

CARACTERIZACIÓN DE GRANOS CRUDOS Y TOSTADOS DE USO EN TORREFACTORAS CUBANAS

Oscar Álvarez-González¹, Matilde Anaya-Villalpanda^{2*}, Juan González-Ríos², Lumey Llera-Rodríguez² e Iván Hernández-Garciarena³

¹Grupo Empresarial Cubacafé. Calle 150 No. 2124, Playa, La Habana, Cuba.

²Instituto de Investigaciones para la Industria Alimenticia, Carretera al Guatao km 3 ½,
La Habana, Cuba.

³Instituto Nacional de Higiene, Epidemiología y Microbiología. Calzada Infanta No. 1158. Centro Habana, Cuba.

E-mail: mavillal@iiaa.edu.cu; matildea@quimica.cujae.edu.cu

RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue caracterizar los granos crudos y tostados que se usan en las torrefactoras cubanas. Los granos fueron café Arábico natural cubano y Robusta de Brasil, chícharo (*Pisum sativum* L.) de Canadá y garbanzo (*Cicer arietinum* L.) cosechado en Cuba. A los granos crudos y tostados se les determinaron dureza, densidad aparente, diámetro y peso y contenido de aflatoxina B1, vitamina C, minerales, humedad, proteínas, fibra, ceniza, carbohidratos totales y asimilables y valor energético. De forma general, la temperatura de tueste influyó negativamente sobre la composición nutricional de los granos y se observó disminución significativa de peso del grano, densidad aparente, dureza y humedad. Las mermas para cafés y chícharo se correspondieron con la cotidianidad del proceso de torrefacción en las condiciones tecnológicas cubanas. El café Arábico tolera mejor el tratamiento térmico que el café Robusta y el garbanzo mejor que el chícharo.

Palabras clave: café Robusta, café Arábico, chícharo, garbanzo, torrefacción.

ABSTRACT

Characterization of raw and roasted grains used in Cuban coffee factories

The objective of this work was to characterize the raw and roasted grains that are used in the Cuban coffee factories. The grains were natural Arabica Cuban coffee and Robusta coffee from Brazil, pea (*Pisum sativum* L.) from Canada and chickpea (*Cicer arietinum* L.) harvested in Cuba. The following determinations to the raw and roasted grains were made: hardness, apparent density, diameter and weight and content of aflatoxin B1, vitamin C, moisture, minerals, proteins, fiber, ash, total and assimilable carbohydrates and energy value. In general, the roast temperature influenced negatively on the nutritional composition of the grains and it was observed a significant decreasing of weight of the grain, apparent density, hardness and moisture. The loss for coffees and pea were according with to dayness of torrefaction process under the Cuban technological conditions. The Arabica coffee tolerates the thermal treatment better than Robusta coffee and the chickpea better than the pea.

Keywords: Robusta coffee, Arabica coffee, pea, chickpea, torrefaction.

INTRODUCCIÓN

Durante el tueste del grano de café ocurren numerosos cambios como pérdida de humedad, redistribución del agua y reacciones químicas como la de Maillard, caramelización de azúcares y pirolisis final de carbohidratos y proteínas (1).

Matilde Anaya Villalpanda: Ingeniera Química (ISPJAE, 2007), opta por el grado de Máster en Ciencias de Ingeniería de los Alimentos, ISPJAE. Trabaja en la investigación de los campos magnético y electromagnético como método de conservación no convencional de alimentos, y sus efectos sobre los microorganismos; conservación de cepas de hongos, levaduras y bacterias lácticas para la industria alimentaria.

Estos cambios son muy importantes para obtener una bebida de alta calidad y algunos influyen en la eficiencia del proceso industrial de torrefacción (2). Se plantea que para la industrialización del café es interesante trabajar con materias primas con humedades iniciales entre 11,5 y 12,5 % siempre y cuando se almacenen correctamente, para evitar la contaminación fúngica (3). En ese sentido, cuando el café se almacena con contenido de humedad superior al 12 %, es muy alto el riesgo de ser atacado por hongos y contaminarse con micotoxinas (2).

