AgEcon SEARCH
RESEARCH IN AGRICULTURAL & APPLIED ECONOMICS

The World's Largest Open Access Agricultural & Applied Economics Digital Library

This document is discoverable and free to researchers across the globe due to the work of AgEcon Search.

Help ensure our sustainability.

Give to AgEcon Search

AgEcon Search
http://ageconsearch.umn.edu
aesearch@umn.edu

*Papers downloaded from **AgEcon Search** may be used for non-commercial purposes and personal study only. No other use, including posting to another Internet site, is permitted without permission from the copyright owner (not AgEcon Search), or as allowed under the provisions of Fair Use, U.S. Copyright Act, Title 17 U.S.C.*

EVALUACIÓN DE COLOR DEL GARBANZO (*Cicer arietinum L.*) POR MÉTODOS INSTRUMENTALES Y SENSORIALES

Ana Lourdes Romero Baranzini[1], María del Refugio Falcón Villa[1], Jesús Manuel Barrón Hoyos[1], María Isabel Silveira Gramont[1], Rosa Hayde Alfaro Rodríguez[2]

Evaluation of chickpea color (*cicer arietinum l.*) by instrumental and sensorial methods

ABSTRACT

Chickpea is a well recognized source of vegetable protein, especially in underdeveloped areas of the world. Mexican chickpea is highly priced in the international market due to its desired quality. The Northwest of Mexico, especially Sonora and Sinaloa, are also recognized for the quality of chickpea, where a high percentage of the annual production is placed in the international market. Among the various characteristics of high-quality chickpea, color is one of the most important, since it influences both: the selection of new improved varieties at the experimental research stations, and also the price at the international market. The purpose of this study was to evaluate two objective instrumental methods of color determination as related to sensory evaluation analysis, using a panel of trained judges. The color determination method with the highest correlation with sensory evaluation results could be used for the implementation of a color scale for chickpeas. Results from this study will help the improvement selection programs at the agriculture experimental stations for the selection of chickpea varieties with better color quality attributes and also it will increase the commercialization of chickpea produced in the Northwest of Mexico. Ten chickpea samples were selected for this study: seven were chickpea varieties and three were advanced lines, under improved selection programs. Samples were measured by the reflectometer, AGTRON (Md. M300A) and Hunter Lab. apparatus. Sensory evaluation analyses were conducted using a ranking test, where a trained panel of twelve judges ranked chickpea samples in their preference of color. Statistical analyses of variance showed a significantly high correlation between objective and subjective methodologies for color determination.

Key Words: Chickpeas, color, instrumental methods, sensory evaluation.

RESUMEN

El garbanzo es una fuente muy reconocida de las proteínas de origen vegetal, especialmente en las áreas subdesarrolladas del mundo. El garbanzo mexicano es altamente cotizado en el mercado internacional debido a sus características de calidad. La parte noroeste de México, especialmente Sonora y Sinaloa, se reconoce por la calidad del garbanzo, donde un alto porcentaje de la producción anual se coloca en el mercado internacional. Entre las varias características del garbanzo de alta calidad, el color es una de las más importantes, puesto que influencia la selección de nuevas variedades mejoradas en los centros de investigación experimentales, y también el precio en el mercado internacional. El propósito de este estudio fue evaluar el color de garbanzo utilizando dos métodos instrumentales y uno sensorial para determinar cual método instrumental presenta una correlación mayor con el método sensorial, y con esto, implementar a futuro, una clasificación de los colores que presentan el grano de garbanzo, y así tener una referencia objetiva al momento de llevar a cabo la comercialización de su producto; y además, que sea utilizada en los laboratorios de investigaciones agropecuarias, para seleccionar las mejores variedades de garbanzo producidas en México.

[1]Profesores, Departamento de Investigación y Posgrado en Alimentos, Universidad de Sonora, México. aromero@guayacan.uson.mx, rfalcon@guayacan.uson.mx, jbarron@guaymas.uson.mx, msilveir@guaymas.uson.mx.
[2]Profesor-Investigador de la Universidad de Autónoma del Estado de Hidalgo, México. alfarohayde@yahoo.com.mx.

Diez muestras de garbanzo fueron seleccionadas para este estudio: siete variedades y tres líneas avanzadas, bajo programas mejorados de selección. Las muestras fueron medidas por el Reflectómetro Agtron y Hunter LAB y evaluadas sensorialmente. Los análisis de la evaluación sensorial fueron obtenidos mediante la utilización de la prueba de ordenamiento, donde un panel entrenado de 12 jueces ordenó las muestras de garbanzo en su preferencia del color. Se encontró una alta correlación entre las metodologías objetivas y subjetivas de la determinación del color.
Palabras Clave: Garbanzo, color, método instrumental, evaluación sensorial.

