

# EVALUACION DE UN APARATO PARA MEDIR LA DUREZA DEL GRANO DE FRIJOL (*Phaseolus vulgaris*) Y SU UTILIZACION PARA LA DETERMINACION DE TIEMPOS DE COCCION<sup>1</sup>

*Roberto A. Gómez-Brenes<sup>2</sup> y Ricardo Bressani<sup>3</sup>*

Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP),  
Guatemala, Guatemala, C. A.

## RESUMEN

Con el propósito de medir objetivamente los efectos de los factores que influyen en la dureza de los granos de frijol, se construyó en el INCAP el aparato denominado DUR-INCAP. Este aparato mide la dureza de los granos y los resultados se expresan en gramos-fuerza. En este estudio se usaron cuatro frijoles blancos, cuatro negros y cuatro rojos comprados en el mercado, y el frijol negro Tamazulapa cosechado en 1983 y 1984. El frijol de la cosecha de 1983 se almacenó durante un año a dos temperaturas (5 y 25°C).

La cocción de los frijoles se llevó a cabo poniendo los granos crudos en agua hirviendo (95°C) durante 30, 60, 100, 140 y 180 min y midiendo la dureza de cada uno de ellos con el aparato DUR-INCAP. Con ayuda de personas expertas en cocina, se clasificó la dureza de los frijoles cocidos en suaves (menos de 100 gramos-fuerza), intermedios (entre 100 y 200 gramos-fuerza) y duros (más de 200 gramos-fuerza).

Los resultados obtenidos con los frijoles sometidos a estudio fueron los siguientes. Los frijoles blancos y negros alcanzaron suavidad a los 140 min de cocción, exceptuando uno negro que necesitó 180 min. Los frijoles rojos fueron los que requirieron mayor tiempo de cocción, pues a los 180 min sólo dos estaban suaves, necesitando los otros dos 40 min de cocción adicionales. Con el frijol Tamazulapa se evidenció el efecto de la temperatura de almacenaje como un factor importante en el endurecimiento del grano, pues el almacenado a 25°C necesitó 40 min más de cocción para alcanzar la suavidad propia para consumo.

Se concluye indicando la necesidad de uniformar la metodología para determinar la dureza y el tiempo de cocción de los frijoles, así como la conveniencia de contar con

---

Manuscrito modificado recibido: 25-7-85.

- 1 Este trabajo fue financiado por el Programa INC-NUT-370/PN/84-84/CA - Bean/Cowpea CRSP - Title XII.
- 2 Científico de la División de Ciencias Agrícolas y de Alimentos del Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP).
- 3 Jefe de la misma División, INCAP, Apartado Postal No. 1188, Guatemala, Guatemala, C. A.

Publicación INCAP E-1171.

un aparato como el DUR-INCAP. Este no sólo puede contribuir al estudio del fenómeno de la dureza del frijol, sino que también puede usarse para medir la dureza de otros materiales (granos, frutas, pastas, etc.). Además, fabricado localmente, puede ahorrar divisas a nuestros países latinoamericanos, que ya no necesitarían importar aparatos más sofisticados.

## INTRODUCCION

El tiempo de cocción determina la suavidad de los frijoles para consumo humano y la destrucción de los factores antifisiológicos que contiene el grano crudo. Sin embargo, una cocción prolongada puede tener repercusiones nutricionales, tecnológicas y económicas que inciden en la aceptabilidad de esta fuente proteínica (1). Corrientemente, las amas de casa presionan entre sus dedos los granos de frijol cocido para determinar si el frijol está listo para ser consumido. Esta medida de dureza es subjetiva y, por lo tanto, no permite recabar suficiente información para compararla entre laboratorios o para utilizarla en el estudio del fenómeno del endurecimiento de los granos durante el almacenamiento. Además, con este sistema tan rústico se dificulta la selección de variedades con mejores características de cocción y que sean resistentes al endurecimiento bajo condiciones subóptimas de almacenamiento. Por otro lado, la falta de un instrumento económicamente accesible en los centros de almacenamiento de granos y la falta de metodología estandarizada para medir la dureza y el tiempo de cocción, hacen sumamente difícil la diferenciación entre un grano recién cosechado y aquéllos ya duros por envejecimiento. El comportamiento siempre variable e inconsistente de pruebas subjetivas para juzgar el tiempo de cocción del frijol justifica los esfuerzos continuos para desarrollar metodologías objetivas nuevas y mejoradas para evaluar la calidad de cocción del frijol. Varios investigadores han utilizado diferentes equipos: Antunes y Sgarbieri (2), Rizo Cruz (3), y Silva, Bates y Deng (4) usaron el Instron en estudios de textura de frijoles cocidos, mientras que otros como Binder y Rockland (5), Hosfield y Vebersax (6), Vebersax, Hosfield y Hamelink (7) han utilizado la prensa Kremer; otros, como Jackson y Varriano-Marston (8), usaron el instrumento diseñado por Mattson (9) para arvejas. El Instron y la prensa Kremer son instrumentos eficientes para medir el tiempo de cocción del frijol, pero son costosos. El instrumento de Mattson es sensitivo y más simple, y al parecer, superior a los otros en el estudio del problema del endurecimiento. El propósito de este trabajo fue construir y evaluar un instrumento sencillo y económico que permita medidas de dureza, objetivas y reproducibles, para estudiar el fenómeno del endurecimiento del frijol y —no menos importante— proponer una metodología adecuada para medir el tiempo de cocción de los granos.

