



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO

FACULTAD DE QUÍMICA

“EVALUACIÓN TECNO-ECONÓMICA Y SENSORIAL DEL
DESHIDRATADO CONVECTIVO DE CALABACITA
(*Cucurbita pepo*) POR CHAROLA Y LECHO
FLUIDIZADO”

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

ÍNGENIERO QUÍMICO EN ALIMENTOS

PRESENTA

PALOMA CASTILLA RAMÍREZ

DIRIGIDA POR

Dra. Ma. ESTELA VÁZQUEZ BARRIOS

SANTIAGO DE QUERÉTARO, QUERÉTARO, 2022



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO
FACULTAD DE QUÍMICA

**“EVALUACIÓN TECNO-ECONÓMICA Y SENSORIAL
DEL DESHIDRATADO CONVECTIVO DE
CALABACITA (*Cucurbita pepo*) POR CHAROLA Y
LECHO FLUIDIZADO”**

PROTOCOLO

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERO QUÍMICO EN ALIMENTOS**

PRESENTA

PALOMA CASTILLA RAMÍREZ

DIRIGIDA POR

Dra. MA. ESTELA VÁZQUEZ BARRIOS

SINODALES

Dra. Ma. ESTELA VÁZQUEZ BARRIOS
DIRECTORA

Dr. EDUARDO CASTAÑO TOSTADO
SINODAL

Dr. JULIO ARMANDO DE LIRA FLORES
SINODAL

Dra. DULCE MARÍA RIVERA PASTRANA
SINODAL

ÍNDICE GENERAL

Contenido	Página
ÍNDICE GENERAL	i
ÍNDICE DE CUADROS	iv
ÍNDICE DE FIGURAS	v
RESUMEN	
1. ANTECEDENTES	1
1.1 Deshidratado de alimentos	1
1.1.1 Impacto económico del proceso de deshidratado	3
1.1.2 Equipos de deshidratado	4
1.2 Calabacita	7
1.2.1 Composición nutricional	10
1.2.2 Composición fitoquímica	11
1.2.3 Cultivo de <i>Cucurbita pepo</i>	12
1.2.4 Manejo postcosecha de <i>Cucurbita pepo</i> (italiana)	15
1.2.5 Procesamiento de calabacitas (<i>Cucurbita pepo</i>)	16
1.3 Análisis tecno económico del deshidratado en alimentos	19
2. OBJETIVOS	21
2.1 General	21
2.2 Específicos	21
3. METODOLOGÍA	22
3.1 Materiales y reactivos	22
3.1.1 Material biológico	22
3.1.2 Reactivos	22
3.2 Diseño experimental	22
3.3 Métodos	23
3.3.1 Deshidratado de calabacita por charola y lecho fluidizado	23
3.3.1.1 Determinación de la actividad de la peroxidasa	24

3.3.1.2	Deshidratado en equipos	24
3.3.1.3	Cinética de deshidratado	24
3.3.1.4	Capacidad de rehidratación	26
3.3.2	Análisis tecno-económico del deshidratado convectivo de la calabacita	27
3.3.3	Determinación de parámetros de calidad de calabaza fresca y deshidratada	30
3.3.3.1	Determinación de Color	30
3.3.3.2	Determinación del contenido de humedad	31
3.3.3.3	Determinación de actividad de agua	31
3.3.3.4	Determinación del contenido de sólidos solubles totales (°Brix)	32
3.3.3.5	Determinación de cenizas	32
3.3.3.6	Determinación de proteína	32
3.3.4	Análisis microbiológico	34
3.3.4.1	Recuento total de microorganismos aerobios	34
3.3.4.2	Determinación de Coliformes totales	35
3.3.4.3	Determinación de mohos y levaduras	35
3.3.5	Parámetros de calidad de calabaza deshidratada	35
3.3.5.1	Determinación de carotenoides y clorofila	36
3.3.5.2	Cuantificación de vitamina C	36
3.3.5.3	Cuantificación de flavonoides	37
3.3.6	Análisis sensorial de muestras deshidratadas	38
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	40
4.1	Curvas de deshidratado	40
4.2	Color de muestras deshidratadas	43
4.3	Capacidad de rehidratación de muestras deshidratadas	47
4.4	Análisis tecno-económico del deshidratado convectivo de la calabacita	50
4.5	Grados brix	54
4.6	Análisis bromatológicos de calabacita fresca y muestras	

	deshidratadas	54
4.7	Actividad de agua de calabacita fresca y muestras deshidratadas	55
4.8	Compuestos fitoquímicos en muestras de calabacita	56
4.9	Compuestos volátiles	59
4.10	Análisis microbiológico	62
4.11	Análisis sensorial de muestras de calabacita deshidratada	63
5.	CONCLUSIONES	65
6.	REFERENCIAS	66
7.	ANEXOS	76

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
1. Clasificación de la especie <i>Cucurbita pepo</i> .	8
2. Composición proximal promedio en 100 g de calabacitas de verano maduras.	11
3. Condiciones recomendadas para el almacenamiento a largo plazo de calabazas (Cantwell, 2001).	13
4. Principales entidades federativas productoras de calabacita en México.	14
5. Diseño completamente al azar del deshidratado de calabacita en charola y lecho fluidizado (el diseño fue por duplicado).	23
6. Modelos matemáticos de deshidratado.	25
7. Parámetros del proceso de deshidratado.	27
8. Valores experimentales y variable respuesta para el deshidratado de calabacita (X1= réplica 1 y X2=réplica 2).	40
9. Significancia de efectos entre variables y capacidad de rehidratación en calabacitas deshidratadas.	48
10. Comparación de parámetros bromatológicos de la calabacita deshidratada y fresca.	54
11. Valores de actividad de agua de calabacita antes y después de deshidratar.	55
12. Compuestos nutricios presentes en calabacita antes y después de deshidratar (base seca).	56
13. Calidad microbiológica de muestras de calabacita deshidratada por charola y lecho fluidizado a 70°C.	62

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1. Contenido de humedad (línea continua) y tasa de eliminación de humedad (línea discontinua) para un alimento durante la deshidratación	2
2. Curva típica del contenido de humedad en el tiempo de deshidratado.	2
3. Curva típica de velocidad de secado.	3
4. Secador solar de armario.	5
5. Secador por horno.	6
6. Secador de lecho fluidizado por lotes.	7
7. Grupos de cultivares de <i>Cucurbita pepo</i> .	9
8. Principales entidades productoras de calabacita en México.	14
9. Hendiduras y ablandamiento de la piel de calabacitas (<i>Cucurbita pepo L.</i>) por daño por frío.	15
10. Cambios que ocurren en los alimentos en función de la actividad del agua.	17
11. Estructura de la clorofila a.	18
12. Diagrama esquemático del deshidratado por charola.	28
13. Diagrama esquemático del deshidratado por lecho fluidizado.	28
14. Precios al mayoreo de calabacita italiana por caja (25 kg).	29
15. Datos experimentales de la relación de humedad durante el secado de calabacita, ajustados al modelo de Page y Wang y Singh.	41
16. Diagrama de cajas. Luminosidad de la calabacita antes y después de deshidratar.	43
17. Diagrama de cajas. Coordenada de color a (verde a rojo) de la calabacita antes y después de deshidratar.	44
18. Diagrama de cajas. Valores de la coordenada de color b (azul a amarillo) de la calabacita antes y después de deshidratar.	45
19. Diagrama de cajas. Diferencia de color de la calabacita deshidratada.	45
20. Apariencia de calabacita deshidratada en charola (C) y lecho fluidizado (L) a 55 y 70°C, con diferente tamaño de muestra (250 y 500g).	46

21. Efecto de interacción entre variables y capacidad de rehidratación en calabacitas deshidratadas.	47
22. Capacidad de rehidratación de la calabacita deshidratada.	49
23. Calabacita rehidratada por 24 h.	50
24. Costo operación en el deshidratado de calabacita en charola y lecho fluidizado.	51
25. Costo del producto en el deshidratado de calabacita en charola y lecho fluidizado.	51
26. Valor actual neto para el deshidratado de calabacita en charola y lecho fluidizado.	52
27. Inversión total para el proceso de deshidratado de calabacita en charola y lecho fluidizado.	53
28. Retorno de inversión para el proceso de deshidratado de calabacita en charola y lecho fluidizado.	53
29. Pigmentos en la calabacita antes y después de deshidratar.	58
30. Vía de la 13-lipoxigenasa a hexanol.	60
31. Vía de la 10-lipoxigenasa al 1-octen-3-ol.	61
32. Intensidad de atributos para las calabacitas deshidratadas en charola y lecho fluidizado.	64
33. Curva de calibración vitamina C.	88
34. Curva de calibración flavonoides.	88

RESUMEN

El deshidratado de calabacita es importante para aumentar la vida útil del producto, ya que minimiza los cambios físicos y químicos durante el almacenamiento del producto, comúnmente se realiza mediante secadores convectivos, como el secador por charola y solar, debido a su bajo costo de operación. Una alternativa que no ha sido explorada es el secado por lecho fluidizado. En este trabajo se presenta un análisis tecno-económico mediante diferentes indicadores (retorno de inversión, costo de operación y valor actual neto), del deshidratado de calabacita por charola y lecho fluidizado utilizando el *software* SuperPro Designer, con el fin de comparar la viabilidad económica del deshidratado entre ambos equipos; además se comparó el efecto del deshidratado en las características sensoriales, bromatológicas y nutraceuticas del producto deshidratado. El tiempo de deshidratado disminuyó conforme al aumento de la temperatura aplicada, siendo menor en el sistema de lecho fluidizado que en charola, la mejor condición para el deshidratado en ambos sistemas (con base al color y capacidad de rehidratación del producto final) fue usando 250 g de producto fresco y una temperatura de 70 °C en el deshidratado; la composición proximal y fitoquímica no se vio afectada por el sistema usado; sin embargo, el producto deshidratado por charola presentó una mayor capacidad de rehidratación (4.29 ± 0.14 vs 4.17 ± 0.22 g_{agua}/g_{materia seca}), además de mostrar una mayor viabilidad económica con un (4.7 % vs 0.01 %) de retorno de inversión, costo de operación (\$5,312 MXN vs \$2,885,664 MXN) y un valor actual neto de \$407 MXN vs \$343 MXN) para 0.3 kg de producto deshidratado con respecto al de lecho fluidizado. La evaluación sensorial con 30 panelistas semi entrenados indicó que la calabacita secada por charola fue preferida al percibirse más dura (5.3 ± 1.42 vs 4.63 ± 1.45) y con menos humedad (2.47 ± 1.54 y 3.63 ± 1.83) con respecto a la de lecho.

1. ANTECEDENTES

1.1 Deshidratado de alimentos

Las frutas y hortalizas se clasifican como alimentos perecederos ya que se deterioran rápidamente, en el 2016 a nivel mundial se produjeron 1,07 mil millones de toneladas de verduras frescas, de esta cantidad se reportan pérdidas de hasta 50 % antes de llegar a la etapa de consumo (Elik y col., 2019). El deshidratado es un proceso basado en la reducción del contenido de humedad y por ende de la actividad de agua de los alimentos con lo que se logra prolongar su vida útil ya que minimiza los cambios químicos y físicos de los alimentos durante el almacenamiento (Crapiste y Rotstein, 1997; De Michelis y Ohaco, 2015). Este método se ha usado en frutas y hortalizas para reducir las pérdidas de las mismas obteniendo productos con mayor vida de anaquel conservando sus propiedades nutritivas (Kutlu, 2017).

En el proceso de deshidratación el agua es evaporada de forma forzada y asistida, es decir, con calor artificial. El término deshidratado no debe ser confundido con el de desecación, el cual implica la evaporación del agua en condiciones ambientales; ambos términos implican el mismo principio, que es la migración o movimiento del agua hacia la superficie y su evaporación desde la superficie al ambiente que la rodea. La pérdida de agua en estos procesos puede graficarse con respecto al tiempo para obtener curvas de deshidratado, para su elaboración es necesario conocer el contenido de humedad del alimento hasta que se alcanza el equilibrio en un sistema cerrado (Figura 1) (Badui-Dergal, 2013; Gascón y col., 2013; De Michelis y Ohaco, 2015; Çerçi y col., 2018).

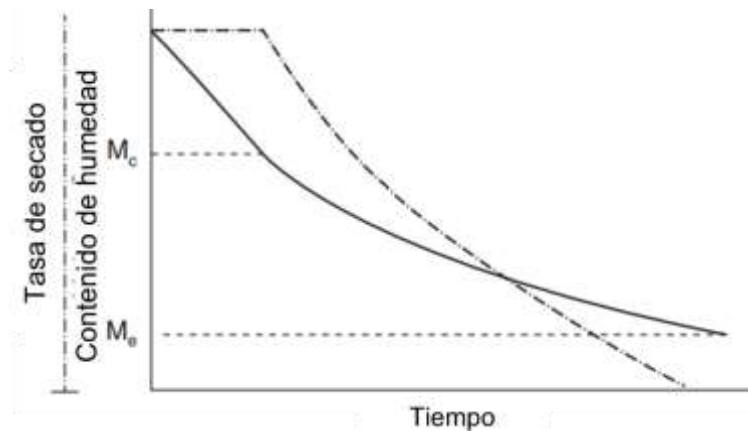


Figura 1. Contenido de humedad (línea continua) y tasa de eliminación de humedad (línea punteada) para un alimento durante la deshidratación (M_c = contenido de humedad crítico y M_e = contenido de humedad de equilibrio) (Traducido de Jayas, 2016).

Como se muestra en la Figura 2 la curva obtenida muestra un periodo de calentamiento del alimento hasta la temperatura de secado (A-B) posteriormente existe una pérdida rápida de humedad (B-C), lo que indica una reducción progresiva de la presión interna; en este periodo la velocidad de secado es constante hasta llegar al punto crítico (c) donde se obtiene una asíntota, a partir de este punto el proceso se vuelve lento (C-E) puesto que se está evaporando el agua débilmente retenida en los capilares (Gascón y col., 2013; Babalis y col., 2017).

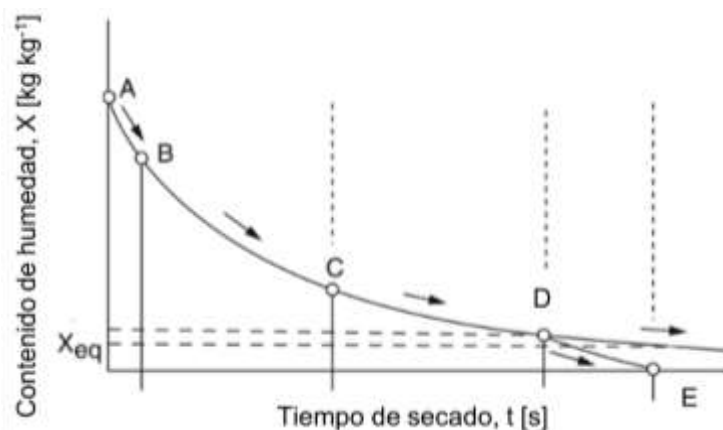


Figura 2. Curva típica del contenido de humedad en el tiempo de deshidratado (Traducido de Babalis y col., 2017).

Otra manera de evaluar el sistema de secado es graficando la velocidad del mismo contra el tiempo, como en la Figura 3, donde la fase I representa la tasa de secado constante y la fase II evidencia la tasa de secado decreciente (Babalis y col., 2017).

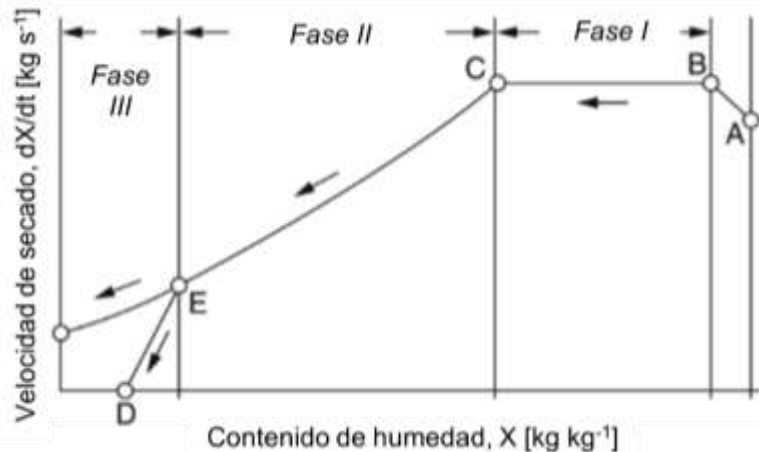


Figura 3. Curva típica de velocidad de secado (Traducido de Babalis y col., 2017).

1.1.1 Impacto económico del proceso de deshidratado

Comercialmente, esta tecnología convierte los alimentos frescos en alimentos deshidratados, dándoles valor agregado a las materias primas utilizadas y reduciendo los costos de transporte, distribución y almacenamiento debido a la reducción del peso y volumen de los productos que produce (De Michelis y Ohaco, 2015; Kutlu, 2017).

La selección de los secadores depende en gran medida del producto a deshidratar, a su vez es importante considerar el capital y costos de mantenimiento y el consumo/ eficiencia energética. La mayoría de los secadores de escala comercial usan vapor para calentar el aire de secado a través de intercambiadores de calor y en equipos a pequeña escala se usan calentadores eléctricos (Fellows, 2017). El costo del combustible es el principal factor económico que afecta el secado, por lo que es importante que la velocidad de deshidratado sea rápida, ya que minimiza los costos

de operación y los fenómenos de degradación en las características fisicoquímicas del producto deshidratado (Gascón y col., 2013; Çerçi y col., 2018).

1.1.2 Equipos de deshidratado

Los alimentos deshidratados o de baja humedad, son aquellos que contienen menos de 25 % de humedad (Sunmola-Afolabi, 2014). En el proceso de deshidratado es necesario tener en cuenta factores como la termosensibilidad y contenido de agua de estas, además de cambios en los componentes químicas y bioquímicos que puedan afectar la calidad del producto final (Gascón y col., 2013; Çerçi y col., 2018). En el caso de la calabacita, ésta se deteriora rápidamente después del corte, debido a que es susceptible a la acción microbiana y enzimática; sin embargo, el proceso de deshidratación minimiza este efecto (Krokida y col., 2003; Kutlu, 2017).

La convección es posiblemente el modo más común de secar sólidos; este procedimiento se basa en suministrar calor al alimento mediante un aire o gas que fluye sobre la superficie del sólido eliminando la humedad de su superficie (Mujumdar, 2006). El deshidratado convectivo de hortalizas representa un bajo costo de producción; sin embargo, implica mucho tiempo de operación. Además, la exposición a altas temperaturas (por arriba de 70 °C) durante un tiempo prolongado, puede reducir el contenido de algunos componentes nutricios que se oxidan fácilmente a temperaturas elevadas y provocar el deterioro sensorial, como es el caso de la masticabilidad del producto seco (Nawirska y col., 2009; Kadam, Patil y Kaushik, 2010; Guiné y Barroca, 2011), por lo que es importante mantener un tiempo y temperatura adecuadamente controlados para reducir dichas pérdidas. Cerca del 85 % de los secadores industriales son del tipo convectivo, de los cuales, los más usados son el secador por horno, secador solar y secador de lecho fluidizado (Jangam y Mujumdar, 2010). El de tipo horno y solar son conocidos también como de charolas.

En el secado al sol se expone la materia sobre una malla o bandeja perforada y se exponen al aire bajo el sol; el aire fluye a través de los orificios de la malla y a través

del material; finalmente sale por la parte superior del armario. Su diseño es simple (Figura 4) y poco costoso en su operación. Es adecuado para secar pequeñas cantidades (10–20 kg) de materiales granulares (Imre, 2006); sin embargo, tiene varios inconvenientes como la contaminación por contacto con tierra y polvo; además se debe procurar no estar cerca de gallineros o porquerizas, ya que hay mayor presencia de moscas o roedores que pueden contaminar el producto. Además, este sistema depende totalmente de las condiciones ambientales, de manera que es mejor usar equipos cerrados como lo son los secadores por horno o de lecho fluidizado para tener un mejor control en el deshidratado (Imre, 2006; Gascón y col., 2013).

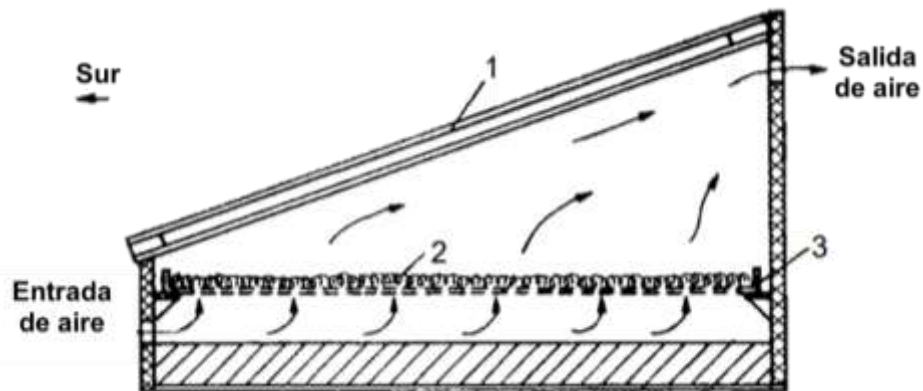


Figura 4. Secador solar de armario (1: Espacio donde se coloca el material, 2: Colector para convertir la radiación solar en calor, 3: Fuente de energía auxiliar) (Traducido de Imre, 2006).

El secado en horno utiliza aire caliente y seco, este aire se hace pasar de manera forzada sobre el material a deshidratar, gracias a los ventiladores que se encuentran dentro del equipo (Figura 5). El material por deshidratar está dispuesto en bandejas de fondo cibrado. Este equipo se utiliza para alimentos sólidos de pequeña a moderada escala ($2000 - 20,000 \text{ kg}\cdot\text{día}^{-1}$) (Berk, 2018). Como desventaja, a estos equipos se les dificulta distribuir uniformemente el aire caliente sobre el material a deshidratar; sin embargo, es relativamente fácil controlar las condiciones óptimas de

secado (Devahastin y Mujumdar, 2006; Sokhansanj y Jayas, 2006; Gascón y col., 2013).

