

EVALUACIÓN DE LA CALIDAD COMERCIAL Y TECNOLÓGICA DE VARIETADES Y LÍNEAS AVANZADAS DE GARBANZO (*Cicer Arietinum* L.) COSECHADAS EN EL NOROESTE DE MÉXICO

EVALUATION OF ADVANCED LINES OF CHICKPEA (*Cicer arietinum* L.)
HARVESTED IN THE NORTHWEST OF MEXICO

Romero Baranzini AL, Barrón Hoyos JM, Falcón Villa MR* y Anduaga Cota R

Departamento de Investigación y Posgrado en Alimentos. Universidad de Sonora. Rosales y Luis Encinas, C.P. 83000, Col. Centro. Hermosillo, Sonora, México.

RESUMEN

Se analizaron variables de calidad comercial y tecnológica en líneas avanzadas de garbanzo, de campos de productores y estaciones experimentales, para así seleccionar dentro de ellas la de mejor calidad, para recomendarla como posible semilla comercial. Se seleccionaron seis líneas avanzadas con claves: HOGA 021, HOGA 012, HOGA 508, HOGA 447-6, HOGA 490-2, HOGA 340-2 y dos variedades utilizadas ampliamente como referencia: Blanco Sinaloa 92 y Costa 2004. Las líneas y variedades se seleccionaron de once campos de productores y dos estaciones experimentales del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), de los estados de Sonora, Sinaloa y Baja California Sur. Las variables evaluadas fueron: calibre, color del grano, capacidad de absorción, cocimiento y textura (dureza) del garbanzo cocido. Los resultados mostraron diferencias significativas ($p < 0.05$) en las variables de calidad comercial y tecnológicas entre las líneas avanzadas en estudio, resultando la línea HOGA 508, la que presentó la mejor característica en calibre y color del grano, y las líneas HOGA 447-6 y HOGA 340-2 fueron las mejores en lo que se refiere a capacidad de absorción de agua, cocimiento y textura (dureza) del grano cocido. Las características evaluadas pueden complementarse con estudios agronómicos para la selección de nuevas variedades de garbanzo con calidad de exportación comercial.

Palabras claves: Garbanzo, calibre, color, absorción de agua, tiempo de cocimiento, textura

ABSTRACT

Commercial and technological qualities of advanced lines and varieties of chickpeas (*Cicer arietinum* L.), currently under investigation in their agronomical attributes, were evaluated. Six advanced lines were selected: HOGA 021, HOGA 012, HOGA 508, HOGA 447-6, HOGA 490-2, HOGA 340-2, and 2 varieties: Blanco Sinaloa 92 and Costa 2004 were used as references. These samples were obtained from 11 commercial farms and 2 experimental stations (INIFAP) from the northwest states of Sonora, Sinaloa y Baja California Sur (Mexico). Commercial quality parameters evaluated were: size, caliber and color. Technological qualities evaluated were: Water Absorption Capacity (WAC), cooking time and

texture (hardness) of cooked chickpeas. Results showed significant differences ($p < 0.05$) in both the commercial quality and the technological quality parameters. The advanced line HOGA 508 showed the best results of size, caliber and color. However, the advanced lines HOGA 447-6 and HOGA 340.2 were the best in WAC, cooking time and texture (hardness). Results found through this research complement the agronomical attributes of these advanced lines of chickpeas for the future selection of high-quality varieties of chickpeas.

Keywords: Chickpeas, caliber, color, water absorption, cooking time, texture.

INTRODUCCIÓN

El garbanzo (*Cicer arietinum* L.) fue una de las primeras leguminosas domesticadas en el viejo mundo, ya que existe evidencia arqueológica que nos dice que se utilizó como alimento y como ofrenda en los años 2000 al 1400 A.C. Los españoles fueron los que introdujeron el garbanzo a nuestro país durante la conquista y posterior colonización, y a partir del siglo XX se introdujo en el Noroeste de México, donde encontró una excelente adaptación (Morales y col., 2004). A nivel mundial el garbanzo sólo se cultiva en 33 países; y únicamente 20 siembran más de 20,000 ha. Entre estos países destacan: India, Turquía, Australia, Canadá, Siria, México, España, Marruecos, Estados Unidos, Pakistán, Etiopía, Túnez, entre otros (FAO, 2008).

En el año 2006, el principal productor de garbanzo en México fue el estado de Sinaloa con una producción de 89469,80 t, ocupando el segundo lugar Sonora con una producción de 44766,82 t y otros estados con 28145,68 t (SAGARPA, 2008). En los estados de Sinaloa y Sonora se cultiva el garbanzo de más alta calidad, el cual se caracteriza por su buen calibre, color y rugosidad. El 80 % de la producción de estos dos estados cumple con las normas de exportación y el restante constituye la rezaga, que generalmente se vende al mercado nacional.

En Sonora el área de cultivo está dividida en dos regiones: la región norte comprendida por la Costa de Hermosillo y el Valle de Guaymas; y la región sur que incluye los Valles del Yaqui y del Mayo. En la zona norte, la superficie cosechada, la producción en toneladas por área de siembra y el valor de la cosecha es mayor que en la zona sur, debido

que a las condiciones climatológicas de la región norte favorecen más la calidad del grano.

