e Investigación Agraria* 16: 123-129.
- Faiguenbaun, M. H. y R. Valdéz V. 1991. Efecto del momento de arranca de plantas de frejol (*Phaseolus vulgaris* L.) cv. Ingo, sobre la calidad de la semilla. *Ciencia e Investigación Agraria* 18: 47-56.
- ISTA (International Seed Testing Association). 1993. International rules for seed testing. *Seed Sci. and Technol.* 13: 299-355.
- Kannenbergh, L. W. and R. W. Allard. 1964. An association between pigment and lignin formation in the seedcoat of the lima bean. *Crop Sci.* 4:621-622.
- Kausal, R. T., S. P. Champade, and U. N. Patil. 1992. Evaluation of threshing methods for assessing seed quality in soybean. *Seed Res.* 20: 44-46.
- McDonald Jr., M. B. 1985. Physical seed quality of soybean. *Seed Sci. and Technol.* 13: 601-628.
- Prakobboon, N. 1984. Effect of threshing methods on viability of red kidney bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Thai J. of Agri. Sci.* 17: 65-71.
- Sangakkara, U. R. and W. M. T. Wanisekera. 1990. Effect of post-harvest operations on seed quality of mungbean (*Vigna radiata* L.). *Seed Res.* 18:54-59.
- Singh, B. B. and D. P. Gupta. 1982. Seed quality in relation to harvesting at physiology maturity in soybean (*Glycine max*). *Seed Sci. and Technol.* 10: 469-474.
- Soesarsano, W. and L. O. Copeland. 1974. Effect of origin, moisture content, maturity and mechanical damage on seed and seedling vigor of beans. *Agron. J.* 66: 546-548.
- Vieira, C. P., R. D. Vieira, and J. H. N. Paschoalick. 1994. Effects of mechanical damage during soybean seed processing on physiological seed quality and storage potential. *Seed Sci. and Technol.* 22: 581-589.
- White, J. W. and J. Izquierdo. 1991. Physiology of yield potential and stress tolerance. In: *Common Beans. Research for Crop Improvement*. A. van Schoonhoven & O. Voysest (ed.) CIAT. Cali, Colombia. pp. 287-382.
- Wilson, D. O. and M. B. McDonald. 1992. Mechanical damage in bean (*Phaseolus vulgaris* L.) seed in mechanical and nonmechanized threshing systems. *Seed Sci. and Technol.* 20: 521-582.