



UNIVERSIDAD NACIONAL DE ASUNCIÓN
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS

Proyecto 14 INV 001
“Estudio del proceso de industrialización de nueces de macadamia, con calidad de exportación”

Informe de Avance
Medición de color. Desarrollo y optimización

AUTORES:
LAURA GRACIELA MERELES.
EVA CORONEL MENDEZ

DEPARTAMENTO DE BIOQUÍMICA DE ALIMENTOS



Dra. Laura Mereles.
Responsable



Proyecto 14 INV 001 “Estudio del proceso de industrialización de nueces de macadamia, con calidad de exportación”

I. INTRODUCCIÓN

La nuez de macadamia es nativa de las selvas tropicales del este de Australia y pertenece a la familia Proteaceae. Generalmente, las nueces de macadamia frescas tienen un alto contenido de humedad y son propensas al deterioro (1). La calidad de la macadamia depende de las condiciones de composición inicial de los frutos secos antes de someterlos al proceso de secado y los métodos por los cuales son elaborados, envasados y almacenados. Un problema encontrado durante el proceso de secado de las nueces de macadamia es el pardeamiento interno (3,4), causado por una acumulación de azúcares reductores (glucosa y fructosa) en el centro del núcleo, que a su vez reaccionan con aminoácidos dando productos de pardeamiento no enzimático a través de reacciones de Maillard (5).

Variaciones en la madurez, composición de azúcares, contenido de humedad, y condiciones de secado pueden explicar por qué se produce pardeamiento después de procesar granos de primera calidad. Cuando los frutos con alto contenido de humedad inicial se secan rápidamente a temperaturas superiores a 38 °C, la sacarosa (el azúcar predominante en las nueces de macadamias frescas) puede someterse a hidrólisis para producir glucosa y fructosa, sustratos de la reacción de Maillard. En estas condiciones, se desarrolla el color marrón no deseable en los frutos secos. Así también, durante el secado, la temperatura y contenido de humedad puede ser diferente en las partes interior y exterior del núcleo, resultando en una concentración localizada de reactivos y sustratos para las reacciones de pardeamiento (3). Por consiguiente, el pardeamiento se puede desarrollar en el centro del núcleo, o externamente, dependiendo de las condiciones de secado. El secado gradual durante un período de tres semanas, es el proceso normalmente utilizado por los procesadores para evitar que se desarrolle un pardeamiento (4).

El color es un atributo importante de la calidad, muchas veces utilizado de manera subjetiva, en los productos secos (humedad \leq 10%), es un indicador de control de calidad donde los pigmentos marrones aumentan a medida que progresa el proceso de dorado y caramelización, en general, el color de las nueces de macadamia varía de blanco a cremoso, por lo tanto la decoloración en estas nueces podría ser fácilmente detectada (6).

Proyecto 14 INV 001 “Estudio del proceso de industrialización de nueces de macadamia, con calidad de exportación”

Un espacio de color o modelo de color, es un sistema de interpretación del color, es decir, una organización específica de los colores en una imagen, este puede ser RGB, $L^*a^*b^*$, HSV (7).

La medición de color en la industria alimentaria, como es acordada por la Comisión International d'Eclairage está adaptada a un sistema por la CIE 1976 (ISO 11664-4, 2008), que se basa en el sistema visual humano. El espacio $L^* a^* b^*$ es uniforme perceptual, es decir, la distancia euclidiana entre dos colores diferentes corresponde aproximadamente a la diferencia de color percibida por el ser humano ojo. El valor L^* representa la luminosidad y la oscuridad, su valor es entre cero para oscuridad completa y 100 para la claridad completa. Un color puede ser calificado de acuerdo con su luminosidad.



Figura 1. Notación nominal descriptiva de acuerdo con la luminosidad de un color, ej. Color naranja.

Proyecto 14 INV 001 “Estudio del proceso de industrialización de nueces de macadamia, con calidad de exportación”

Los parámetros; a^* (de verde a rojo) y b^* (de azul a amarillo) son dos componentes cromáticos, cuyos límites son irregulares siendo diferentes en cada color. Los valores de $L^* a^* b^*$ se usan a menudo en estudios de investigación sobre alimentos y casi siempre el color de los alimentos se ha medido en el modo $L^* a^* b^*$ (8, 10, 11).