El mejoramiento genético del garbanzo en Sonora inició a partir de 1973, en la Costa de Hermosillo, donde se evaluaron las colecciones de materiales y variedades de garbanzo blanco, procedentes del programa de mejoramiento de Culiacán, INIFAP, con el objetivo de seleccionar variedades de garbanzo blanco y porquero, resistentes a la rabia (*Fusarium sp.*), para obtener un tamaño más grande del grano (Morales y col., 2004). En 1974 se iniciaron los trabajos de hibridación de variedades, debido al desconocimiento agronómico del cultivo y a que se presentaban enfermedades en forma incipiente, como la marchitez conocida como "rabia". Con el propósito de apoyar la siembra comercial, se inició la investigación enfocándose a las demandas prioritarias en las diferentes disciplinas: uso y manejo del agua, fertilización, agronomía, plagas y caracterización de materiales resistentes a marchitez, para iniciar un programa de mejoramiento genético (Morales y Ortega, 2006). Fue hasta 1980 cuando fue liberada la variedad Sonora 80, dando inicio a los trabajos de hibridación de cruza simples, retro cruza y cruza múltiples con garbanzos porqueros y variedades comerciales para formar variedades más resistentes a enfermedades. A partir de este programa se han liberado las variedades Tubutama 88, Pitic 93, Hermosillo 93, Blanco Magdalena 95, Tequi Blanco 98 y Desierto 98. Actualmente existen nuevas líneas de garbanzo que son resistentes y productivas, y se encuentran en procesos de liberación (Morales y col., 2004).

Las normas que exige el mercado de exportación indican que las variedades deben tener un grano de color crema claro a blanco, una rugosidad donde se observen costillas bien definidas, un calibre del grano en un rango de 40-42 hasta 50-52 semillas por 30 gramos y que su tiempo de cocción no sobrepase los 65 minutos con base en grano remojado por 12 horas (INIFAP-CIRNO, 2003). El mercado internacional de garbanzo exige cada día una mejor calidad y cantidad del grano, por lo que se tiene la necesidad de contar con diversas variedades de garbanzo, que además de ofrecer altos rendimientos de cosecha, tenga buena calidad de grano, permitiéndole al productor tener la opción de elegir la variedad que mejor se adapte a sus condiciones de cultivo (Díaz y Morales, 1992).

En este estudio se evaluó la calidad comercial y tecnológica en líneas avanzadas de garbanzo, que contribuirán a una mejor selección de nuevas variedades mejoradas en todas sus características.

MATERIALES Y MÉTODOS

Materia Prima

Se utilizaron dos variedades de garbanzo (*Cicer arietinum* L.), Blanco Sinaloa 92 y Costa 2004, y seis líneas avanzadas con claves: HOGA 021, HOGA 012, HOGA 508, HOGA 447-6, HOGA 490-2 y HOGA 340-2. Las muestras de granos de garbanzo se limpiaron de forma manual para retirar cualquier tipo de impurezas y grano dañado, se empacaron en bolsas de papel estraza y polietileno y se almacenaron a

temperatura ambiente dentro del laboratorio (25 °C a 28 °C) para su posterior análisis.

Molienda

Para realizar el análisis de humedad del grano las muestras fueron pasadas por un molino marca BRAUN KSM2 hasta obtener un tamaño de partícula de 80 mesh.

Análisis de Humedad

A las muestras molidas se les determinó el porcentaje de humedad utilizando el método oficial de la AACC (2000) (44-15). Las determinaciones se realizaron por triplicado. Los datos obtenidos fueron utilizados posteriormente para llevar a cabo la evaluación de las variables de calidad tecnológica.

Evaluación de las Variables de Calidad Comercial Calibre del grano

Se contó el número de semillas de garbanzo contenidos en 30 g de muestra, utilizando una balanza analítica marca OHAUS®, con capacidad de 2610 g-5 lb (2 oz). Posteriormente se realizó la clasificación del calibre utilizando la escala comercial, la cual varía desde 5X (mayor calibre) que contiene de 381 a 400 granos de garbanzo hasta 1X que contiene de 461 a 480 granos, y continua la clasificación con números arábigos a partir del cero hasta el número 20 que corresponde al menor calibre con un contenido de granos de 681 a 700 granos de garbanzo. El garbanzo mejor aceptado en el mercado de exportación es aquel que contiene 40 a 50 granos por 30 gramos (Gómez y Valencia, 1979). La medición de calibre se realizó por triplicado.

Color del grano

La evaluación y clasificación del color se realizó por un método instrumental, utilizando el reflectómetro Agron (modelo M-300-A). Los granos enteros y homogenizados se colocaron en celdas especiales llevadas a su máxima capacidad, realizando lecturas en el espectro verde, calibrando con los discos estándar de 00-90 (0 y 100 % de reflectancia, respectivamente) de acuerdo a las recomendaciones por Barrón y col. (1998). Los resultados fueron expresados como porcentaje de reflectancia relativa (PRR) (método 14-30) (AACC, 2000) y se realizó por triplicado.

Evaluación de las Variables de Calidad Tecnológica Capacidad de absorción de agua

Se utilizaron 10 g de muestra, los cuales fueron colocados en matraces de 250 mL, se agregó agua hasta tener una relación 1:5 (grano:agua), a una temperatura ambiente 22 °C a 26 °C, las mediciones se llevaron a cabo en intervalos de una hora por triplicado. El porcentaje de absorción de agua fue calculado por diferencia de peso entre el grano húmedo y seco. Con los datos obtenidos se hicieron las gráficas de absorción de agua, relacionando el porcentaje de agua absorbida y el tiempo en minutos. Se determinó el tiempo en el que el grano alcanzó el 100 % de absorción de agua (Barrón, 1984).