## MATERIALES Y METODOS

### *Materiales*

y cuatro rojos, comprados en distintos expendios de un mercado local. Ante la imposibilidad de conocer las variedades, se les identificó con las letras A, B, C y D. También se utilizó frijol negro Tamazulapa, cosechado en Patulul, Suchitepéquez, Guatemala, en 1983 y 1984. El frijol cosechado en 1983 permaneció almacenado por un año a dos temperaturas, en un cuarto frío (5°C) y a temperatura ambiente (25°C).

### *Métodos*

a. *Tiempo de cocción.* Los granos de frijol crudo sin remojo previo se vertieron en suficiente agua hirviendo (95°C) durante 30, 60, 100, 140 y 180 min. Luego se tomaron 25 granos para cada tiempo de cocción, se dejaron enfriar a temperatura ambiente y se midió la dureza da cada grano según se describe a continuación.



FIGURA 1

Durómetro-INCAP (DUR-INCAP)

b. *Medida de dureza de los granos de frijol cocido.* La medida de dureza de los granos, y por consiguiente la del tiempo de cocción, se obtuvo con un aparato llamado DUR-INCAP que significa Durómetro diseñado y construido en el INCAP. Este aparato (Figura 1), se diseñó y construyó en la División de Ciencias Agrícolas y de Alimentos del INCAP y consta de un tornillo sin fin, movido eléctricamente, que comunica fuerza a una aguja No. 16 con punta aplanada, la cual se mueve contra el grano de frijol hasta perforarlo. El grano descansa en un soporte fijado a un resorte que a medida que baja, comunica al soporte una fuerza creciente opuesta a la aguja móvil hasta que el grano es perforado. Cuando esto sucede, se interrumpe el movimiento de la aguja y se toma la lectura; ésta se traduce a gramos-fuerza necesarios para perforar el grano. Para obtener uniformidad en los resultados, las lecturas del frijol se toman en el centro del grano atravesando la aguja los dos cotiledones. Los detalles del aparato y del soporte se aprecian gráficamente en las Figuras 1 y 2.

