

Comportamiento de Siete Variedades de Frijol Almacenadas bajo Diferentes Temperaturas¹

E. Moreno*, J. Ramírez*

ABSTRACT

Seeds of different varieties of beans (*Phaseolus vulgaris* L.) were stored at temperatures of 15, 26 and 35°C to determine the effects of temperature on viability and cooking time. The varieties Pastilla, Bayo Blanco, Ojo de Cabra and Bayo Menudo recorded longer cooking times at higher temperatures and longer storage periods, while Pinto Nacional, Negro San Luis and Flor de Mayo also registered longer times than the initial ones, but shorter than those of the above mentioned varieties. None of the varieties suffered a loss of viability at any of the temperatures tested, even at a storage time of 350 days.

INTRODUCCION

En los países latinoamericanos, la disponibilidad de alimentos es afectada por las pérdidas post-cosecha que ocurren debido a un inadecuado manejo y conservación de los granos durante su almacenamiento. En México, el Programa Nacional Alimentario, 1983, señala que aproximadamente el 10% de la cosecha de granos se pierde por prácticas deficientes de almacenamiento, lo cual representa pérdidas de miles de millones de pesos al año.

Las pérdidas más reconocidas que ocurren durante el manejo y conservación de los granos son las cuantitativas ocasionadas por factores físicos y bióticos como, humedad, temperatura, insectos, hongos, aves y roedores, y las de operación, que incluyen manejo deficiente durante el transporte, almacenamiento e industrialización. Estas pérdidas no solamente reducen la cantidad de grano sino también la calidad, ya que los insectos, las aves y los roedores contaminan los granos y semillas con sus desechos orgánicos. Los hongos, además de que imparten olores y sabores desagradables al grano, son capaces de contaminarlo con micotoxinas que representan un grave problema para la salud de los animales y del hombre.

En cuanto a factores cualitativos, que constituyen otro tipo de pérdida postcosecha —a la que general-

COMPENDIO

Diferentes variedades de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) fueron almacenadas en diferentes temperaturas, 15, 26 y 35°C, con el objeto de determinar el efecto de la temperatura sobre el tiempo de cocción y la viabilidad de las semillas. A mayores temperaturas y períodos de almacenamiento se observó un incremento en los tiempos de cocción. Las variedades Bayo Blanco, Bayo Menudo, Ojo de Cabra y Pastilla, fueron las más susceptibles al endurecimiento; por otra parte, Flor de Mayo, Negro San Luis y Pinto Nacional, fueron las más resistentes. En cuanto a la pérdida de viabilidad, ninguna de las variedades fue afectada por las diferentes temperaturas, ni aún en el almacenamiento de 350 días.

mente no se le da la importancia que tiene ya que no se manifiesta como disminución de peso ni daño del grano almacenado— es la reducción de la calidad nutricional, de la culinaria y la de industrialización, como es el caso del fenómeno del endurecimiento del grano en frijol.

El frijol endurecido representa un serio problema para quien lo almacena y distribuye, ya que es rechazado por el industrial y el ama de casa por no tener la calidad comercial y culinaria requeridas por estos usuarios.

En relación con la pérdida de calidad del frijol se han mencionado dos fenómenos: “semillas duras” (hard shell), y “granos difíciles de cocer” (hard to cook), términos que frecuentemente son usados como sinónimos pero son dos fenómenos distintos. El término “semillas duras” ha sido aplicado por Bourne (1) a semillas maduras que no pueden imbibir agua en un tiempo razonable aún cuando esté bajo condiciones de alta humedad; esto es un problema para los productores de semillas ya que éstas no germinan. Morris *et al.* (6), describieron dos tipos de semillas duras, uno relacionado con la impermeabilidad de la cubierta de la semilla y el otro con la impermeabilidad del cotiledón. Lebedeff (3) sugirió que el fenómeno de semillas duras puede estar controlado por factores hereditarios.

Por otra parte, el fenómeno de los “granos difíciles de cocer” se refiere a frijol duro que embebe agua

¹ Recibido para publicación el 11 de agosto de 1986.

* Laboratorio de Conservación de Granos y Semillas. Instituto de Biología, UNAM. 04510 México, D.F. México.

igual que un frijol normal, pero que requiere de un mayor tiempo para su cocción, lo que indica que la imbibición no está relacionada con el tiempo de cocción (2, 4). Por tal razón se considera que el endurecimiento del frijol es un fenómeno que involucra a varios mecanismos (físicos, químicos y estructurales).