INTRODUCCIÓN

El color es un factor importante que interfiere significativamente en las propiedades sensoriales de aceptabilidad en bastantes alimentos, entre los que se puede mencionar desde granos, harinas, hortalizas, frutas, hasta productos terminados como galletas, pastas, café instantáneo, fórmulas infantiles, chorizo, etc. El color es la única propiedad sensorial que puede ser medida en forma instrumental más efectivamente que en forma visual. Aunque los métodos instrumentales dan resultados rápidos, confiables y de costos accesibles, muchas veces es necesario llevar a cabo la medición de color en forma visual, es decir, un análisis de evaluación sensorial que valide los resultados de los métodos instrumentales y utilizarlos en un momento dado como herramientas en el control de calidad (Kane y col., 2003).

Los espectrofotómetros de color son usados comúnmente para medir color en los alimentos. Estos instrumentos generan curvas de espectros que representan la reflectancia o transmitancia de la luz sobre la superficie del producto y son comparados con estándares de referencia. Estos instrumentos son técnicas que demuestran ser convenientes, precisos y evalúan cuantitativamente los resultados (Kane y col., 2003). El color es una característica importante en granos y harinas. Entre estos granos, se tiene al garbanzo que es un cultivo importante en México. Actualmente, ocupa a nivel mundial el quinto lugar en superficie cosechada y cuarto lugar en producción. Los principales productores de garbanzo en México son el estado de Sinaloa, Sonora y Baja California, en donde Sonora ocupa el segundo lugar a nivel nacional (SAGARPA, 2008).

A partir de 1994-95, que se inició la siembra de Blanco Sinaloa-92, y en la medida que su adopción se extendió por más de 40 países, se consideró que el garbanzo mexicano debería tener la calidad de grano de esta variedad (Gómez y col., 2003). Desde ese tiempo, el garbanzo en México es altamente cotizado en el mercado internacional debido a sus características de calidad, siendo la región noroeste de México, especialmente Sonora y Sinaloa, reconocidos por la calidad del garbanzo, donde un gran porcentaje de la producción nacional anual (80 a 90%) es colocada en el mercado internacional (SAGARPA, 2008).

El mercado internacional tiene normas de calidad para cada uno de los productos de exportación, por lo tanto éstas deben ser cumplidas por los países exportadores, y a su vez se deben tener en cuenta por los productores para que logren los mejores precios de sus productos. Los países compradores de garbanzo establecieron las normas generales en base a sus necesidades, como son: el período de cocimiento o cochura del grano; el grano debe de tener aspecto blanco, rugoso y tamaño uniforme y el calibre esta determinado según el tamaño del grano (Navarro, 1997; Gómez y Valencia, 1979). Entre las varias características del garbanzo de alta calidad, el color es una de las más importantes debido a que esta característica influencia la selección de nuevas variedades mejoradas en las estaciones experimentales y la comercialización del garbanzo en el mercado internacional.

En el presente trabajo se evaluaron dos métodos instrumentales y un método sensorial para determinar cual método instrumental presenta una correlación mayor con el método sensorial; y con esto, implementar a futuro, una clasificación de los colores que presentan el grano de garbanzo, y así tener una referencia objetiva al momento de llevar a cabo la comercialización de su producto; y además, que esta clasificación sea utilizado en los laboratorios de investigaciones agropecuarias, para seleccionar las mejores variedades de garbanzo producidas en México.

METODOLOGÍA

Obtención de la Materia Prima

Se evaluaron tres líneas y siete variedades de garbanzo cultivadas en la región noroeste de México, principalmente en Sonora y Sinaloa. Las líneas son UC-27 Tipo Americano, Hoga 06 y Hoga 509, las variedades son Blanco Sinaloa 92, Costa 2004, Desierto 98, Hermosillo 93, Suprema 2003, Tequi Blanco 98 y Tubutama 88. 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 y de plástico, y se almacenaron a 4º C para su posterior análisis.