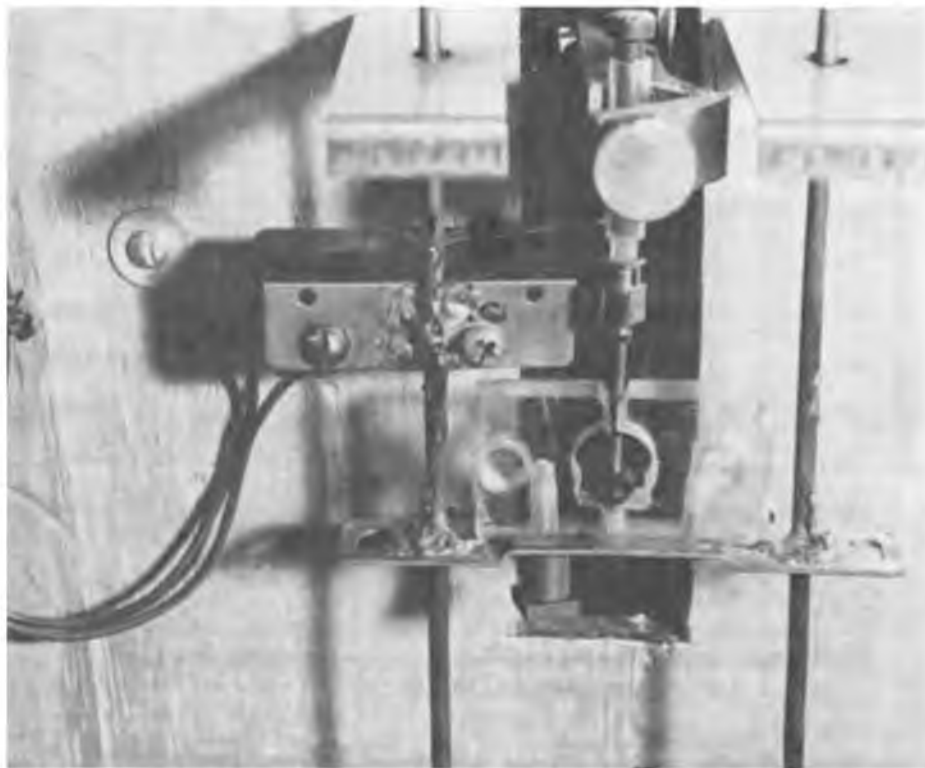


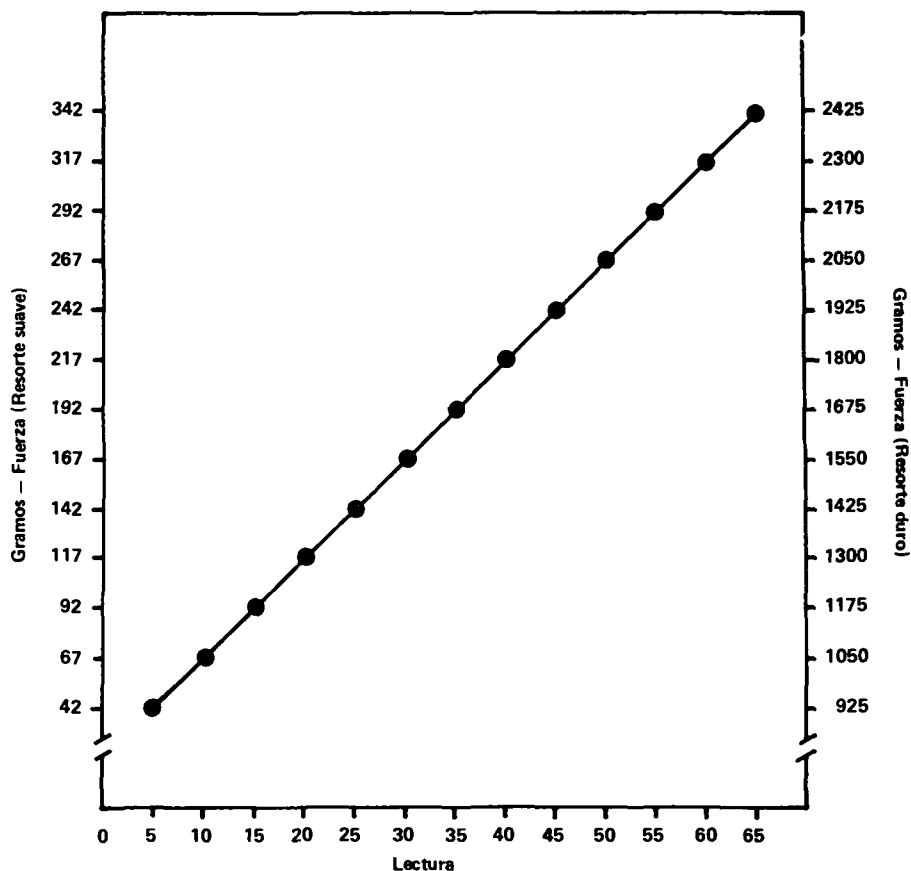
FIGURA 2

Detalles del soporte

## RESULTADOS Y DISCUSION

*Calibración del aparato DUR-INCAP*

A fin de que este instrumento pueda ser utilizado más ampliamente, se calibraron dos tipos de resorte, uno suave para durezas menores (ejemplo, frijol cocido) y otro más fuerte para durezas mayores (ejemplo, maíz cocido). Para obtener la relación entre las lecturas del aparato y los gramos-fuerza necesarios para perforar o partir un grano, se colocaron pesos crecientes en el soporte y se tomaron las lecturas correspondientes, con las cuales se elaboró la curva de calibración de ambos resortes expuesta en la Figura 3. Como puede apreciarse, hay una relación lineal entre las lecturas



Incap 84-207

FIGURA 3

Curva de calibración del DUR-INCAP (resortes suave y duro).  
(lectura vs gramos-fuerza)

del aparato y los gramos-fuerza. El resorte suave puede detectar cambios en dureza comprendidos entre 42 y 342 gramos-fuerza, mientras que el resorte duro puede medir durezas comprendidas entre 925 y 2,425 gramos-fuerza. A manera de ilustración, puede decirse que una lectura de 35 equivale a 192 gramos-fuerza si se usa el resorte suave, y a 1,675 gramos-fuerza si se usa el resorte duro. Con esta curva de calibración se elaboraron tablas de conversión de lecturas a gramos-fuerza para ambos resortes. Estas tablas (Figuras 4 y 5) facilitan los cálculos, ya que la escala