Con respecto a las características de cocción del frijol, se pueden diferenciar dos aspectos de este fenómeno. En frijoles recién cosechados, las diferencias en tiempos de cocción entre diversas variedades se deben a factores inherentes a la semilla y éstos seguramente están influenciados directamente por factores genéticos y del medio ambiente. Por otro lado, el incremento del endurecimiento está asociado con condiciones deficientes de almacenamiento, tales como el alto contenido de humedad del grano, la temperatura y el tiempo de almacenamiento.

Otro aspecto importante del almacenamiento de esta leguminosa es la pérdida de viabilidad de las semillas ocasionada por las condiciones de almacenamiento, lo cual debe ser investigado ya que no existe información al respecto sobre las actuales variedades mexicanas de frijol.

El presente trabajo tuvo como objetivo principal generar información sobre el papel que la temperatura de almacenamiento tiene en la calidad de cocción de algunas de las variedades comerciales de frijol más comunes en México, sobre su viabilidad y diferencias que se manifiestan entre variedades en relación a su "resistencia" o "susceptibilidad" al endurecimiento, cuando son almacenadas bajo condiciones que favorecen este fenómeno. Además, esta información puede ser de utilidad para los demás países con problemas del endurecimiento del grano de frijol.

MATERIALES Y METODOS

Semilla. En el presente trabajo se utilizaron semillas de siete variedades de frijol: Bayo Blanco, Bayo Menudo, Flor de Mayo, Negro San Luis, Ojo de Cabra, Pastilla y Pinto Nacional, proporcionadas por la Compañía Nacional de Subsistencias Populares (CONASUPO), a través de la Subdirección de Operaciones de esa institución. Los datos iniciales de germinación, contenido de humedad y tiempo de cocción de las siete variedades se muestran en el Cuadro 1. No se detectaron hongos de almacén en ninguna de las siete variedades, al inicio de las pruebas de almacenamiento.

Contenido de humedad. Para determinar el contenido de humedad de los granos fue utilizado el método de secado en estufa del Departamento de Agricultura de Estados Unidos (7), que consiste en secar

Cuadro 1. Datos iniciales de germinación, contenido de humedad y tiempos de cocción de siete variedades de frijol.

Variedad	* Contenido de humedad %	** Germinación (%)	*** Tiempo de cocción (horas)
Ojo de Cabra	10.5	99	3:00
Negro San Luis	9.3	95	3:00
Pastilla	10.5	90	3:00
Pinto Nacional	11.4	97	3:00
Flor de Mayo	8.9	95	2:30
Bayo Blanco	10.8	96	3:30
Bayo Menudo	9.6	98	3:30

* Contenido de humedad promedio de ocho repeticiones.

** Germinación promedio de ocho repeticiones de 100 semillas cada una.

*** Tiempo de cocción promedio de cuatro repeticiones.

muestras, por duplicado, de 5 a 10 gramos de frijol en una estufa con circulación forzada de aire a 103°C por 72 horas. El porcentaje de humedad se expresa con base al peso húmedo del grano.

Tiempo de cocción. Para llevar a cabo la prueba de cocción, se colocan 450 semillas de cada repetición en una olla de peltre con dos litros de agua hirviendo, volumen que se mantiene añadiendo agua hirviendo durante el tiempo que dura la prueba. Después de hora y media se sacan 50 granos y se aprietan entre los dedos índice y pulgar, considerándose cocida la muestra si 45 de ellos (el 90%) ceden a una ligera presión de los dedos y no presentan grumos. Esta operación se repite cada media hora hasta las cinco horas y media, considerándose la muestra no cocida después de este tiempo. Este método se usa en el Laboratorio de Control de Calidad de la Compañía Nacional de Subsistencias Populares (CONASUPO).

Germinación. Para determinar el porcentaje de germinación se utilizó el método descrito por Moreno (5), colocando 100 semillas en una toalla de papel húmeda, la cual fue enrollada e incubada a 26°C, haciéndose luego un recuento de las semillas germinadas a los 5 y 9 días. Se utilizaron 200 semillas de cada repetición del experimento y 400 semillas de cada variedad para determinar el porcentaje de germinación del lote original.

Micoflora. Para determinar el porcentaje de semillas invadidas por hongos se utilizaron 25 semillas de cada repetición; fueron desinfectadas superficialmen-

te con hipoclorito de sodio al 2% durante un minuto y sembradas en MSA (2% malta, 6% sal y 2% agar, medio de cultivo selectivo para hongos de almacén); e incubadas a 26°C durante 7 días hasta que los hongos pudieran ser contados e identificados.