Métodos para la Medición de Color

Para la evaluación y clasificación del color de garbanzo producido en la región Noroeste de México, se utilizaron dos métodos instrumentales y un método de evaluación sensorial. Para estudiar ambos métodos, las muestras de garbanzos se dividieron en dos bloques, a continuación se describen las variedades y líneas de cada uno de los bloques, incluyendo las abreviaturas correspondientes:

Bloque I: garbanzos blancos
Variedad Blanco Sinaloa 92 (BS)
Variedad Costa 2004 (COS)
Variedad Suprema 2003 (SUP)
Variedad Tequi Blanco 98 (TEQ)
Línea Hoga 06 (H06)
Línea Hoga 509 (H509)

Bloque II: garbanzos cafés
Variedad Desierto 98 (DES)
Variedad Hermosillo 93(HER)
Variedad Tubutama 88 (TUB)
Línea UC-27 Tipo Americano(UC)

Métodos Instrumentales

Método Agtron. Se realizó en el reflectómetro Agtron (modelo M-300-A) de acuerdo a las especificaciones proporcionadas en el manual del equipo. Los granos enteros se colocaron en celdas especiales que se llenaron a su capacidad y se realizaron lecturas en los espectros azul, verde, rojo y amarillo, de acuerdo a recomendaciones hechas por Barrón y col. (1998) para la medición de color en garbanzo entero, calibrando con los discos estándar de 00-90 (0 y 100 % de reflectancia, respectivamente). Los resultados se expresaron como porcentaje de reflectancia relativa (PRR), donde lecturas con valores elevados indican muestras menos oscuras con tendencia a reflejar la luz (Método AACC 14-30, 2000). Se realizaron 12 mediciones para cada una de las variedades y líneas de garbanzo.

Método Hunter LAB. El equipo se basa en el método de Hunter, empleando un colorímetro Minolta CR-10 calibrado a L=+78.4, a=-1.8 y b=+25 a 10º del observador (Gutiérrez y Morales., 2003). Se registraron los valores de L (Luminosidad), a (matiz rojo-verde) y b (matiz amarillo-azul). Se realizaron 12 mediciones para cada una de las variedades y líneas de garbanzo.

Análisis Estadístico. Para el análisis de datos se utilizó el Análisis de Varianza (ANDEVA), para conocer si existen diferencias significativas entre las medias de las variedades y líneas de garbanzo en cada método instrumental utilizado. Al análisis de varianza que resultó significativo, se le aplicó una prueba de comparación múltiple de medias de Tukey ($p < 0.05$). Estos análisis fueron realizados usando el paquete estadístico JMP 5.0. (SAS, 2001).

Método Sensorial

Prueba de Ordenamiento. Esta prueba requiere que los jueces ordenen las muestras de acuerdo a la intensidad perceptible de una determinada característica sensorial, en este caso el color (Anzaldúa, 2005). Se realizó una sesión para cada uno de los jueces. Se les dieron las indicaciones correspondientes, donde se les presentó el primer bloque de seis muestras con una intensidad de color más blanca en los granos de garbanzo. Las muestras se presentaron en pequeños recipientes de vidrio transparentes idénticos, los cuales estaban codificadas con números aleatorios de tres dígitos, a cada muestra se le dio un número de código diferente. Se les pidió a cada uno de los jueces que ordenaran las muestras codificadas de acuerdo a la intensidad de color, clasificando las muestras de la más blanca a la menos blanca (no se permiten, normalmente, calificar dos muestras en el mismo lugar). Una vez ordenadas las muestras se anotaron los códigos en la hoja de respuesta. Una vez terminada la evaluación del primer bloque, se procedió al siguiente bloque de cuatro muestras de colores más cafés. Para su evaluación se siguió el mismo procedimiento anterior, únicamente cambiando el esquema aleatorio y la hoja de respuestas.

Diseño Experimental y Análisis Estadístico. Se utilizó un diseño de bloques al azar, donde los tratamientos son las variedades y líneas de garbanzo y los bloques son los jueces entrenados. Para el análisis de datos se utilizó el Análisis de Varianza de datos transformados. En este método Fisher y Yates (1949) aplican el análisis de varianza pero transformando los datos a valores numéricos según la tabla que se presenta en la misma referencia. Las comparaciones de medias se realizaron mediante la prueba de Tukey ($p<0.05$). Estos análisis fueron realizados usando el paquete estadístico JMP 5.0. (SAS, 2001).

Correlación entre Métodos Instrumentales y Sensoriales. Se realizó un análisis de correlación multivariada entre los métodos instrumentales (Agtron y Hunter LAB) y la evaluación sensorial. Estos análisis fueron realizados usando el paquete estadístico JMP 5.0. (SAS, 2001).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Métodos Instrumentales

Método Agtron. Se midió el porcentaje de reflectancia relativa (PRR) a las variedades y líneas de garbanzo en el reflectómetro Agtron (modelo M-300-A), realizándose lecturas en los espectros azul, verde, rojo y amarillo. A medida que el PRR se acerca a cero, las muestras tienden a un color más oscuro (negro) y a medida que se aproxima a cien, las muestras presentan un color más claro (blanco).