Lectura	GRAMOS-FUERZA				Lectura	GRAMOS-FUERZA			
	(.00)	(.25)	(.50)	(.75)		(.00)	(.25)	(.50)	(.75)
11	72.00	73.25	74.50	75.75	38	207.00	208.25	209.50	210.75
12	77.00	78.25	79.50	80.75	29	212.00	213.25	214.50	215.75
13	82.00	83.25	84.50	85.75	40	217.00	218.25	219.50	220.75
14	87.00	88.25	89.50	90.75	41	222.00	223.25	224.50	225.75
15	92.00	93.25	94.50	95.75	42	227.00	228.50	229.50	230.75
16	97.00	98.25	99.50	100.75	43	232.00	233.25	234.50	235.75
17	102.00	103.25	104.50	105.75	44	237.00	238.25	239.50	240.75
18	107.00	108.25	109.50	110.75	45	242.00	243.25	244.50	245.75
19	112.00	113.25	114.50	115.75	46	247.00	248.25	249.50	250.75
20	117.00	118.25	119.50	120.75	47	252.00	253.25	254.50	255.75
21	122.00	123.25	124.50	125.75	48	257.00	258.25	259.50	260.75
22	127.00	128.25	129.50	130.75	49	262.00	263.25	264.50	265.75
23	132.00	133.25	134.50	135.75	50	267.00	268.25	269.50	270.75
24	137.00	138.25	139.50	140.75	51	272.00	273.25	274.50	275.75
25	142.00	143.25	144.50	145.75	52	277.00	278.25	279.50	280.75
26	147.00	148.25	149.50	150.75	53	282.00	283.25	284.50	285.75
27	152.00	153.25	154.50	155.75	54	287.00	288.25	289.50	290.75
28	157.00	158.25	159.50	160.75	55	292.00	293.25	294.50	295.75
29	162.00	163.25	164.50	165.75	56	297.00	298.25	299.50	300.75
30	167.00	168.25	169.50	170.75	57	302.00	303.25	304.50	305.75
31	172.00	173.25	174.50	175.75	58	307.00	308.25	309.50	310.75
32	177.00	178.25	179.50	180.75	59	312.00	313.25	314.50	315.75
33	182.00	183.25	184.50	185.75	60	317.00	318.25	319.50	320.75
34	187.00	188.25	189.50	190.75	61	322.00	323.25	324.50	325.75
35	192.00	193.25	194.50	195.75	62	327.00	328.25	329.50	330.75
36	197.00	198.25	199.50	200.75	63	332.00	333.25	334.50	335.75
37	202.00	203.25	204.50	205.75	64	337.00	338.25	339.50	340.75

FIGURA 4

Tabla de conversión: de lecturas a gramos-fuerza (resorte suave). Durómetro-INCAP (DUR-INCAP). División de Ciencias Agrícolas y de Alimentos - enero, 1984

de lectura del aparato está subdividida en fracciones (0.25, 0.50, 0.75) a fin de aumentar la sensibilidad del instrumento. Para medir la dureza de un material dado, lo único que se necesita es colocar el resorte apropiado y proceder en la forma indicada anteriormente. Los datos en las tablas (Figuras 4 y 5) representan el promedio y la desviación estándar de 25 granos a cada tiempo de cocción.