Existen diferentes formas de medir el color, así como diversos instrumentos de medida del color, las medidas se realizan tanto por transmisión, transmitancia regular, como por reflexión, utilizando en este último caso las geometrías 0/d (incluyendo y excluyendo la componente especular), 0/45 y 45/0. En la literatura, para mediciones del pardeamiento en nueces de macadamia sometidas a secado o tostado, el instrumento más utilizado el equipo Hunter LAB meter, que mide la reflexión del color de la muestra, el cual da resultados en valores de $L^*a^*b^*$, la principal limitación de la medición “cuantitativa” de color por este método es el alto costo del equipamiento. Sin embargo, hoy en día existen herramientas digitales y softwares específicos que pueden ayudar al análisis de imágenes digitales, las cuales podrían resultar en un método más accesible. Mediante la combinación de estas herramientas se podría medir el espacio color en diferentes sistemas por ej. RGB y convertirlo en valores $L^*a^*b^*$.

El objetivo del presente trabajo fue desarrollar un método para la determinación de color por análisis de imágenes de las nueces de macadamia y determinar el color ($L^*a^*b^*$) de las nueces de macadamia, sistema más extendido en la literatura para estas nueces.

Proyecto 14 INV 001 “Estudio del proceso de industrialización de nueces de macadamia, con calidad de exportación”

II. METODOLOGÍA

II.1. Diseño

Se realizó un trabajo con diseño analítico, a fin de determinar el color de las nueces recién cosechadas y de las sometidas al secado.

Para la aplicación del método propuesto, las sub-muestras fueron proveídas por el Departamento de Técnicas industriales, las cuales se fueron tomando de manera transversal al proceso de secado y envasado en el marco de los trabajos de grado “**Secado de nueces de macadamia y evaluación de la influencia de la temperatura de almacenamiento de las nueces envasadas en atmósfera protectora sobre el índice de peróxidos**” e “**Influencia del envasado en distintas atmosferas protectoras en la conservación de las nueces de macadamia, con calidad de exportación**”.

Todas las mediciones fueron realizadas en el departamento de Bioquímica de alimentos, dependiente de la Dirección de Investigaciones de la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Nacional de Asunción.

II.2 Medición de color

El color fue medido mediante análisis de imágenes de fotografías tomadas a las nueces de macadamia sin cascara, en condiciones estandarizadas, para ello se utilizó una cabina de luz BYK byko basic ® (Columbia, USA), iluminado con una fuente D65 “luz de día”, una cámara fotográfica Canon zoom lens 4x15 5.0-20.0 mm 1:2.8.5.9. La distancia entre la lente de la cámara y la muestra se mantuvo en 10 cm.

Las nueces de macadamia fueron fotografiadas y las imágenes obtenidas por cada nuez posteriormente fueron analizadas en función de su histograma en un software Image J ®, donde se obtuvieron los valores de RGB, estos fueron convertidos a $L^*a^*b^*$ en el software Adobe Photoshop CC 4.0.1.192.

Proyecto 14 INV 001 “Estudio del proceso de industrialización de nueces de macadamia, con calidad de exportación”

II.3 Validación de la medición de color

Para la validación de la medición de color se determinó experimentalmente el tamaño muestral, se utilizó una escala subjetiva de colores y se realizaron mediciones en L^* para establecer el comportamiento de la variable en función de la percepción visual. También se determinó la repetitividad, reproducibilidad y error estándar del método, de acuerdo a la siguiente tabla 1.

Tabla 1. Determinaciones realizadas para la validación de la medición de color

Determinación	Descripción
Tamaño muestral experimental	Se determinó en número de muestras donde la varianza acumulada de la variable L^* permanecía constante, debida al tamaño de muestra (n).
Escala subjetiva de color	Se realizó apreciación visual de la variación de color según el analista y se midieron los valores de L^* .
Repetitividad	Se realizaron mediciones de color a la misma nuez, en diferentes imágenes ($n=10$) y en el mismo día.
Reproducibilidad	Se realizaron mediciones de color a la misma nuez, por triplicado, en diferentes imágenes ($n=12$) en 3 días diferentes.