Los resultados de los cuatro espectros, para el bloque I y ll de garbanzos, se muestran en la tabla 1. En esta tabla se puede observar que en el espectro azul, la línea Hoga 509 (H509) resultó la más blanca y la variedad Blanco Sinaloa (BS) la menos blanca, presentando diferencias significativas ($p \leq 0.05$) entre todas las muestras. En el espectro verde, la línea Hoga 509 y la variedad Suprema (SUP) fueron las que mostraron color más blanco, las cuales no tuvieron diferencia significativa entre ellas ($p \leq 0.05$) y la variedad Blanco Sinaloa fue la que resultó menos blanca y con diferencia significativa ($p \leq 0.05$) respecto al resto de las muestras.

En el espectro rojo, la variedad Hoga 509 fue la que presentó color más blanco y la variedad Blanco Sinaloa fue la que resultó menos blanca, con diferencias significativas entre si y con respecto al resto de las variedades ($p \leq 0.05$), excepto la variedad Costa 2004 que fue similar a Tequi Blanco y Hoga 06 ($p \leq 0.05$). En el espectro amarillo, la línea Hoga 509 resultó ser la más blanca y la variedad Blanco Sinaloa, la menos blanca, presentando diferencias significativas ($p \leq 0.05$) entre ellas, no se encontró diferencia significativa ($p \leq 0.05$) entre la variedad Costa 2004 y la línea Hoga 06.

Los resultados de los cuatro espectros para el bloque II de garbanzos cafés se muestran en la tabla 1. En dicha tabla se puede observar que en el espectro azul, las variedades Desierto 98 y Tubutama 88 fueron las que presentaron color menos café, las cuales no mostraron diferencia significativa entre ellas ($p \leq 0.05$), y la variedad Hermosillo 93 presentó color más café, con diferencia significativa ($p \leq 0.05$). En el espectro verde, la variedad Tubutama 88 resultó con un color menos café y la variedad Hermosillo 93 con un color más café, presentándose diferencias significativas ($p \leq 0.05$) entre las muestras. En el espectro rojo la línea UC-27 Tipo Americano fue significativamente diferente a las variedades Desierto 98, Hermosillo 93 y Tubutama 88 ($p \leq 0.05$); y con el valor de PRR de 50.6 presenta el garbanzo menos café dentro del espectro rojo. En el espectro amarillo, todos los garbanzos fueron significativamente diferentes ($p \leq 0.05$), siendo la línea UC-27 Tipo Americano la que resultó ser la menos café con un valor de PRR de 39.5, y la variedad Hermosillo mostró ser la más café.

Método Hunter LAB. Para medir el color a las variedades y líneas de garbanzo se utilizó un colorímetro Minolta CR-10, realizándose lecturas en los tres parámetros: L, a y b. En el parámetro L (Luminosidad), un valor igual a cien representa un color blanco, y un valor de cero, negro. Valores +a son rojos y –a, verdes. Un valor +b es amarillo y –b, azul. Los resultados de las lecturas de los tres parámetros, para los bloques I y II de garbanzos blancos y cafés, se muestran en la tabla 2. En el parámetro L, la variedad Tequi Blanco y la línea Hoga 509 fueron las que resultaron más blancas, las cuales no tuvieron diferencia significativa entre ellas ($p \leq 0.05$) y la variedad Costa 2004, la de menor valor L, pero similar a Blanco Sinaloa, Hoga 06 y Suprema 2003 ($p \leq 0.05$). En los parámetros a y b, la variedad Blanco Sinaloa 92 fue la que presentó mayor valor de a=4.3 y b=13.5. Tanto en el parámetro a como en el b, la variedad Suprema 2003 y la línea Hoga 509 no presentaron diferencias significativas ($p \leq 0.05$) entre ellas con valores de 2.7 en el parámetro a y 10.8 en el parámetro b.

Los resultados de las lecturas de los tres parámetros, para el bloque II de garbanzos cafés, se muestran en la tabla 2. En los parámetros analizados, las cuatro muestras no presentaron diferencia significativa entre ellas ($p \leq 0.05$). Aún cuando estos datos no son significativos, se puede observar que en el parámetro L, la variedad Tubutama 88 fue la que resultó con mayor valor (48.2) y la línea UC-27 Tipo Americano con menor valor (43.9). En el parámetro a, la variedad Tubutama 88 presentó menor valor (5.1) y la línea UC-27 Tipo Americano, mayor valor (6.0). En el parámetro b, la variedad Desierto 98 mostró menor valor (14.0) y la variedad Hermosillo 93, mayor valor (15.5).

Al analizar los resultados de los dos métodos instrumentales, se puede decir que el método Agtron es el más conveniente para medir color en garbanzo, por presentar respuestas significativas entre sus muestras y además poder clasificar la intensidad de color entre los garbanzos blancos y cafés.