Lec- tura	GRAMOS-FUERZA				Lec- tura	GRAMOS-FUERZA			
	(.00)	(.25)	(.50)	(.75)		(.00)	(.25)	(.50)	(.75)
8	1000.00	1006.25	1012.50	1018.75	36	1700.00	1706.25	1712.50	1718.75
9	1025.00	1031.25	1037.50	1043.75	37	1725.00	1731.25	1737.50	1743.75
10	1050.00	1056.25	1062.50	1068.75	38	1750.00	1756.25	1762.50	1768.75
11	1075.00	1081.25	1087.50	1093.75	39	1775.00	1781.25	1787.50	1793.75
12	1100.00	1106.25	1112.50	1118.75	40	1800.00	1806.25	1812.50	1818.75
13	1125.00	1131.25	1137.50	1143.75	41	1825.00	1831.25	1837.50	1843.75
14	1150.00	1156.25	1162.50	1168.75	42	1850.00	1856.25	1862.50	1868.75
15	1175.00	1181.25	1187.50	1193.75	43	1875.00	1881.25	1887.50	1893.75
16	1200.00	1206.25	1212.50	1218.75	44	1900.00	1906.25	1912.50	1918.75
17	1225.00	1231.25	1237.50	1243.75	45	1925.00	1931.25	1937.50	1943.75
18	1250.00	1256.25	1262.50	1268.75	46	1950.00	1956.25	1962.50	1968.75
19	1275.00	1281.25	1287.50	1293.75	47	1975.00	1981.25	1987.50	1993.75
20	1300.00	1306.25	1312.50	1318.75	48	2000.00	2006.25	2012.50	2018.75
21	1325.00	1331.25	1337.50	1343.75	49	2025.00	2031.25	2037.50	2043.75
22	1350.00	1356.25	1362.50	1368.75	50	2050.00	2056.25	2062.50	2068.75
23	1375.00	1381.25	1387.50	1393.75	51	2075.00	2081.25	2087.50	2093.75
24	1400.00	1406.25	1412.50	1418.75	52	2100.00	2106.25	2112.50	2118.75
25	1425.00	1431.25	1437.50	1443.75	53	2125.00	2131.25	2137.50	2143.75
26	1450.00	1456.25	1462.50	1468.75	54	2150.00	2156.25	2162.50	2168.75
27	1475.00	1481.25	1487.50	1493.75	55	2175.00	2181.25	2187.50	2193.75
28	1500.00	1506.25	1512.50	1518.75	56	2200.00	2206.25	2212.50	2218.75
29	1525.00	1531.25	1537.50	1543.75	57	2225.00	2231.25	2237.50	2243.75
30	1550.00	1556.25	1562.50	1568.75	58	2250.00	2256.25	2262.50	2268.75
31	1575.00	1581.25	1587.50	1593.75	59	2275.00	2281.25	2287.50	2293.75
32	1600.00	1606.25	1612.50	1618.75	60	2300.00	2306.25	2312.50	2318.75
33	1625.00	1631.25	1637.50	1643.75	61	2325.00	2331.25	2337.50	2343.75
34	1650.00	1656.25	1662.50	1668.75	62	2350.00	2356.25	2362.50	2368.75
35	1675.00	1681.25	1687.50	1693.75	63	2375.00	2381.25	2387.50	2393.75

FIGURA 5

Tabla de conversión de lecturas a gramos-fuerza (resorte duro). Durómetro-INCAP (DUR-INCAP). División de Ciencias Agrícolas y de Alimentos - marzo, 1984

### *Dureza y Tiempo de Cocción del Frijol*

#### *a. Frijoles del mercado:*

En las Tablas 1 a 3 se presentan los resultados de dureza obtenidos al someter a cocción los frijoles blancos, negros y rojos adquiridos en el mercado local. Esta etapa del trabajo se aprovechó para clasificar la dureza de los frijoles cocidos en suaves, intermedios y duros, clasificación que se llevó a cabo tomando en consideración la opinión de amas de casa expertas en cocinar frijoles para consumo humano. Con dicho propósito, se cocinaron frijoles por diferentes períodos de tiempo y se preguntó a las expertas cómo consideraban la dureza en cada tiempo de cocción; luego se midió la dureza con el DUR-INCAP y se elaboró la clasificación en suaves (lecturas menores de 17, o sea dureza menor de 100 gramos-fuerza), aptos para consumo humano; intermedios (lecturas entre 17 y 37 equivalentes a 100-200 gramos-fuerza); y duros (lecturas mayores de 37 o sea mayores de 200 gramos-fuerza). Como lo revelan los datos en la Tabla 1, los cuatro frijoles blancos alcanzaron una suavidad propia para consumo a los 140

TABLA 1

## DUREZA (gramos-fuerza) Y TIEMPO DE COCCION DE FRIJOL BLANCO (A,B,C,D) DEL MERCADO

Frijol	Tiempo de cocción (min)				
	30	60	100	140	180
A	317* ± 0.0**	300 ± 50.6	217 ± 82.1	95 ± 27.7	90 ± 6.4
B	317 ± 0.0	305 ± 39.1	158 ± 68.5	100 ± 29.0	96 ± 5.3
C	317 ± 0.0	290 ± 50.0	119 ± 42.5	78 ± 7.8	76 ± 2.5
D	317 ± 0.0	300 ± 40.7	172 ± 70.0	83 ± 14.1	80 ± 4.8

\* Promedio.

\*\* Desviación estándar.

min de cocción. Los frijoles negros A, C y D (Tabla 2) requirieron un tiempo de cocción de 140 min, también suficiente para alcanzar la suavidad deseada; no sucedió así con el frijol B, que necesitó 40 min más de cocción. Los frijoles rojos (Tabla 3) fueron los que requirieron mayor tiempo de cocción, pues a los 180 min sólo el A y el B tenían la suavidad apropiada, necesitándose probablemente 220 min de cocción para los frijoles C y D.