Proyecto 14 INV 001 “Estudio del proceso de industrialización de nueces de macadamia, con calidad de exportación”

Determinación del tamaño muestral experimental

Para conocer cuántas nueces deben ser analizadas para la determinación de color se determinó el tamaño muestral de manera experimental, donde se procedió a la medición de color a un lote de nueces, donde las muestras fueron tomadas al azar, luego fueron registrados en una planilla Excel 2013 y en el mismo fue analizada la varianza (DS^2) acumulada de 15 nueces (Figura 1).

Escala subjetiva de color

Se realizó una escala subjetiva de color de nueces de macadamia envasadas, utilizadas como control de muestra con calidad de exportación (marca Britt ®, Costa Rica), según apreciación subjetiva del analista, donde las nueces fueron clasificadas en 5 colores: crema claro, crema, crema oscuro, pardo y marrón, el objetivo fue comparar las mediciones en L^* , a^* , b^* en función de la apreciación visual (Figura 2).

Repetitividad

Se realizaron mediciones de color a 10 nueces elegidas al azar por triplicado en el mismo día y posteriormente se determinó la media, la desviación estándar (DS) y el coeficiente de variación (CV) de las mediciones. Se consideró como valor deseable un coeficiente de variación $\leq 20\%$.

Reproducibilidad

Se realizaron medición de color a 10 nueces elegidas al azar por triplicado durante tres días y posteriormente se determinó la desviación estándar (DS), el coeficiente de variación (CV) y el error estándar (EE) de las mediciones en función del valor L^* .

Proyecto 14 INV 001 “Estudio del proceso de industrialización de nueces de macadamia, con calidad de exportación”

II. 4 Medición de color en muestras de nueces de macadamia

Una vez estandarizado el método se procedió a la medición de color, como se describe en la sección II.2 de este mismo apartado, a 12 nueces como mínimo, las cuales fueron realizadas en la Fase 1 (post cosecha) y la Fase 2 (pre-ensado, día 0), tanto de la superficie externa como de la superficie interna. Todas las mediciones fueron realizadas inmediatamente luego de quebrar la nuez en cáscara (NIS).

III. RESULTADOS Y DISCUSION

III.1. Tamaño muestral experimental

Se observó que la varianza acumulada para las variables se mantuvo estable (Figura 2) a partir de la medición número 12 en las tres variables analizadas (L^* , a^* , b^*). Esto indica que para medir el color de nueces de macadamia por este método, se deben realizar al menos 12 muestras por lote (9).

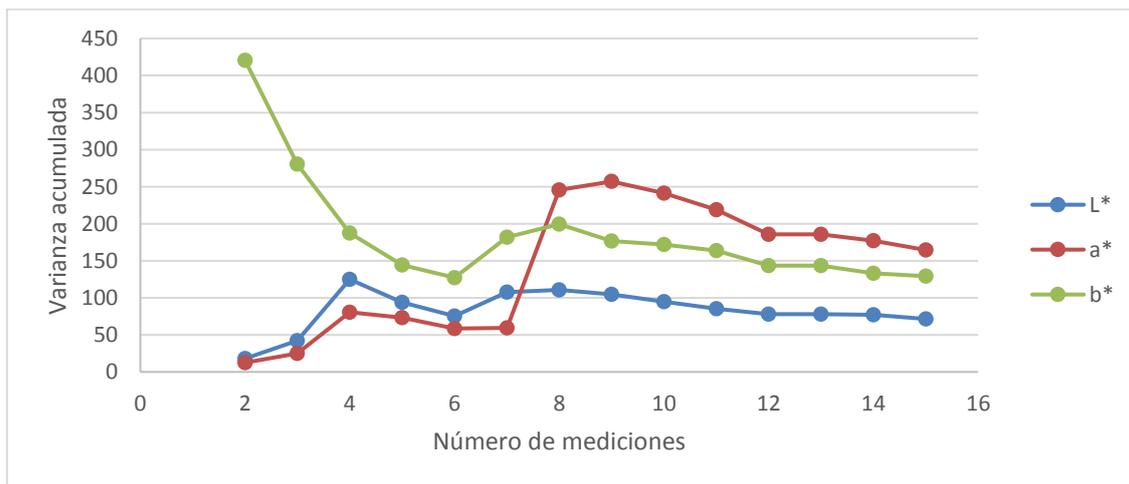


Figura 2. Tamaño muestral experimental para la medición de color en $L^*a^*b^*$ de las nueces de macadamia.