Debido al tueste puede reducirse la actividad antioxidante, por la degradación del ácido clorogénico y otros compuestos fenólicos (4) aunque algunos fenoles se concentran porque son solubles (5). No obstante, por encima de 230 °C ocurre la sobre torrefacción que carboniza los granos y el aroma desaparece (5). Otros cambios son la disminución de peso, densidad aparente, proteínas, taninos y minerales y el aumento de volumen, dureza, carbohidratos, aceites, grasas y acidez (6).

Por otra parte, el chícharo tostado se emplea como sustituto parcial del café mezclado para la población cubana, el cual pudiera ser sustituido por el garbanzo que también se consume tostado en España como aperitivo en muchas festividades y romerías (7).

El objetivo de este trabajo fue caracterizar los granos crudos y tostados que se usan en las torrefactoras cubanas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los granos fueron café Arábico natural cubano y Robusta importado desde Brasil, chícharo importado desde Canadá y garbanzo cosechado en Cuba. Todos se tostaron en el laboratorio de la Empresa Cubacafé en tostador eléctrico de tambor giratorio Probat (Alemania).

Se empleó un espectrofotómetro de absorción atómica (NOVAA300, Alemania) para determinar hierro, cobre y cinc, proteínas por método Kjeldahl (Tecator Technology, modelo Kjectec 2300, Suecia), vitamina C, humedad, grasa, fibra dietética y ceniza según las técnicas recomendadas (8, 9). Los carbohidratos totales se calcularon por la sustracción a 100 de la sumatoria de las cantidades obtenidas de los constituyentes mayoritarios. Asimismo, los carbohidratos asimilables (para cal-

cular el valor energético) se estimaron por la sustracción del contenido de fibra al valor de carbohidratos totales calculado anteriormente. El valor energético (kcal/100 g) se calculó de acuerdo con las cantidades de los componentes: proteína, grasa e hidratos de carbono asimilables mediante la multiplicación con el factor específico correspondiente y la suma de la contribución de todos ellos. Los factores fueron proteína y carbohidratos asimilables (4 kcal/g) y grasa (9 kcal/g) (10).

La dureza se determinó con un analizador de textura (TA.HD. Plus, Stable Micro Systems, Inglaterra). Se utilizó un cono de 50 ° con 1 mm/s de velocidad de bajada del cabezal. De cada variedad de grano se tomaron 20 unidades de forma aleatorizada. Las curvas obtenidas se procesaron con el programa Texture Exponent 32 ver. 2.0 propio del equipo, escogiéndose la fuerza (N) máxima como una medida de la dureza del grano.

Para la densidad aparente (kg/m³) de la porción de muestra se dejó caer desde 112 mm de altura a través de un embudo hacia una cápsula de 136,09 cm³ de capacidad volumétrica. Se enrazó la cápsula llena y se pesó en balanza de 0,01 mg de precisión para determinar peso neto. Los valores obtenidos se sustituyeron en la expresión siguiente:

Densidad aparente = masa (peso neto)/volumen de la cápsula

El diámetro de los granos se determinó con un micrómetro de 0,05 mm de precisión y su peso como el promedio de 1000 granos pesados en la balanza descrita anteriormente. Se determinó el contenido de aflatoxina B1 mediante la técnica propuesta en la norma chilena (11) con metanol como disolvente de extracción por cromatografía líquida de alta resolución (HPLC) en un cromatógrafo Shimadzu (Japón).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis estadístico de los resultados determinó que las mismas presentaron una distribución normal para $p \leq 0,05$, permitiendo realizar una discusión a partir del promedio de todos los valores obtenidos, como una media poblacional. Las tablas 1 y 2 muestran la com-

Tabla 1. Composición físico-química y nutricional de los granos de café crudos y tostados