Almacenamiento de la semilla. Las siete variedades de frijol fueron almacenadas en temperaturas de 15 y 35°C, y a 26°C solamente se almacenaron cinco de ellas: Bayo Menudo, Flor de Mayo, Negro San Luis, Ojo de Cabra y Pastilla. Todas las variedades se almacenaron con los contenidos de humedad que tenían a su arribo al laboratorio, entre 8.9 y 11.4%. El período de almacenamiento para las variedades almacenadas en temperaturas de 15 y 35°C fue de 350 días, con muestreos a 0, 70, 140, 210, 280 y 350 días, y de 280 días para las almacenadas a 26°C. Para cada variedad se tuvieron cuatro repeticiones por muestreo; en cada muestreo se determinó el porcentaje de germinación, el contenido de humedad, la micoflora y el tiempo de cocción. Las unidades experimentales, o

repeticiones, de cada variedad para cada temperatura, fueron distribuidas al azar en las cámaras de almacenamiento.

RESULTADOS Y DISCUSION

Almacenamiento a 15°C. El contenido de humedad de las 7 variedades se mantuvo entre 7.7 y 10.2% durante los 350 días de almacenamiento. La viabilidad de las semillas no fue afectada por las condiciones de almacenamiento ya que todas las variedades de frijol mantuvieron su poder germinativo por arriba del 90% durante los 350 días (Cuadro 2). En cuanto el tiempo de cocción fue hasta los 280 y 350 días de almacenamiento cuando se observaron incrementos significativos, resultando las variedades Bayo Blanco, Bayo Menudo, Ojo de Cabra y Pastilla las más susceptibles a endurecerse bajo estas condiciones de almacenamiento (Cuadro 3).

Cuadro 2. Porcentaje de germinación* de frijol almacenado durante 350 días a 15, 26 y 35°C.

Variedad	Germinación Inicial %	Temperatura Almacenamiento °C	Período de almacenamiento (Días)				
			70	140	210	280	350
Bayo Menudo	98	15	92	94	96	92	98
		26	98	99	97	94	—
		35	96	96	98	97	98
Flor de Mayo	95	15	93	95	97	95	97
		26	99	99	96	94	—
		35	99	98	99	99	99
Negro San Luis	95	15	95	93	97	93	97
		26	99	99	98	95	—
		35	99	97	99	97	99
Ojo de Cabra	99	15	100	99	99	99	99
		26	99	99	96	92	—
		35	99	99	100	97	98
Pastilla	90	15	96	95	90	98	99
		26	95	90	94	95	—
		35	99	92	95	96	98
Bayo Blanco	96	15	98	94	97	99	99
		35	96	91	96	98	98
Pinto Nacional	97	15	97	96	95	99	99
		35	99	99	98	96	99

* Germinación promedio de cuatro repeticiones de 200 semillas cada una

— No se tuvieron unidades experimentales a 350 días

Almacenamiento a 26°C. El contenido de humedad de las cinco variedades se mantuvo entre 8.3 y 9.9% durante los 280 días de su almacenamiento. Todas las variedades de frijol mantuvieron su germinación entre 90 y 99% durante los 280 días de almacenamiento (Cuadro 2). En la variedad Pastilla se observó un incremento en el tiempo de cocción de una hora y media desde los 70 días de almacenamiento, mientras que las variedades Bayo Menudo y Negro San Luis no sufrieron ningún incremento en el mismo período de almacenamiento. A los 140 y 210 días de almacenamiento no se observaron cambios significativos en el tiempo de cocción de las variedades con respecto a los encontrados a los 70 días de almacenamiento. En cambio, a los 280 días, la variedad Pastilla no se coció; las variedades Bayo Menudo y Ojo de Cabra requirieron de cinco horas para su cocción y la variedad Flor de Mayo solo requirió de tres horas y media para su cocción (Cuadro 3).

Almacenamiento a 35°C. El contenido de humedad de las 7 variedades se mantuvo entre 6.8 y 9.9% durante los 350 días de almacenamiento. Todas las variedades de frijol mantuvieron por arriba del 90% su poder germinativo durante los 350 días de almacenamiento a 35°C (Cuadro 2). A los 70 días de almacenamiento, todas las variedades tuvieron un incremento en su tiempo de cocción desde media hora en las variedades Bayo Menudo, Flor de Mayo y Pinto Nacional, hasta de una hora y media en la variedad Pastilla. A los 140 y 210 días no se apreciaron cambios significativos en el tiempo de cocción de las siete variedades; en cambio, a los 280 días de almacenamiento, las variedades Bayo Blanco y Pastilla ya no se cocieron después de cinco horas y media de cocción, mientras que las otras cinco variedades presentaron tiempos de cocción entre cuatro y cinco horas (Cuadro 3).