Proyecto 14 INV 001 “Estudio del proceso de industrialización de nueces de macadamia, con calidad de exportación”

III.2. Escala subjetiva de color

La escala de colores de superficie externa, que se estableció visualmente en la muestra control (muestra envasada, con calidad de importación), permitió establecer el comportamiento de la variable L* (Figura 3), luego de realizar el análisis por el método propuesto. Se puede observar que el valor de L* disminuye a medida que se aprecia el color pardo oscuro, obteniéndose una curva polinómica ($r^2=0,9816$) de orden 2, que presentó la siguiente ecuación: $y = -4,5714x^2 + 16,229x + 63,6$. Con estos resultados se puede establecer que la medición de color según apreciación del observador no es lineal, y de acuerdo a Gallego, Rosa; Sanz, Juan Carlos (2001), la definición de L* utilizada en la fotometría y colorimetría describe la percepción no lineal que tenemos de la cantidad de luz recibida.

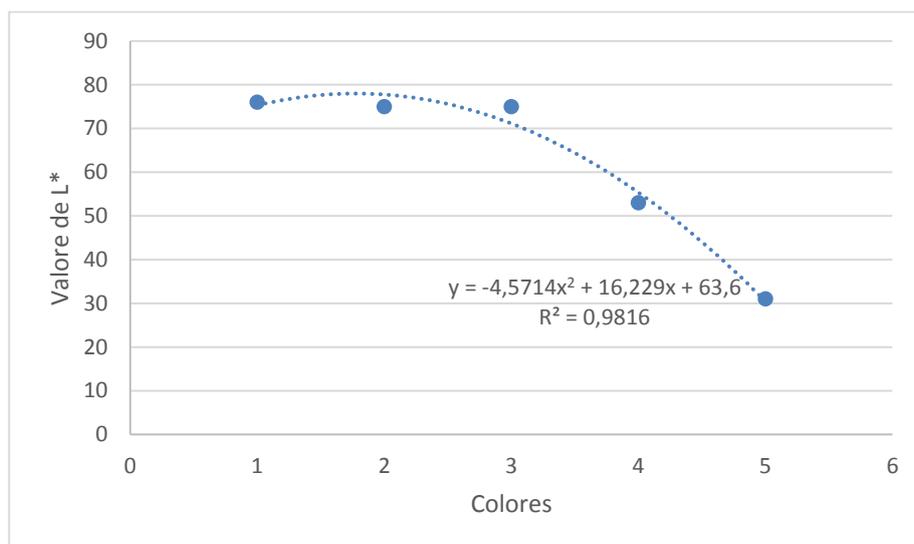


Figura 3. Valores de L* de superficie externa en nueces de macadamia según apreciación subjetiva de color. 1=crema claro, 2=crema, 3=crema oscuro, 4=pardo, 5=marron.

Proyecto 14 INV 001 “Estudio del proceso de industrialización de nueces de macadamia, con calidad de exportación”

Repetitividad

El valor de L* de las nueces varió de 47,67 a 83,67, con coeficiente de variación (CV) máximo de 1,21%, en las muestras más oscuras ($L^* \leq 50$), lo que indica una alta repetitividad (Tabla 2).

En cuanto al valor de a* se observó mayor variación; con CV en el rango 2,25- 21,65%.

Por otro lado, el valor de b* varió de 7,67 a 70,00 y su CV estuvo en el rango 0,00 -20,35%.

Resultados análogos para el caso de la coordenada L* fueron observados en otro estudio (14), donde la dispersión fue mucho mayor para las muestras más oscuras (negro y azul) y menor cuanto mayor es la claridad. Esto podría deberse a una falta de linealidad en la respuesta del instrumento de medición.