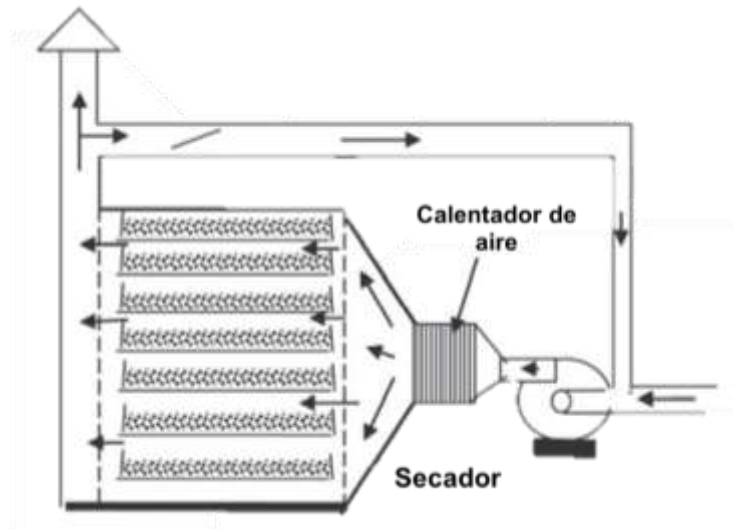


Figura 5. Secador por horno (Traducido de Berk, 2018).

En cuanto al secador de lecho fluidizado, este equipo se utiliza para secar de manera rápida y adecuada sólidos con un tamaño de partícula de 20 μm a 5 mm de grosor, así como para alimentos sensibles al calor (guisantes, frijoles, verduras en dados, gránulos de frutas, copos de cebolla y polvos) ya que proporciona un sistema térmico altamente eficiente en comparación con el secado en charola debido al intenso contacto entre el gas-partícula, que contribuye a distribuir uniformemente el calor (Borel y col., 2020). En el deshidratador de lecho fluidizado (Figura 6), el aire caliente pasa desde el fondo a través de la placa perforada e interactúa con la alimentación húmeda en forma de flujo cruzado, lo que permite que se produzca un contacto eficiente entre gas y partículas sólidas para secarlas de forma eficaz; este secador se ha utilizado en el secado de cucurbitáceas, particularmente para el secado de semillas de calabaza (Kian-Jon y Siaw-Kiang, 2008; Mujaffar y Ramsumair, 2019); sin embargo, no hay reportes del uso de este equipo para secar el fruto de calabacita.

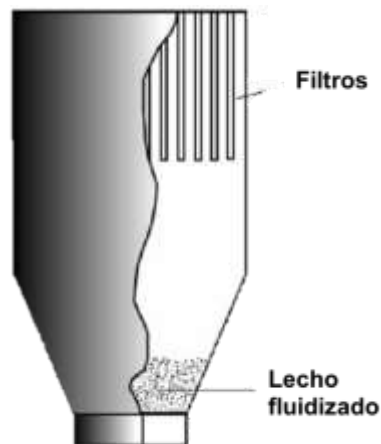


Figura 6. Secador de lecho fluidizado por lotes (Traducido de Lim-Law y Mujumdar, 2006).

El método de secado a vacío logra secar el alimento usando bajas temperaturas; mientras que el liofilizado deshidrata al producto basado en la sublimación del agua, conservando de mejor manera el color, sabor y composición química, pero son métodos que requieren mucho tiempo de operación y generan mayores costos (Nawirska y col., 2009).

1.2 Calabacita

La calabacita es una hortaliza de fruto inmaduro muy apreciada por su sabor y versatilidad de consumo. Dentro de las especies del género *Cucurbita*, se han reportado cinco especies cultivadas; *Cucurbita maxima*, *C. moschata*, *C. ficifolia*, *C. argyrosperma* y *C. pepo*, ésta última es la más extendida y económicamente importante (Verdejo y Talavera, 2019). Las calabacitas de la especie *C. pepo* (Tabla 1) también son conocidas como *courgettes* o calabacines, que es un diminutivo del francés *courge*, que significa calabaza; las plantas de esta especie son rastreras, pueden crecer hasta 15 m de largo, sus raíces son poco profundas y sus tallos son robustos y erizados (Ratnam y col., 2017).

Tabla 1. Clasificación de la especie *Cucurbita pepo*.

Subespecie	Grupo de cultivo	Sinónimos	Tamaño del fruto
<i>pepo</i>	Calabaza (<i>C. pepo</i> L. var. <i>pepo</i> L. Bailey)	<i>Citrouille</i>	Redondo: esférico, achatado, ovado, globular, ovalado, corto oblongo. Se utiliza cuando está madura y es de color naranja.
	Médula (vegetal) (<i>C. pepo</i> L. var. <i>Fastigata</i> Paris)	Oriente Medio	Corto, cilíndrico cónico, estrecho en el extremo del pedúnculo, ancho en el extremo estilar, relación de ancho de largo a ancho más ancho que varía de 1.5 a 3.0.
	Cocozelle (<i>C. pepo</i> L. var. <i>longa</i> Paris)	Italiana	Largo a extremadamente largo, cilíndrico, bulboso cerca del extremo estilar, relación de ancho de longitud a más ancha de al menos 3.5
	Zucchini (<i>C. pepo</i> L. var. <i>cylindrica</i> Paris)	<i>Courgette</i>	Uniformemente cilíndrico, relación longitud-anchura 3.5 a 5.0.
<i>texana</i>	Vieiras (<i>C. pepo</i> L. var. <i>clypeata</i> Alefield)	<i>Patty Pan</i>	Aplanado, con ondulaciones y márgenes ecuatoriales.
	Bellota (<i>C. pepo</i> L. var. <i>turbinata</i> Paris)	<i>Table Queen</i>	Cornete (en forma de copa), surcado, ancho en el extremo del pedúnculo, convexo en el extremo del estilo.
	Crookneck (<i>C. pepo</i> L. var. <i>torticollia</i> Alefield)	Calabacín amarillo	Alargado, con cuello estrecho, ligeramente a muy curvado, mitad estilar ancha, extremo estilar convexo.

	Straightneck	Calabacín amarillo	Cilíndrico, con constricción o cuello corto cerca del extremo del vástago y mitad estilar ancha, extremo distal convexo o puntiagudo.
--	--------------	--------------------	---

(Lim. 2012 y Paris; Tadmor, 2017).

Los frutos de la especie *C. pepo* son conocidos por diferentes nombres a lo largo del mundo, para hacer una distinción entre ellos, el término *pumpkin* (calabaza) se refiere a las frutas redondas o casi redondas, las cuales se consumen cuando están maduras; las calabacitas, también conocidas como *squash*, a diferencia de las calabazas, producen frutos adecuados para recolectar inmediatamente después de la floración, aunque, si se dejan desarrollar completamente, acabarán formando calabazas maduras; por lo que al ser las calabacitas calabazas inmaduras, también son conocidas como calabazas de verano (Paris, 2001).

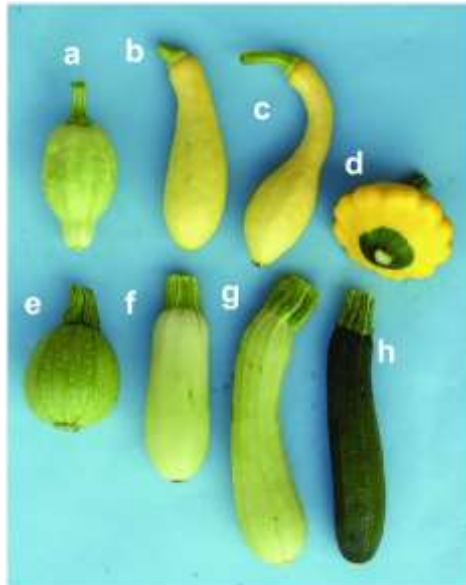


Figura 7. Grupos de cultivares de *Cucurbita pepo*, (a) bellota, (b) straightneck, (c) crookneck, (d) vierias, (e) calabaza, (f) médula, (g) calabacita italiana, (h) courgette, numerados de izq. a dcha. (Lust y Paris, 2016).

Las calabacitas se componen principalmente de agua (94.6 %); su contenido de proteínas (1.21 %) y grasas es bajo (0.18 %); aunque tienen alto contenido de hidratos de carbono (4.21 %) y carotenoides (2.3 %) (Kulczyński y Gramza-Michałowska, 2019; Ratnam y col., 2017). Además, se consideran una fuente baja en calorías (16 calorías/100 g) y son buena fuente de ácido fólico, vitamina A, vitamina C y minerales como potasio, calcio y hierro (Kutlu, 2017; Çerçi y col., 2018) (Tabla 2).

1.2.1 Composición nutricional

Por su composición se han utilizado tradicionalmente en muchos países para tratar diversas enfermedades, por su poder antiinflamatorio, antiviral, antiulceroso, antidiabético, antioxidante y analgésico para trastornos urinarios (Ratnam y col., 2017). Dentro de su composición se encuentran los compuestos bioactivos como la vitamina C y vitamina A (que son su principal aporte nutricional), así como otros componentes como vitamina E, vitamina B6, vitamina K, tiamina y riboflavina (Nawirska y col., 2009; Sood, y col., 2017).

La vitamina C también conocida como ácido ascórbico, es soluble en agua y se requiere para una variedad de reacciones metabólicas ya que previene el escorbuto y mantiene piel, encías y vasos sanguíneos sanos (Blanco-Díaz y col., 2014). Además, la calabaza es fuente de antioxidantes como los polifenoles y los carotenoides; los compuestos fenólicos mayoritarios reportados de esta variedad son el ácido gálico, el 4-hidroxibenzoico y el ácido felúrico (Kulczyński y Gramza-Michałowska, 2019; Kulczyński y col., 2020).

Tabla 2. Composición proximal promedio en 100 g de calabacitas de verano maduras (U.S. Department of Agriculture, 2021).

Componente	Composición
Agua	94.6 g
Proteínas	1.21 g
Lípidos	0.18 g
Cenizas	0.62 g
Carbohidratos	4.21 g
Fibra	1.1 g
Ca	15 mg
Fe	0.35 mg
K	262 mg
Folato total	29 µg
β-caroteno	120 µg
Luteína + zeaxantina	2.12 mg
Vitamina K	3 µg
Vitamina E (alfa-tocoferol)	0.12 mg
Vitamina B	6.7 mg
Vitamina A	10 µg
Vitamina C	17 mg

1.2.2 Composición fitoquímica

En el reino vegetal, las plantas, principalmente raíces, flores, frutos y semillas son las fuentes de carotenoides más consumidas en la dieta del humano; la función de los carotenoides en las plantas es atrapar la luz del sol y proteger los tejidos del daño fotooxidativo (Tracewell y col, 2001); otro pigmento presente son las clorofilas, las cuales capturan la energía de la luz solar necesaria para convertir protoclorofilida

(precursor incoloro) a clorofila, siendo mayoritarias en las plantas las clorofilas a y b (Fromme y col., 2003; Callis y col., 2015).

Los carotenoides no son sintetizados por los seres humanos, pero son esenciales para varias funciones, por lo que necesitan ser proporcionados a la dieta, debido a su aporte de vitamina A al organismo, además de sus propiedades antioxidantes que pueden ayudar a retrasar la aparición de enfermedades cardiovasculares (ECV), cánceres (ya que inhiben la proliferación celular, transformación y formación de micronúcleos) y enfermedades oculares, por su acción antiinflamatoria y sobre el aumento de la respuesta inmune (Fraser y Bramley, 2004; Rivera-Madrid y col., 2020); *C. pepo* se caracteriza por su contenido de carotenoides (Tabla 2) entre los que destacan la zeaxantina, luteína, β -caroteno y equivalentes de retinol; su concentración dependerá tanto del periodo de cosecha como del periodo de almacenamiento del fruto (Kulczyński y Gramza-Michałowska, 2019).

1.2.3 Cultivo de *Cucurbita pepo*

Las calabacitas de la especie *C. pepo* son hortalizas de ciclo anual de cultivo que se adaptan bien a las regiones templadas; esta planta es originaria del norte de México y del Suroeste y Este de Estados Unidos (Ratnam y col., 2017). Su cultivo es muy rentable ya que, cuantas más calabacitas se cortan, más produce la planta; con un buen manejo de los cultivos de calabacita, su rendimiento es de 15 - 25 toneladas por hectárea. Se cosechan 2 a 5 días después de la antesis de las flores. Las plantas son relativamente robustas, de crecimiento rápido y se cultivan fácilmente al aire libre (Pollock, 2003; Kutlu, 2017; Sood, y col., 2017; Verdejo y Talavera, 2019).

Las plantas de calabazas de verano pueden producir de 6 – 12 kg de frutos por planta; estos se recolectan cuando alcanzan de 10 a 20 cm de largo, o cuando han desprendido sus flores ya que si se dejan más tiempo pueden perder su sabor suave característico, textura y brillo, por lo que ya no son comercializables (Pollock, 2003; Megías y col., 2016). La recolección se realiza cada 2 - 3 días; este periodo se extiende por varias semanas (Paris y col., 2017). Al ser frutos inmaduros no son

adecuados para almacenarse en refrigeración ya que son susceptibles al daño por frío a temperaturas menores a 4 °C. Las condiciones óptimas de almacenamiento se muestran en Tabla 3.

Tabla 3. Condiciones recomendadas para el almacenamiento a largo plazo de calabazas (Cantwell, 2001).

Nombre común	Nombre científico	T (°C)	Humedad relativa (%)	Sensibilidad al etileno	Vida media
Calabaza					
De verano (Calabacín)	<i>Cucurbita pepo</i>	7 - 10	95	Medianamente sensible	1 - 2 semanas
De invierno (Calabaza)	<i>Cucurbita moschata</i>	12 - 15	50 - 70	Medianamente sensible	2 - 3 semanas

El estado de Sonora se ha posicionado como el principal productor de calabacita en México seguido de Puebla, Michoacán e Hidalgo (Tabla 4). La producción de calabacita sonorenses aporta 28.7 % a la cosecha nacional, lo que captó 48 millones de pesos en el 2019 (Figura 8). A nivel mundial, México es el 5to productor con un total de 547,852 toneladas de calabacitas recolectadas en el 2021; de lo cosechado, el 75.5 % se exportó, lo que representó un valor de 177.1 millones de dólares generados, siendo Estados Unidos el principal destino de las exportaciones de calabacita. En México su consumo anual per cápita alcanza 1 kg (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, 2017).

Tabla 4. Principales entidades federativas productoras de calabacita en México (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, 2020).

Rank	Entidad Federativa	Región	Volumen (ton)
1	Sonora	Noroeste	157,258
2	Sinaloa	Noroeste	79,087
3	Puebla	Centro	59,481
4	Michoacán	Centro - Occidente	35,883
5	Hidalgo	Centro	35,486



Figura 8. Principales entidades productoras de calabacita en México (Tomado de Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, 2020).

1.2.4 Manejo postcosecha de *Cucurbita pepo* (italiana)

Las calabazas de verano son muy sensibles a la deshidratación por lo que al ser cosechadas deben almacenarse inmediatamente en condiciones de 85 – 95 % de humedad relativa y a una temperatura de 7 °C en una atmosfera libre de etileno; en estas condiciones se pueden mantener por 3 a 4 días sin pérdida de humedad (Paris y col., 2017; Sood, y col., 2017).

Las hortalizas con fruto inmaduro se consideran como no climatéricas, ya que producen poco etileno en el almacenamiento, como es el caso de las *Cucurbita pepo*; sin embargo, se ha demostrado que en el almacenamiento en frío (4 °C) y su transferencia a temperatura ambiente (25 °C) se puede inducir a un aumento en la producción de etileno (Megías y col., 2016); además a temperaturas de refrigeración se ha demostrado síntomas de daño por frío después de 2 - 3 días de almacenamiento, lo que produce hendiduras en la piel de este fruto, pérdida de agua y ablandamiento (Figura 9) y una mayor susceptibilidad al ataque de microorganismos patógenos, lo que reduce rápidamente su valor comercial (Pollock, 2003; Megías y col., 2014; Megías y col., 2016).



Figura 9. Hendiduras y ablandamiento de la piel de calabacitas (*Cucurbita pepo* L.) por daño por frío (Megías y col., 2014).

1.2.5 Procesamiento de calabacitas (*Cucurbita pepo*)

Debido al alto contenido de humedad del fruto es difícil almacenarlo durante mucho tiempo, por lo que se puede procesar para obtener productos con una mayor vida de anaquel. Las calabacitas se utilizan ampliamente en las artes culinarias y muchas de las partes de la planta son comestibles, por ejemplo, flores, hojas, frutos, piel y semillas (Kulczyński y col., 2020).

En la industria alimentaria, la pulpa de calabaza se utiliza principalmente para la elaboración de purés, platos y jugos para niños y bebés. La pulpa de calabaza se utiliza para producir bocadillos secos, productos congelados, mermeladas y algunos adobos también se preparan a partir de pulpa de calabaza. Puede usarse para dar sabor a diferentes productos como pan, pasteles, galletas, chocolates y dulces como soufflés (Kim y col., 2012; Kulczyński y Gramza-Michałowska, 2019).

La calabacita deshidratada se puede almacenar durante largos periodos de tiempo, a comparación con el producto en fresco, debido a su baja actividad de agua (0.47 - 0.51) (Méndez-Beretta, 2013) lo que resulta en una menor actividad de enzimas y de microorganismos; ya deshidratada, proporciona un contenido de carotenoides de hasta 35 mg/100 g de producto (Alibas, 2007; Song, 2018).

La deshidratación al implicar una eliminación de agua presente en la matriz del alimento por evaporación, con el fin de obtener valores de humedad más bajos y por ende de actividad de agua, como se muestra en la Figura 10 a mayor actividad de agua pueden favorecerse diferentes fenómenos de deterioro, como son los ocasionados por microorganismos y enzimas, por lo que los alimentos de baja actividad de agua prolongan el tiempo de vida media del producto final (Jamali y col., 2018).

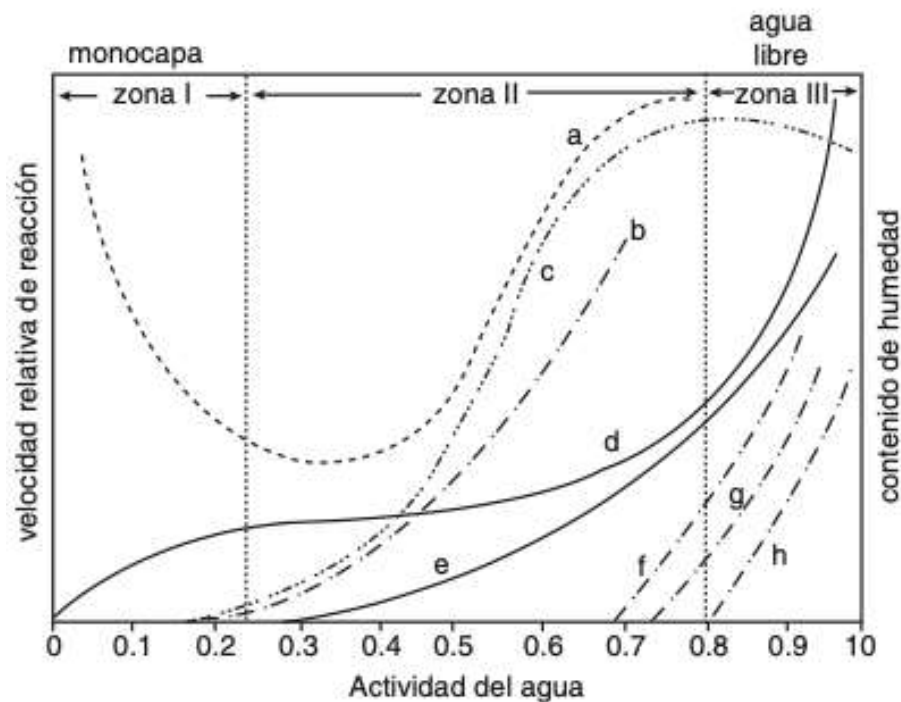


Figura 10. Cambios que ocurren en los alimentos en función de la actividad del agua. a) Oxidación de lípidos; b) reacciones hidrolíticas; c) oscurecimiento no enzimático; d) isoterma de adsorción; e) actividad enzimática; f) crecimiento de hongos; g) crecimiento de levaduras; h) crecimiento de bacterias (Badui-Dergal, 2013).

La actividad residual de las enzimas puede comprometer la calidad de los productos deshidratados durante su almacenamiento; es por ello que los productos a los que se someterán al deshidratado deben someterse a un pretratamiento para eliminar o disminuir la actividad enzimática. El pretratamiento más ampliamente usado es el escaldado, éste es un pretratamiento térmico donde se aplican temperaturas altas, entre 70 y 90 °C con la finalidad de desnaturalizar las enzimas y así pierdan actividad y no provoquen que los productos deshidratados se oscurezcan por actividad de la peroxidasa. La efectividad del tratamiento térmico se puede determinar utilizando el método de la peroxidasa (EC 1.11.1.7) como indicador debido a su termorresistencia (Kaya y col., 2007).

Al obtener el producto final, es recomendable hacer diferentes pruebas fisicoquímicas, proximales y nutrimentales para evaluar el procesamiento. Entre ellas la capacidad de rehidratación, ya que en algunos casos los productos deshidratados pueden rehidratarse para consumirse o para integrarse como ingredientes en algunas preparaciones culinarias. También es importante evaluar el proceso de deshidratado en la composición química del producto final y particularmente en su calidad nutrimental.