Método Sensorial

Prueba de Ordenamiento. Los resultados del análisis sensorial mediante la prueba de ordenamiento se dividieron en dos bloques. El primer bloque de resultados se presenta en la tabla 3 e incluye seis muestras de garbanzo; el segundo bloque, se presenta en la tabla 4 e incluye cuatro muestras de garbanzo.

Para la interpretación de los resultados de las tablas 3 y 4, se aplicó el análisis de varianza de datos transformados, usando las tablas de Fisher y Yates (1949). En este método se aplica el análisis de varianza pero transformando antes los datos a valores numéricos. Dicha tabla se consulta con el número de tratamientos, que en este caso serían las variedades de garbanzo, y se obtienen uno o más números, los cuales se asignan a los rangos dados por los jueces, de manera que el total para cada juez sea cero. En este estudio fueron seis variedades de garbanzo para el bloque I, en donde la tabla da los valores +1.27, +0.64 y +0.20; por lo tanto a las muestras se les asignan los valores numéricos de la siguiente manera: 1(más blanca) = 1.27; 2 = +0.64; 3 = +0.20; 4 = -0.20; 5 = -0.64 y 6 (menos blanca) = -1.27. La tabla 3 de datos queda modificada de la manera que se muestra en la tabla 5.

Para el bloque II de resultados de garbanzos cafés, la tabla de Fisher y Yates (1949) da los valores de +1.03, +0.30; por lo tanto, a las muestras se les asignan los valores numéricos de la siguiente manera: 1(menos café) = +1.03; 2 = +0.30; 3 = -0.30 y 4 (más café) = -1.03. La tabla 4 de datos queda modificada de la manera que se muestra en la tabla 6.

A los valores presentados en las tablas 5 y 6 se les aplica el análisis de varianza con una variable respuesta de color transformado. El análisis consistió en comparar las medias de las variedades de garbanzo evaluadas.

Los resultados del ANDEVA del bloque I de garbanzos blancos se presentan en la tabla 7. Como puede observarse en esta tabla, la diferencia entre las variedades es significativa ($p \leq 0.001$). Se calculó el coeficiente de determinación resultando una r^2 de 0.98 y un coeficiente de variación de 0.0001. Esto indica un buen ajuste de modelo propuesto y una precisión y eficiencia en la calificación de color del panel de jueces. En estos mismos garbanzos, hubo diferencia significativa entre ellos y, aplicando la comparación múltiple de medias por el método de Tukey, se hallaron diferencias significativas ($p \leq 0.05$).
Por lo tanto, la significancia de los resultados puede expresarse así:

Medias:	SUP	H509	H06	TEQ	COS	BS
	$+1.27^{a}$	$+0.64^{b}$	$+0.17^{c}$	-0.17^{d}	-0.69^{e}	-1.22^{f}

Como puede observarse, la variedad Suprema 2003 es la que tiene el color más blanco, y la variedad Blanco Sinaloa 92 es la que tiene el color menos blanco (ya que a mayor valor y signo positivo indica colores más blancos y menor valor y signo negativo, colores menos blancos).

Los resultados del ANDEVA del bloque II garbanzos cafés se presentan en la tabla 8. En esta tabla, se puede observar que la diferencia entre las variedades es significativa ($p \leq 0.001$). Al calcular el coeficiente de determinación para este bloque se encontró una r^2 de 0.83 y un coeficiente de variación de 0.0001, lo que indica un buen ajuste de modelo propuesto. En estos mismos garbanzos, se encontró diferencia significativa entre ellos y, realizando la comparación múltiple de medias, se hallaron diferencias significativas ($p \leq 0.05$).
La significancia de los resultados puede expresarse así:

Medias:	TUB	DES	HER	UC
	$+0.91^{a}$	$+0.42^{b}$	-0.54^{c}	-0.78^{c}

La variedad Tubutama 88 es la que tiene el color menos café, la variedad Hermosillo y la línea UC-27 Tipo Americano son las que tienen el color más café, no presentando diferencia significativa entre ellas ($p \leq 0.05$) (a mayor valor y signo positivo, indica color menos café y valor menor con signo negativo, indican color más café).

Correlación entre Métodos Instrumentales y Sensoriales. En la tabla 9 se muestran los coeficientes de correlación entre dos métodos instrumentales (Agtron y Hunter LAB) y un método sensorial de garbanzos blancos y cafés.

Entre los espectros azul, verde, rojo y amarillo del Agtron y el método sensorial, muestran una alta relación de $r>0.8$ con diferencias significativas ($p \leq 0.001$), para cada uno de los espectros en los garbanzos blancos. Mientras que el espectro verde y el método sensorial son los que presentaron una relación lineal más alta, de $r=0.932$.