Cocimiento y textura (dureza)

Para medir el tiempo de cocimiento se pesaron 320 g de cada una de las muestras de garbanzo, se remojaron a su 100 % de absorción, en una proporción de grano:agua (1:5). Al finalizar el tiempo de remojo se retiró el agua. Para realizar el cocimiento primeramente se agregó agua en una olla de aluminio en proporción 1:20 (grano hidratado:agua), posteriormente se colocó en una estufa convencional con un máximo de flama. El grano se coció a ebullición y cada 15 minutos se tomaba una muestra de 80 g durante un período de 2 horas. El análisis se realizó por triplicado para cada una de las muestras.

La textura fue estimada midiendo la dureza en el grano cocido. Se empleó una celda chica de extrusión por alambres (CEA) adaptada al texturómetro Instron Universal modelo 4465 (Anduaga-Cota y col., 2002). Se midió la fuerza máxima necesaria para comprimir, compactar y extrudir una muestra de 25 g de garbanzo cocido. Para la colección de los datos se utilizó una computadora con un programa serie IX, donde se obtuvo una gráfica que muestra la fuerza (kg/f) necesaria para que el grano pase a través del enrejado de la celda. El punto considerado como dureza, fue tomado al 80 % del recorrido de la gráfica obtenida (Anduaga-Cota y col., 2002). Se realizaron tres repeticiones de cada tiempo medido y dependiendo de la dureza del grano se llevó a cabo el número de repeticiones del tiempo de cocimiento.

Los datos obtenidos fueron graficados por medio del programa Sigma Plot versión 2001. Las curvas de cocimiento fueron construidas relacionando la fuerza registrada al 80 % del recorrido de la carta en kg/f obtenida de la celda CEA y el tiempo de cocimiento para cada muestra. El tiempo óptimo de cocimiento para cada grano fue determinado, empleando la ecuación de la curva de cocimiento y calculando el tiempo en el cual el garbanzo cocido alcanzó los 20 kg/f (Barrón y col., 1998).

Análisis Estadístico

Los datos obtenidos fueron sometidos a un análisis de varianza (ANDEVA) y prueba de Tukey con un nivel de significancia de 5 %, utilizando el programa JMP 5.0.1 para determinar diferencias significativas entre muestras de todos los análisis que se realizaron (SAS, 2001).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Evaluación de las Variables de Calidad Comercial

Calibre del grano

El calibre del grano para las líneas avanzadas de garbanzo presentaron diferencias significativas ($p < 0,05$) entre cada una de ellas, procedentes de los estados de Sonora, Sinaloa y Baja California Sur, como se muestran en la Tabla 1.

En el estado de Sonora, se observa que la línea HOGA 508 procedente de la localidad Block 609 resultó con un valor superior a la mejor categoría 5X de la escala de clasificación comercial del grano de garbanzo, con un total de 38 semillas/30 g. Por el contrario, las líneas de menor calibre fueron

HOGA 340-2 de campo Nuevo y localidad CEVY, así como la línea HOGA 490-2 de campo Nuevo y El Mezquite, con calibre de 51 semillas/30 g, para las cuatro líneas, situándose en la categoría 2 de la escala de clasificación comercial.

En el estado de Sinaloa se encontraron resultados muy similares a los obtenidos en el estado de Sonora, donde la línea que resultó con un valor superior a la mejor categoría 5X de la escala de clasificación de garbanzo fue HOGA 508, procedente de la localidad CEVACU, con un total de 33 semillas por 30 g, seguida de 508 leyson y angostura con 37 semillas por 30 g. La línea de menor calibre fue HOGA 340-2 de la localidad Guamúchil con calibre de 51 semillas/30 g, colocándose en la categoría 2 de la escala de clasificación comercial.

En el estado de Baja California Sur, se observa que la línea HOGA 508 procedente de la localidad Colonia Cuauhtémoc, resultó con calibre de 41 semillas/30 g, que comprende la categoría 4X. La línea de menor calibre fue HOGA 021 de la localidad Colonia Revolución Mexicana con calibre de 53 semillas/30 g, ubicándose en la categoría 4, lo cual significa que no cumple con un calibre con calidad para grano de exportación.

Al comparar los resultados entre las seis líneas avanzadas de garbanzo con las variedades Costa 2004 y Blanco Sinaloa 92, en las diferentes regiones se observó que ninguna de las variedades de referencia alcanzó un calibre del grano superior a la mejor categoría 5X, pero sí se obtuvieron en los resultados calibres entre las categorías 4X a la 6, resultando con mejor escala de clasificación las variedades procedentes de las localidades Block 609, San Ignacio C y Ejido 05 de Junio del estado de Sonora, para ambas variedades. La variedad Costa 2004 de la localidad CEVACU del estado de Sinaloa y la variedad Blanco Sinaloa 92 de las dos localidades del estado de Baja California Sur, presentaron categorías de 3X y 4X de la escala de clasificación comercial.

Color del grano

En la Tabla 2 se presentan los valores de PRR obtenidos del espectro verde para las líneas avanzadas y variedades de garbanzo de campos productores y estaciones experimentales del Noroeste de México.

En el estado de Sonora, las líneas que presentaron el color más blanco fueron HOGA 340-2 (42,3 %), HOGA 508 (41,7 %) y HOGA 012 (41,7 %), todas provenientes del campo El Mezquite, las cuales no tuvieron diferencia significativa ($p \geq 0,05$) entre ellas, pero sí con respecto al resto de las líneas en estudio. Las líneas menos blancas fueron HOGA 021 de las localidades Block 609 y San Ignacio C, con porcentajes de reflectancia relativa de 30.7 y 31%, respectivamente, así como la línea HOGA 490-2 (30.7%), procedente de la localidad CEVY, las cuales presentaron diferencias no significativas entre ellas ($p \geq 0,05$), pero sí con respecto al resto de las líneas avanzadas en estudio.