Los carotenoides y las clorofilas son compuestos importantes en la calabaza fresca 7 y 30 mg/g respectivamente para *Cucurbita pepo* (Xu y col.,2021); sin embargo, muestran una baja estabilidad durante el deshidratado; además, los carotenoides son sensibles al oxígeno y la luz; mientras que las clorofilas, pueden degradarse y desprender un átomo de magnesio de su anillo de porfirina (Figura 11) que conlleva a la formación de feofitinas, lo que da una coloración verde oliva a los productos (Hutchings, 1999; Yong Lee, 2018).

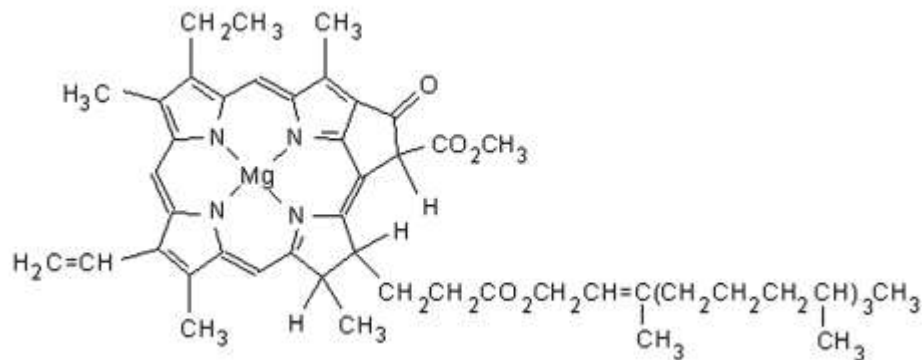


Figura 11. Estructura de la clorofila a (Yong Lee, 2018).

Las clorofilas a y b son las mayoritarias en los tejidos vegetales; siendo ligeramente mayor la clorofila a en la especie *Cucurbita pepo* (Blanco-Díaz y col, 2014).

Si bien, los productos deshidratados se perciben más intensos en sabor, derivado de la concentración de solutos, en la mayoría de los casos, pueden perderse

compuestos importantes que estaban presentes en el producto fresco. De manera particular, el contenido de carotenoides y flavonoides totales puede variar durante el procesamiento y durante el almacenamiento y esto dependerá de las condiciones a las que es sometido. Los carotenoides se caracterizan por presentar un importante número de dobles enlaces, los cuales pueden reaccionar y disminuir el valor nutricional del producto final, estos pueden perderse durante el deshidratado, al ser susceptibles a la isomerización y la oxidación (autooxidación) en las calabacitas (Song, 2018).

1.3 Análisis tecno económico del deshidratado en alimentos

El análisis tecno-económico es esencial para determinar la factibilidad de un proyecto ya planificado o en proceso. Permite determinar si los objetivos de un proyecto son viables con beneficio, utilizando métodos simples como el análisis de costo-beneficio con el fin de evitar malas inversiones (Rosenblatt, 2014). El uso de simuladores puede ayudar a desarrollar dicho análisis de manera rápida al permitir modelar los procesos. El *software* SuperPro Designer es un simulador muy usado en procesos bioquímicos, farmacéuticos, de la industria alimentaria, en plantas purificadoras de agua. Es una herramienta de cálculo que cuenta con modelos precisos de propiedades termodinámicas y de transporte, así como un procedimiento para la caracterización de la corriente de entrada, lo que permite estimar los balances de materia y energía, dimensionar y costear equipos y procesos (Sandler, 2015; Canizales y col., 2020).

El análisis tecno-económico dentro de la industria alimentaria se ha usado para determinar la factibilidad económica para el manejo de desechos alimentarios y su conversión, extracciones en semillas y otros procesos en la producción de alimentos. Para los productos deshidratados, es importante tomar en cuenta el contenido de agua inicial del sólido a deshidratar, ya que, a mayor contenido de agua, se necesitará un mayor tiempo de deshidratado y aumentará el costo de operación. En la literatura, no hay información específica de un análisis económico del deshidratado de calabacita, además, no se ha reportado su deshidratado mediante lecho

fluidizado. Este proyecto pretende comparar la viabilidad económica del proceso de deshidratado convectivo de la calabacita por dos equipos de deshidratado (charola y lecho fluidizado) mediante el uso del simulador SuperPro Designer, para obtener un producto con características sensoriales y de calidad nutraceútica que puede contribuir a diversificar el mercado de la calabacita y disminuir las pérdidas postcosecha.

2. OBJETIVOS

2.1 General

Comparar la viabilidad económica del deshidratado de la calabacita por dos equipos convectivos (charola y lecho fluidizado) y obtener un producto con características fisicoquímicas, sensoriales y de calidad nutraceútica.

2.2 Específicos

- Determinar los mejores tratamientos de deshidratado por ambos equipos mediante la capacidad de rehidratación de las muestras deshidratadas.
- Evaluar las características fisicoquímicas, nutraceúticas y sensoriales de la calabaza deshidratada en ambos sistemas.
- Realizar el análisis tecno-económico mediante diferentes indicadores económicos (retorno de inversión, costo de operación y valor actual neto) en el deshidratado por charola y lecho fluidizado utilizando el simulador SuperPro Designer.

3. METODOLOGÍA

3.1 Materiales y reactivos

3.1.1 Material biológico

Se trabajó con calabacitas italianas (*C. pepo*) obtenidas en el mercado de abastos de la ciudad de Querétaro, Qro. Los frutos seleccionados fueron frutos sanos y libres de pudriciones entre 15 - 20 cm de longitud. A dichas muestras se les evaluó los parámetros de calidad (color, sólidos solubles totales (°Brix), humedad, actividad de agua, cenizas, así como contenido de carotenoides y de vitamina C) para establecer la calidad de la materia prima; posteriormente las muestras se sometieron al proceso de deshidratado; sin embargo, cuando era necesario almacenar las muestras se mantuvieron a 7 °C con HR del 95 %. Para establecer las condiciones de secado fue necesario realizar el análisis elemental de carbono y de compuestos volátiles presentes mediante servicio externo en la Unidad de Servicios de Apoyo a la Investigación y a la Industria (USAII) de la Universidad Nacional Autónoma de México y los compuestos volátiles se analizaron en el laboratorio de Investigación en Sabores y Fragancias del CICATA-IPN.

3.1.2 Reactivos

Los reactivos utilizados fueron adquiridos de casas comerciales dedicadas al ramo; los reactivos fueron hidróxido de sodio, fenoltaleína, ácido clorhídrico, etanol, estándar de β -caroteno y bicarbonato de sodio marca Meek; el guayacol, ácido oxálico, sal de sodio DCIP, ácido tartárico e hidróxido de sodio fueron de la marca Sigma. Para los análisis microbiológicos se utilizaron agar para cuenta estándar, agar papa dextrosa, caldo lauril sulfato triptosa y caldo lactosa bilis verde brillante (MCD LAB); así como agua oxigenada y agua peptonada.

3.2 Diseño experimental

Se deshidrató la calabacita variando cantidad del lote inicial (250 g, 500 g) y la temperatura (55 °C, 70 °C) en los dos equipos de deshidratado. La Tabla 5 muestra

el diseño experimental. Los tratamientos se realizaron en un orden completamente aleatorizado y por duplicado.

Tabla 5. Diseño completamente al azar del deshidratado de calabacita en charola y lecho fluidizado (el diseño fue por duplicado).

Tratamiento	Equipos	Lote de entrada (g)	Temperatura (°C)
1	Charola	500	70
2	Charola	500	55
3	Lecho	500	70
4	Lecho	500	55
5	Charola	250	70
6	Charola	250	55
7	Lecho	250	70
8	Lecho	250	55

Análisis estadístico

Para el análisis de color y capacidad de rehidratación, se aplicó Kruskal-Wallis y la prueba de Dunn para identificar diferencias significativas entre los tratamientos.

Con los mejores tratamientos en ambos equipos convectivos (en base al color del producto deshidratado y la capacidad de rehidratación) se deshidrató por triplicado, y se aplicó t student para los análisis bromatológicos, nutracéuticos y sensoriales por R.studio. Todos los demás datos se expresaron como medias \pm desviación, que se calcularon utilizando Microsoft Excel (Versión 2005).

3.3 Métodos

3.3.1 Deshidratado de calabacita por charola y lecho fluidizado

Las calabacitas se cortaron en cubos de 1x1 cm de espesor y se escaldaron a vapor a una temperatura de 93 °C por 3 min, posteriormente se sumergieron en un baño de agua fría a 7 °C por 5 min; pasado este tiempo se dejaron escurrir.

3.3.1.1 Determinación de la actividad de la peroxidasa

Para determinar la inactivación de la actividad de la peroxidasa mediante el escaldado, se procesaron 10 g de producto con 20 mL de agua destilada y se filtró a través de una manta de cielo. A 1 mL del filtrado se le adicionó 1 mL de solución de guayacol 0.5 % y 1 mL de agua oxigenada al 1 %, si en un lapso de 5 min hubo un cambio de color (coloración parda-rojiza) la reacción se consideró positiva, es decir, la peroxidasa sigue activa (Gascón y col., 2013).

Después de comprobar un resultado negativo, las muestras se sometieron al deshidratado en ambos equipos (charola y lecho fluidizado).

3.3.1.2 Deshidratado en equipos

Para el deshidratado, las muestras previamente cortadas y escaldadas se pesaron individualmente y se distribuyeron dentro de los equipos. El deshidratado se llevó a cabo siguiendo la metodología descrita por Kaya y col., 2007 con ligeras modificaciones, se registró el peso de la muestra antes de deshidratar y cada 30 minutos hasta alcanzar el contenido de humedad final; es decir hasta que ya no se registró un cambio en el peso. Los productos deshidratados se colocaron en bolsas metalizadas, las cuales se sellaron herméticamente mediante el uso de un termosellador para su conservación hasta los análisis de calidad, sensoriales y nutraceuticos.

3.3.1.3 Cinética de deshidratado

Los datos experimentales de la cinética de secado se ajustaron para obtener la relación de humedad (RH) con respecto al tiempo de deshidratado, se evaluó el mejor modelo matemático para ajustar las cinéticas de cada tratamiento. Se determinó el contenido de humedad (M_{ct}) según lo descrito en la AOAC (AOAC, 1995):

$$M_{ct} = \frac{W_o - W_s}{W_o}$$

Donde W_o es el peso inicial de la muestra (g) y W_s es el peso de la muestra seca (g). Posteriormente, con el contenido de humedad se determinó la relación de humedad acorde con lo descrito por Komolafe y col., (2019) utilizando la siguiente ecuación:

$$MR = \frac{M_{ct} - M_e}{M_o - M_e}$$

Donde M_o es el contenido de humedad inicial, M_{ct} es el contenido de humedad medido en el tiempo y M_e es la humedad en equilibrio.

Para predecir el comportamiento de secado de alimentos o mejorar los sistemas de secado se han desarrollado varios modelos matemáticos, de los cuales, los modelos matemáticos de secado de capa delgada se han utilizado ampliamente, los cuales se clasifican en teóricos, semiteóricos (Newton, Page, Henderson-Pabis, Henderson y Pabis modificado, logarítmico, exponencial de dos términos) y empíricos (Wang y Singh). Los cuales solo dependen del tiempo de secado y las constantes respectivas (Doymaz, 2007 y Chayjan y col., 2011). Al no haber estudios emprendidos del modelo matemático de deshidratado de calabacita en lecho fluidizado, se probaron siete modelos (Tabla 6) para encontrar el modelo matemático que ajustara mejor las cinéticas de deshidratado para charola y lecho fluidizado.

Tabla 6. Modelos matemáticos de deshidratado (Sojak y Głowacki, 2010).

Modelos	Ecuación del modelo
Newton	$MR = e^{-kt}$
Exponencial de dos términos	$MR = e^{-kt} + (1 - a)e^{-kat}$
Wang y Singh	$MR = 1 + at + bt^2$
Page	$MR = e^{-kt^n}$
Henderson y Pabis	$MR = ae^{-kt}$
Henderson y Pabis modificado	$MR = ae^{-kt} + be^{-gt} + ce^{-ht}$
Logarítmico	$MR = ae^{-kt} + c$

Las constantes k, a, b, c, g, h y el coeficiente de determinación R^2 fueron estimados usando el programa Python (versión 1.10.5). La raíz del error cuadrático medio (R_{MSE}) se definió según la siguiente ecuación:

$$R_{MSE} = \left[\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (MR_{cal,i} - MR_{exp,i})^2 \right]^{1/2}$$

donde $MR_{exp,i}$ es la relación de humedad esperada y $MR_{cal,i}$ relación de humedad calculada (Salcedo-Mendoza y col., 2016).

3.3.1.4 Capacidad de rehidratación

Se midió la capacidad de rehidratación de las muestras deshidratadas según lo descrito por Kutlu e Isci (2017) con algunas modificaciones. Se sumergieron 5 ± 0.05 g de una muestra de cada tratamiento en una relación 1:50 con agua potable a 25 °C y permanecieron en reposo por 24 h a temperatura ambiente, pasado el tiempo las muestras se pasaron por un tamiz casero para retirar el agua excedente; posteriormente se pesó cada muestra para determinar la cantidad de agua absorbida. La relación de rehidratación se calculó como la cantidad de agua absorbida (g) por g de materia seca utilizando la siguiente ecuación:

$$RR = \frac{\text{agua absorbida (g)}}{\text{cantidad de materia seca (g)}}$$

Las muestras rehidratadas que presentaron la mejor calidad (tamaño, forma y relación de rehidratación) para cada equipo convectivo se seleccionaron para realizar los siguientes análisis de muestra deshidratada: análisis microbiológico, sensorial, bromatológico, nutracéutico y tecno-económico.

3.3.2 Análisis tecno-económico del deshidratado convectivo de la calabacita

Se utilizó el simulador SuperPro Designer, en el cual se modeló el proceso de deshidratación por lotes, mediante el procedimiento unitario de deshidratado en charola (Figura 12) y lecho fluidizado (Figura 13). El proceso se dividió en tres etapas principales (Tabla 7). Primero la calabacita fresca se alimentó a un tanque de calentamiento. Después se procedió a realizar el enfriamiento con agua helada (5 °C) de la calabacita. Se transfirió al equipo correspondiente para obtener 6 % de torta húmeda en el producto final. Los parámetros del proceso corresponden con los tratamientos óptimos elegidos previamente.

Tabla 7. Parámetros del proceso de deshidratado.

Etapas del proceso	Parámetros	Valores
Escaldado	Tiempo (min)	5
	Temperatura (°C)	95
Enfriamiento	Tiempo (min)	5
	Temperatura (°C)	20
Deshidratado	Tiempo (min)	
	• Charola	150
	• Lecho fluidizado	120
	Temperatura (°C)	70
	Torta húmeda (mm)	15
	Velocidad de aire (m ³ /s)	3.5

Se dimensionaron los equipos en la simulación, concorde a los utilizados en planta piloto, secador de charola (Binder, FED 400) y secador de lecho fluidizado (Retsh, TG 200).

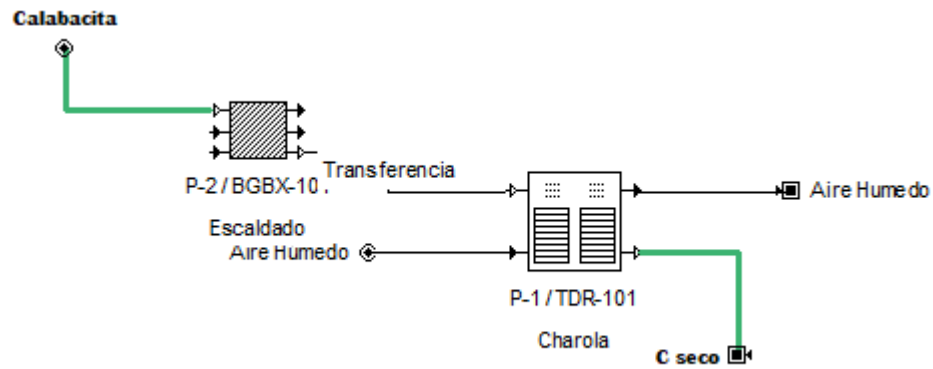


Figura 12. Diagrama esquemático del deshidratado por charola.

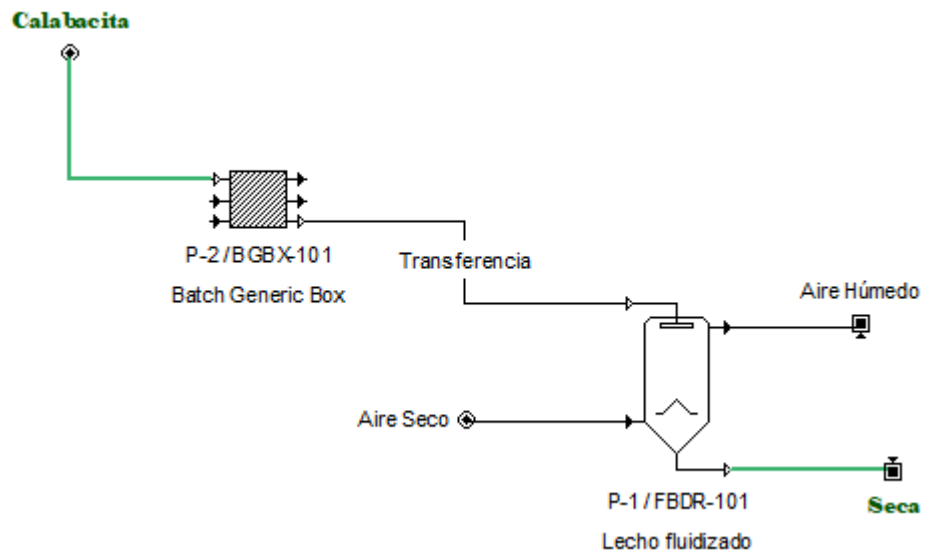


Figura 13. Diagrama esquemático del deshidratado por lecho fluidizado.

En cuanto a los costos de operación, el precio de la calabacita fresca se definió mediante la información reportada en el SNIIM (2022) para la calabacita italiana vendida en el mercado de abastos en Querétaro en el mes en que el lote de calabacita se compró (Figura 14), por lo que el precio promedio para 1 kg de calabacita es de \$ 10.95 MXN.



Figura 14. Precios al mayoreo de calabacita italiana por caja (25 kg).

Para el precio de venta se promedió el costo de productos análogos a la calabacita deshidratada, lo que equivale a \$ 983.37 MXN/kg. El desempeño económico de la planta se midió calculando el capital total invertido, retorno de inversión, costo de operación y valor actual neto, los cuales fueron estimados utilizando el *software* SuperPro Designer.

Se realizó un análisis de sensibilidad utilizando el simulador y Excel (Versión 2205). El análisis consideró un rendimiento de 0.1 a 0.3 kg por lote, para determinar los índices económicos: el retorno de la inversión (ROI), costo anual de operación (COA) y valor actual neto fueron estimado utilizando VBA en Excel (versión 2205) para facilitar el intercambio de datos con el simulador SuperPro Designer. El COA es la suma de todos los costos operativos de la planta, en cuanto al ROI fue determinado por la siguiente ecuación:

$$ROI (\%) = \frac{\textit{Beneficio neto anual}}{\textit{Costo capital}} \times 100 \%$$

El ROI describe la tasa de retorno de efectivo. El valor actual neto o utilidad neta es la suma de la utilidad bruta y la depreciación menos los impuestos pagados por cada año. En cuanto al beneficio neto se calculó en base a la siguiente ecuación:

$$\text{Beneficio neto} = \text{Beneficio bruto} + \text{Impuestos} + \text{Depreciación}$$

3.3.3 Determinación de parámetros de calidad de calabaza fresca y deshidratada

3.3.3.1 Determinación de Color

El color de los frutos de calabaza se determinó con el método de CIELab (1976) usando un colorímetro Konica Minolta, CM-600d, para obtener las coordenadas de color L^* , a^* y b^* . La coordenada L^* indica la luminosidad de la muestra y sus valores van de 0 (negro) a 100 (blanco o brillante); la coordenada a^* denota coloraciones en el rango de verde a rojo; los valores negativos (-60) van al verde mientras que los valores positivos indican la proporción de rojo (+60); por su parte la coordenada b^* denota los colores que van del color de azul a amarillo; los valores negativos (-60) van del azul y los valores positivos (+60) indican la proporción de amarillo. La diferencia total de color (ΔE) se determinó comparando los valores de 5 mediciones hechas de manera aleatoria por calabacita fresca y tratamiento usando la siguiente ecuación (Eissa y col., 2013):

$$(\Delta E) = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2}$$

Donde:

ΔE = Diferencia de color

L^* = Luminosidad.

a^* = coordenadas de verde a rojo

b^* = coordenadas de azul a amarillo

3.3.3.2 Determinación del contenido de humedad

La determinación de humedad de la muestra se realizó siguiendo el método 930-04 descrito en la norma AOAC (AOAC, 1995), usando una termobalanza (Sartorius®); el principio del método se basa en que a medida que la humedad escapa (se evapora) de la muestra debido al calentamiento de esta, el instrumento registra su peso y calcula automáticamente el porcentaje de humedad (Suzanne-Nielsen, 2017). Para esto se colocó 1 ± 0.05 g de muestra de calabacita tomando muestras de manera individual del lote de calabacita fresca, mientras que para la calabacita deshidratada se mezclaron los lotes producidos para tomar muestras representativas de manera aleatoria. La lectura final se registró cuando el valor del contenido de humedad proyectado fue estable por 1 min (Gascón y col., 2013).

3.3.3.3 Determinación de actividad de agua

La actividad de agua es una medida del estado energético del agua; para medirla se necesita que el agua en fase líquida en el sistema se equilibre con el agua en fase vapor en el espacio de cabeza. A partir del punto de rocío del aire en la cámara y la temperatura de la muestra, la humedad relativa del espacio libre se calcula como la relación entre la presión de vapor de saturación de la temperatura del punto de rocío y la presión de vapor de saturación a la temperatura de la muestra (Meter, 2018).