En lo que se refiere a los parámetros a y b del método instrumental Hunter LAB y el método sensorial de los mismos garbanzos blancos, se obtuvo un coeficiente de correlación negativa, de -0.512 en el parámetro a, y de -0.557 para b ($p \leq 0.001$).

En el bloque II de garbanzos cafés, la correlación fue menor, y muy diferente entre el método sensorial y los métodos instrumentales, comparándola con los garbanzos blancos.

De los espectros verde y rojo del método instrumental Agtron y los parámetros a y b del método instrumental Hunter LAB se encontraron correlaciones no significativas respecto al método sensorial ($p \leq 0.001$).

Los resultados obtenidos anteriormente, indican una alta correlación entre el método sensorial y el método instrumental Agtron, específicamente en el espectro verde, validando así la información acerca de percibir color por métodos instrumentales que reflejan la evaluación sensorial de los jueces entrenados.

A pesar de que en la literatura no se han reportado trabajos similares donde correlacionen métodos instrumentales con métodos sensoriales para medir color en granos, existen investigaciones relacionadas con otros alimentos y/o productos.

CONCLUSIONES

Analizando los resultados obtenidos en este estudio se llegó a la conclusión de que se puede evaluar el color de granos de garbanzo utilizando tanto métodos instrumentales como sensoriales, con una buena correlación entre ambos métodos. En el método instrumental Agtron, los espectros azul, rojo y amarillo presentaron diferencias significativa en el porcentaje de reflectancia relativa en los diferentes granos de garbanzo blancos, siendo la línea H509 la que presentó el color más blanco y la variedad Blanco Sinaloa 92 fue la que mostró el color menos blanco. El espectro verde medido en Agtron no mostró diferencias significativas en la variedad Suprema 2003 y la línea H509, siendo estos garbanzos los que presentaron el color más blanco. La variedad Blanco Sinaloa 92 mostró diferencia significativa con el resto de las muestras, y es la que presentó el color menos blanco. En los espectros azul y verde, las muestras de granos de garbanzos cafés, presentaron diferencias significativas en el porcentaje de reflectancia relativa. La variedad Tubutama 88 fue la que mostró el color menos café y la variedad Hermosillo 93 fue la más café. Los resultados obtenidos en el método instrumental Hunter LAB, mostraron ser no convenientes para medir color en granos de garbanzo, ya que no se logró definir bien la intensidad del color dentro de los garbanzos estudiados.

En lo que a evaluación sensorial se refiere, la prueba de ordenamiento aplicada resultó ser sencilla, fácil y rápida, obteniéndose resultados muy favorables. Del bloque I de garbanzos blancos, la variedad Suprema 2003 fue la que presentó el color más blanco y la variedad Blanco Sinaloa 92, el menos blanco. En el bloque II de garbanzos cafés la variedad Tubutama 88 fue la que presentó color menos café y la variedad Hermosillo 93 y la línea UC-27 Tipo Americano fueron las que mostraron el color más café. El espectro verde del método instrumental Agtron y la evaluación sensorial, fueron los que presentaron la correlación más alta de $r=0.92$ con probabilidades significativas de $p<0.001$. Con los resultados obtenidos en este estudio, se podrán clasificar los granos de acuerdo a su color, e implementar a futuro un patrón de medición de color en granos de garbanzo producidos en la región noroeste de México.

BIBLIOGRAFÍA

AACC. 2000. Approved Methods for Analysis American. American Association of Cereal Chemistry. St. Paul Minnesota, USA.

Anzaldúa, M. A. 2005.La Evaluación Sensorial de los Alimentos en la Teoría y la Práctica. Ed. Acribia S. A. Zaragoza, España. pp. 67-122.

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).

Fisher, R. A y Yates F. 1949. Statistical tables for biological, agricultural and medical research. Oliver and Boyd Ltd. Londres, Inglaterra.

Gómez, E. J. A. y Valencia C. E. 1979. Garbanzo para la Costa de Hermosillo. Folleto técnico #114. INIFAP. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Centro de Investigación Nacional del Noroeste. Hermosillo, Sonora, México.

Gómez, G. R. M., Gómez G. L. y Salinas P. R. 2003. Blanco Sinaloa 92: Variedad de Garbanzo para Exportar. Folleto técnico #24 INIFAP. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Centro de Investigación Nacional del Noroeste. Hermosillo, Sonora, México.

Gutiérrez, F. E. C. y Morales S. Z. 2003. Elaboración de Galletas Funcionales a Base de Avena. Tesis de Licenciatura. Departamento de Ciencias Químico Biológicas. Universidad de Sonora. Hermosillo, Sonora, México.