La desviación estándar de los promedios de dureza en cada tiempo de cocción indica la variabilidad existente en cada lote de frijol. Esta viarabilidad fue cero a los 30 min de cocción, lo que indica que todos los granos son duros y que este tiempo es demasiado poco para la medida de dureza. Los resultados revelan que la dureza de los granos de frijol debe medirse a partir de 60 min de cocción, ya que después de este tiempo, la variabilidad en dureza disminuye hasta llegar a cero o casi cero, lo que significa que esa dureza de los granos es uniforme.

TABLA 2

## DUREZA (gramos-fuerza) Y TIEMPOS DE COCCION DE FRIJOL NEGRO (A,B,C,D) DEL MERCADO

Frijol	Tiempo de cocción (min)				
	30	60	100	140	180
A	304* ± 0.0**	281 ± 32.3	130 ± 58.5	90 ± 28.6	88 ± 5.8
B	304 ± 0.0	289 ± 13.0	176 ± 59.9	142 ± 61.0	102 ± 25.9
C	304 ± 0.0	274 ± 25.7	108 ± 44.2	85 ± 8.3	84 ± 0.0
D	304 ± 0.0	238 ± 42.2	122 ± 42.5	91 ± 22.7	88 ± 2.4

\* Promedio.

\*\* Desviación estándar.

TABLA 3

DUREZA (gramos-fuerza) Y TIEMPO DE COCCION DE  
FRIJOL ROJO (A,B,C,D) DEL MERCADO

Frijol	Tiempo de cocción (min)				
	30	60	100	140	180
A	310* ± 0.0**	277 ± 20.5	190 ± 28.7	123 ± 37.9	100 ± 10.5
B	310 ± 0.0	289 ± 14.1	195 ± 64.4	108 ± 36.1	86 ± 8.9
C	310 ± 0.0	294 ± 0.0	203 ± 22.4	176 ± 27.4	137 ± 34.3
D	310 ± 0.0	290 ± 11.4	198 ± 49.4	150 ± 37.6	110 ± 20.4

\* Promedio.

\*\* Desviación estándar.

b. *Frijol negro Tamazulapa*

Los hallazgos en cuanto a dureza y tiempo de cocción obtenidos con este frijol ilustran el efecto que la temperatura y el tiempo de almacenamiento ejercen sobre el proceso de endurecimiento del frijol. Estos dos factores, según se ha establecido, son de importancia en el proceso de endurecimiento del frijol (2). En la Tabla 4 puede observarse que desde los primeros 30 min de cocción se obtiene diferencia entre la dureza de un frijol recién cosechado y aquellos cosechados el año anterior. Además del tiempo de cosecha, a los 60 min de cocción se diferencian también las temperaturas de almacenamiento (5 y 25°C) resultados que se confirman a los 100 min de cocción; ello demuestra que la temperatura de almacenamiento de 25°C endureció más el frijol y por lo tanto necesitó 40 min más de cocción para alcanzar una suavidad apropiada para consumo. En la Figura 6 se presentan estos mismos resultados en forma gráfica, para ilustrar la

TABLA 4

DUREZA (gramos-fuerza) Y TIEMPO DE COCCION DE FRIJOL NEGRO  
TAMAZULAPA RECIEN COSECHADO Y ALMACENADO POR UN AÑO  
A 5 Y 25°C

Frijol	Tiempo de cocción (min)				
	30	60	100	140	180
Recién cosechado	317* ± 10.2**	218 ± 49.0	87 ± 18.4	73 ± 2.7	72 ± 0.0
Almacenado a 5°C	340 ± 0.0	287 ± 54.8	84 ± 11.3	76 ± 8.0	72 ± 0.0
Almacenado a 25°C	340 ± 0.0	310 ± 30.2	124 ± 30.1	75 ± 3.5	72 ± 0.0

\* Promedio.

\*\* Desviación estándar.