Para determinar el valor de actividad de agua de las muestras se utilizó el instrumento serie 3 AquaLab®. Este instrumento cuenta con un espejo frío, en el que se controla la temperatura de este hasta que aparece la primera condensación, registrando en este punto la temperatura de la muestra y del espejo para determinar la presión de vapor de agua y la presión de vapor del espacio de cabeza, lo que ayuda a determinar la actividad de agua de la muestra $a_w = p/p_o$. En el equilibrio, la humedad relativa del aire en la cámara es igual a la actividad del agua de la muestra (Suzanne-Nielsen, 2017).

Para su determinación primero se calibró el equipo, colocando agua destilada hasta un máximo de $\frac{3}{4}$ de capacidad de la celda. Para medir la actividad de agua de la calabacita fresca ésta se cortó en pedazos finos y se llenó $\frac{3}{4}$ del volumen de capacidad de la celda. Se realizaron las mediciones por triplicado para la calabacita fresca y deshidratada.

3.3.3.4 Determinación del contenido de sólidos solubles totales (°Brix)

La concentración de sólidos solubles totales se determinó según lo establecido por la AOAC en el método 932.12 (AOAC, 2010); para esto se eligieron calabacitas de manera aleatoria, se cortaron y se colocaron 10 g de estas en una manta de cielo, presionándolas para extraer el jugo de la calabacita. Posteriormente se filtró el jugo y del mismo se tomaron 2 gotas para cubrir la celda del refractómetro (Hanna, HI96801). Se realizaron las mediciones por triplicado.

3.3.3.5 Determinación de cenizas

El contenido de cenizas presente en la muestra se determinó según el método 930-04 como lo describe la normatividad de la AOAC (AOAC, 1995). Se pesó 3 ± 0.05 g de la muestra fresca en crisoles de porcelana y 0.5 ± 0.05 g de muestra deshidratada. Los crisoles se calentaron a fuego directo hasta lograr carbonizar las muestras y posteriormente se colocaron en una mufla (Arsa) a 550 °C por 14 h, ya que a dicha temperatura el agua y los compuestos volátiles se vaporizan y las sustancias orgánicas se queman en presencia de oxígeno para formar CO_2 y óxidos de N_2 . De esta forma, los materiales orgánicos se eliminan y los minerales restantes se convierten en óxidos, sulfatos, fosfatos, cloruros y silicatos (Suzanne-Nielsen, 2017) los cuales representan el contenido de cenizas en la muestra.

3.3.3.6 Determinación de proteína

El contenido de proteína cruda se obtuvo según lo descrito por el método oficial 991.20 (AOAC, 2016); se siguió el procedimiento Kjeldahl en el que proteínas y componentes orgánicos de los alimentos son digeridos con ácido sulfúrico concentrado en presencia de catalizadores ($\text{K}_2\text{SO}_4 + \text{CuSO}_4$). El nitrógeno orgánico

total se convierte en sulfato de amonio y en la digestión se neutraliza en presencia de un álcali (NaOH al 20 %), el producto de esta digestión (amoniacado) se recupera en solución de ácido bórico (H₃BO₃ al 4 %) formando aniones borato, los cuales se titulan con un ácido estandarizado (HCl) (Suzanne-Nielsen, 2017), como resultado podemos cuantificar el contenido de nitrógeno en la muestra y de proteína presente usando un factor de conversión.

Según lo descrito en la normatividad AOAC método 991.20 (AOAC, 2016), se añadió 3 g de muestra fresca, 0.5 g de calabacita deshidratada y 3 blancos a los tubos Kjeldahl con 15 mL de ácido sulfúrico y una pastilla de catalizador de reacción; primeramente los tubos se colocaron en el equipo de digestión (Buchi, Kjeldigester, K-449); acabada la digestión se dejaron enfriar los tubos por media hora y se procedió a realizar la destilación en el equipo (Buchi, Kjelflex K-360) previamente precalentado. Se colocó cada tubo junto con un matraz Erlenmeyer donde se recogió la muestra con iones borato. Los matraces se titularon con ácido clorhídrico 1 N. La cantidad de nitrógeno y proteína presente se determinó mediante las siguientes ecuaciones:

$$\text{Moles HCl} = \text{moles NH}_3$$

$$\text{Moles HCl} = \text{moles N en la muestra}$$

$$\% N = N_{HCl} * \frac{\text{Volumen corregido}}{\text{g de muestra} * 1000} * \frac{14 \text{ g N}}{\text{mol}} * \frac{100}{1000}$$

Para convertir el porcentaje de nitrógeno (N) a porcentaje de proteína cruda se utilizó el siguiente factor de conversión, según lo descrito por Breese-Jones (1941):

$$\% N * 5.3 = \% \text{ proteína}$$

3.3.4 Análisis microbiológico

Las muestras de calabaza deshidratada, tanto por secador de charola como por lecho fluidizado, se analizaron en su calidad microbiológica, usando la técnica de vaciado en placa analizando la cuenta microbiana total aerobia, organismos coliformes totales, hongos y levaduras.

Se preparó la dilución primaria según la norma mexicana NOM-110-SSA1-1994 (Secretaría de Salud, 1994) con ligeras modificaciones; para ello, se pesaron 5 ± 0.05 g de calabacita deshidratada por cada método seleccionado, en un recipiente de vidrio estéril de tamaño adecuado y se le adicionaron 45 mL de agua peptonada; el cual se agitó 1 a 2 minutos hasta obtener una suspensión completa y homogénea. Posteriormente se dejó sedimentar las partículas grandes. De la dilución primaria se tomó una muestra de 1 mL y se mezcló por agitación con 9 mL de agua peptonada en un tubo de ensayo 25 veces en un arco de 30 durante 7 s. Se realizaron 4 diluciones por tratamiento.

3.3.4.1 Recuento total de microorganismos aerobios

Este método está destinado a indicar el nivel de microorganismos aerobios en el producto; el procedimiento se realizó según lo indicado en el método 966.23C de la AOAC (AOAC, 1990).

Se preparó el medio de cultivo, agar para cuenta estándar (MCD LAB), el cual se vertió en cajas Petri de 12 a 15 mL a una temperatura de 45 ± 1 °C junto con 1 mL de cada dilución por caja; éstas se mezclaron mediante rotación alternativa y movimiento de ida y vuelta en una superficie plana, dejándolas reposar hasta que el agar se solidificó.

Las placas se incubaron invertidas durante 48 ± 2 h a 35 °C; posteriormente se realizó el recuento de las colonias.

3.3.4.2 Determinación de Coliformes totales

El procedimiento se realizó según la norma mexicana NOM-113-SSA1-1994 (Secretaría de Salud, 1994). Se preparó el medio de cultivo agar-rojo- violeta-bilis-lactosa (RVBA) y se vertió en cajas Petri de 12 a 15 mL a una temperatura de 45 ± 1 °C con 1 mL de cada dilución por caja; éstas se mezclaron mediante rotación alternativa y movimiento de ida y vuelta de las placas en una superficie plana y se dejaron reposar hasta que el agar solidificó; posteriormente se añadió una segunda capa de 4 mL del medio RVBA a 45 ± 1.0 °C y se dejó solidificar.

Las placas se incubaron invertidas a 35 °C, durante 24 ± 2 horas, posteriormente se realizó el recuento de las colonias.

3.3.4.3 Determinación de mohos y levaduras

El procedimiento se realizó según la norma mexicana NOM-111-SSA1-1994 (Secretaría Salud, 1994). Se colocó 1 mL de cada dilución por caja y se vertió de 15 a 20 mL de agar papa dextrosa acidificado a una temperatura de 45 ± 1 °C. Se mezcló el contenido con seis movimientos de derecha a izquierda, seis en el sentido de las manecillas del reloj, seis en el sentido contrario y seis de atrás para adelante; posteriormente se dejaron solidificar las cajas.

Las placas se incubaron invertidas a 25 ± 1 °C; posteriormente se realizaron el recuento de las colonias después de 3, 4 y 5 días de incubación.

3.3.5 Parámetros de calidad de calabaza deshidratada

Se realizaron los análisis bromatológicos previamente descritos (contenido de cenizas, humedad, proteína, acidez titulable y actividad de agua), así como nutricionales (carotenoides, clorofila, flavonoides y vitamina C) y determinación de compuestos volátiles.

3.3.5.1 Determinación de carotenoides y clorofila

Se determinó el contenido de clorofila a y b y de carotenoides siguiendo la metodología descrita por Xu y col., 2021 con ligeras modificaciones; se pesaron 0.5 g de calabacita fresca y deshidratada de manera independiente, los cuales se colocaron en tubos de ensayo con 7.5 ml de etanol al 96 %, dejando en reposo en la oscuridad durante 24 h en refrigeración (7 °C), los extractos se transfirieron a una celda de espectrofotómetro para medir la absorbancia a 665 nm, 649 nm y 470 nm, con tres réplicas para la calabaza antes y después de deshidratar; se utilizó etanol al 96 % como blanco. Los datos se calcularán de la siguiente manera:

$$\begin{aligned} \text{Clorofila a (mg/L)} &= 13.96D_{665} - 6.88D_{649} \\ \text{Clorofila b (mg/L)} &= 24.96D_{649} - 7.32D_{665} \\ \text{Luteina y carotenoides (mg/L)} &= \frac{(1000D_{470} - 2.05 Ca - 114.8 Cb)}{245} \end{aligned}$$

donde

D665, D649 y D470 representan a los valores de absorbancia del líquido extraído en longitudes de onda de 665 nm, 649 nm y 470 nm, respectivamente (Xu y col., 2021).

3.3.5.2 Cuantificación de vitamina C

La cantidad de ácido ascórbico o vitamina C se determinó con base al método de titulación del compuesto 2,6-dicloroindofenol, como se describe en el método 967.21 de la AOAC (AOAC, 2010) con ligeras modificaciones, el cual se basa en la oxidación del ácido ascórbico a ácido L-deshidroascórbico mediante el indicador diclorofenolindofenol (DCIP). Al final de la titulación, el exceso de indicador sin reducir da una coloración rosa en solución ácida (Pegg y Eitenmiller, 2017).

Primeramente, se realizó la solución estándar de 2,6-dicloroindofenol a partir de la disolución de 52.5 mg de NaHCO₃ en agua desionizada, posteriormente se añadió 62.5 mg de 2,6-dicloroindofenol agitando hasta su disolución. Se realizó una dilución

1:10 de la solución estándar, la cual se almacenó en un frasco ámbar en refrigeración (5 °C).

Se obtuvo la curva de calibración del ácido ascórbico a partir de una solución estándar de ácido ascórbico pesando 5 mg de este y aforando a 25 mL. Se prosiguió preparando la curva de calibración de 0 a 0.2 mg/mL, añadiendo en matraces Erlenmeyer 9 mL de ácido oxálico a 0.25 M y 1 mL de ácido clorhídrico 1 N; se añadió 0, 0.02, 0.05, 0.1, 0.2, 0.8 y 2 mL de la solución estándar de ácido ascórbico en matraces individuales y cada uno se tituló con indofenol hasta una tonalidad rosa. Con los datos se determinó el coeficiente de regresión (ANEXO V).

Para las muestras frescas y deshidratadas se realizaron las diluciones según lo establecido por Ouyang, y col. (2020). Se homogenizó 1 g de muestra con solución de ácido oxálico (5 mL, 20 g/L) durante 1 min; luego se transfirió cada una a un matraz volumétrico de 100 mL, el aforo se realizó con una solución de ácido oxálico (20 g/L); se agitaron durante 1 min y se dejaron sedimentar las partículas grandes. De cada dilución se tomó una alícuota de 10 mL, la cual se tituló con el reactivo de indofenol hasta que la solución viró a rosa. El resultado se expresó como mg de ácido ascórbico por 100 g de muestra (mg/100 g) basado en el peso seco.

3.3.5.3 Cuantificación de flavonoides

El contenido de flavonoides totales se determinó según lo reportado por Seleim y col. (2015) con ligeras modificaciones, sobre la base del método colorimétrico de cloruro de aluminio (AlCl_3); para ello se preparó una solución estándar de catequina con 10 mg de dicho flavonoide aforándolo con 10 mL de metanol, la solución se protegió de la luz. Posteriormente se realizó la curva de calibración (0 a 0.056 mg/mL) utilizando nitrito de sodio (NaNO_2) al 5 % dejándolo reaccionar por 2 min, después se añadió cloruro de aluminio (AlCl_3) al 10 % dejándolo reaccionar por 4 min e hidróxido de sodio 1 M.

Al finalizar se dejó reaccionar por 7.5 min antes de su lectura. La absorbancia de la mezcla de reacción se determinó a 510 nm utilizando un espectrofotómetro UV-VIS.

Para la determinación de flavonoides en las muestras se utilizó 1000 μ L de los extractos obtenidos del análisis de clorofilas y carotenoides. El contenido total de flavonoides se expresó como mg equivalentes de catequina.

3.3.6 Análisis sensorial de muestras deshidratadas

Después de revisar que los análisis microbiológicos fueran negativos se procedió a realizar el análisis sensorial. El estudio abarcó 30 panelistas, según lo establecido por Cordero-Bueso (2013) y Espinosa-Manfugás (2007) para pruebas afectivas, los cuales constaron de hombres y mujeres adultos de la comunidad de la Universidad Autónoma de Querétaro que fueran consumidores o hayan consumido frutas y vegetales deshidratados; los cuales fueron estudiantes de 8vo semestre de la carrera de Ingeniería Química en Alimentos, considerando como criterio de inclusión aquellos que ya hayan cursado la materia de evaluación sensorial y que además fueran consumidores de frutas y hortalizas, y en particular de productos deshidratados. Se descartaron personas con signos de alguna enfermedad que no les permitiera llevar a cabo la evaluación sensorial, o que manifestaran ser alérgicos a las *cucurbitáceas* (ANEXO II). Por la naturaleza del alimento, así como por su proceso de elaboración no hubo riesgo de presencia de alérgenos reportados por el CODEX alimentarius (FAO y OMS, 2020). No obstante, si en el tiempo que se realizó el análisis algún participante hubiera expresado algún malestar, fue excluido de la evaluación y referido al servicio médico SuSalud; siendo cubiertos los gastos por el investigador responsable.

Primeramente, a los panelistas se les dio a conocer el proyecto y el consentimiento informado, en el cual firmaron su conformidad de participar en el estudio (ANEXO I). La prueba sensorial fue una prueba de aceptación hedónica de 8 puntos, considerando como atributos de calidad: apariencia, sabor, olor, textura y agrado

general. Se preguntó la preferencia entre ambos tratamientos y se añadió una sección de comentarios (ANEXO III).

Los dos mejores tratamientos de deshidratado fueron los que se usaron para la evaluación sensorial, las muestras se presentaron a los panelistas a temperatura ambiente bajo condiciones normales de iluminación en vasos de plástico de 1 oz. codificados y colocados de forma aleatoria para ser degustados. Las muestras fueron de aproximadamente 2 g de producto y se pidió a los panelistas que entre cada muestra se enjuagara la boca con un poco de agua y un trozo de galleta neutra con el fin de limpiar su paladar.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Curvas de deshidratado

Los valores de humedad final obtenidos para las muestras de calabaza bajo diferentes tratamientos con sus respectivas réplicas se muestran en la Tabla 8 y las curvas de deshidratado (relación de humedad (MR) con respecto al tiempo) se muestra en la Figura 15.

Tabla 8. Valores experimentales y variable respuesta para el deshidratado de calabacita (X1 = réplica 1 y X2 = réplica 2).

Tratamiento	Equipos	Lote de entrada (g)	T (°C)	Humedad inicial (%)	Tiempo secado (min)	Humedad final (%)	
						X1	X2
1	Charola	500	70	86	140	4.02	4.42
2	Charola	500	55	85.14	300	4.42	4.42
3	Lecho	500	70	78.4	120	4.02	4.02
4	Lecho	500	55	81.04	210	4.82	4.82
5	Charola	250	70	88.54	150	6.42	6.42
6	Charola	250	55	88.4	200	6.62	6.42
7	Lecho	250	70	85.7	120	4.82	4.82
8	Lecho	250	55	87.9	165	6.42	6.42

La humedad final de las muestras deshidratadas oscilo entre 4.02 y 6.42 %, lo que indica que las muestras frescas perdieron entre 94 y 96 % de su peso (Doymaz, 2007). La pérdida de humedad se vio influenciada por la temperatura de secado, el volumen de muestra usada y el sistema de secado. De manera general las muestras que se secaron a 70 °C (Tabla 8) alcanzaron un menor porcentaje de humedad que aquellas sometidas a 55 °C independientemente del equipo de deshidratado, de igual forma, las muestras de 250 g alcanzaron un menor porcentaje de humedad que las de 500 g.

Como se observa en la Figura 15, el tiempo de deshidratado se redujo al incrementar la temperatura de deshidratado, ya que a medida de que ésta aumenta, se aplica una mayor tasa de energía en el vegetal, lo que aumenta la tasa de evaporación.

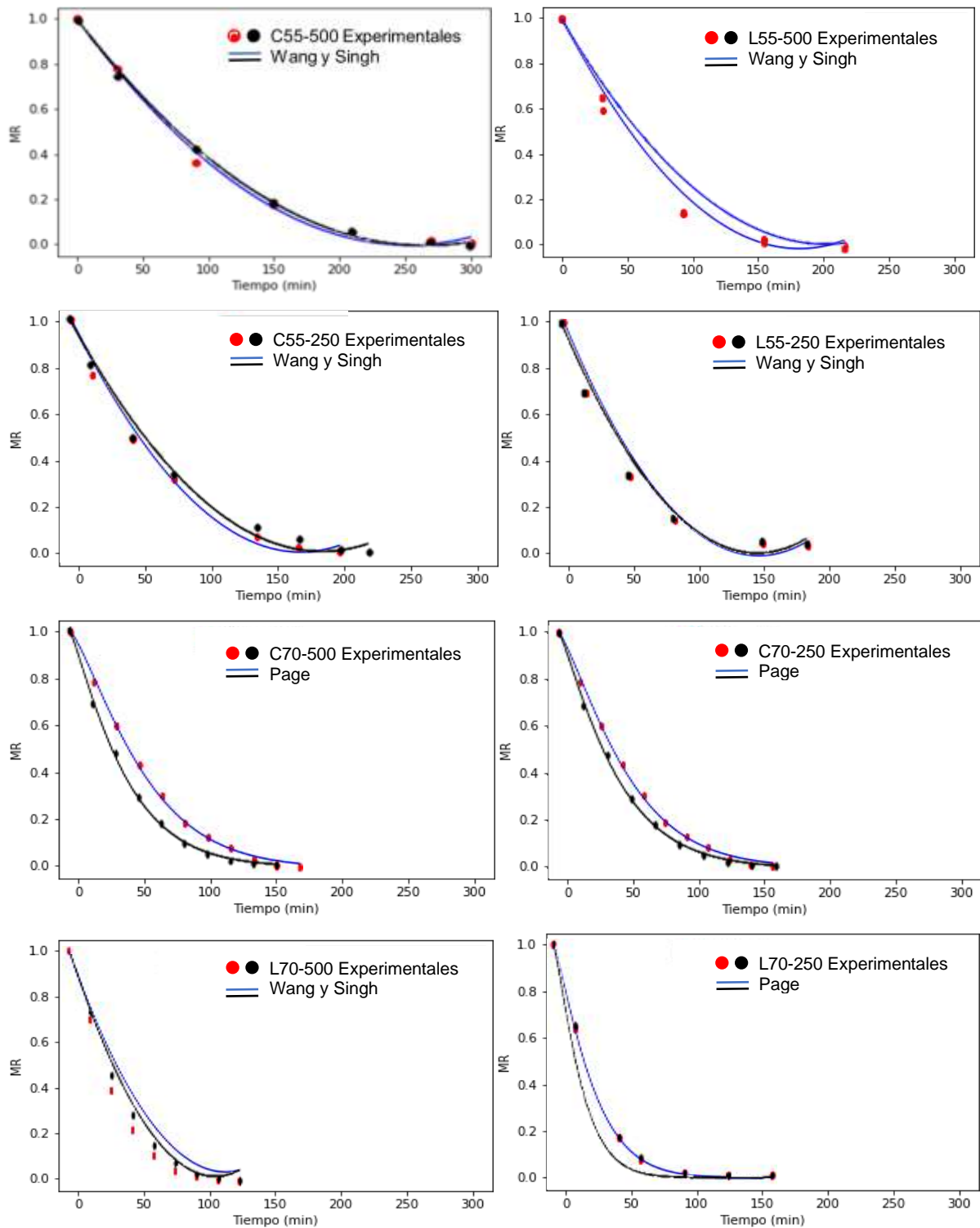


Figura 15. Datos experimentales de la relación de humedad durante el secado de calabacita, ajustados al modelo de Page y Wang y Singh (donde C=Charola y L=Lecho, 70 y 50 es la temperatura y el lote a deshidratar fue de 250 y 500g).

Los datos anteriores concuerdan con lo reportado por Chayjan y col. (2011) para el deshidratado de semillas de calabaza por lecho fluidizado, ya que obtuvieron que la temperatura del aire tiene un efecto significativo sobre la difusividad efectiva del agua con respecto a la velocidad del aire, lo que significa una mayor velocidad de deshidratado conforme aumenta la temperatura. Además, el tiempo de secado en el sistema por lecho fluidizado fue menor que en charola, debido a una mayor área de exposición de las muestras a las condiciones de secado.

Para los tratamientos con lotes de 500 g a 55 °C el tiempo de deshidratado fue 2 veces mayor que a 70 °C para charola (300 min vs 140 min) y lecho fluidizado (210 min vs 120 min) (Figura 15), debido a que en el proceso de deshidratación el espesor del sólido afecta al mecanismo de difusividad del agua ya que, al haber mayor cantidad del sólido en el área de la charola, el producto se amontona, por lo que se dificulta la transferencia de calor entre el aire y el sólido (Onwude y col., 2016); sin embargo, a dicha temperatura el tiempo de deshidratado en charola fue menor que el reportado por Doymaz (2007). La humedad final obtenida a 55 °C para 500 g de lote en charola y lecho fluidizado (4.42 % y 4.82 % respectivamente) (Tabla 8) fue menor que la reportada por Potosí-Calvache y col. (2017), en *Cucúrbita moschata* a 55 °C a una velocidad de aire mayor (5.58 ms⁻¹), con una humedad final de 6.06 a 7.77 %.