Tabla 2. Color de diferentes nueces de macadamia, con sus DS, CV y EE, para cada valor medido en un mismo día.

Nuez	L*				a*				b*			
	Media	DS	CV	EE	Media	DS	CV	EE	Media	DS	CV	EE
1	47,67	0,58	1,21	0,33	14,33	0,58	4,03	0,33	28,00	2,65	-9,45	1,53
2	47,67	0,58	1,21	0,33	51,33	1,15	2,25	0,67	45,33	1,15	2,55	0,67
3	69,00	0,00	0,00	0,00	-6,67	0,58	8,66	0,33	25,00	2,65	10,58	1,53
4	69,00	0,00	0,00	0,00	-4,50	0,71	15,71	0,41	10,00	0,00	0,00	0,00
5	61,33	0,58	0,94	0,33	-2,67	0,58	21,65	0,33	13,00	2,65	20,35	1,53
6	71,33	0,58	0,81	0,33	-8,00	1,00	12,50	0,58	7,67	0,58	7,53	0,33
7	71,33	0,58	0,81	0,33	-8,00	1,00	12,50	0,58	37,00	1,73	4,68	1,00
8	77,33	0,58	0,75	0,33	-9,67	0,58	5,97	0,33	40,00	1,00	2,50	0,58
9	83,67	0,58	0,69	0,33	-12,33	0,58	4,68	0,33	72,00	0,00	0,00	0,00

Los valores son resultados de mediciones por triplicado para cada nuez.

Proyecto 14 INV 001 “Estudio del proceso de industrialización de nueces de macadamia, con calidad de exportación”

Reproducibilidad

En la tabla 3 se observa las mediciones de color realizadas a 10 nueces durante tres días seguidos, donde se puede observar que el CV para los valores de L* es menor a 8,11% en todas las nueces durante dos días de mediciones, sin embargo, al tercer día el coeficiente de variación aumentó a un valor máximo CV=11,26%. A partir de esto se puede decir que el método es reproducible para L* durante tres días de mediciones, cuando las nueces se conservan a temperatura ambiente.

Días	L*				a*				b*				
	Nueces	Mediana	DS	CV	EE	Mediana	DS	CV	EE	Mediana	DS	CV	EE
2 ^a	1	68,80	0,45	0,65	0,15	-4,00	1,00	25,00	0,33	9,00	0,71	7,86	0,24
	2	60,67	0,82	1,35	0,27	-2,00	1,55	77,46	0,52	12,33	1,86	15,10	0,62
	3	69,83	1,17	1,67	0,33	-5,33	1,86	34,91	0,62	15,83	10,26	64,83	3,42
	4	47,50	0,55	1,15	0,18	51,00	0,89	1,75	0,30	45,33	0,82	1,80	0,27
	5	82,33	1,97	2,39	0,66	-11,83	2,93	24,73	0,98	71,33	1,63	2,29	0,54
	6	70,33	1,51	2,14	0,55	-6,17	2,93	47,46	0,98	6,67	3,67	55,05	1,22
	7	72,50	4,76	6,57	1,55	-7,83	2,14	27,28	0,71	33,83	5,15	15,23	1,72
	8	74,00	6,00	8,11	2,03	-11,00	8,56	77,78	2,85	39,17	8,42	21,51	2,81
	9	45,83	2,04	4,45	0,68	8,17	6,79	83,20	2,26	-4,00	26,43	660,87	8,81
	10	83,83	0,41	0,49	0,18	-12,67	0,52	4,08	0,17	72,00	0,00	0,00	0,00
3 ^b	1	68,86	0,38	0,55	0,18	-4,14	0,90	21,72	0,30	9,29	0,76	8,14	0,25
	2	61,00	0,93	1,52	0,33	-2,13	1,89	88,71	0,63	12,38	1,77	14,28	0,59
	3	70,11	1,45	2,07	0,44	-5,11	2,20	43,14	0,73	13,11	9,80	74,77	3,27

Proyecto 14 INV 001 "Estudio del proceso de industrialización de nueces de macadamia, con calidad de exportación"