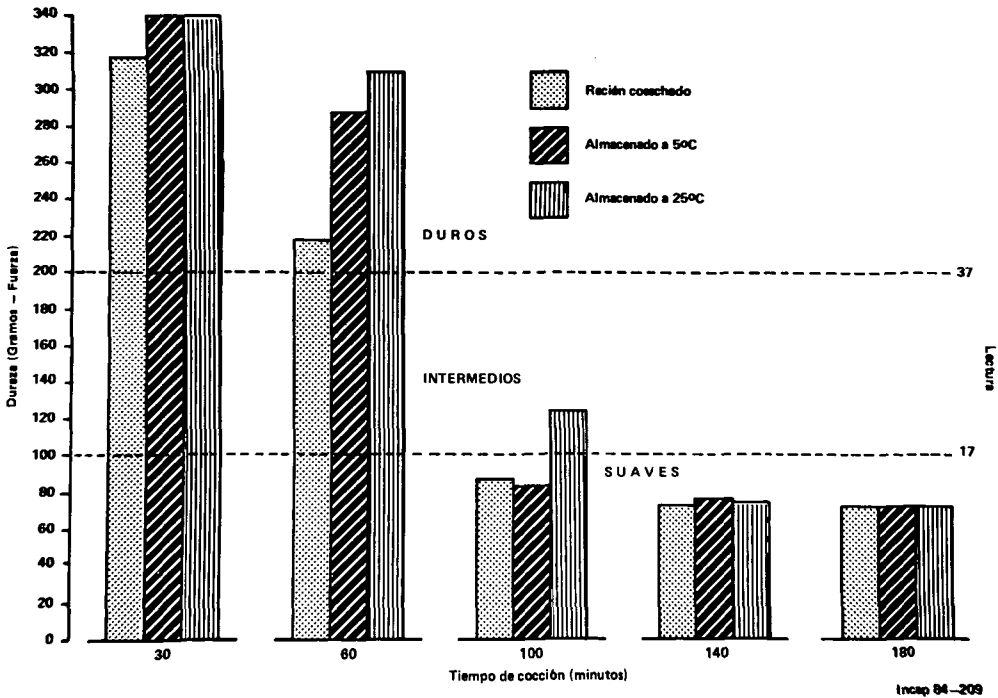


FIGURA 6

Dureza y tiempo de cocción del frijol negro (Tamazulapa) recién cosechado y almacenado por un año a 5 y 25°C.

relación que existe entre el tiempo de cocción y la dureza de los granos.

De acuerdo con los resultados, 100 gramos-fuerza ya indican que el grano de frijol está del todo cocido, lo que para un frijol suave toma entre 100 y 140 min de cocción a presión atmosférica. Usando el Instron, Silva, Bates y Deng (4) indicaron que una fuerza de perforación de 100 se obtenía con tiempos de cocción atmosférica de 100 a 120 min, valores similares a los señalados en este estudio. Por otro lado, en un estudio (3) realizado con frijol rojo que había sido almacenado durante 0, 3 y 9 meses a 35°C y 80% de humedad relativa, los autores observaron que aproximadamente 90 gramos-fuerza con el Instron ocurrían a los 140 min de cocción atmosférica para el frijol almacenado bajo condiciones aceptables. Es de interés señalar que para este tiempo y con este indicador de dureza, los niveles de hemaglutininas e inhibidores de tripsina ya no se pueden detectar (1). La diferencia entre el Instron, la prensa de Kremer y el método que utiliza el DUR-INCAP, es que en el caso de los dos primeros se emplean muestras de 100 g, mientras que con el equipo descrito en este informe, se miden 25 granos individualmente, lo que obviamente toma más tiempo. No obstante, se obtiene una medida de variabilidad. Por otro lado,

el instrumento diseñado por Mattson (9) es más parecido al DUR-INCAP, con la diferencia de que se mide simultáneamente la dureza de 15 granos.

En general, estos resultados en cuanto al tiempo de cocción de los frijoles inducen a pensar que, en el comercio o en los mercados, muy pocas veces se encuentra realmente frijoles recién cosechados, y que la mayor parte de ellos son mezclas de frijol nuevo con viejo. Este punto trae como consecuencia otros usos que pueden darse al aparato DUR-INCAP, tales como el control de calidad para la compra de frijoles antes de su almacenaje, especialmente en los casos de almacenamiento donde se mueven grandes cantidades de granos y se necesita controlar las condiciones de almacenaje y saber en cualquier momento lo que está aconteciendo con los granos almacenados. Asimismo, y ya que se ha postulado que el ambiente de cultivo (9) y el manejo de postcosecha (10) influyen en el endurecimiento, el equipo aquí descrito puede jugar un papel importante en la selección de cultivares y en la evaluación objetiva de los efectos del manejo de postcosecha, y de otros factores involucrados en el problema.

### CONCLUSIONES

Con base en este trabajo podemos concluir lo siguiente:

1. El DUR-INCAP<sup>4</sup> es un instrumento sencillo y económico cuyos resultados son bastante reproducibles.
2. Debido a la facilidad de usar resortes de diferente grosor, este instrumento es sumamente versátil y puede utilizarse para medir la dureza de otros materiales (granos, frutas, pastas, pan, etc.).
3. Este aparato constituye un aporte tecnológico para los países en desarrollo, pues bien fabricado, puede ahorrar divisas y ayudar a controlar los efectos del procesamiento y almacenamiento del grano de frijol.
4. El método de cocción utilizado podría uniformarse entre laboratorios a fin de obtener resultados reproducibles y comparables.