Los tratamientos en que se utilizó 250 g de muestra a 70 °C disminuyeron en un 40 % (en charola) y 25 % (en lecho fluidizado) el tiempo requerido para deshidratar las muestras con respecto al deshidratado a 55 °C.

Al comparar ambos equipos (Figura 15), se obtuvo una pendiente más pronunciada al deshidratar en lecho fluidizado con respecto al deshidratado en charola. La ventaja del deshidratado por lecho fluidizado es que la temperatura en el producto de secado y dentro de la cámara se distribuye de manera uniforme, lo que reduce el tiempo de secado (Chayjan y col., 2011).

4.2 Color de muestras deshidratadas

La luminosidad de la calabaza fresca (83.995) fue mayor con respecto a los tratamientos de deshidratado (Figura 16). Al comparar los tratamientos entre sí se obtiene un p valor de 0.504, lo que indica que no hay diferencias significativas entre las medias de cada tratamiento de deshidratado, la prueba de Dunn reafirmó que la luminosidad no fue significativamente diferente entre tratamientos.

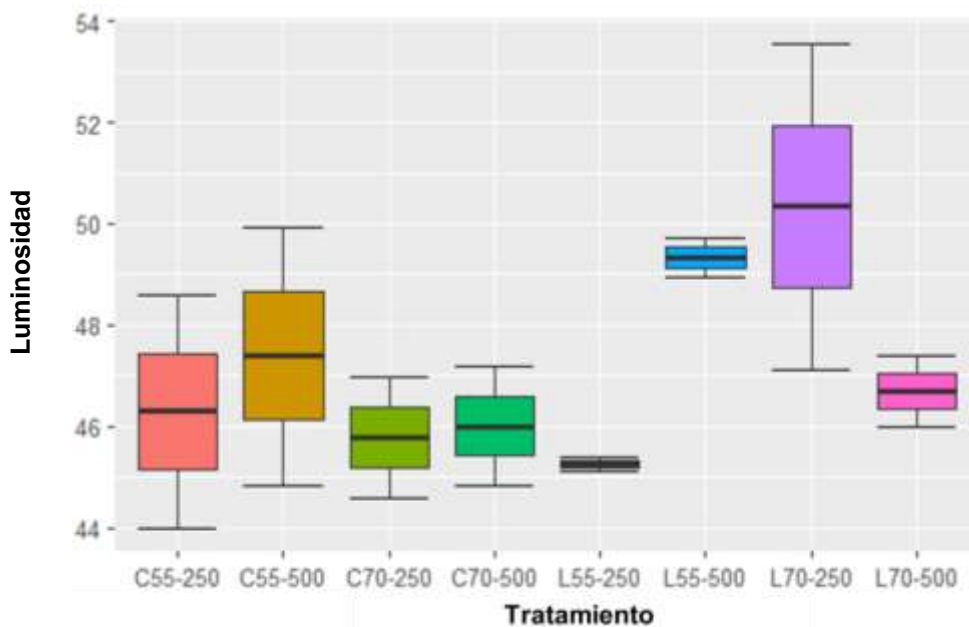


Figura 16. Diagrama de cajas. Luminosidad de la calabacita deshidratada en charola (C) y lecho fluidizado (L) a 55 y 70 °C, con diferente tamaño de muestra (250 y 500 g). Media de luminosidad de calabacita fresca fue de 83.995.

El color amarillo de la pulpa se debe principalmente al aporte de carotenoides totales, siendo estrecha la correlación entre la coordenada en a y los carotenoides totales (Zhou y col. 2017). En este estudio, no se evidenció diferencias significativas entre las medias de los tratamientos para la coordenada a (p valor= 0.423), como se puede observar en la Figura 17, lo cual fue confirmado por la prueba de Dunn, a excepción de los tratamientos a L55-500 y L70-500, los cuales tienen medias significativamente diferentes entre ellos.

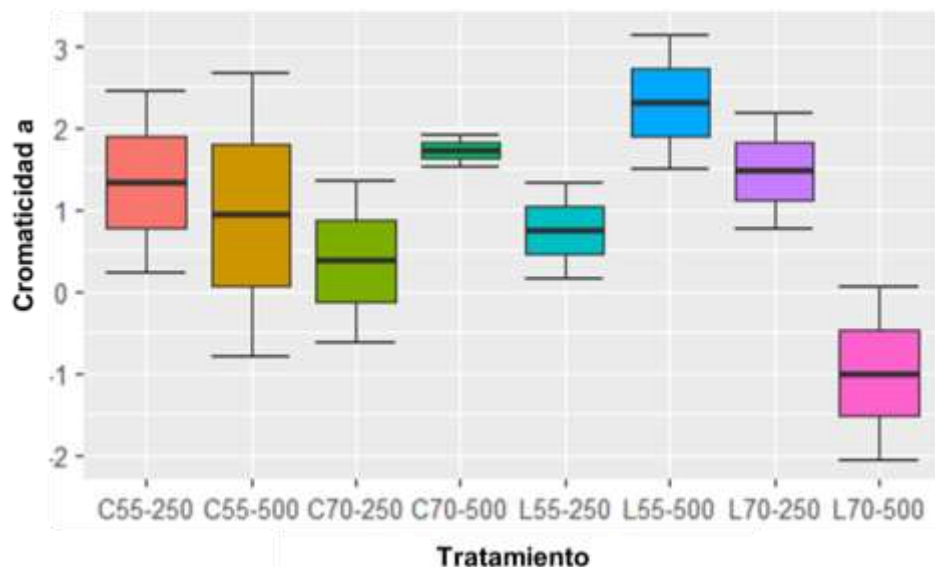


Figura 17. Diagrama de cajas. Coordenada de color a (verde a rojo) de la calabacita deshidratada en charola (C) y lecho fluidizado (L) a 55 y 70 °C, con diferente tamaño de muestra (250 y 500 g). Media de la calabacita fresca: -0.173.

Los valores de la coordenada b fueron mayores en la calabacita antes de deshidratar (28.22) con respecto a los diferentes tratamientos (Figura 18). Al comparar los tratamientos entre sí no evidenciaron diferencias significativas entre las medias de cada tratamiento (p valor= 0.555) de deshidratado, la prueba de Dunn afirma que los valores de la coordenada en b no fueron significativamente diferentes entre los tratamientos.

La diferencia de color es una medida de la distancia en el espacio entre dos colores (Finley y col., 2018); en este trabajo se determinó la diferencia total de color entre la muestra fresca y las deshidratadas (Figura 19), las muestras secadas en charola, independientemente del tamaño de las mismas y la temperatura de secado, no presentaron una diferencia significativa entre las medias de cada tratamiento (p valor = 0.53), la prueba de Dunn no mostró diferencias entre los tratamientos; sin embargo los valores en las muestras secadas a 55 °C fueron más dispersos que a 70 °C.

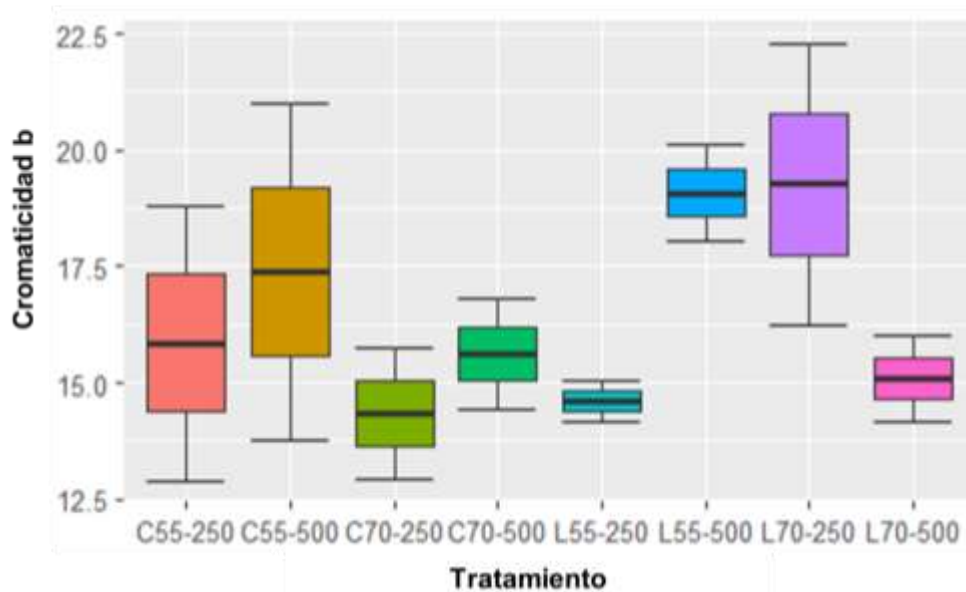


Figura 18. Diagrama de cajas. Valores de la coordenada de color b (azul a amarillo) de la calabacita deshidratada en charola (C) y lecho fluidizado (L) a 55 y 70 °C, con diferente tamaño de muestra (250 y 500 g). Media de calabacita fresca: 28.22.

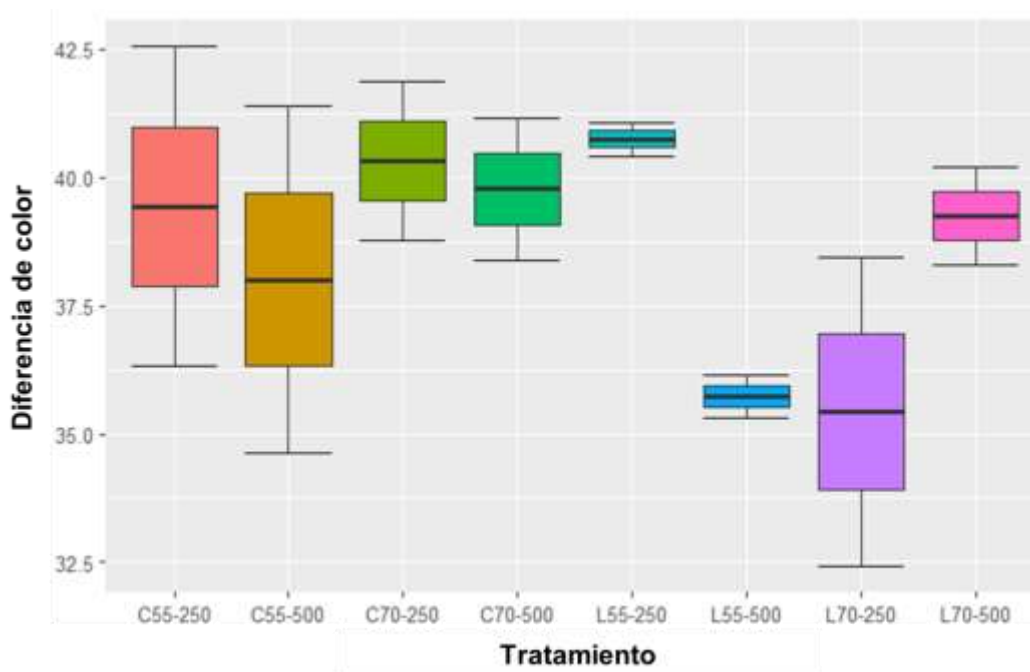


Figura 19. Diagrama de cajas. Diferencia de color de la calabacita deshidratada en charola (C) y lecho fluidizado (L) a 55 y 70 °C, con diferente tamaño de muestra (250 y 500 g).

De manera general, la diferencia de color con respecto a la muestra fresca fue mayor que en las muestras secadas por charola que por lecho fluidizado; es decir las muestras secadas por lecho fluidizado se observaban con tonos amarillos y brillantes. (Figura 20). Se observó una mayor luminosidad en los tratamientos sometidos a 70 °C, mientras que a 55 °C se observó una coloración verde oliva, esto debido a la transformación de las clorofilas a feofitinas durante el deshidratado (Yong-Lee, 2018), por lo que las altas temperaturas en periodos cortos de tiempo ayudan a preservar el contenido de clorofilas.



Figura 20. Apariencia de calabacita deshidratada en charola (C) y lecho fluidizado (L) a 55 y 70 °C, con diferente tamaño de muestra (250 y 500 g).

4.3 Capacidad de rehidratación de muestras deshidratadas

La capacidad de rehidratación de muestras deshidratadas es una prueba que se usa para evaluar el efecto del proceso de secado; durante la rehidratación se puede evidenciar la severidad del proceso de secado, ya que si se restaura las propiedades del tejido puede lograrse una apariencia similar al tejido fresco.

En la Figura 21 se muestra los efectos entre las variables (equipo, tiempo y temperatura) con respecto a la capacidad de rehidratación de las muestras deshidratadas. Se observa que ésta aumenta de manera proporcional con la temperatura aplicada en el deshidratado y fue inversamente proporcional al volumen de muestra deshidratada.

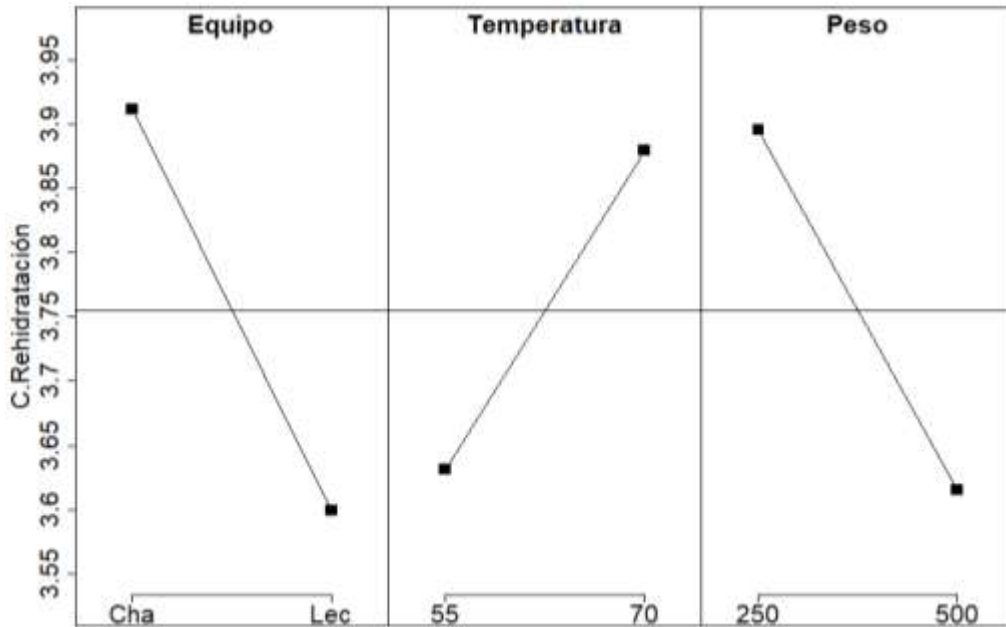


Figura 21. Efectos principales entre variables y capacidad de rehidratación en calabacitas deshidratadas.

La Tabla 9 muestra el efecto significativo en el porcentaje de rehidratación entre el equipo y el peso del producto, así como el peso y la temperatura de deshidratado.

Tabla 9. Significancia de efectos entre variables y capacidad de rehidratación en calabacitas deshidratadas.

Variables	p-valor
Equipo	0.138
Temperatura	0.227
Peso	0.177
Equipo:Temperatura	0.027
Equipo:Peso	0.048
Temperatura:Peso	0.057
Equipo:Temperatura:Peso	0.529

La máxima capacidad de rehidratación se obtuvo en las muestras deshidratadas por charola a 70 y 55 °C la cual fue de 4.29 y 4.26 ($\text{g}_{\text{agua absorbida}}/\text{g}_{\text{materia seca}}$) respectivamente (Figura 22); aunque la capacidad de rehidratación fue menor a lo reportado por Quintero-Ramos y col. (1998) y por Hnin-Aye (2012) para (*C. pepo*), la cual fue de 5.14 (a 61-66 °C) y 5.35 (a 60 °C) respectivamente; Hnin-Aye además reportó un valor mayor (5.41) al combinar el deshidratado con horno de microondas.

La capacidad de rehidratación indica el daño estructural que sufre un alimento durante el deshidratado, para obtener una mayor capacidad de rehidratación el proceso debe proporcionar la óptima transferencia de calor y masa (Belitz y col., 2009). La capacidad de rehidratación puede mejorarse mediante el escaldado, Quintero-Ramos y col. (1998) han observado que a medida que el tiempo y la temperatura de escaldado incrementa, la relación de rehidratación tiende a decrecer.

En el caso del lecho fluidizado presentó una menor capacidad de rehidratación respecto al de charola (Figura 22); puesto que la mayor parte de la contracción de alimentos (40-50 %) ocurre en las etapas iniciales de secado (Fellows, 2017), las muestras deshidratadas en lecho fluidizado pudieron sufrir daño estructural por un

colapso en los capilares ya que durante el proceso se pegaban a la charola perforada en la primera hora de deshidratado, debido a la humedad adquirida por el escaldado,

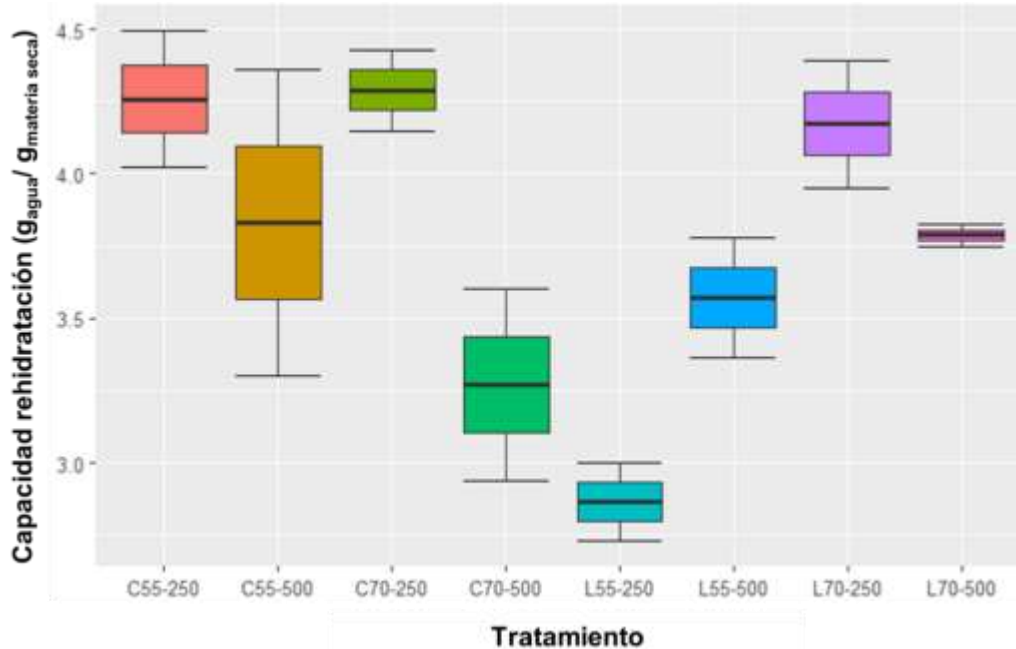


Figura 22. Diagrama de cajas. Capacidad de rehidratación de la calabacita deshidratada en charola (C) y lecho fluidizado (L) a 55 y 70 °C, con diferente tamaño de muestra (250 y 500 g).

Además, los productos procesados por lecho fluidizado son propensos a sufrir daño mecánico (abrasión) debido al contacto del material entre sí al ser suspendido (Adamiec y col., 2006).

Durante el procesamiento del deshidratado, el alimento se contrae al perder agua, una contracción severa puede reducir la densidad aparente y la capacidad de rehidratación. A menor densidad del producto deshidratado la reconstitución es más rápida, y se obtiene una apariencia más similar al producto antes de deshidratar (Hnin-Aye, 2012). A pesar de que la capacidad de rehidratación fue mayor en las muestras deshidratadas por charola que por lecho fluidizado, se pudo observar durante el proceso de rehidratación, una mayor luminosidad en los tratamientos en lecho

fluidizado, sometidos a 70 °C (Figura 23). En las muestras deshidratadas en charola se observó una mayor opacidad en las muestras tratadas a 55 °C.



Figura 23. Calabacita rehidratada por 24 h.

A partir de estos resultados, se decidió usar la condición de 70 °C con muestras de 250 g para ambos equipos para realizar el análisis tecno-económico y evaluar las características bromatológicas, microbiológicas, sensoriales y nutraceuticas de las muestras obtenidas.

4.4 Análisis tecno-económico del deshidratado convectivo de la calabacita

Se realizó el análisis de sensibilidad en el simulador SuperPro Designer de 6 puntos considerando un rendimiento de 0.1 a 0.3 kg por lote para ambos equipos, para comparar los índices económicos asociados a ambos tratamientos, en base a este análisis se obtuvo que la cantidad de calabacita procesada tiene un impacto en los

indicadores económicos en el proceso de deshidratado. El costo de operación anual (COA) (Figura 24) y el costo unitario del producto (Figura 25) fueron menores en el deshidratador de lecho fluidizado que en charola. El COA aumentó con respecto al rendimiento, sin embargo, dicho aumento fue mayor para el deshidratado en lecho fluidizado que en charola.