Variables	Café Arábico cubano			Café Robusta brasileño		
	Crudo	Tostado	Difer. (%)	Crudo	Tostado	Difer. (%)
Peso del grano (g)	0,1177 ^a	0,0964 ^b	-18,09	0,1066 ^c	0,0856 ^d	-19,69
Largo (mm)	9,12 ^a	9,40 ^b	2,98	8,57 ^c	10,37 ^d	17,36
Ancho (mm)	6,46 ^a	7,48 ^b	13,64	6,40 ^a	6,76 ^c	5,32
Espesor (mm)	3,81 ^a	4,47 ^b	14,76	3,32 ^b	4,24 ^c	21,70
Densidad aparente (kg/m ³)	670,39 ^a	41,99 ^b	-93,74	746,2 ^c	53,40 ^d	-92,84
Humedad (%)	10,66 ^a	4,0 ^b	-52,16	11,54 ^a	3,83 ^c	-66,81
Dureza (N)	65,46 ^a	13,28 ^b	-79,71	103,73 ^c	17,27 ^b	-83,35
Proteína (%)	14,61 ^a	13,56 ^a	-7,19	14,55 ^a	13,18 ^a	-9,42
Grasa total (%)	10,05 ^a	12,54 ^b	19,86	6,09 ^c	8,47 ^d	28,10
Carbohidratos totales (%)	60,24 ^a	63,41 ^b	5,00	63,35 ^a	69,23 ^c	8,49
Fibra dietética total (%)	60,02 ^a	63,68 ^b	5,75	54,82 ^c	66,63 ^d	17,72
Carbohidratos asimilables (%)	0,22 ^a	0,00	0,00	8,53 ^b	2,6	-69,52
Ceniza (%)	4,44 ^a	5,39 ^a	17,63	4,47 ^a	5,29 ^a	15,50
Vitamina C (mg/100 g)	14,85 ^a	ND	-	16,02 ^a	ND	-
Aflatoxina B1 (mg/kg)	ND	-	-	ND	-	-
Fe (mg/kg)	36,10 ^a	39,20 ^b	7,91	32,20 ^c	35,4 ^d	9,04
Cu (mg/kg)	13,60 ^a	14,50 ^b	6,21	12,97 ^a	18,0 ^c	38,78
Zn (mg/kg)	3,19 ^a	3,71 ^a	14,02	5,20 ^b	5,45 ^b	4,59

Temperatura de tueste: café arábico (208 °C) y café robusta (210 °C). ND: no se detecta. Letras distintas indican diferencia estadísticamente significativa ($p \leq 0,05$) para las filas.

Tabla 2. Composición físico-química y nutricional de las leguminosas crudas y tostadas

Variable	Chícharo canadiense			Garbanzo cubano		
	Crudo	Tostado	Difer. (%)	Crudo	Tostado	Difer. (%)
Peso de un grano (g)	0,2330 ^a	0,1630 ^b	-30,12	0,3882 ^c	0,3193 ^d	-17,78
Diámetro (mm)	6,77 ^a	5,94 ^b	-12,28	7,62 ^c /9,14 ^{d*}	7,91 ^c /8,35 ^{c*}	3,67/-8,64
Densidad aparente (kg/m ³)	854,12 ^a	716,78 ^b	-16,08	731,19 ^a	99,51 ^c	-86,39
Humedad (%)	12,15 ^a	2,36 ^b	-80,58	10,93 ^a	1,93 ^b	-82,34
Dureza (N)	93,39 ^a	24,58 ^b	-73,68	120,32 ^c	42,58 ^d	-64,61
Proteína (%)	21,92 ^a	18,94 ^b	-13,59	29,03 ^c	24,99 ^d	-16,17
Grasa total (%)	1,28 ^a	1,93 ^b	50,78	5,41 ^c	7,42 ^d	37,15
Carbohidratos totales (%)	61,27 ^a	74,0 ^b	17,20	55,64 ^c	57,74 ^c	3,77
Fibra dietética total (%)	41,54 ^a	23,49 ^b	-43,45	32,96	45,10	26,92
Carbohidratos asimilables (%)	19,73 ^a	50,51 ^b	60,65	55,64 ^c	57,74 ^d	3,64
Energía (kcal/g)	183,97	-	-	371,21	-	-
Ceniza (%)	2,73 ^a	3,42 ^b	25,27	3,03 ^a	3,88 ^c	28,05
Vitamina C (mg/100 g)	12,22	ND	-	3,2	ND	-
Aflatoxina B1 (mg/kg)	ND	-	-	ND	-	-
Fe (mg/kg)	41,2 ^a	47,8 ^b	13,81	49,5 ^c	50 ^c	1,00
Cu (mg/kg)	7,21 ^a	8,05 ^b	10,43	6,7 ^c	13,2 ^d	49,24
Zn (mg/kg)	14,6 ^a	15,1 ^a	3,31	14,1 ^a	16,6 ^b	15,06

Temperatura de tueste: chícharo (220 °C) y garbanzo cubano (190 °C). ND: no se detecta. Letras distintas indican diferencia estadísticamente significativa ($p \leq 0,05$) para las filas.