Cuadro 3. Tiempo de cocción* (horas) de frijol almacenado durante 350 días a 15, 26 y 35°C.

Variedad	Tiempo inicial de cocción (horas)	Temperatura almacenamiento °C	Periodo de almacenamiento				
			70	140	210	280	350
Bayo Menudo	3:30	15	3:30	3:30	3:30	5:00	5:00
		26	3:30	3:30	3:00	5:00	(-)
		35	4:00	3:30	4:00	4:30	NC*
Flor de Mayo	2:30	15	3:00	3:00	3:00	3:30	4:00
		26	3:00	2:30	3:00	3:30	(-)
		35	3:00	3:00	3:00	4:30	5:00
Negro San Luis	3:00	15	3:00	2:30	3:30	4:30	3:30
		26	3:00	3:00	3:00	4:30	(-)
		35	4:00	3:30	3:30	4:30	5:00
Ojo de Cabra	3:00	15	3:00	3:00	3:00	4:00	4:30
		26	3:30	3:30	3:00	5:00	(-)
		35	4:00	3:30	3:30	5:00	NC
Pastilla	3:00	15	4:00	3:30	4:00	4:30	4:30
		26	4:30	4:30	4:00	NC	(-)
		35	4:30	4:30	4:30	NC	NC
Bayo Blanco	3:30	15	4:00	3:30	3:30	5:00	4:00
		35	4:30	4:00	4:00	NC	NC
Pinto Nacional	3:00	15	3:00	3:00	3:00	3:00	4:00
		35	3:30	3:30	3:30	4:00	5:00

* Cocción promedio de cuatro repeticiones de 450 granos de cada una

(-) No se tuvieron unidades experimentales a 350 días

NC* No se coció.

A los 350 días de almacenamiento, las variedades Bayo Blanco, Bayo Menudo, Ojo de Cabra y Pastilla ya no se cocieron y las variedades Flor de Mayo, Negro San Luis y Pinto Nacional requirieron tiempos de cinco horas para su cocción (Cuadro 3).

En ninguna de las tres condiciones de almacenamiento se detectaron hongos de almacén en los granos de frijol; esto se debe a que el contenido de humedad del grano no fue propicio para el desarrollo de estos hongos.

Aún cuando se observaron ciertas diferencias en algunas variedades en cuanto a los tiempos de cocción a través del período de almacenamiento, las cuales pueden deberse a la heterogeneidad de los lotes comerciales de los que fueron tomadas las muestras para estos experimentos, se puede decir que hubo un patrón constante de comportamiento y que se observaron incrementos en el tiempo de cocción de todas las variedades al aumentar la temperatura y período de almacenamiento, siendo la temperatura el factor más importante. Igualmente, se puede decir que hubo diferencias entre variedades en cuanto al tiempo de cocción.

Las variedades Bayo Blanco, Ojo de Cabra y Pastilla fueron las más susceptibles a endurecerse y Flor de Mayo, Negro San Luis y Pinto Nacional las más resistentes, bajo las condiciones de almacenamiento probadas.

En cuanto a la pérdida de viabilidad, ninguna de las variedades fue afectada por las diferentes temperaturas de almacenamiento.

LITERATURA CITADA

1. BOURNE, M.C. 1967. Size, density and hardshell in dry beans. *Food Technology* 21:335-338.
2. BURR, H.J.; KON, S.; MORRIS, H.J. 1968. Cooking rates of dry beans as influenced by moisture content and temperature and time of storage. *Food Technology* 23:336-338.
3. LEBEDEFF, G.A. 1943. Heredity and environment in the production of hardshell seed in common beans (*Phaseolus vulgaris*). *Agr. Exp. Sta. Rio Piedras, P.R. Research Bulletin* 4.
4. MOLINA, M.R.; BATEN, M.A.; GOMEZ-BRENES, R.A.; KING, R.W.; BRESSANI, R. 1976. Heat treatment: a process to control the development of the hard-to-cook phenomenon in black beans (*Phaseolus vulgaris*). 41:661-666.
5. MORENO, M.E. 1984. Análisis Físico y Biológico de Semillas Agrícolas. Instituto de Biología, UNAM., México 385 p.
6. MORRIS, H.J.; WOOD, E.R. 1950. Processing quality of varieties and strains of dry beans. *Food Technology* 4:247-251.
7. UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE (USDA) 1979. Grain Equipment Manual GR 916-6. Federal Grain Inspection Service, Standardization Division, Richard-Geabayer A.F.B. Kansas City, Mo.