Kane, A. M., Lyon B. G., Swanson R. B y Savage E. M. 2003. Comparison of Two Sensory and Two Instrumental Methods to Evaluate Cookie Color. Journal of Food Science. 71 (6): S433-S437.

Navarro, C. A. L. 1997. Caracterización Parcial de las Proteínas Mayoritarias de Garbanzo Nacional, de Exportación y Rezaga y su Posible Relación con la Calidad Comercial. Tesis de Maestría. Departamento de Investigación y Posgrado en Alimentos. Universidad de Sonora. Hermosillo, Sonora, México.

SAGARPA, 2008. Distritos de Desarrollo Rural. http://www.oeidrus-sonora.gob.mx/.

SAS Institute Inc. 2001. JMP: A Bussiness Unit of SAS. Version 5.0.1 by Statistical Analysis System, Institute Inc. Cory. NC. USA.

***(Artículo recibido en mayo del 2009 y aceptado para su publicación en abril de 2010).**

Tabla 1. Porcentaje de reflectancia relativa (%RR) medida en Agtron de los bloques I y II de garbanzos blancos y cafés.*

Garbanzo	AGTRON (% RR)			
	Azul	Verde	Rojo	Amarillo
Bloque I: Garbanzo Blanco				
Blanco Sinaloa	21.3±0.14[f]	33.7±0.15[d]	48.7±0.14[e]	39.4±0.13[e]
Costa 2004	22.4±0.14[e]	35.7±0.15[c]	51.4±0.14[c,d]	42.1±0.13[d]
HOGA 06	23.7±0.14[d]	37.5±0.15[b]	51.2±0.14[d]	41.8±0.13[d]
HOGA 509	27.6±0.14[a]	40.7±0.15[a]	54.6±0.14[a]	46.4±0.13[a]
Suprema 2003	26.8±0.14[b]	40.4±0.15[a]	53.6±0.14[b]	45.4±0.13[b]
Tequi Blanco 98	24.4±0.14[c]	37.5±0.15[b]	51.7±0.14[c]	42.7±0.13[c]
Bloque II: Garbanzo Café				
Desierto 98	19.3±0.13[a]	31.5±0.14[c]	48.2±0.14[b]	37.7±0.14[c]
Hermosillo 93	16.8±0.13[c]	30.4±0.14[d]	48.1±0.14[b]	36.7±0.14[d]
Tubutama 88	19.6±0.13[a]	33.2±0.14[a]	48.4±0.14[b]	38.7±0.14[b]
UC-27	18.2±0.13[b]	32.5±0.14[b]	50.6±0.14[a]	39.5±0.14[a]

*Los resultados son presentados como la media ± DE (desviación estándar) de 12 repeticiones. Dentro de la misma columna, medias con diferente letra son significativamente diferentes ($p<0.05$).

Tabla 2. Parámetros de color (L, a, b) medidos en Hunter LAB del bloque I y II de los garbanzos blancos y cafés.*

Garbanzo	Parámetros del Método Hunter LAB		
	L	a	b
Bloque I: Garbanzo Blanco			
Blanco Sinaloa	50.1±1.46[a,b]	4.3±0.26[a]	13.5±0.42[a]
Costa 2004	45.1±1.46[b]	3.7±0.26[a,b]	12.6±0.42[a]
HOGA 06	50.8±1.46[a,b]	3.8±0.26[a]	12.2±0.42[a,b,c]
HOGA 509	51.4±1.46[a]	2.7±0.26[b]	10.8±0.42[b,c]
Suprema 2003	48.5±1.46[a,b]	2.7±0.26[b]	10.8±0.42[c]
Tequi Blanco 98	52.3±1.46[a]	4.0±0.26[a]	12.5±0.42[a,b]
Bloque II: Garbanzo Cafés			
Desierto 98	45.5±1.56[a]	5.4±0.34[a]	14.0±0.43[a]
Hermosillo 93	44.9±1.56[a]	5.9±0.34[a]	15.5±0.43[a]
Tubutama 88	48.2±1.56[a]	5.1±0.34[a]	14.7±0.43[a]
UC-27	43.9±1.56[a]	6.0±0.34[a]	15.3±0.43[a]

*Los resultados son presentados como la media ± DE (desviación estándar) de 12 repeticiones. Dentro de la misma columna, medias con diferente letra son significativamente diferentes ($p<0.05$).

Tabla 3. Resultados de la evaluación sensorial mediante la prueba de ordenamiento del bloque I de garbanzos blancos.