*para el grano de garbanzo indica la relación diámetro menor/diámetro mayor.

posición físico-química y nutricional de los mismos. No se detectó aflatoxina B1 en las muestras, ni vitamina C después del tueste.

Todos los valores obtenidos en esta caracterización fueron similares a los informados en la literatura consultada (1-3, 10). Para el caso del café se observó disminución significativa de los valores de los granos crudos respecto a los tostados (entre 7,19 y 93,74 %) para las variables peso del grano, densidad aparente, dureza y humedad y no fue significativa para el contenido de proteínas. Para los granos de leguminosas hubo coincidencia en este comportamiento (excepto para proteínas), además de la disminución de su diámetro, que para los granos de café se corresponden con las magnitudes características largo, ancho y espesor las cuales manifestaron un aumento estadísticamente significativo (entre 2,98 y 86,39 %).

En cuanto al peso de un grano, los cafés Arábico y Robusta crudos tuvieron pesos iniciales significativos (0,1177 y 0,1066 g, respectivamente) que después del tueste condujo a una pérdida mayor para el Robusta (-19,69 %), superado por el chícharo (-30,12 %). Este resultado se corresponde con la cotidianidad del proceso de torrefacción en las condiciones tecnológicas cubanas. Para el garbanzo se observó la menor merma de los cuatro granos estudiados (-17,78 %, similar a la de los cafés), lo cual demuestra en ese sentido la posibilidad de su empleo en la industria como sustituto del chícharo ya que mermó 1,7 veces menos y contribuirá al ahorro energético (para lograr color similar a los granos de café, los de garbanzo y chícharo se tostaron a 190 y 220 °C, respectivamente).

El comportamiento de esta variable puede explicarse con lo sucedido a las magnitudes características de los granos debido a que el café robusta presenta mayor contenido de componentes volátiles que se pierden durante el tueste, ya que la humedad inicial no presentó diferencia estadísticamente significativa (10,66 y 11,54 %, respectivamente). Por tanto, la pérdida de peso solo puede justificarse por la disminución de la humedad (-66,81 % para Robusta y -52,16 % para Arábico). Algo similar sucedió con las leguminosas: el chícharo es más pequeño que el garbanzo. Sin embargo, su diámetro disminuyó más que el del garbanzo (-12,28 y -8,64 %, respectivamente) para pérdidas de humedad después del tueste superiores a los

del café (-80,58 y -82,34 %, respectivamente). Al observar que los valores de humedad inicial de los granos de café y la de las leguminosas son muy similares (no difieren significativamente), puede inferirse que la estructura de los granos pequeños retiene mejor el agua de la evaporación durante el tueste.

Si existe disminución del peso y aumento del volumen de los granos, habrá disminución en la densidad aparente de los mismos. En ese sentido, esta variable está más influenciada por el aumento del volumen que por las pérdidas de peso ya que el mismo está relacionado con los espacios vacíos entre granos. Lo anterior se evidencia al observar que la disminución de la densidad aparente de los granos de café (-93,74 y -92,84 %) y del garbanzo (-86,39 %) fue mayor que la del chícharo (-16,08 %) que es el grano más pequeño de los estudiados.

La variación de la humedad de los granos permite predecir el comportamiento de la dureza. Atendiendo al tamaño de los granos que se observó en el orden descendente: garbanzo, café Robusta, café Arábica y chícharo, nótese que cuando están crudos los granos grandes son más duros (120,32 N el garbanzo y 103,73 N el café Robusta) que los pequeños (93,39 N el chícharo y 65,46 N el café Arábica). Esta variable disminuyó significativamente en todos los casos (entre -64,61 y 83,35 %) evidenciando el aumento de la fragilidad con el tueste, destacándose la tendencia a la disminución de la dureza (aumento de la fragilidad) cuando disminuye el tamaño del grano. Es decir, que para granos grandes se obtendrán valores más altos de dureza. Sin embargo, el comportamiento inverso del chícharo (es el grano más pequeño pero tuvo mayor dureza inicial y final que el café Arábica que le sigue en tamaño) pudiera deberse a su composición.