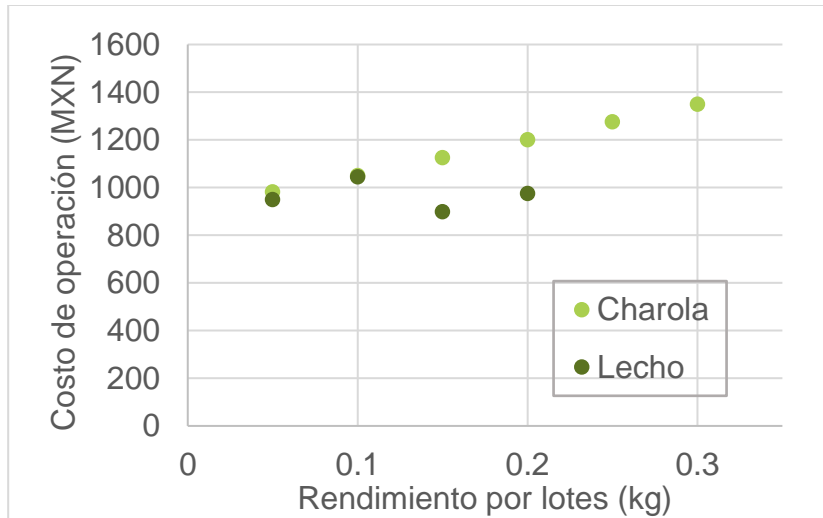


Figura 24. Costo operación en el deshidratado de calabacita en charola y lecho fluidizado.

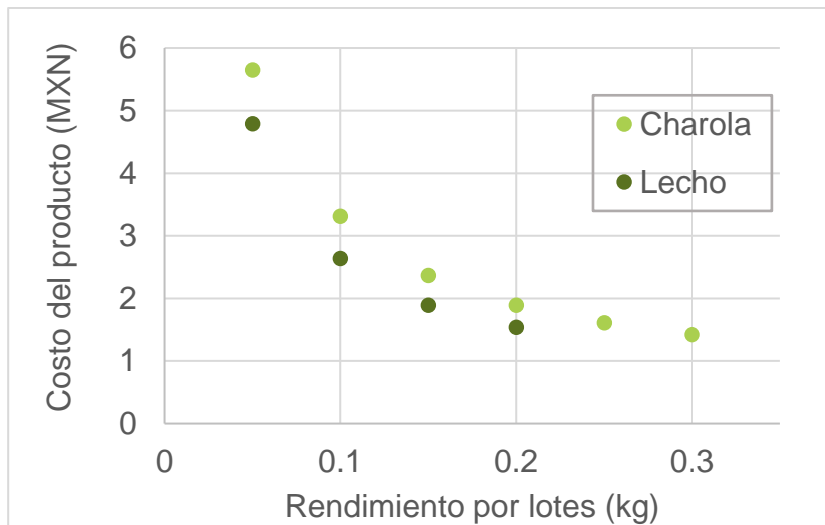


Figura 25. Costo del producto en el deshidratado de calabacita en charola y lecho fluidizado.

El costo del producto disminuye conforme al aumento del rendimiento de producción, en cuanto a los equipos, dichos costos fueron menores para el equipo de lecho fluidizado

El valor actual neto aumenta conforme el rendimiento de producción. Con base a la Figura 26 a partir de una producción mayor de 0.1 kg por lote en lecho fluidizado se obtienen ganancias, es decir, que se obtienen ingresos mayores a los gastos de producción, mientras que en el deshidratador de charola se necesita más de 0.15 kg; sin embargo, el deshidratador de charola puede obtener mayores rendimientos al aumentar la cantidad de rejillas/ charolas dentro del equipo Binder, ya que se trabajó con un máximo de 4 charolas y el equipo puede contener hasta 18 charolas; mientras que el deshidratador de lecho fluidizado tiene una menor capacidad de operación.

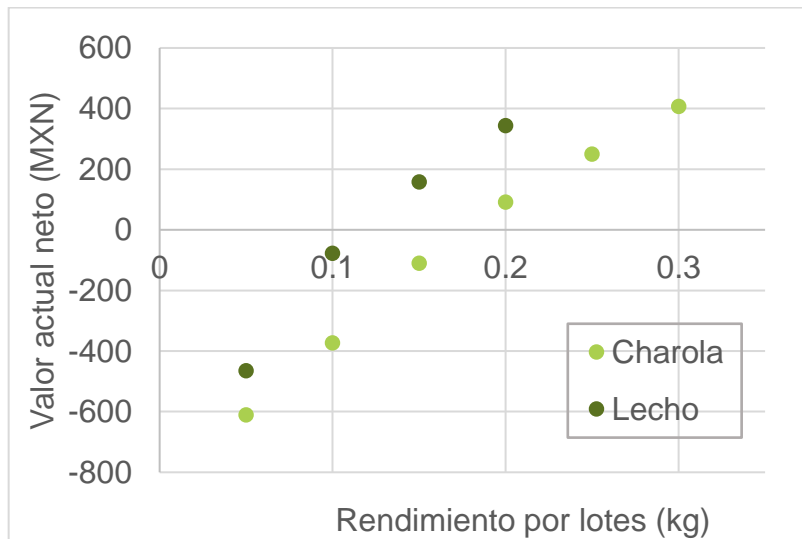


Figura 26. Valor actual neto para el deshidratado de calabacita en charola y lecho fluidizado.

La inversión de capital total es la suma de los costos fijos asociados al proceso, este indicador aumenta conforme al rendimiento; sin embargo, en sistema de lecho fluidizado la cantidad a invertir es mayor que con respecto al equipo de charola (Figura 27) además la inversión de capital total se utiliza para determinar el retorno

de inversión (ROI), dicho indicador es negativo para ambos equipos, para rendimientos por debajo de 0.15 kg (Figura 28); sin embargo, en el equipo de charola el retorno de inversión crece exponencialmente con respecto al rendimiento de producción, lo que indica que el deshidratado en charola es más factible para realizar una inversión, bajo el rendimiento analizado experimentalmente.

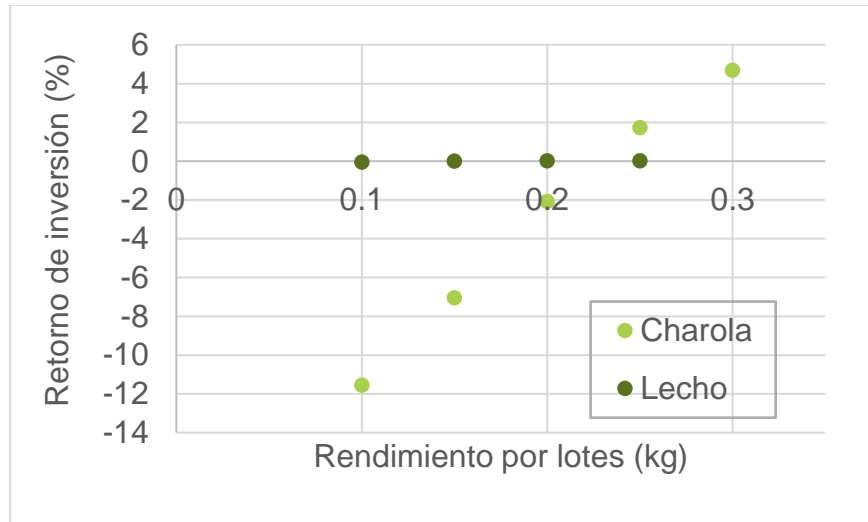


Figura 27. Inversión total para el proceso de deshidratado de calabacita en charola y lecho fluidizado.

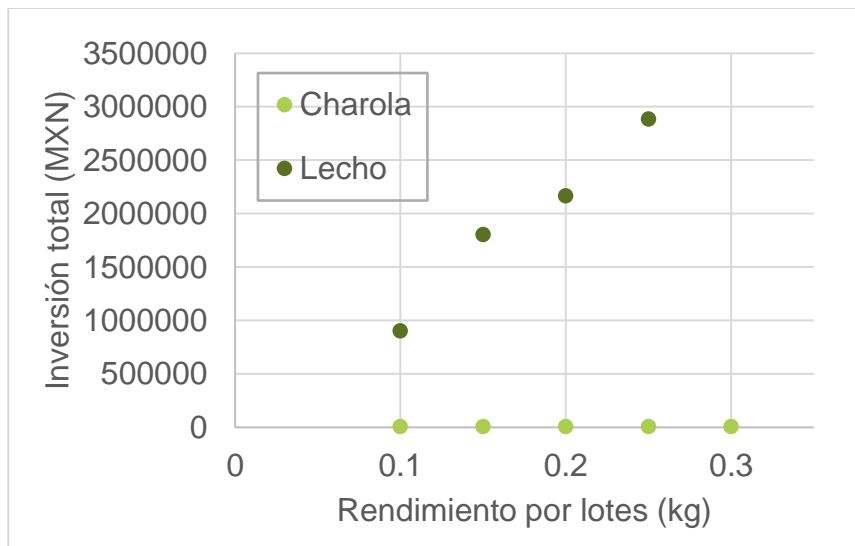


Figura 28. Retorno de inversión para el proceso de deshidratado de calabacita en charola y lecho fluidizado.

Si bien el deshidratado en ambos equipos muestra diferencias en la factibilidad económica del deshidratado de calabacita, se procedió a comprobar si también se presentaban diferencias en la composición y percepción sensorial del producto final.

4.5 Grados brix

Los grados brix determinados en la calabacita fresca fueron 4.47 ± 0.44 °Brix, una menor cantidad que lo reportado por Zhou y col. (2017) que reportaron 2.6 ± 0.01 °Brix.

4.6 Análisis bromatológicos de calabacita fresca y muestras deshidratadas

Al comparar los parámetros bromatológicos de los mejores tratamientos por ambos equipos de deshidratado (Tabla 10). la humedad final fue de 2.59 % para el tratamiento en charola y de 3.69 % para lecho fluidizado ya que se dejaron por 30 min más deshidratando las muestras para disminuir aún más el contenido de humedad. En el producto deshidratado fue menor que la reportada por Hnin-Aye (2012) en charola a 60 °C (5.6 %). El contenido de cenizas y proteína en el tratamiento en charola (10.39 y 12.58 %) y lecho fluidizado (10.24 y 13.3 %) aumentaron en comparación con el producto en fresco (0.61 y 0.64 %) respectivamente.

Tabla 10. Comparación de parámetros bromatológicos de la calabacita deshidratada y fresca.

Parámetros	Fresco	Charola	Lecho fluidizado
Humedad (%)	89.22 ± 0.015	2.59 ± 1.76	3.69 ± 0.67
Carbohidratos (%)	9.414	74.113	72.654
Cenizas (%)	0.61 ± 0.04	10.12 ± 0.31	9.97 ± 0.62
Grasa (%)	0.118 ± 0.028	0.919 ± 0.486	0.850 ± 0.782
Proteína (%)	0.638 ± 0.064	12.258 ± 0.314	12.836 ± 0.508

Realizando la prueba t student, indica que no hay diferencias significativas entre las medias de los tratamientos de deshidratación para los parámetros de proteínas, grasas, cenizas, carbohidratos y humedad.

El contenido de cenizas fue dos veces mayor que lo reportado por Hnin-Aye (2012) (5.8 %), mientras que el contenido de grasa fue menor en ambos tratamientos que el reportado (2.1 %) por el mismo autor.

4.7 Actividad de agua de calabacita fresca y muestras deshidratadas

El valor de la actividad de agua en los alimentos es fundamental para comprender las propiedades físicas de los mismos, así como atributos sensoriales y la estabilidad del producto en el almacenamiento (Oliveira y col., 2016). La baja actividad de agua inhibe el crecimiento microbiano y proporciona características texturales tales como crujiente y crocante a actividades menores de 0.65 (Roos y col., 2018).

El valor de actividad de agua en muestras deshidratadas fue de 0.47 a 0.48 independientemente del sistema de secado, no mostrando diferencias significativas por la prueba t student (p valor= 0.363), a pesar de que los valores de humedad fueron diferentes en las muestras secados en los dos sistemas, siendo menor en las muestras secadas en charola que en lecho fluidizado (Tabla 11), ésta diferencia puede deberse a que la actividad del agua no se correlaciona directamente con el contenido de agua de los alimentos, sino con la cantidad de sólidos solubles y su tamaño molecular (Roos y col., 2018), por lo que al contener una composición estadísticamente igual (Tabla 10) se espera que la actividad de agua no sea significativamente diferente entre ambas muestras deshidratadas.

Tabla 11. Valores de actividad de agua de calabacita antes y después de deshidratar.

Parámetros	Fresco	Charola	Lecho fluidizado
Aw	0.998 ± 0.003	0.483 ± 0.008	0.477 ± 0.0

El bajo valor de actividad de agua garantiza la estabilidad del producto deshidratado siempre y cuando éste se mantenga en empaque cerrado y en un ambiente seco y fresco.

4.8 Compuestos fitoquímicos en muestras de calabacita fresca y deshidratada

El contenido de compuestos fitoquímicos (ácido ascórbico, clorofila a y b, carotenoides y flavonoides totales) en muestras de calabacita fresca y deshidratada a 70 °C en charola y lecho fluidizado se muestra en la Tabla 12.

Tabla 12. Compuestos nutricios presentes en calabacita antes y después de deshidratar (base seca).

Tratamiento	Ác. Ascórbico (mg/ 100 g)	Clorofila a (µg/g)	Clorofila b (µg/g)	Carotenoides (µg/g)	TFC (mg eq. catequina/ 100 g)
Fresco	31.4 ± 4.05 ^a	19.44 ± 0.191 ^a	34.53 ± 10.652 ^a	NI*	19.53 ± 0.011 ^a
Charola	16.5 ± 0.97 ^b	7.192 ± 2.229 ^b	3.122 ± 0.694 ^b	3.213 ± 0.966 ^b	3.952 ± 0.002 ^b
Lecho fluidizado	14 ± 2.83 ^b	8.612 ± 0.299 ^b	3.075 ± 0.213 ^b	4.297 ± 0.666 ^b	4.166 ± 0.002 ^b

*NI: No identificado

El ácido ascórbico o vitamina C es la vitamina menos estable de todas las vitaminas, la cual se ve afectada por su exposición al oxígeno, a la luz y a enzimas como ácido ascórbico oxidasa, fenolasa, citocromo oxidasa y peroxidasa (Yong-Lee, 2018). El contenido de ácido ascórbico en la calabacita fresca fue de 31.4 mg/100 g, el cual es mayor al reportado por Finley y col. (2018) (17 mg/100 g). El proceso de deshidratado disminuyó el contenido de vitamina C hasta casi la mitad y fue menor en las muestras deshidratadas en lecho fluidizado (14 mg/100 g) que por charolas (16.5 mg/100 g); sin embargo, son estadísticamente iguales (p valor = 0.40). Esta disminución también puede ser debido a que la vitamina C es hidrosoluble y en el escaldado se pierde por

lixiviación y esta es mayor mientras el tamaño de partícula es menor (Finley y col., 2018).

En la variedad de calabaza *C. maxima* Ouyang y col. (2020) han reportado un contenido de vitamina C de 110 mg/100 g en el producto fresco. Al aplicar temperaturas de deshidratado de 70 °C llega a perderse hasta un 60 % de vitamina C; por lo que Oliveira y col. (2016) recomiendan un pretratamiento químico antes del escaldado a vapor como bicarbonato de amonio y bicarbonato de sodio para conservar el ácido ascórbico y caroteno a una concentración similar al producto fresco.

Por su parte, el contenido de clorofila a y b en calabacita fresca fue de 19.44 µg/g y 34.53 µg/g respectivamente. El contenido de clorofila a fue similar a lo reportado por Xu y col. (2021); mientras que el contenido de clorofila b fue 3 veces mayor. Además, los mismos autores reportan un contenido de 7.4 µg/g de carotenoides totales en *Cucurbita pepo*; sin embargo, en el presente trabajo no fue posible cuantificar carotenoides en muestras frescas ya que los análisis se hicieron con muestras compuestas de piel y pulpa de calabacita, mientras que Xu y col. (2021) sólo utilizaron la piel del producto fresco, lo que disminuye la concentración de los mismos, además, al estar presentes en el material lipídico junto con las clorofilas, el color verde de la clorofila enmascara el color amarillo de los carotenos (Finley y col., 2018).

El contenido de clorofilas (a y b) disminuyó con respecto al producto en fresco (Figura 29). Comparando los sistemas de deshidratado, no hubo diferencias significativas entre el contenido de clorofila a, b y carotenoides (p valor > 0.05). Oliveira y col. (2016) refieren una pérdida de 40 a 61 % en el contenido de clorofilas al deshidratar alimentos en el secador de charola; la pérdida de clorofila a en el presente trabajo estuvo en este rango en ambos sistemas de deshidratado, pero la clorofila b disminuyó hasta un 91 %.

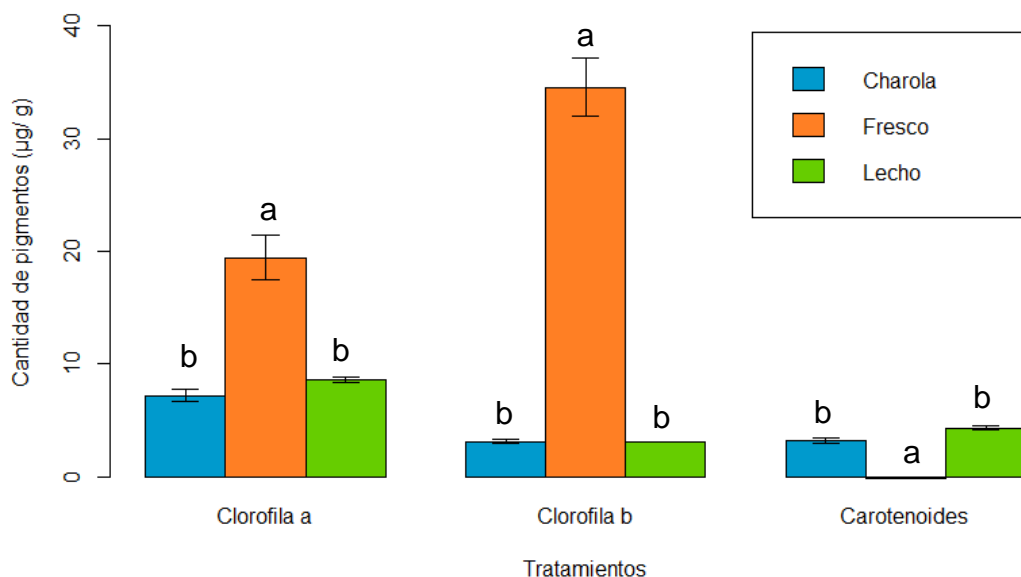


Figura 29. Pigmentos en la calabacita antes y después de deshidratar.

La clorofila en los tejidos vegetales está unida a las lipoproteínas, durante el calentamiento las proteínas se coagulan lo que deja expuestas a las clorofilas y son más susceptibles a la degradación. (Finley y col., 2018). Durante el procesamiento térmico los ácidos volátiles presentes en el producto son parcialmente desprendidos, lo cual reduce el pH del tejido vegetal. Dado que las clorofilas son sensibles a pH por debajo de 7.0, se pierde magnesio de su estructura (Yong-Lee, 2018), lo que las transforma en feofitinas (color verde oliva).

La detección de carotenos en la muestra deshidratada pudo deberse a la concentración por efecto de la pérdida de agua y a que las muestras frescas se escaldaron con la finalidad de inactivar enzimas que causan la destrucción de los carotenoides, lo que ayudó a preservar la cantidad de carotenoides presentes; sin embargo, la cantidad detectada en las muestras deshidratadas en ambos tratamientos fue baja ($3.213 \pm 0.96 \mu\text{g/g}$ en charola y $4.297 \mu\text{g/g} \pm 0.66$ en lecho fluidizado), lo que pudo deberse a la baja actividad de agua, puesto que el agua sugiere un efecto protector a la oxidación de los carotenoides, a menor actividad de agua los carotenoides son menos estables (Yong-Lee y col., 2018).

El contenido de flavonoides totales (TFC) en calabacita fresca fue de 19.53 ± 0.01 mg eq. catequina/100 g; Zhou y col. (2017) reportaron un contenido de 0.51 ± 0.01 mg QE/100 g en base húmeda para la calabacita, el cual fue menor con respecto al contenido en base húmeda de este estudio (2.10 mg eq. catequina/100 g).

Los flavonoides tienen un bajo poder colorante pero pueden estar implicados en decoloraciones ya que estos compuestos también son sustratos potenciales para el pardeamiento enzimático y pueden causar una decoloración indeseable (Finley y col., 2018); sin embargo, al ser inhibidas estas enzimas mediante el escaldado no hay riesgo que actúen en dichas reacciones, además, durante el procesamiento de la calabacita el contenido de flavonoides para ambos tratamientos disminuyó en un 80% de su concentración inicial (Tabla 12); y no se encontraron diferencias significativas entre ambos tratamientos de deshidratado (p valor = 0.46).

4.9 Compuestos volátiles

La determinación de los compuestos volátiles se realizó mediante microextracción en fase sólida versión *headspace* y cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas. Para la calabaza fresca se identificó un total de 46 compuestos, y después del deshidratado se pudieron cuantificar 74 y 66 compuestos volátiles en muestras deshidratadas por charola y lecho fluidizado respectivamente.

Según lo descrito por Zhou y col. (2017) los compuestos mayoritarios en esta especie son alcoholes, ésteres y alquenos. Como se muestra en el ANEXO VI el contenido de alcoholes fue abundante en la calabacita fresca, los compuestos volátiles mayoritarios fueron aldehídos y alcoholes como 2-hexenal, 1-octen-3-ol, 1-hexanol, metoxi-fenilo-, 2-hexen-1-ol y acetaldehído ya que tuvieron el área cromatográfica de pico más alta. La presencia de 2-hexenal se asocia con olor verde, herbáceo, 1-octen-3-ol con olor a hongos, verde y herbáceo, 1-hexanol con olor a flor y verde (García-Parra y col., 2020).

La presencia de notas herbales como 1-hexanol (Figura 30) y 1-octen-3-ol (Figura 31) provienen del ácido linoleico, a través de la vía de la 13-lipoxigenasa y 10-lipoxigenasa respectivamente. La enzima lipoxigenasa se presenta en plantas y cataliza la oxidación de ácidos insaturados, ésta suele ser indeseable ya que en muchos alimentos puede producir sabores indeseables y es responsable de la destrucción de caroteno, vitamina A, clorofila y otros pigmentos (Seo y col., 2018), al encontrarse la presencia mayoritaria de hexanol y 1-octen-3-ol puede indicar la presencia de la lipoxigenasa en la calabacita fresca, la cual pudo afectar la cantidad de dichos compuestos, en especial la cantidad de caroteno pues no pudo ser identificada (Tabla 12).