En el estado de Sinaloa, las líneas que resultaron con el color más blanco en el grano fueron HOGA 508 (39,7 %) y HOGA 340-2 (39,3 %), ambas líneas procedentes de la locali-

Tabla 1. Calibre del grano de garbanzo de líneas avanzadas en estudio de los campos productores y estaciones experimentales del noroeste de México¹**Table 1.** Chickpea caliber of advanced lines in study of producing fields and research stations in Northwestern Mexico¹

Estado	Línea HOGA ²						Variedades	
	021	012	508	447-6	490-2	340-2	Costa 2004	Blanco Sinaloa 92
SONORA								
Campo Nuevo	49 ^{abcd}	49 ^{abcd}	39 ^{pq}	49 ^{bcde}	51 ^{ab}	51 ^a	47	46
Campo El Mezquite	50 ^{abc}	48 ^{cde}	40 ^{opq}	48 ^{cde}	51 ^{ab}	49 ^{abcd}	50	46
CEVY	47 ^{defg}	47 ^{def}	43 ^{ijklm}	46 ^{efgh}	48 ^{cde}	51 ^{ab}	49	47
Block 609	43 ^{klmn}	41 ^{nop}	38 ^q	42 ^{lmnop}	44 ^{hijkl}	42 ^{klmno}	43	40
San Ignacio C	44 ^{hijkl}	44 ^{ijklm}	--	41 ^{mnop}	45 ^{fghi}	45 ^{ghij}	44	45
Ejido 05 de Junio	44 ^{hijk}	--	--	45 ^{ghij}	45 ^{ghij}	43 ^{ijklm}	43	41
SINALOA								
Campo Leyson	47 ^{cde}	42 ^{hij}	37 ^{kl}	45 ^{efgh}	47 ^{bcde}	45 ^{efg}	47	55
Palos Blancos	--	48 ^{abcde}	40 ^{jk}	49 ^{abc}	47 ^{cde}	46 ^{def}	50	50
CEVACU	42 ^{ij}	47 ^{bcde}	33 ^m	42 ^{ij}	42 ^{ij}	43 ^{ghij}	44	40
La Angostura	44 ^{fghi}	43 ^{ghi}	37 ^l	45 ^{efg}	45 ^{efg}	49 ^{abcd}	46	45
Guamúchil	50 ^{ab}	49 ^{abc}	43 ^{ghi}	50 ^{ab}	50 ^{ab}	51 ^a	50	49
BAJA CALIFORNIA SUR								
Colonia Cuauhtémoc	47 ^{cd}	44 ^d	41 ^e	46 ^d	49 ^{bc}	51 ^{ab}	45	43
Colonia Revolución Mexicana	53 ^a	47 ^{cd}	45 ^d	45 ^d	51 ^{ab}	51 ^{ab}	47	43

¹ Resultado promedio de tres replicas.² Valores con diferente letra en el mismo estado, son significativamente diferentes ($p < 0.05$).**Tabla 2.** Porcentaje de reflectancia relativa medida en Agtron (espectro verde) de líneas avanzadas de garbanzo en estudio de los campos productores y estaciones experimentales del noroeste de México¹**Table 2.** Relative reflectance percentage measured in Agtron (green spectrum) of chickpea advanced lines in study of producing fields and research stations in Northwestern Mexico¹

Estado	Línea HOGA ²						Variedades	
	021	012	508	447-6	490-2	340-2	Costa 2004	Blanco Sinaloa 92
SONORA								
Campo Nuevo	36,3 ^{efgh}	35,7 ^{fghi}	39,0 ^{bc}	37,0 ^{def}	35,0 ^{hij}	37,6 ^{cde}	36,3	32,7
Campo El Mezquite	39,0 ^{bc}	41,7 ^a	41,7 ^a	40,0 ^b	38,3 ^{cd}	42,3 ^a	39,1	37,3
CEVY	31,3 ^{mnn}	33,7 ^{kl}	37,7 ^{cde}	34,3 ^{ijk}	30,7 ⁿ	37,3 ^{de}	32,7	32,3
Block 609	30,7 ⁿ	32,7 ^{lm}	33,3 ^{kl}	33,7 ^{kl}	31,3 ^{mn}	35,3 ^{ghi}	33,7	32,3
San Ignacio C	31,0 ⁿ	35,3 ^{ghi}	---	33,3 ^{kl}	31,7 ^{mnn}	37,7 ^{cde}	33,0	33,7
Ejido 05 de Junio	35,7 ^{fghi}	---	---	36,7 ^{efg}	35,0 ^{hij}	38,3 ^{cd}	35,0	35,7
SINALOA								
Campo Leyson	32,3 ^{hi}	34,0 ^{efgh}	34,3 ^{efg}	33,3 ^{gh}	33,0 ^{gh}	34,0 ^{efgh}	31,3	33,3
Palos Blancos	---	35,3 ^{def}	33,7 ^{fgh}	34,3 ^{efg}	30,7 ⁱ	32,3 ^{hi}	33,7	33,3
CEVACU	32,7 ^{gh}	35,7 ^{cde}	36,7 ^{bcd}	33,3 ^{gh}	33,3 ^{gh}	36,3 ^{cd}	33,3	33,3
La Angostura	34,3 ^{efg}	34,3 ^{efg}	37,3 ^{bc}	35,7 ^{cde}	34,0 ^{efgh}	35,3 ^{def}	34,3	35,3
Guamúchil	38,3 ^{ab}	36,7 ^{bcd}	39,7 ^a	38,3 ^{ab}	37,3 ^{bc}	39,3 ^a	36,4	37,3
BAJA CALIFORNIA SUR								
Colonia Cuauhtémoc	30,7 ^{def}	35,0 ^a	34,0 ^a	32,3 ^{bc}	29,7 ^f	34,0 ^a	32,3	33,0
Colonia Revolución Mexicana	30,7 ^{def}	31,0 ^{de}	32,7 ^b	31,3 ^{cd}	30,0 ^{ef}	30,0 ^{ef}	30,3	30,7