4	55,00	11,2	20,4	3,7	33,56	26,1	78,01	8,7	51,78	9,69	18,72	3,2
		6	7	5		8		3				3
5	81,89	1,76	2,15	0,5	-11,11	2,62	23,57	0,8	70,89	1,54	2,17	0,5
				9				7				1
6	69,89	1,36	1,95	0,4	-5,22	2,73	52,25	0,9	7,22	3,03	41,98	1,0
				5				1				1
7	70,33	6,08	8,65	2,0	-5,11	5,97	116,7	1,9	30,67	8,85	28,85	2,9
				3			6	9				5
8	73,11	7,27	9,94	2,4	-6,67	11,1	167,7	3,7	31,67	21,8	68,99	7,2
				2		8	1	3		5		8
9	47,11	7,51	15,9	2,5	2,11	15,4	731,3	5,1	7,33	28,0	382,4	9,3
			4	0		4	2	5		5	9	5
10	83,56	0,53	0,63	0,1	-12,78	0,44	3,45	0,1	72,33	0,50	0,69	0,1
				8				5				7

Tabla 3. Color de diferentes nueces de macadamia, con sus DS, CV y EE, para cada valor medido en 3 días diferentes.

^aLos valores son resultados de 6 nueces para cada nuez.

⁹Los valores son resultados de 9 nueces para cada nuez.

Color en nueces de macadamia

Las nueces de macadamia poscosecha (Fase 1) presentaron un color crema claro casi blanco, con valores de L* en la superficie externa igual a $67,80 \pm 2,18$ (Tabla 4). En las nueces secas, sin embargo, los valores obtenidos de L* fueron mayores ($83,31 \pm 2,33$), lo que indica una mayor luminosidad en las muestras secas. Aunque este comportamiento es contradictorio, es importante destacar que las nueces medidas en la poscosecha no fueron las mismas que las medidas en la Fase 2 (presenvasado), lo que podría explicar la variación observada.

Por otro lado, en la superficie interna observamos valor de $L^* = 76,59 \pm 0,26$ y en las nueces secas $77,93 \pm 0,47$, sin diferencias estadísticamente significativas.

Tabla 4. Color interno y externo de nueces de macadamia post cosecha y secas.

	Post Cosecha		Secas	
	Externo	Interno	Externo	Interno
L*	$67,80 \pm 2,18$	$76,59 \pm 0,26$	$83,31 \pm 2,33$	$77,93 \pm 0,47$
a*	$3,8 \pm 3,31$	$0,94 \pm 0,34$	$4,00 \pm 1,28$	$3,80 \pm 0,16$
b*	$55,6 \pm 2,93$	$38,71 \pm 0,85$	$48,54 \pm 7,85$	$18,87 \pm 0,22$

Proyecto 14 INV 001 “Estudio del proceso de industrialización de nueces de macadamia, con calidad de exportación”

Los valores están expresados la media \pm EE. Las nueces analizadas en cada condición no son las mismas.

En el 2007, Wall y Gentry (10) reportaron que una buena calidad nueces de macadamia debe tener granos de color crema con valores de la superficie interna y externa de L^* 74,3 y 71,1, respectivamente. Los valores de L^* de la superficie externa obtenido post cosecha ($67,80 \pm 2,18$) se encuentran ligeramente por debajo (71,1) del valor de L^* reportado por los mismo autores. Sin embargo, el valor de L^* obtenido en la superficie externa de las de las nueces secas ($83,31 \pm 2,33$) se encuentran por encima del valor reportado por Wall y Gentry, lo cual significa que las nueces procesadas en el presente trabajo no han desarrollado un pardeamiento, no deseable, al momento del análisis.

En cuanto a la superficie interna post cosecha y secas ($L^* = 76,59 \pm 0,26$ y $77,93 \pm 0,47$ respectivamente) se obtuvieron valores por encima de lo reportado por los mismos autores, demostrando también colores claros y ausencia de pardeamiento. Las nueces con pardeamiento interno ($L^* = 59,9$) o externo ($L^* = 55,3$) suelen presentar valores menores de L^* lo cual está estrechamente relacionado con mayores concentraciones de azúcares reductores (0,24-0,27 g /100 g).