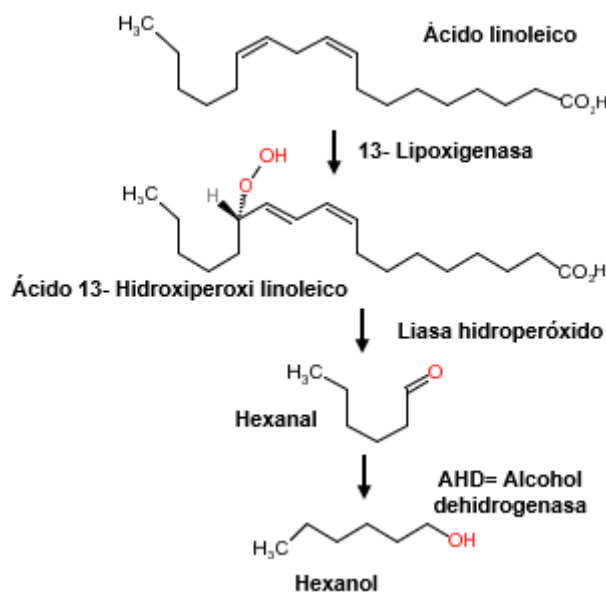


Figura 30. Vía de la 13-lipoxigenasa a hexanol (Leffingwell y col., 2015).

El acetaldehído se encuentra de manera natural en muchas frutas, el cual imparte sabor a las mismas ya que son compuestos volátiles solubles en agua (Seo y col., 2018).

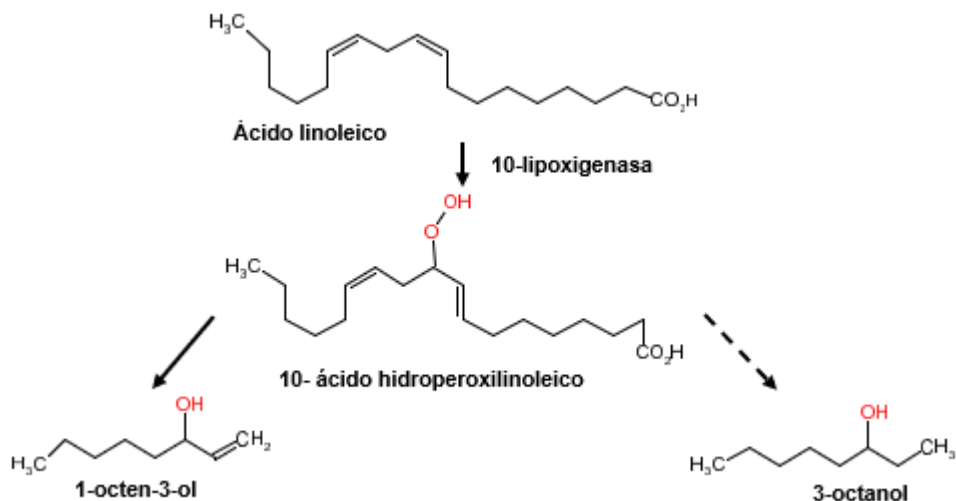


Figura 31. Vía de la 10-lipoxigenasa al 1-octen-3-ol (Leffingwell y col., 2015).

De acuerdo con Oliveira y col. (2016) la cantidad de aldehídos y alcoholes puede disminuir hasta en un 60 a 70 % y a su vez verse aumentada la cantidad de otros compuestos volátiles como acetona, butanol, furfural, hexanol; sin embargo, a altas temperaturas y baja humedad se puede ver favorecido el incremento exponencial de algunos compuestos volátiles.

Para la calabacita deshidratada en charola los compuestos aromáticos mayoritarios fueron sulfuro de dimetilo, hexanal, 1-pentanol, pentanal, 1-octen-3-ol e isovaleral; en cuanto el lecho fluidizado los compuestos mayoritarios fueron 1-octen-3-ol, hexanal, pentanal, 1-pentanol y metoxi-fenil-, lo que demuestra una mayor abundancia de aldehídos respecto a la muestra en fresco. La presencia de hexanal da un aroma a verde, propanal se asocia a una esencia floral y dulzura, además de tener aplicaciones como antimicrobiano en la industria alimentaria (Heredia y col., 2012, Zhou y col., 2017).

4.10 Análisis microbiológico

Uno de los parámetros de calidad de los alimentos es su calidad microbiológica. Los análisis microbiológicos se realizaron en muestras deshidratadas después de un mes de almacenamiento en bolsa laminada y en condiciones de temperatura ambiente, seco y fresco. Los resultados se muestran en la tabla 12. Los valores obtenidos indican que las muestras deshidratadas por charola presentan una cuenta total mayor que las muestras deshidratadas por lecho fluidizado, pero ambas muestras presentan valores que se encuentran muy por debajo de los límites establecidos por la NOM-247-SSA1-2008 (Tabla 13). El contenido de coliformes totales en las muestras deshidratadas por ambos equipos están por debajo de lo permitido por la norma NOM-247-SSA1-2008, lo cual indica que se realizaron buenas prácticas de manufactura en todo el proceso. La cuenta microbiana fue 2 veces mayor que en lecho fluidizado (200 y 100 UFC/g) respectivamente, debido a las condiciones de operación, como el producto en fresco se sometió a sanitización, la contaminación pudo ser inherente al proceso, ya que el equipo de charola no se sanitizó por dentro y en lecho a pesar de que se sanitizó el equipo, no fue sanitizada la bolsa de la tapa; sin embargo a pesar de presentar carga microbiana, esta se encuentra dentro de los límites permisibles de la norma NMX-F-250-S-1980 (Secretaría de Salud, 1980).

Tabla 13. Calidad microbiológica de muestras de calabacita deshidratada por charola y lecho fluidizado a 70 °C.

Tratamiento	Cuenta microbiana (UFC/g)	Coliformes totales (UFC/g)	Hongos y levaduras (UFC/g)
Charola	200	<10	30
Lecho fluidizado	100	<10	<10

La mayoría de los microorganismos se desarrollan a valores de actividad de agua comprendidos entre 0.89 y 1.0, y conforme disminuye el valor de actividad de agua dejan de multiplicarse progresivamente, se sabe que por debajo de 0.85 no crecen

las bacterias patógenas, ni casi ningún otro tipo de bacteria, sólo pueden desarrollar algunos hongos (mohos) y levaduras (Roos y col., 2018). Las muestras de calabacita tenían un valor de actividad de agua de 0.48, lo cual favorece su estabilidad microbiana. Es importante destacar que no se evidenció desarrollo microbiano, incluso ni de hongos, solo se puede decir que los microorganismos sobreviven en las muestras, pero no representan riesgo a la salud.

4.11 Análisis sensorial de muestras de calabacita deshidratada

El análisis sensorial de los alimentos permite evaluar al mismo de una manera integral. Se trabajó con panelistas semientrenados que fueran consumidores de hortalizas, los cuales indicaron que consumen hortalizas cocidas y frescas mayoritariamente (90 % y 93.33 %) mientras que un 23.33 % consumen hortalizas deshidratadas.

Los resultados de frecuencia (intensidad) de los diferentes parámetros evaluados se muestran en la Figura 32, los cuales se calificaron en una escala de 1 a 8, donde 1 es la calificación más baja y 8 la más alta, de manera que valores por arriba de 4 se consideran positivos. Las muestras deshidratadas en lecho fluidizado fueron percibidas con mayor luminosidad (p valor = 0.044) que las deshidratadas en charola.

El olor, dulzura, sabor vegetativo y dureza de la calabacita deshidratada fueron percibidos de manera similar por los panelistas (p valor > 0.05), aunque con mejores calificaciones para las muestras deshidratadas en lecho fluidizado.

El sabor vegetativo se asocia con hierbas verdes secas (Lee y col., 2007), en las muestras deshidratadas, los panelistas identificaron una intensidad parecida de ambos sistemas de deshidratado (p valor = 0.643). La percepción de este atributo concuerda con los análisis de compuestos volátiles ya que 2-hexenal y 1-octen-3-ol fueron los compuestos volátiles mayoritarios identificados en fresco y se preservaron en el deshidratado, los cuales se asocian con dicho aroma.

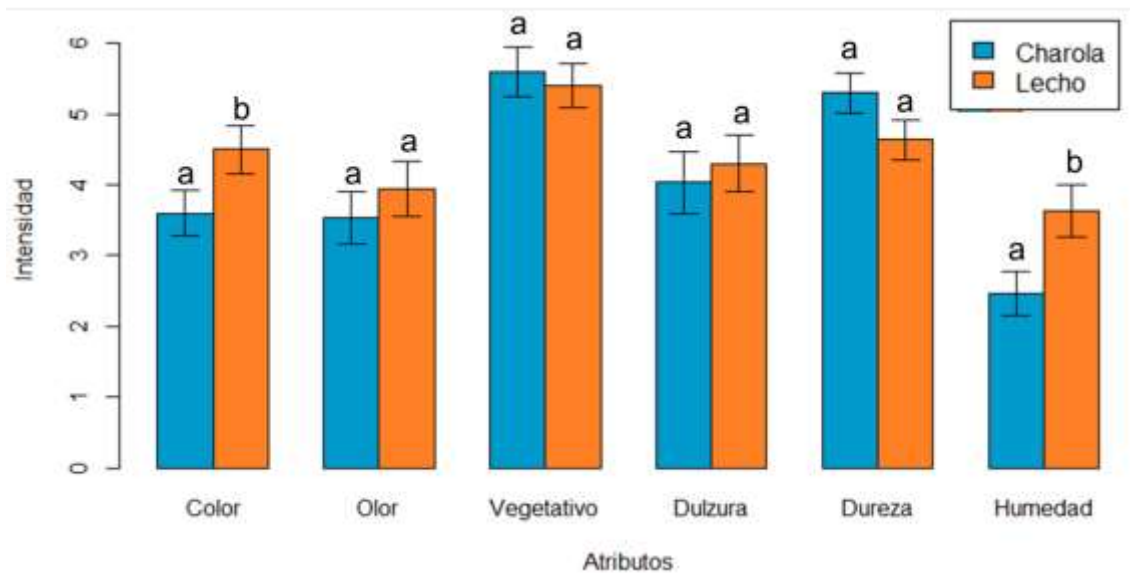


Figura 32. Intensidad de atributos para las calabacitas deshidratadas en charola y lecho fluidizado.

La dureza en boca de las muestras deshidratadas en ambos sistemas fue percibida sin diferencias significativas; sin embargo, en los comentarios proporcionados por los panelistas se indicó que las muestras deshidratadas en lecho fluidizado se percibió una sensación de gomosidad, por lo que disminuyó la preferencia por dicha muestra. Esta sensación se percibe en productos deshidratado con un contenido de humedad menor al 25 % y se define como la energía requerida para desintegrar un alimento a un estado listo para tragar (Szczeniak-Surmacka, 2002).

La humedad fue definida como la cantidad de agua percibida en una muestra al masticar (Corrigan y col., 2001), este parámetro fue significativamente diferente en las muestras según el sistema de secado usado (p valor = 0.011). Con base a los comentarios de los panelistas, el producto deshidratado en charola se percibió más crujiente que el secado por lecho fluidizado.

De manera general, el 57 % de los panelistas prefirieron la calabacita deshidratada en charola con respecto a un 42 % que prefirieron la deshidratada en lecho fluidizado.

5. CONCLUSIONES

La velocidad del deshidratado de calabacita en cubos de 1x1 cm es proporcional al aumento de la temperatura, siendo más rápido en lecho fluidizado operando a una temperatura de 70 °C.

El proceso por lotes de 250 g, operado a 70 °C presentó una mayor capacidad de rehidratación y mejor apariencia del producto. Bajo estas condiciones no hubo diferencias significativas en la composición del producto final.

La generación de compuestos volátiles en los productos deshidratados incrementó con el aumento de la temperatura de deshidratado, generando una mayor cantidad de aldehídos con respecto al producto fresco, por lo que se percibió como un sabor herbal, específicamente por la concentración de aldehídos como 2-hexenal y 1-octen-3-ol asociados a dicho sabor.

Las muestras deshidratadas en charola fueron mayormente preferidas que las deshidratadas en lecho fluidizado debido a la dificultad que estas presentaban para ser desintegradas.

La viabilidad económica del sistema de deshidratación de calabacita en charolas demostró ser superior con respecto al sistema de lecho fluidizado ya que se necesita de una inversión 500 veces menor; sin embargo, es necesario realizar estudios de escalamiento industrial en ambos sistemas con el fin de aumentar la viabilidad económica y la tasa de retorno de dicha inversión.

Si bien el deshidratado en lecho fluidizado ha sido aplicado en semillas de calabacita, todavía la información disponible sobre su aplicación en hortalizas es escasa, por lo que, como perspectivas futuras, es necesario encontrar las condiciones ideales que permitan minimizar el daño celular y las pérdidas de fitoquímicos en el producto deshidratado.

6. REFERENCIAS

- Alibas, I. 2007.** Microwave, air and combined microwave–air-drying parameters of pumpkin slices. *LWT Food Sci Technol.* Vol. 40: 1445-1451.
- Adamiec, J, Kaminski, W, Markowski, AS, Strumiłło. C. 2006. Chap 39. Drying of Biotechnological Products. In: *Handbook of Industrial Drying*. 3rd. ed. Mujumdar, AS. (Editor). Taylor & Francis Group, Boca Ratón: 938.
- AOAC.** Association of Official Analytical Chemists. **2010.** Official Methods of Analysis of AOAC International, 18va ed., Washington DC: USA,
- AOAC.** Association of Official Analytical Chemists. **1990.** Official Methods of Analysis of AOAC International, 15va ed., Arlington,
- AOAC.** Official methods of analysis. **1995.** Association of Official Analytical Chemists. 16va ed. Vol II. Washington DC: USA,
- AOAC.** Association of Official Analytical Chemists. **2016.** Official Methods of Analysis of AOAC International, 20va ed. AOAC International Rockville, MD.
- Babalís, S, Papanicolaou, E, Belessiotis, V. 2017.** Fundamental mathematical relations of solar drying systems. In: *Solar drying technology*. Prakash, O, Kumar, A. (Editors). Springer Nature. Singapore: 98-100.
- Badui-Dergal, S. 2013.** Cap 1. Agua. En: *Química de los Alimentos*. 4ta. ed. Badui-Dergal S. (Editor). Pearson, Ciudad de México: 1-27.
- Berk, Z. 2018.** Chap. 22. Dehydration. In: *Food Process Engineering and Technology*. 3rd ed. Academic Press, London: 540.
- Belitz, HD, Grosch, W, Schieberle, P. 2009.** Chap 12. Dehydration. *Food Chemistry*. 4th. ed. John Springer, Germany: 653.
- Breese-Jones, D. 1941.** Factors for converting percentages of nitrogen in foods and feeds into percentages of proteins. U.S. Department of agriculture. Vol. 183: 1-22.
- Blanco-Díaz, MT, Del Río-Celestino, M, Martínez-Valdivieso, D, Font, R. 2014.** Use of visible and near-infrared spectroscopy for predicting antioxidant compounds in summer squash (*Cucurbita pepo ssp pepo*). *Food Chem.* Vol. 164: 301–308.
- Borel, LDMS, Marquez, LG, Prado, MM. 2020.** Performance evaluation of an infrared heating-assisted fluidized bed dryer for processing bee-pollen grains. *Chem Eng & Process: Process Intensification.* Vol. 155: 108044.

Callis, J, Browning, KS, Spremulli, L. 2015. Chap. 10. Protein Synthesis, Folding, and Degradation. In: Biochemistry and Molecular Biology of Plants. 2nd. ed. Buchanan BB, Gruissem W, Jones RL (Editors). John Wiley & Sons, West Sussex: 438-475.

Canizales, L, Rojas, F, Pizarro, CA, Caicedo-Ortega, NH, Villegas-Torres, MF.2020. SuperPro Designer®, User-Oriented Software Used for Analyzing the Techno-Economic Feasibility of Electrical Energy Generation from Sugarcane Vinasse in Colombia. Process. Vol. 8: 3-16.

Cantwell, M. 2001. Properties and recommended conditions for long-term storage of fresh fruits and vegetables. <https://postharvest.ucdavis.edu/files/230191.pdf>. 20 de Julio de 2022.

Çerçi, KN, Süfer, Ö, Söyler, M, Hürdoğan, E, Özalp, C. 2018- Thin layer drying of zucchini in solar dryer located in osmaniye region. Tech J. Vol. 12: 79-85.

Chayjan, RA, Salari, K, Abedi, Q, Akbar-Sabziparvar A. 2011. Modeling moisture diffusivity, activation energy and specific energy consumption of squash seeds in a semi fluidized and fluidized bed drying. J Food Sci Technol. Vol. 50(4): 667–677.

Crapiste, GH, Rotstein, E. 1997. Design and performance evaluation of dryers. In: Handbook of Food Engineering Practice. Valentas, KJ, Rotstein, E, Singh, RP. (Editors). CRC Press, New York: 125–166.

Cordero-Bueso, GA. 2013. Cap 1. El análisis sensorial y el panel de cata. En: Aplicación del análisis sensorial de los alimentos en la cocina y en la industria alimentaria. Cordero-Bueso, GA. (Ed). Universidad Pablo de Olavide, España: 16.

Corrigan VK, Hurst PL, Potter JF. 2001. Winter squash (*Cucurbita maxima*) texture: sensory, chemical, and physical measures. N Z J Crop Hortic Sci. Vol. 29: 111-124.

De Michelis, A, Ohaco, E. 2015. Deshidratacion y desecado de frutas, hortalizas y hongos. Instituto nacional de tecnología agropecuaria. https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_cartilla_secado.pdf. Fecha de consulta: 30 de noviembre del 2021.

Devahastin, S, Mujumdar, AS. 2006. Indirect Dryers. In: Handbook of Industrial Drying. 3rd ed. Mujumdar, AD. (Ed). Taylor & Francis Group, Boca Raton: 137-148.

Doymaz, I. 2007. The kinetics of forced convective air-drying of pumpkin slices. J Food Eng. Vol. 79: 243-248.

Eissa, HA, Bareh GF, Ibrahim, AA, Moawad, RK, Ali, HS. **2013**. The Effect of Different Drying Methods on the Nutrients and Non-nutrients Composition of zucchini (green squash) rings. *J of Appl Sci Res*. Vol. 9(8): 5380-5389.

Elik, A, Kocak-Yanik, D, Istanbulu, Y, Aysar-Guzelsoy, N, Yavuz, A, Gogus, F. **2019**. Strategies to Reduce Post-Harvest Losses for Fruits and Vegetables. *Int J Sci Technol Res*. Vol. 5: 29-39.

Espinosa-Manfugás, JC. **2007**. Cap 1. Métodos de evaluación sensorial. En: *Evaluación Sensorial de los Alimentos*. Editorial Universitaria, Ciudad de La Habana: 81.

Fellows, PJ. 2017. Chap. 14. Dehydration. In: *Food Processing Technology*. 4th. ed. Woodhead Publishing, United Kingdom: 679-682.

Finley, JW, deMan, JM, Young-Lee, C. **2018**. Chap. 6. Color and Food Colorants. In: *Principles of Food Chemistry*. 4th. ed. deMan, JM, Finley, JW, Jeffrey-Hurst, W, Yong-Lee, C, (Editors). Springer Nature, Switzerland: 253-282.

Fraser, PD, Bramley, PM. **2004**. The biosynthesis and nutritional uses of carotenoids. *Prog Lipid Res*. Vol. 43 (3): 228-65.

Fromme, P, Melkozernov, A, Jordán, P, Krauss N. **2003**. Structure and function of photosystem I: interaction with its soluble electron carriers and external antenna systems. *FEBS Letters*. Vol. 555 (1): 40-44.

García-Parra, J, González-Cebrino, F, Ramírez, R. **2020**. Volatile compounds of a pumpkin (*Cucurbita moschata*) purée processed by high pressure thermal processing. *J Sci Food Agric*. 1-8.

Gascón, A, Muravnick, N, Andreuccetti, CP. **2013**. Tecnología de elaboración industrial de frutas y hortalizas deshidratadas. Universidad Nacional de Cuyo, Mendoza. https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_cartilla_secado.pdf. Fecha de consulta: 30 de noviembre del 2021.

Guiné, RPF, & Barroca, MJ. **2011**. Effect of Drying on the Textural Attributes of Bell Pepper and Pumpkin. *Drying Technol*. Vol. 29 (16): 1911–1919.

Heredia, A, Peinado, I, Rosa, E, Andres, A, Escriche, I. **2012**. Volatile profile of dehydrated cherry tomato: Influences of osmotic pre-treatment and microwave power. *Food Chem*. Vol. 130 (4): 889–895.