¹ Resultado promedio de tres replicas.² Valores con diferente letra en el mismo estado, son significativamente diferentes ($p < 0,05$)

dad Guamúchil, las cuales no tuvieron diferencia significativa entre ellas ($p \geq 0,05$), pero sí con respecto al resto de las líneas en estudio. La línea con color menos blanco fue HOGA 490-2 (30,7 %) de la localidad Palos Blancos, presentando diferencia significativa ($p < 0,05$) con respecto al resto de las líneas avanzadas en estudio.

En el estado de Baja California Sur, las líneas que resultaron ser no diferentes entre sí en el color más blanco ($p \geq 0,05$), pero sí con respecto al resto de las líneas fueron HOGA 012 (35 %), HOGA 508 (34 %) y HOGA 340-2 (34 %), procedentes de la Colonia Cuauhtémoc. La línea menos blanca fue HOGA 490-2 (29,7 %), proveniente de la Colonia Cuauhtémoc y con diferencias significativas ($p < 0,05$) con respecto al resto de las líneas avanzadas en estudio. Analizando los resultados de la medición de color en las líneas avanzadas en estudio, se encontró que las líneas HOGA 012, HOGA 508 y HOGA 340-2, presentaron el color más blanco en la región noroeste de México. La localidad que presentó el grano de garbanzo de color más blanco con valores de PRR entre 41,7 a 42,3 %, fue el campo El Mezquite del estado de Sonora, seguido de las variedades Costa 2004 y Blanco Sinaloa 92 con valores de PRR de 39,1 % y 37,3 %, respectivamente.

Evaluación de las Variables de Calidad Tecnológica Análisis de humedad

Los resultados de humedad de las líneas y variedades de garbanzo cosechadas en los estados de Sonora, Sinaloa y Baja California Sur se muestran en la Tabla 3. En el estado de Sonora, la línea que presentó un menor porcentaje de humedad fue HOGA 508 (5,2 %), proveniente del campo El Mezquite y el grano con mayor porcentaje de humedad fue HOGA 340-2 (8,7 %), procedente de la localidad Block 609. En el estado de Sinaloa, las líneas que presentaron menor porcentaje de humedad (6,7 %) fueron HOGA 508 y HOGA 447-6, ambas provenientes del campo Leyson, y la línea con mayor porcentaje humedad fue HOGA 340-2 (11 %) de la localidad La Angostura. Por último, en el estado de Baja California Sur la línea HOGA 340-2, fue la que obtuvo un menor porcentaje de humedad (8,11 %) y la de mayor porcentaje fue HOGA 012 (8,92 %), ambas de la localidad Colonia Cuauhtémoc.

Los resultados de porcentaje de humedad mostrados en la Tabla 3, fueron considerados para la determinación de capacidad de absorción de agua, cocimiento y textura.

Capacidad de absorción de agua

Los resultados indican que en el estado de Sonora, las líneas HOGA 447-6, procedente de la localidad San Ignacio

Tabla 3. Porcentaje de humedad de líneas avanzadas de garbanzo en estudio de los campos productores y estaciones experimentales del noroeste México¹

Table 3. Moisture content of chickpea advanced lines in study of producing fields and research stations in Northwestern México¹

Estado	Línea HOGA						Variedades	
	021	012	508	447-6	490-2	340-2	Costa 2004	Blanco Sinaloa 92
SONORA								
Campo Nuevo	7,6	6,8	7,0	8,0	7,3	7,0	7,2	9,16
Campo El Mezquite	5,4	5,57	5,2	5,3	5,5	5,6	5,7	5,5
CEVY	7,4	7,4	7,1	7,6	7,6	7,4	7,5	7,5
Block 609	7,9	8,0	7,8	8,4	8,0	8,7	7,8	8,3
San Ignacio C	6,9	7,1	---	6,8	7,0	7,1	8,7	7,1
Ejido 05 de Junio	6,5	---	---	6,8	8,0	6,5	8,7	8,4
SINALOA								
Campo Leyson	7,4	7,0	6,7	6,7	7,0	7,2	7,8	6,8
Palos Blancos	---	9,9	9,9	9,2	9,6	9,9	9,9	10,2
CEVACU	10,2	10,6	9,84	10,0	10,4	10,1	10,2	10,2
La Angostura	9,90	9,91	10,39	9,85	10,0	11,0	10,74	10,77
Guamúchil	9,74	9,63	10,07	10,1	9,73	9,60	10,71	9,94
BAJA CALIFORNIA SUR								
Colonia Cuauhtémoc	8,84	8,94	8,33	8,50	8,26	8,11	8,17	7,73
Colonia Revolución Mexicana	8,34	8,50	8,86	8,84	8,82	8,88	7,86	8,09

¹ Resultado promedio de tres réplicas

Tabla 4. Tiempo en minutos de capacidad de absorción de agua de líneas avanzadas de garbanzo en estudio de los campos productores y estaciones experimentales del noroeste México¹**Table 4.** Time in minutes of water absorption capacity of chickpea advanced lines in study of producing fields and research stations in Northwestern Mexico¹