Notas y Comentarios

Mujeres científicas en la antigüedad

Las reuniones anuales de la American Association for the Advancement of Science (AAAS) tienen el interés, además de la presentación de trabajos originales de investigaciones, otros trabajos relacionados con la vida de los científicos, y sobre la forma como ellos trabajan.

En la reciente reunión, celebrada en Chicago, en febrero de 1987, hay algunas contribuciones que hemos resumido para Turrialba. Una de ellas, de Carolina Herzenberg, del Laboratorio Nacional de Argonne, presenta un análisis de las mujeres y la ciencia en la antigüedad y en la Edad Media.

El romance entre Abelardo y Heloísa es famoso y ha inspirado poemas, dramas y novelas. Es menos sabido que Heloísa fue "una de las principales científicas de su época, una notable matemática y la más sabia médica de Francia en el siglo XII".

La más antigua científica desenterrada por Herzenberg fue Merit Ptah, jefe de médicos en Egipto alrededor de 2700 AC. Dos químicos en la antigua Mesopotamia estaban a cargo de la industria local de perfumes.

La ciencia en Grecia fue benigna para las mujeres. Después de que Pitágoras muriera, su sucesor fue una mujer llamada Theana. "El último gran científico de la antigüedad fue una mujer; una matemática, astronomía y física, llamada Hypatia". Ella vivió en Alejandría alrededor del año 400 DC. A.G.

Reseña de Libros

MOLL, H.A.J. 1987. *The Economics of Oil Palm*. Pudoc. Wageningen, Netherlands, 288 p.

This book is part of a series of monographs on the economics of specific crops being prepared by the Department of Development Economics at Wageningen. With respect to oil palm economics, the summarization of information from diverse and sometimes obscure sources was much needed. The agricultural, processing and marketing phases are treated in a comprehensive pantropic review of the oil palm industry.

In the introductory chapter oil palm botany, production, fruit processing and international trade in oil palm products are treated. Here the discussions are very brief, sometimes disjointed and occasionally misleading. A two page list of references given at the end of this chapter contains most of the important general references for oil palm.

In the second chapter, "Comparative Analysis", the author presents an interesting and generally comprehensive approach to the development and economics of the oil palm industry in eight countries that together account for 87% of world production. The author contends that the industry owes its development in all of these countries, primarily to ecological conditions that limit the range of other crops that can compete economically with oil palm for the use of land. Only in Indonesia and Malaysia, however, has this development reached a stage that allows the producing countries, all struggling with balance of payments problems, to venture much beyond merely satisfying growing domestic demand. These two countries have capitalized on oil palm's ability to outperform all other vegetable oil crops in terms of productivity per unit of land, and compete effectively on the expanding world market. In most of the countries studied, government policy seems more directed at staving off oil imports, which would use foreign

exchange, than at promoting oil exports, which would earn foreign exchange. The discussion, near the end of this chapter, on the industry's contribution to the national economy is particularly interesting but could have been more clearly developed. The four pages of conclusions at the very end of the chapter summarize the entire book rather well.

The second part of the book treats the micro-economics of the oil palm industries in Indonesia, Malaysia, Cameroon, Ivory Coast, Nigeria, Sierra Leone, Colombia and Honduras in individual country studies. Each study follows a standard outline that briefly profiles the country; reviews its ecological conditions; traces the origins and development of its oil palm industry; discusses how the industry is presently structured, from production through marketing; and presents data on investment costs, operating expenses, prices and returns. The topics covered are comprehensive (or almost so; there is no discussion of purchased fruit pricing or fruit tolling fees) and the standard way in which these topics are discussed makes it easy to "tune in" on the discussion.

Because the economic analysis presented in this book is for a single year (1982) and was developed from data that the author admits was often incomplete, any conclusions that the reader may draw from it should be tentative. The book's real usefulness is as a reference book that provides the reader really interested in understanding the industry with the framework and sources of information with which to construct his own, more in-depth analysis, upon which he could safely make a decision.

R.A. LARSON
OIL PALM OPERATIONS
SAN JOSE, C.R.