El contenido de humedad y de dureza final favorece la molienda de los granos. Para el caso de la mayor dureza del garbanzo debe señalarse que de emplearse como sucedáneo tendrán que valorarse las implicaciones en la molienda. Por tanto, se desea que ambos parámetros tengan valores bajos lo que además favorece el rendimiento de esta etapa del proceso. En el caso de la humedad, también se favorece la conservación y la durabilidad del polvo después de molidos los granos.

En cuanto al contenido de proteínas se observó que los granos de leguminosa superaron a los de cafés tanto crudos como tostados. Al comparar los valores de proteína con los de estudios anteriores (10) para el caso del chícharo se obtuvo un valor similar.

Igualmente sucedió con el contenido de grasa, hierro y carbohidratos totales, aunque superó ampliamente la fibra dietética, cobre, cinc, ceniza y vitamina C. El mismo comportamiento se observó en este garbanzo cubano. Sin embargo, tuvo un contenido de proteínas (29 %) que superó en 10 % al empleado en los estudios mencionados (19,3 %).

Puede apreciarse de forma general que la temperatura de tueste influye negativamente sobre la composición de los granos. Sin embargo, en ese sentido el café arábico tolera mejor el tratamiento térmico que el café Robusta y el garbanzo mejor que el chícharo. Los compuestos que más se afectaron teniendo en cuenta la disminución de los valores fueron proteína y fibra dietética.

REFERENCIAS

1. Sánchez, J.; Anaya, I.; Vizcarra, M.G.; Gutiérrez, G. y Santiago, T. Rev. Mex. Ing. Quím. 6(2):185-192, 2007.
2. Parra, A.; Roa, G. y Oliveros, C.E. Rev. Bras. Eng. Agric. Ambient. 12(4):13-17, 2008.
3. Riaño, C.E. Entramado 9(2):214-222, 2013.
4. Pérez, L.M.; Chávez K.; Medina, L.A. y Gámez, N. Rev. Cienc. Biol. Salud 15(1):51-56, 2012.
5. Mussatto, S.I.; Machado, E.M.S.; Martins, S. y Teixeira, J.S. Food Bioprocess Technol. 4:661-672, 2011.
6. Prieto, Y.A. *Caracterización física de café semitostado*, (tesis en opción al título de Ingeniería Química, Universidad de América, Bogotá D.C., Colombia) 2002, pp. 125.
7. Garbanzos tostados [en línea]. Consultado 30 de mayo de 2014 en www.dietasan.com/alimentos/informacionNutricional.aspx?alimento=garbanzos+tostados+guti
8. AOAC. Official Methods of Analysis of the AOAC International. 16th ed. Washington, D.C.: AOAC, 1997.
9. FAO/WHO. *Energy and protein requirements*. Report of a Joint FAO/WHO Ad Hoc Expert Committee. FAO Nutrition Meeting Report Series No. 52. Rome, 1973.
10. Instituto de Investigaciones para la Industria Alimenticia. *Tabla de Composición de los Alimentos*. La Habana: Instituto de Investigaciones para la Industria Alimenticia, 2006.
11. PRT-711-04-122. Determinación de aflatoxina B1, B2, G1 y G2. Método HPLC. Santiago, Chile: Instituto de Salud Pública. Sección: Química de los Alimentos y Nutrición, 2009.

Por tanto, puede concluirse que el proceso de tueste incide más sobre el porcentaje de proteínas que sobre el resto de los parámetros físico químicos y nutricionales analizados.

CONCLUSIONES

Se demostró la posibilidad del empleo del garbanzo cubano en la industria como sustituto del chícharo como sucedáneo para el café mezclado de la población. Aunque fue el de mayor dureza de los cuatro granos estudiados, mostró pérdidas de peso similares a la del café y 1,7 menores que la del chícharo. El café arábico tolera mejor el tratamiento térmico que el café Robusta y el garbanzo mejor que el chícharo.