Estado	Línea HOGA ²						Variedades	
	021	012	508	447-6	490-2	340-2	Costa 2004	Blanco Sinaloa 92
SONORA								
Campo Nuevo	305,7 ^{ghij}	346,2 ^{cdef}	304,0 ^{ghijk}	298,0 ^{ijklm}	316,2 ^{fghi}	322,5 ^{fghi}	307,4	284,4
Campo El Mezquite	362,2 ^{bcd}	371,0 ^{abc}	380,5 ^{ab}	381,0 ^{ab}	398,5 ^a	358,2 ^{bcde}	315,3	356,5
CEVY	302,0 ^{hijkl}	271,0 ^{mnp}	269 ^{mnp}	261,2 ^{nop}	262 ^{nop}	245,1 ^{opq}	230,1	225,7
Block 609	330,3 ^{efgh}	274,0 ^{klmno}	308,4 ^{ghij}	283 ^{ijklm}	263,2 ^{nop}	292 ^{ijklm}	266,1	290,7
San Ignacio C	343,3 ^{cdef}	315,6 ^{fghi}	-----	228,6 ^q	239,9 ^{pq}	333,5 ^{defg}	239,9	297,1
Ejido 05 de Junio	333,5 ^{defg}	-----	-----	315,6 ^{fghi}	228,6 ^q	333,5 ^{defg}	315,6	228,6
SINALOA								
Campo Leyson	333,5 ^a	315,6 ^{ab}	228,6 ^{klm}	333,5 ^a	315,6 ^{ab}	228,6 ^{klm}	315,6	228,6
Palos Blancos	-----	255,9 ^{ghij}	240,2 ^{ijklm}	286 ^{cde}	281,5 ^{def}	273,8 ^{defgh}	250,1	238,7
CEVACU	292 ^{bcd}	265,9 ^{defghi}	281,3 ^{cdef}	265,5 ^{efghi}	247,7 ^{hijk}	255 ^{ghij}	228,2	241,5
La Angostura	304,7 ^{bc}	280,8 ^{cdefg}	261,9 ^{efghij}	277,7 ^{defg}	285,9 ^{cde}	247 ^{ijk}	237,7	243,3
Guamúchil	237,1 ^{ijklm}	219,1 ^{lm}	217 ^{mnn}	192,5 ⁿ	245 ^{ijkl}	225,2 ^{klm}	182,3	167,7
BAJACALIFORNIA SUR								
Colonia Cuauhtémoc	318,7 ^{ab}	302 ^{abc}	323,3 ^a	303,7 ^{abc}	253,8 ^{fg}	296,2 ^{bcd}	295,7	326,5
Colonia Revolución Mexicana	261 ^{efg}	283,3 ^{cde}	238,5 ^e	277,7 ^{cdef}	256,4 ^{efg}	270,4 ^{def}	278	313,2

¹ Resultado promedio de tres replicas.² Valores con diferente letra en el mismo estado, son significativamente diferentes ($p < 0,05$).

C y línea HOGA 490-2 de la localidad Ejido 05 de Junio, no presentaron diferencias significativas entre ellas ($p \geq 0,05$) en su capacidad de absorción de agua, pero sí con respecto al resto de las líneas en estudio, mostrando tiempos reducidos de capacidad de absorción de agua de 228,6 min, tiempo similar al encontrado en la variedad comercial Blanco Sinaloa 92, de la localidad Ejido 05 de Junio. La línea HOGA 490-2, procedente del campo El Mezquite, presentó un tiempo mayor de absorción de agua de 398,5 min, presentando diferencias significativas ($p < 0,05$) con respecto al resto de las líneas avanzadas en estudio.

En el estado de Sinaloa se observa que la línea HOGA 447-6 de la localidad Guamúchil, obtuvo el tiempo más reducido en capacidad de absorción de agua, presentando diferencias significativas ($p < 0,05$) con el resto de las líneas avanzadas. Por el contrario las líneas HOGA 021 y HOGA 447-6, del campo Leyson, presentaron los valores más altos de capacidad de absorción, con un tiempo de 333,5 min para ambas, no mostrando diferencias significativas entre ellas. Considerando que las variedades Blanco Sinaloa 92 y Costa 2004 resultaron con valores menores para capacidad de absorción de agua de 167,7 y 182,3 min respectivamente, ambas procedentes de la localidad Guamuchil presentando tiempos más cortos que las líneas avanzadas en estudio.

En el estado de Baja California Sur, las líneas en estudio presentaron diferencias significativas en su capacidad de absorción de agua ($p < 0,05$), donde la línea HOGA 508 procedente de la localidad Colonia Revolución Mexicana, presentó el tiempo de capacidad de absorción de agua más reducido, de 238,5 min. Se observa que la misma línea HOGA 508 de la localidad Colonia Cuauhtémoc fue la que presentó el mayor tiempo de absorción de agua, de 323,3 min, y en esta misma localidad la variedad Blanco Sinaloa 92, obtuvo el mayor tiempo de capacidad de absorción de agua con 326,5 min. La línea HOGA 447-6 procedente de la localidad Guamúchil del estado de Sinaloa, presentó el menor tiempo de capacidad de absorción del noroeste de México (192,5 min).

Con los resultados presentados anteriormente, se puede decir que las líneas que tardan menos tiempo en hidratarse el grano al 100 % de absorción de agua, son resultados indicativos favorables para el comprador, ya que consideran a la semilla del garbanzo como granos frescos o de cosecha reciente (Barrón, 1984).