En este estudio todas las nueces analizadas presentaban un color crema claro, cuyos valores inferiores de L^* tanto para la superficie externa como interna, no fueron inferiores a $L^* = 67$.

Phatanayindee y col (11), determinaron el color de las nueces de macadamia en Australia, en el año 2013, encontraron que el valor de L^* en la superficie externa e interna de las nueces pos cosecha fue 89,41 y 91,09; respectivamente, valores superiores a los observados en el presente trabajo ($67,80 \pm 2,18$ y $76,59 \pm 0,26$ respectivamente).

Por otro lado, en la superficie externa e interna de las nueces secas, los mismos autores observaron $83,20 \pm 0,22$ y $87,08 \pm 0,07$ respectivamente, coincidentes con los resultados observados en trabajo.

CONCLUSIONES

Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) - www.conacyt.gov.py SEDE 1: Dr. Justo Prieto N° 223 entre Teófilo del Puerto y Nicolás Billof, Villa Aurelia. Telefax: +(595-21) 506 223 / 506 331 / 506 369. Código Postal 1867 SEDE 2: Dr. Bernardino Caballero N° 1240 entre Eusebio Lillo y Teniente Vera, Barrio Herrera. Telefax: +(595-21) 606 774 .

Proyecto 14 INV 001 “Estudio del proceso de industrialización de nueces de macadamia, con calidad de exportación”

- Se desarrolló un método para medir el color en superficie externa e interna en nueces de macadamia, donde el tamaño muestral mínimo establecido experimentalmente fue 12 nueces por cada lote de análisis. El método es económico, accesible, repetitivo y reproducible para el valor de luminosidad L^* , sin embargo, la medición de color según apreciación del observador no demostró ser lineal.
- En este estudio todas las nueces analizadas presentaban un color crema claro, tanto en la poscosecha como en fase de preenvasado en las nueces secas, cuyos valores inferiores de L^* tanto para la superficie externa como interna, no fueron inferiores a $L^*=67$, al momento del análisis de color.

Bibliografía

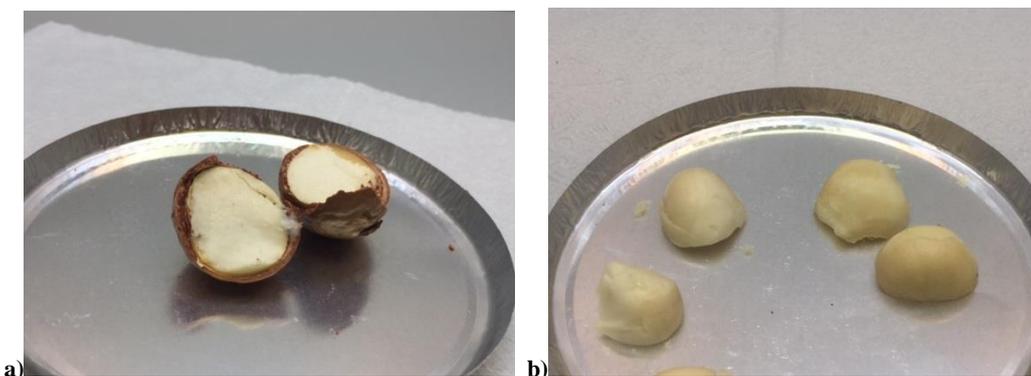
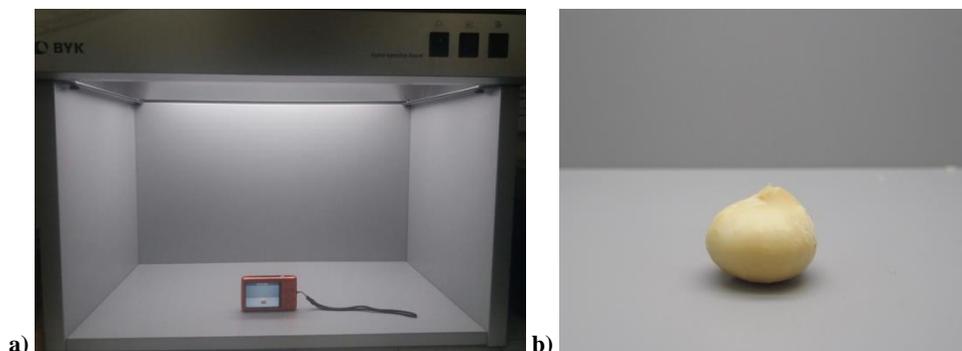
1. Srichamnong W, Szrednicki G. 2015. Scientia Horticulturae Internal discoloration of various varieties of Macadamia nuts as influenced by enzymatic browning and Maillard reaction. Sci Hortic (Amsterdam) [Internet]; 192: 180–6. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.scienta.2015.06.012>
2. REDIEX, 2010. Nueces de Macadamia. Perfiles de productos de exportación. Serie N° 34. Edición 2010. Red de Inversiones y Exportaciones. Ministerio de Industria y Comercio. Disponible en www.rediex.gov.py.
3. Pimentel, 2007; PIMENTEL, Leonardo Duarte. The culture of Macadamia nut. Rev. Bras. Frutic. [online]. 2007, vol.29, n.3, pp. 0-0. ISSN 0100-2945. Consultado el 3 de julio de 2013. Disponible en http://www.scielo.br/pdf/rbf/v29n3/en_a01v29n3.pdf
4. Ozdemir, M. y Devres O, 2000. Kinetics of color changes of hazelnuts during roasting. J. Food Engineering 44: 31-38.
5. Domínguez I, Azuara E, Vernon-Carter E y cols., 2007. Thermodynamic analysis of the effect of water activity on the stability of macadamia nut. Journal of Food Engineering 81 (2007) 566–571. Disponible en www.elsevier.com/locate/jfoodeng
6. Srichamnong W, Szrednicki G. 2015. Scientia Horticulturae Internal discoloration of various varieties of Macadamia nuts as influenced by enzymatic browning and Maillard reaction. Sci Hortic (Amsterdam) [Internet]; 192:180–6. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.scienta.2015.06.012>.