### SUMMARY

#### EVALUATION OF AN EQUIPMENT DEVELOPED TO MEASURE THE HARDNESS OF BEAN GRAIN (*Phaseolus vulgaris*) AND ITS UTILIZATION FOR DETERMINATION OF COOKING TIME

A simple equipment named DUR-INCAP was developed to study the factors responsible for the hard-to-cook beans and for other purposes related to this problem. The instrument measures objectively the hardness of individual beans, expressing the result as gram-force. The document describes the equipment.

As a first step in establishing the usefulness of the equipment, a study using four white, four black and four red-colored beans, purchased in the market, was undertaken. Likewise, a black bean (Tamazulapa) harvested in January, 1983, and stored for one

---

4 Se suplica a los interesados en adquirir un DUR-INCAP, escribir a los autores al INCAP, solicitando los pormenores del caso.

year at 5°C and 25°C, and the same cultivar harvested in January, 1984, were also used.

All beans were cooked in boiling water (95°C) at atmospheric pressure for 30, 60, 100, 140 and 180 min. At each cooking time, a sample was withdrawn and its hardness measured individually on 25 kernels, with the DUR-INCAP. With the help of experienced persons in cooking, the hardness at each cooking time was classified into soft cooked beans (less than 100 g-force), medium (between 100-200 g-force) and hard (above 200 g-force).

Results were as follows: white and black beans reached softness at 140 min of cooking, with the exception of one black sample which required 180 min. Two of the four red beans required 180 min, and the other two, needed 40 additional min. The effects of storage time and temperature on hardness became evident in the study with the black bean Tamazulapa. The sample stored for one year at 25°C needed 140 min cooking time, while the sample stored at 5°C and the one harvested in January, 1984, required 100 min.

These initial results suggest that the DUR-INCAP instrument may be useful for the study of the hard-to-cook bean problem; however, additional analyses are required.

#### BIBLIOGRAFIA

1. Bressani, R. Research needs to up-grade the nutritional quality of common beans (*Phaseolus vulgaris*). *Qual. Plant. Plant Foods Human Nutr.*, 32:101-110, 1983.
2. Antunes, P. L. & V. C. Sgarbieri. Influence of time and conditions of storage on technological and nutritional properties of a dry bean (*Phaseolus vulgaris*, L.) variety Rosinha G2. *J. Food Sci.*, 44:1703-1706, 1979.
3. Rizo Cruz, M. E. Estudio sobre el Uso de Solución de NaCl para el Control de Endurecimiento y del Biodeterioro del Frijol Común (*Phaseolus vulgaris*) y del Caupe (*Vigna sinensis*). Tesis M. S. Centro de Estudios Superiores en Nutrición y Ciencias de Alimentos (CESNA), Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia/INCAP, 1981.
4. Silva, C. A. B., R. P. Bates & J. C. Deng. Influence of soaking and cooking upon the softening and eating quality of black beans (*Phaseolus vulgaris*). *J. Food Sci.*, 46:1716-1720, 1981.
5. Binder, L. J. & L. B. Rockland. Use of automatic recording shear press in cooking studies of dry Lima beans (*Phaseolus lunatus*). *J. Food Technol.*, 18:1071-1074, 1964.
6. Hosfield, G. L. & M. A. Uebersax. Variability in physico-chemical properties and nutritional components of tropical and domestic dry bean germplasm. *J. Am. Soc. Hort. Sci.*, 105:246-252, 1980.
7. Uebersax, M. A., G. L. Hosfield & R. C. Hamelink. Textural parameters derived from shear curves of processed dry edible beans. *Mich. Dry Bean Digest.*, 6:21-23, 1982.
8. Jackson, G.M. & E. Varriano-Marston. Hard-to-cook phenomenon in beans: effect of accelerated storage on water absorption and cooking time. *J. Food Sci.*, 46:799-803, 1981.
9. Mattson, S. The cookability of yellow peas. A colloid-chemical and biochemical study. *Acta Agr. Suecana*, 2:185-231, 1946. (c.f. *Chem. Abst.*, 42:4689 d, 1948).
10. García Soto, A. & R. Bressani. Efecto de la radiación solar sobre algunas características fisicoquímicas del grano de frijol (*Phaseolus vulgaris*). Observaciones preliminares. *Turrialba*, 35(2):155-158, 1985.