Cocimiento y textura (dureza)

Obtenida la hidratación al 100 % de absorción de agua de cada una de las líneas avanzadas y variedades, éstas fueron sometidas a un tiempo de cocimiento estándar mediante la selección de ocho muestras representativas de

cada línea y variedad. Las ocho muestras representativas se muestran en la Tabla 5. Una vez obtenido el tiempo de cocimiento estándar (65 min), se midió la dureza de las líneas y variedades de garbanzo en el texturómetro Instron y los resultados se muestran en la Tabla 6. En el estado de Sonora las líneas en estudio que resultaron con granos más blandos fueron la línea HOGA 447-6, procedente de la localidad San Ignacio C y HOGA 340-2, de la localidad CEVY, presentando valores no significativos ($p \geq 0,05$) entre ellas, de 15,8 y 15,9 kg/f, respectivamente, pero sí con respecto al resto de las líneas. La línea HOGA 340-2 presentó el mismo valor de tex-

Tabla 5. Tiempos de absorción y cocimiento de las ocho muestras representativas de cada línea y variedad

Table 5. Absorption and cooking time of eight representative samples of each line and variety

Muestras	Tiempo de absorción (min)	Tiempo de cocimiento (min)
BSCNS	284,4	62
COSCLSN	315,6	73
HOGA-340-2PBSN	240,0	97
HOGA-012SIS	315,6	68
HOGA-508CCS	281,4	43
HOGA-490-2GUSN	217,0	71
HOGA-021CRBC	261,0	53
HOGA-447-6CUBC	323,4	54
PROMEDIO	279,8	65,12

Tabla 6. Textura (dureza) medida en Instron en kg/f de líneas avanzadas de garbanzo en estudio de los campos productores y estaciones experimentales del noroeste de México¹

Table 6. Texture (hardness) measured in Instron in kg/f of chickpea advanced lines in study of producing fields and research stations in Northwestern México¹

Estado	Línea HOGA ²						Variedades	
	021	012	508	447-6	490-2	340-2	Costa 2004	Blanco Sinaloa 92
SONORA								
Campo Nuevo	31,6 ^{ab}	24,3 ^{cdefgh}	31,7 ^{ab}	35,3 ^a	27,3 ^{bcde}	22,4 ^{ghijk}	32,7	27,3
Campo El Mezquite	31,3 ^{ab}	28,7 ^{bc}	18,5 ^{klmn}	25,1 ^{cdefgh}	24,1 ^{cdefghi}	19,2 ^{klmno}	26,2	20,8
CEVY	25,3 ^{cdefgh}	25,1 ^{cdefgh}	17,5 ^{lmno}	26,4 ^{cdefg}	18,0 ^{klmn}	15,9 ⁿ	18,0	15,7
Block 609	20,5 ^{hijklmn}	27,1 ^{bcdef}	22,6 ^{efghijk}	26,4 ^{cdefg}	28,0 ^{bcd}	25 ^{cdefgh}	25,9	25,6
San Ignacio C	18,3 ^{klmn}	21,9 ^{ghijkl}	-----	15,8 ⁿ	20,9 ^{hijklm}	25,9 ^{cdefg}	18,6	25,3
Ejido 05 de Junio	23,8 ^{defghij}	-----	-----	19,7 ^{jklmno}	20,5 ^{hijklmn}	16,9 ^{mn}	19,5	26,8
SINALOA								
Campo Leyson	28,37 ^{cdefghj}	28,2 ^{defghi}	20,8 ^l	27,2 ^{efghijk}	25,7 ^{hijkl}	23,6 ^{jkl}	19,7	24,8
Palos Blancos	-----	28 ^{defgh}	31,8 ^{bcdefg}	23,4 ^{jkl}	37,5 ^{ab}	29,6 ^{cdefgh}	20,4	19,0
CEVACU	32,7 ^{bcde}	37,2 ^{ab}	26,1 ^{ghijkl}	23,4 ^{jkl}	27,7 ^{efghij}	25,0 ^{hijkl}	22,1	26,4
La Angostura	34,2 ^{abc}	33,9 ^{abcd}	38,9 ^a	32,3 ^{bcdef}	29,6 ^{cdefgh}	27,8 ^{efghi}	27,3	36,3
Guamúchil	21,8 ^{jkl}	28,3 ^{defghi}	21,5 ^{kl}	26,4 ^{efghijk}	28,3 ^{cdefghi}	20,5 ^l	26,9	24,3
BAJA CALIFORNIA SUR								
Colonia Cuauhtémoc	23,7 ^{abc}	23,1 ^{bc}	21,4 ^{cd}	22,6 ^{bcd}	21,4 ^{cd}	24,3 ^{abc}	29,9	22,7
Colonia Revolución Mexicana	27,2 ^{ab}	28,9 ^a	17,7 ^d	25,3 ^{abc}	25,7 ^{abc}	21,0 ^{cd}	24,3	20,3

¹ Resultado promedio de tres replicas.

² Valores con diferente letra en el mismo estado, son significativamente diferentes ($p < 0,05$)

tura que la variedad Blanco Sinaloa 92, ambas procedentes de la localidad CEVY. Por el contrario, la línea HOGA 447-2 (35,3 kg/f) del campo Nuevo, resultó ser el grano más duro, presentando diferencias significativas ($p < 0,05$) con respecto al resto de las líneas que comprenden este estado.

Dentro de las líneas, HOGA 508 del campo Leyson y HOGA 340-2 procedente de la localidad Guamúchil, del Estado de Sinaloa, mostraron una dureza significativamente menor de 20, 8 kg/f y 20,5 kg/f respectivamente. Entre las variedades, Blanco Sinaloa 92 presentó una dureza de 19 kg/f de la localidad Palos Blancos y Costa 2004 de 19,7 kg/f del campo Leyson. Por otra parte, la línea con textura más dura fue HOGA 508 (38,9 kg/f), proveniente de la localidad La Angostura, presentando diferencias significativas ($p < 0,05$) con respecto al resto de las líneas avanzadas.