JUEZ	SUP	TEQ	BS	COS	H06	H509
1	1	4	6	5	3	2
2	1	4	6	5	3	2
3	1	4	6	5	3	2
4	1	4	6	5	3	2
5	1	4	6	5	3	2
6	1	4	6	5	3	2
7	1	3	6	5	4	2
8	1	4	6	5	3	2
9	1	4	6	5	3	2
10	1	4	6	5	3	2
11	1	4	6	5	3	2
12	1	4	5	6	3	2
Totales	**12**	**47**	**71**	**61**	**37**	**24**

Tabla 4. Resultados de la evaluación sensorial mediante la prueba de ordenamiento del bloque II de garbanzos cafés.

JUEZ	TUB	HER	DES	UC
1	1	4	2	3
2	1	3	2	4
3	1	3	2	4
4	1	3	2	4
5	1	3	2	4
6	1	4	2	3
7	2	3	1	4
8	1	3	2	4
9	1	4	2	3
10	1	3	2	4
11	2	4	1	3
12	1	3	2	4
Totales	**14**	**40**	**22**	**44**

Tabla 5. Resultados transformados de la evaluación sensorial según los valores de Fisher y Yates (1949) del bloque I de garbanzos blancos.

JUEZ	SUP	TEQ	BS	COS	H06	H509
1	+1.27	-0.20	-1.27	-0.64	+0.20	+0.64
2	+1.27	-0.20	-1.27	-0.64	+0.20	+0.64
3	+1.27	-0.20	-1.27	-0.64	+0.20	+0.64
4	+1.27	-0.20	-1.27	-0.64	+0.20	+0.64
5	+1.27	-0.20	-1.27	-0.64	+0.20	+0.64
6	+1.27	-0.20	-1.27	-0.64	+0.20	+0.64
7	+1.27	+0.20	-1.27	-0.64	-0.20	+0.64
8	+1.27	-0.20	-1.27	-0.64	+0.20	+0.64
9	+1.27	-0.20	-1.27	-0.64	+0.20	+0.64
10	+1.27	-0.20	-1.27	-0.64	+0.20	+0.64
11	+1.27	-0.20	-1.27	-0.64	+0.20	+0.64
12	+1.27	-0.20	-0.64	-1.27	+0.20	+0.64
TOTALES	+15.24	-2.00	-14.61	-8.31	+2.00	+7.68
MEDIAS	+1.27	-0.17	-1.22	-0.69	+0.17	+0.64

Tabla 6. Resultados transformados de la evaluación sensorial según los valores de Fisher y Yates (1949) del bloque II de garbanzos cafés.

JUEZ	TUB	HER	DES	UC
1	+1.03	-1.03	+0.30	-0.30
2	+1.03	-0.30	+0.30	-1.03
3	+1.03	-0.30	+0.30	-1.03
4	+1.03	-0.30	+0.30	-1.03
5	+1.03	-0.30	+0.30	-1.03
6	+1.03	-1.30	+0.30	-0. 30
7	+0.30	-0.30	+1.30	-1.03
8	+1.03	-0.30	+0.30	-1.03
9	+1.03	-1.30	+0.30	-0.30
10	+1.03	-0.30	+0.30	-1.03
11	+0.30	-0.30	+1.30	-0.30
12	+1.03	-1.30	+0.30	-1.03
TOTALES	+10.90	-6.92	+5.06	-9.44
MEDIAS	+0.91	-0.5766	+0.4216	-0.7866

Tabla 7. Análisis de varianza de valores transformados de la evaluación sensorial del bloque I de garbanzos blancos.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Varianza estimada	F
Variedades	5	48.48	9.696	522.309**
Jueces	11	0	0	0
Residual	55	1.02	0.0185	
Total	71	49.5	0.6971	

**p<0.001

Tabla 8. Análisis de varianza de valores transformados de la evaluación sensorial del bloque II de garbanzos cafés.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Varianza estimada	F
Variedades	3	23.003	7.667	54.7875**
Jueces	11	0	0	0
Residual	33	4.618	0.1399	
Total	47	27.62	0.5876	

**p<0.001

Tabla 9. Coeficientes de correlación entre métodos instrumentales y método sensorial.

		Métodos Instrumentales					
		Agtron				Hunter LAB	
Método Sensorial Garbanzo		Azul	Verde	Rojo	Amarillo	a	b
Bloque I: blancos	r	0.888	0.932	0.837	0.859	-0.512	-0.557
	p	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001	0.0001
Bloque II: cafés	r	0.700	0.378	0.500	0.0147	-0.2671	-0.2634
	p	0.00001	0.0081	0.0004	0.0000	0.0081	0.0004

r = coeficiente de correlación; p = nivel de significancia; NS= No Significativo