Proyecto 14 INV 001 “Estudio del proceso de industrialización de nueces de macadamia, con calidad de exportación”

7. Cernadas E, Fernández-delgado M, González-ru E, Carrión P. Influence of normalization and color space to color texture classification. 2017; 61:120–38.
8. Shahabi M, Rafiee S, Mohtasebi SS, Hosseinpour S, Science F. Image analysis and green tea color change kinetics during thin-layer drying. Food Sci Technol Int. 2013;
9. Cochran, W.C. 1982. Técnicas de Muestreo. Ed. C.E.C.S.A. México, 513pp.
10. Wall, M., Gentry, T. 2007. Carbohydrate composition and color development during drying and roasting of macadamia nuts (*Macadamia integrifolia*). Rev. LWT Food Science and Technology. Volume 40 (4); 587–593. Disponible en <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0023643806000983>.
11. Phatanayindee S, Borompichaichartkul C, Srzednicki G, Craske J, Wootton M. 2012. Changes of Chemical and Physical Quality Attributes of Macadamia Nuts during Hybrid Drying and Processing; Drying Technology, 30 (16); 1870–80. <http://dx.doi.org/10.1080/07373937.2012.703275>
12. Gallego, Rosa; Sanz, Juan Carlos (2001). Diccionario Akal del color. Akal. especificación, pag 365. ISBN 978-84-460-1083-8.
13. Méndez, R., I., 1976. Conceptos muy Elementales de Muestreo con Énfasis en la Determinación del Tamaño de Muestra. Comunicaciones Técnicas. Serie Azul No. 6 I.I.M.A.S., U.N.A.M. 24pp.
14. Campos Acosta, J., Rubiño López, M., Castillo Rubí, F. y Pons Aglio, A. (2004). Comparación de Instrumentos de Medida del Color. Óptica pura y aplicada. – Vol. 37 (1); 113-118.

Proyecto 14 INV 001 “Estudio del proceso de industrialización de nueces de macadamia, con calidad de exportación”

ANEXOS





Proyecto 14 INV 001 “Estudio del proceso de industrialización de nueces de macadamia, con calidad de exportación”