En el estado de Baja California Sur, en la localidad Colonia Revolución Mexicana se encontraron las líneas con textura más blanda y grano más duro, siendo HOGA 508 (17,7 kg/f) y HOGA 012 (28,9 kg/f), respectivamente, resultando con diferencias significativas ($p < 0,05$), con respecto al resto de las líneas en estudio. De los resultados antes mencionados se deduce que las líneas con textura más blanda fueron la línea HOGA 447-6 (15,8 kg/f), procedente de la localidad San Ignacio C y, la línea HOGA 340-2 (15,9 kg/f) de la localidad CEVY, ambas del estado de Sonora y la línea HOGA 508 (38,9 kg/f), procedente de la localidad La Angostura del estado de Sinaloa, es el grano cocido con textura más dura, dentro de la región noroeste de México.

Al analizar los resultados de las variables estudiadas en las seis líneas avanzadas de garbanzo, nos muestran de manera general que existen diferencias significativas entre estas líneas, y además, ninguna de ellas por sí sola, cumple satisfactoriamente con ambos atributos de calidad comercial y tecnológica.

CONCLUSIONES

En la evaluación de calibre del grano, la línea HOGA 508 del campo CEVACU del estado del Sinaloa, presentó un calibre por encima de la mejor categoría de la escala de clasificación comercial del grano de garbanzo en el noroeste de México. Además, la localidad Block 609 del estado de Sonora, fue la que presentó los granos de garbanzo con las categorías más altas entre 3X y 4X. Respecto al color, las líneas HOGA 012, HOGA 508 y la HOGA 340-2 del campo El Mezquite proveniente del estado de Sonora, fueron los granos de garbanzo más blancos de la región del noroeste de México. En capacidad de absorción de agua, la línea HOGA 447-6 de la localidad Guamúchil procedente del estado de Sinaloa, presentó el menor tiempo de hidratación del grano en la región del noroeste de México. En textura (dureza) del grano cocido, las líneas HOGA 447-6 de la localidad San Ignacio C y HOGA 340-2 de la localidad CEVY, ambas procedentes del estado de Sonora, presentaron ser los granos más blandos de la región del noroeste de México. En las variables de calidad comercial de las líneas avanzadas en estudio, la línea HOGA 508 fue la que presentó las mejores características en relación al calibre y color del grano. En las variables de calidad tecnológica de las líneas avanzadas en estudio, las líneas HOGA 447-6 y HOGA 340-2, fueron las que presentaron las mejores características en relación a la capacidad de absorción de agua, cocimiento y textura (dureza) del grano cocido.

BIBLIOGRAFIA

- AACC. 2000. Approved Methods for Analysis American. American Association of Cereal Chemistry. St. Paul MN, USA.
- Anduaga-Cota, R., Cota Gastélum, A.G., Falcón-Villa, M.R., Yañez-Farías, G.A. y Barrón-Hoyos J.M. 2002. Mediciones de Dureza en Frijol Cocido con una Celda de Extrusión por Alambres: Propuesta de una Celda de Menor Tamaño. Libro de Resúmenes. IV Congreso del Noroeste en Ciencias Alimentarias y Biotecnología. UNISON, Hermosillo, Sonora, México.
- Barrón, H.J.M. 1984. Textural, nutritional and toxicological qualities of pinto bean *Phaseolus vulgaris* (UI-111). Ph.D. Thesis. Queen Elizabeth Collage. University of London. London, UK.
- Barrón, H.J.M., Anduaga, C.R., Cota, G.A.G., Espinoza, L.A., Falcón, V.M.R., Orozco, G.M.E. y Morales, G.J.A. 1998. Estudio de la Calidad Nutricional y Textura en Líneas Avanzadas de Garbanzo. Informe Técnico Final Proyecto Externo Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT).
- Díaz, M.D. y Morales, G.J.A. 1992. Avances de Investigación en Garbanzo en la Costa de Hermosillo. SARH. Secretaría de Agricultura y Recursos

- Hidráulicos. INIFAP. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias. Centro de Investigaciones Nacionales del Noroeste. Hermosillo, Sonora, México.
- FAO. 2008. Comercialización y Exportación de Garbanzo. <http://www.fao.org>
- Gómez, G.R.M., Avilés, G.J.J., Pérez, V., y Manjarréz, S.J.R. 1998. El cultivo del garbanzo blanco en el centro de Sinaloa. Folleto para productores No.41. Campo Experimental Valle de Culiacán. Pág. 32.
- Gómez, E.J.A. y Valencia, C.E. 1979. Garbanzo para la Costa de Hermosillo. SARH. Circular, CIANO, Núm. 114. Campo Agrícola Experimental Costa de Hermosillo. Págs. 5-8.
- INIFAP-CIRNO. 2003. Guía para la Asistencia Técnica Agrícola para el Área de Influencia del Campo Experimental Valle del Fuerte, Sinaloa.
- Morales, G.J.A., Manjares, S.P. y Salinas, S.P. 2004. Mejoramiento Genético y Variedades. Capítulo 4. El Cultivo de Garbanzo Blanco en Sonora. Libro Técnico núm. 6, INIFAP, Hermosillo, Sonora.
- Morales, G.J.A. y Ortega, M.P.F. 2006. members.tripod.com/-cehillo/pgarba.html
- SAGARPA. 2008. Distritos de Desarrollo Rural. <http://www.oeidrus-sonora.gob.mx>
- SAS. 2001. JMP: A Business Unit of SAS. Version 5.0.1 by Statistical Analysis System, Institute Inc. Cary. NC. USA.