- Hnin-Aye, K.** 2012. Dehydration of Selected Vegetables by Different Drying Methods. Dagon University Research Journal. Vol. 4: 143-150.
- Hutchings, JB.** 1999. Food colour and appearance. 1st. ed. Springer US, Boston: 288-384.
- Imre, L.** Chap. 13. Solar Drying. 2006. In: Handbook of Industrial Drying. 3rd. ed. Mujumdar AS. (Editor). CRC Press, Boca Raton: 308-356.
- Jamali, SN, Kashaninejad, M, Amirabadi, AA, Aalami, M, & Khomeiri, M.** 2018. Kinetics of peroxidase inactivation, color and temperature changes during pumpkin (*Cucurbita moschata*) blanching using infrared heating. LWT. Vol. 93: 456–462.
- Jangam, SV, Mujumdar, AS.** 2010. Chap. 3. Classification and Selection of Dryers for Foods. In Drying of Foods, Vegetables and Fruits. Jangam, SV, Law, CL, Mujumdar, AS, Eds. CRC Press, Singapore: 1, 61-81.
- Jayas, DS.** 2016. Food Dehydration. Food Sci. 1-10.
- Kadam, DM, Patil, RT y Kaushik, P.** 2010. Chap. 5. Foam Mat Drying of Fruit and Vegetable Products. In: Drying of Foods, Vegetables and Fruits. Jangam, SV, Law, CL, Mujumdar, AS (Editors). CRC Press, Singapore: 1, 111-124.
- Kaya, A, Aydın, O, & Demirtaş, C.** 2007. Drying Kinetics of Red Delicious Apple. Biosyst Eng. Vol. 96(4), 517–524.
- Kian-Jon, C, Siaw-Kiang, C.** 2008. Food dehydration and developing countries. In: Food Drying Science and Technology Microbiology, Chemistry, Applications. Hui YH, Clary C, Farid, MM, Fasina, OO, Noomhorm, A, Welti-Chanes, J (Editors). DEStech Publications, Lancaster: 67-82.
- Kim, MY, Kim, EJ, Kim, YN, Choi, C, Lee, BH.** 2012. Comparison of the chemical compositions and nutritive values of various pumpkin (*Cucurbitaceae*) species and parts. Nutr Res and Practice. Vol. 6(1): 21-27.
- Komolafe, CA, Ojediran, JA, Ajao, FA, Dada, OA, Afolabi, YT, Oluwaleye, IO, Alake, AS.** 2019. Modelling of moisture diffusivity during solar drying of locust beans with thermal storage material under forced and natural convection mode. Case Stud Therm Eng. Vol. 15: 100542.
- Krokida, MK, Karathanos VT, Maroulis ZB.** 2003. Drying kinetics of some vegetables. J Food Eng. Vol. 59: 391–403.

- Kulczyński, B, Sidor, A, Gramza-Michałowska, A. 2020.** Antioxidant potential of phytochemicals in pumpkin varieties belonging to *Cucurbita moschata* and *Cucurbita pepo* species. *CyTA J Food*. Vol. 18 (1): 472–484.
- Kulczyński, B, & Gramza-Michałowska, A. 2019.** The Profile of Secondary Metabolites and Other Bioactive Compounds in *Cucurbita pepo* L. and *Cucurbita moschata* Pumpkin Cultivars. *Molecules*. Vol. 24(16): 2945.
- Kutlu, N, Isci, A. 2017.** Drying characteristics of zucchini and empirical modeling of its drying process. *Int J Food Stud*. Vol. 6: 232-244.
- Lee, J, Chambers DH, Chambers E. 2007.** Green tea flavor description: a focus on differences in green and brown flavor notes. *SPISE*. 72-81.
- Lim, TK. 2012.** *Cucurbita pepo*. In: *Edible Medicinal and Non-Medicinal Plants*. Lim TK (Ed). Springer. Chisholm: 281-294.
- Lim-Law, C, Mujumdar, AS. 2006.** Chap. 8. Fluidized Bed Dryers. In: *Handbook of Industrial Drying*. 3th ed. Mujumdar, AD (Editor). Taylor & Francis Group, Boca Raton: 174- 199.
- Lust, TA, y Paris, HS. 2016.** Italian horticultural and culinary records of summer squash (*Cucurbita pepo*, Cucurbitaceae) and emergence of the zucchini in 19th-century Milan. *Ann Bot*. Vol. 118: 53–69.
- Megías, Z, Martínez, C, Manzano, S, Barrera, A, Rosales, R, Valenzuela, JL, Garrido, D, Jamilena, M. 2014.** Cold-induced ethylene in relation to chilling injury and chilling sensitivity in the non-climacteric fruit of zucchini (*Cucurbita pepo* L.). *LWT Food Sci Technol*. Vol. 57(1): 194–199.
- Megías, Z, Martínez, C, Manzano, S, García, A, Reboloso-Fuentes, MM, Valenzuela, JL, Garrido, D, Jamilena, M. 2016.** Ethylene biosynthesis and signaling elements involved in chilling injury and other postharvest quality traits in the non-climacteric fruit of zucchini (*Cucurbita pepo*). *Postharvest Biol Technol*. Vol. 113: 48–57.
- Méndez-Beretta, MF. 2013.** Elaboración y caracterización de un snack de zapallo italiano (*Cucurbita pepo* L.) con incorporación de esencias aromáticas. Santiago. Universidad De Chile. Memoria para obtener el título de Ingeniero Agrónomo. 1-47.

Meter. 2018. AquaLab Pre. Water Activity Meter. Meter Group Inc. http://manuals.decagon.com/Manuals/13893_AquaLab%20Pre_Web.pdf. Fecha de consulta: 30 de enero del 2022.

Mujaffar, S, Ramsumair S. 2019. Fluidized Bed Drying of Pumpkin (*Cucurbita sp.*) Seeds. Foods. Vol. 8: 1-13.

Mujumdar, AD. 2006. Chap. 1. Principles, Classification, and Selection of Dryers. In: Handbook of Industrial Drying. 3rd. ed. Mujumdar, AD. (Ed). Taylor & Francis Group, Boca Raton: 4-31.

Nawirska, A, Figiel, A, Kucharska, AZ, Sokół-Łętowska, A, Biesiada, A. 2009. Drying kinetics and quality parameters of pumpkin slices dehydrated using different methods. J Food Eng. Vol. 94(1), 14–20.

Norma Oficial Mexicana NOM-247-SSA1-2008, Productos y servicios. Cereales y sus productos. Cereales, harinas de cereales, sémolas o semolinas. Alimentos a base de: cereales, semillas comestibles, de harinas, sémolas o semolinas o sus mezclas. Productos de panificación. Disposiciones y especificaciones sanitarias y nutrimentales. Métodos de prueba

NORMA Oficial Mexicana NOM-251-SSA1-2009, Prácticas de higiene para el proceso de alimentos, bebidas o suplementos alimenticios.

Oliveira, SM, Brandão, TRS, Silva CLM. 2016. Influence of Drying Processes and Pretreatments on Nutritional and Bioactive Characteristics of Dried Vegetables: A Review. Food Eng Rev. Vol 8: 134–163.

Onwude, DI, Hashim, N, Janius, RB, Nawi, N, Abdan, K. 2016. Modelling Effective Moisture Diffusivity of Pumpkin (*Cucurbita moschata*) Slices under Convective Hot Air Drying Condition. Int J Food Eng. 1-9.

Ouyang, M, Cao, S, Huang, Y, Wang, Y. 2020. Phenolics and ascorbic acid in pumpkin (*Cucurbita maxima*) slices: effects of hot air drying and degradation kinetics. J Food Meas Charact. Vol. 15, 247–255.

Paris, HS. 2001. Chap. 2. History of the Cultivar-Groups of *Cucurbita pepo*. In Horticultural Reviews. Janick, J. (Ed). John Wiley & Sons, Inc, Oxford: 71-170.

- Paris, HS, Tadmor Y, Schaffer AA. 2017.** Cucurbitaceae Melons, Squash, Cucumber. In Encyclopedia of Applied Plant Sciences. Thomas, B, Murray, BG, Murphy, DJ. (Editors). Elsevier Academic Press, United States: 209–217.
- Pegg, RB, & Eitenmiller, R. R. 2017.** Chap. 20. Vitamin Analysis. In Food Analysis. 5th. ed. Nielsen, SS. (Ed). Springer International Publishing, Estados Unidos: 368-369.
- Pollock, M. 2003.** Enciclopedia del cultivo de frutas y hortalizas. Editorial Blume, Londres: 116-117.
- Potosí-Calvache, DC, Vanegas-Mahecha, P y Martínez-Correa, HA. 2017.** Convective drying of squash (*Cucurbita moschata*): Influence of temperature and air velocity on effective moisture diffusivity, carotenoid content and total phenols. DYNA. Vol. 84: 112-119.
- Quintero-Ramos, A, Sánchez de la Paz, AL, Meza-Velázquez, JA, Jiménez, JA, Barbosa-Cánovas, G, Anzaldúa-Morales, A. 1998.** Optimization of stepwise blanching of dehydrated zucchini (*Cucurbita pepo*). Food Sci Technol Int. 4: 159- 167.
- Ratnam, N, Vandana, Najibullah, M, Ibrahim, M. 2017.** A Review on *Cucurbita pepo*. Int J Pharm Phytochemical Res. Vol. 9 (9): 1190-1194.
- Rivera-Madrid, R, Carballo-Uicab, VM, Cárdenas-Conejo, Y, Aguilar-Espinosa, M, Siva, R. 2020.** Chap. 1. Overview of carotenoids and beneficial effects on human health. In: Carotenoids: Properties, Processing and Applications. 1st. ed. Galanakis, CM (Editor). Academic Press: 1-40.
- Roos, YH, Finley, JW, deMan, JM. 2018.** Chap. 1. Water. In: Principles of Food Chemistry. 4th. ed. deMan, JM, Finley, JW, Jeffrey-Hurst, W, Yong-Lee, C, (Editors). Springer Nature, Switzerland: 1-35.
- Rosenblatt, HJ. 2014.** Chap. 1. Introduction to systems analysis and design. In: Systems Analysis and Design. 10th edition. Rosenblatt, HJ (Editor). Cengage Learning. Boston:2-45.
- Salcedo-Mendoza, JG, Contreras-Lozano, K, García-López, A, Fernandez-Quintero, A. 2016.** Modelado de la cinética de secado del afrecho de yuca (*Manihot esculenta Crantz*). Revista Mexicana de Ingeniería Química. Vol 5 (3): 883-891.

Sandler, SI. 2015. Using Aspen plus in thermodynamics instructions: a step-by-step guide. 1st. ed.: John Wiley & Sons, Canada.

Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. 2020. Atlas agroalimentario 2020. Ciudad de México: Servicio de información agroalimentaria y pesquera. 52-53.

Secretaría de Salud. 1980. NMX-F-250-S-1980. Norma mexicana. Ajo deshidratado. Dehydrated garlic. DOF. https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4850575&fecha=25/03/1980#gsc.tab=0. Fecha de consulta: 10 de julio del 2022.

Secretaría de Salud. 1994. NOM-110-SSA1-1994. Norma oficial mexicana. Bienes y servicios. Preparación y dilución de muestras de alimentos para su análisis microbiológico. DOF. http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4728925&fecha=15/08/1994. Fecha de consulta: 07 de enero del 2022.

Secretaría de Salud. 1994. NOM-111-SSA1-1994. Norma oficial mexicana. Bienes y servicios. Método para la cuenta de mohos y levaduras en alimentos. DOF. <http://www.economia-noms.gob.mx/normas/noms/1995/111-ssa1.pdf>. Fecha de consulta: 07 de enero del 2022.

Secretaría de Salud. 1994. NOM-113-SSA1-1994. Norma oficial mexicana. Bienes y servicios. Método para la cuenta de microorganismos coliformes totales en placa. DOF. [113-SSA1.DOC \(ordenjuridico.gob.mx\)](http://ordenjuridico.gob.mx/113-SSA1.DOC). Fecha de consulta: 07 de enero del 2022. **Seleim, MAA, Hassan, MAM, Saleh, ASM. 2015.** Changes in nutritional quality of zucchini (*Cucurbita pepo* L.) vegetables during the maturity. *J Food and Dairy Sci.* Vol. 6 (10): 613–624.

Seo, HS, Finley, JW, de Man, JM. 2018. Chap. 7. Flavor. In: *Principles of Food Chemistry*. 4th. ed. deMan, JM, Finley, JW, Jeffrey-Hurst, W, Yong-Lee, C, (Editors). Springer Nature, Switzerland: 285-325.

Sojak, M, Głowacki, Sz. 2010. Analysis of giant pumpkin (*Cucurbita maxima*) drying kinetics in various technologies of convective drying. *J Food Eng.* Vol 99: 323–329.

Sokhansanj, S, Jayas, DS. 2006. Chap. 21. Drying of Foodstuffs. En: *Handbook of Industrial Drying*. 3rd ed. Mujumdar AS. (Editor). CRC Press. Boca Raton: 522- 545.

Sistema Nacional de información e integración de mercados, SNIIM. Mercados Nacionales Agrícolas. <http://www.economia-sniim.gob.mx/nuevo/Home.aspx?opcion=Consultas/MercadosNacionales/PreciosDeMercado/Agricolas/ConsultaFrutasYHortalizas.aspx?SubOpcion=4|0>. Fecha de consulta: 15 de mayo del 2022.

Song, J, Wei, Q, Wang, X, Li, D, Liu, C, Zhang, M, Meng, L. **2018**. Degradation of carotenoids in dehydrated pumpkins as affected by different storage conditions. *Food Res Int*. Vol. 107: 130–136.

Sood, R, Gupta, S, Rana, MK. **2017**. Chap. 63. Zucchini. In: *Vegetable Crops Science*. Rana MK. (Editor). Taylor & Francis Group, Boca Raton: 573-580.

Sunmola-Afolabi, I. **2014**. Moisture Migration and Bulk Nutrients Interaction in a Drying Food Systems: A Review. *Food Nutr Sci*. Vol. 5: 692-714.

Suzanne-Nielsen, S. **2017**. *Food Analysis*. 5th. edition. Springer. Estados Unidos.

Szczesniak-Surmacka A., 2002. Texture is a sensory property. *Food Qual. Prefer.*, 13, 215-225.

Tracewell, CA, Vrettos, JS, Fautista, JA, Frank, HA, Brudvig, G W. **2001**. Carotenoid Photooxidation in Photosystem II. *Arch Biochem Biophys*. Vol. 385 (1): 61-69.

U.S. Department of Agriculture. Squash, summer, all varieties, raw. <https://fdc.nal.usda.gov/fdc-app.html#/food-details/170487/nutrients>. Fecha de consulta: 11 de diciembre de 2021.

Verdejo, S, Talavera, M. **2019**. Root-knot nematodes on zucchini (*Cucurbita pepo subsp. pepo*): Pathogenicity and management. *Crop Protection*. Vol. 126: 104943.

Xu, X, Lu, X, Tang, Z, Zhang, X, Lei, F, Hou, L, Li, M. **2021**. Combined analysis of carotenoid metabolites and the transcriptome to reveal the molecular mechanism underlying fruit colouration in zucchini (*Cucurbita pepo L.*). *Food Chem: Mol Sci*. Vol. 2: 100021.

Yong-Lee, C. **2018**. Chap. 11. Fruits and Vegetables. In: *Principles of Food Chemistry*. 4th. ed. deMan, JM, Finley, JW, Jeffrey-Hurst, W, Yong-Lee, C, (Editors). Springer Nature, Switzerland: 435-455.

Zhou, CL, Mi, L, Hu, XY, Zhu, BH. 2017. Evaluation of three pumpkin species: correlation with physicochemical, antioxidant properties and classification using SPME-GC-MS and E-nose methods. *J Food Sci Technol.* 54: 1-14.

7. ANEXOS

ANEXO I. Consentimiento Informado para pruebas sensoriales de calabacita deshidratada

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO
Ingeniería Química en Alimentos, Facultad de Química
Consentimiento informado

Título del proyecto: “Evaluación tecno-económica y sensorial del deshidratado convectivo de calabacita (*Cucurbita pepo*) por charola y lecho fluidizado”.

Sede donde se realizará el estudio: Laboratorio de análisis sensorial del parque biotecnológico, Facultad de Química, Universidad Autónoma de Querétaro.

INVITACIÓN. El reclutamiento de los panelistas se realizará a través de encuestas en línea. En los siguientes apartados se presenta la información más importante del proyecto de investigación, con el fin de que usted conozca y comprenda el alcance del mismo. Este proceso se conoce como consentimiento informado. Se le invita a que pregunte cualquier aspecto sobre el estudio para aclarar sus dudas. Una vez que haya comprendido el estudio, y si usted desea participar, entonces se le solicitará que firme este consentimiento informado, de la cual se le entregará una copia firmada y fichada

I. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO

El deshidratado de los alimentos ha permitido alargar su vida útil, el método más común es por convección, debido al bajo costo de operación. Si bien el secador por bandejas es comúnmente utilizado gracias a la facilidad de operación y bajo costo, el secador de lecho fluidizado es una alternativa más rápida de deshidratar alimentos. Este proceso ha sido aplicado para secar granos o semillas, pero su uso en hortalizas se encuentra escasamente reportado.

La calabacita es una hortaliza rica en proteínas, vitaminas C, A y E y carotenoides; su deshidratado se encuentra reportado en charola, pero no hay literatura que informe el efecto que tiene el deshidratado en lecho fluidizado sobre la calabacita, por ello, se requiere estudios de preferencia para comparar el efecto de ambos deshidratadores sobre las características sensoriales de la calabacita.

II. OBJETIVOS DEL ESTUDIO

Evaluar la preferencia del consumidor sobre las características sensoriales de calabacita deshidratada por dos equipos convectivos (charola y lecho fluidizado).

III. BENEFICIOS DEL ESTUDIO

Este estudio ofrecerá información relevante sobre la preferencia del consumidor en la calabacita deshidratada por dos equipos convectivos (charola y lecho fluidizado) para comparar la viabilidad tecno-económica del deshidratado.

IV. CRITERIOS DE RECLUTAMIENTO

El estudio va a abarcar 30 panelistas, hombres y mujeres mayores de edad de la comunidad de la Universidad Autónoma de Querétaro que consuman o hayan consumido frutas y vegetales deshidratados. El reclutamiento de los panelistas se realizará a través de encuestas en línea. Se descartarán personas con signos de alguna enfermedad que no le permita llevar a cabo la evaluación sensorial o que sea alérgico al producto.

V. PROCEDIMIENTO DEL ESTUDIO

Se presentarán 2 muestras en vasos de plástico de 1 oz. codificados y colocados de forma aleatoria frente al evaluador para ser degustadas en el orden que se tenga en la hoja de evaluación. Las muestras contendrán aproximadamente 2 g de producto y al ser degustadas, entre cada una, se realizará un enjuague de boca con un poco de agua y un trozo de galleta neutra marca habaneras con el fin de limpiar su paladar. Las muestras se evaluarán mediante una escala hedónica de 8 puntos, siendo 8 extremadamente intenso y 1 extremadamente suave

se preguntará la preferencia entre ambos tratamientos y se añadirá una sección de comentarios. Se solicitará que registren sus resultados en cuanto al nivel de aceptabilidad para cada una de las muestras. La evaluación durará aproximadamente 10 minutos.

VI. RIESGOS ASOCIADOS CON EL ESTUDIO

El producto posee las características de calidad y microbiológicas necesarias para no ocasionar ningún riesgo a la salud. Sin embargo, si al realizarse el análisis sensorial algún participante exhibe algún malestar será excluido de la evaluación y enviado a los servicios médicos de la universidad.

VII. ACLARACIONES

- Su elección de participar es completamente voluntaria.
- No ocurrirá ningún efecto desfavorable para usted en caso de no aceptar la invitación.
- No obtendrá beneficio económico por su colaboración en el estudio.
- Puede retirarse del estudio en el momento que lo considere, si no quiere terminar la degustación, pudiendo informar o no las razones de su decisión, la cual será respetada en su totalidad.
- En el transcurso del estudio usted podrá solicitar información actualizada sobre el mismo al investigador responsable.
- La información que se consiga en este estudio se mantendrá con estricta confidencialidad por el grupo de investigación.

VIII. INFORMACIÓN DEL CONTACTO

Si tiene alguna duda acerca de su participación en el estudio, puede comunicarse con el director del trabajo a cargo Dra. Ma. Estela Vázquez Barrios al correo mevazquez@uaq.edu.mx o con el estudiante a cargo del estudio Paloma Castilla Ramírez al correo pcastilla22@alumnos.uaq.mx. Si desea la opinión de otra persona, puede consultar al médico de su confianza.

IX. ACEPTACIÓN DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

He sido invitado a participar en la evaluación sensorial de calabacita deshidratada, entiendo que participaré en una prueba sensorial de aceptación hedónica para medir la preferencia y evaluar el grado de aceptación. He sido informado de la naturaleza del producto.

Sé que puede que no haya beneficios para mi persona y que no se me recompensará económicamente. Se me ha proporcionado el nombre del investigador y los datos para que fácilmente lo pueda contactar; así como el nombre del estudiante involucrado en el proyecto.

He leído la información proporcionada y he tenido la oportunidad de preguntar acerca de ella, a la cual se me ha contestado a entera satisfacción.

Consiento voluntariamente participar en esta investigación como participante y entiendo que tengo el derecho de retirarme de la investigación en cualquier momento sin que me afecte en ninguna manera a mi persona.

Nombre del Participante: _____

Firma del participante: _____

Fecha: _____

(Día/ mes/ año)

Dra. Ma. Estela Vázquez Barrios

Responsable del proyecto

X. CARTA DE REVOCACIÓN DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

Título del proyecto: “Evaluación tecno-económica y sensorial del deshidratado convectivo de calabacita (*Cucurbita pepo*) por charola y lecho fluidizado”.

Investigador principal: Dra. Ma. Estela Vázquez Barrios

Sede donde se realizará el estudio: Laboratorio de análisis sensorial del parque biotecnológico, Facultad de Química, Universidad Autónoma de Querétaro.

Nombre del participante: _____

Por este conducto deseo informar mi decisión de retirarme de esta investigación por las siguientes razones (opcional):

Nombre, fecha y firma del participante

ANEXO II. Encuesta para escoger panelistas semientrenados.

1. ¿Te gustan las verduras?

Si

No

2. ¿Con que frecuencia consumes cucurbitáceas?

Cucurbitáceas

Continuamente

A veces

Casi nunca

Nunca

Calabaza	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Melón	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Calabacita	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Pepino	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sandia	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

3. ¿Sueles consumir alimentos deshidratados?

Si

No

4. ¿Tienes algún impedimento para oler o degustar algún alimento?

Si

No

¿Cuál? _____

ANEXO III. Evaluación de aceptabilidad y preferencia.

Nombre: _____ Edad: _____

Ocupación: _____ Fecha: _____

Por favor marque los productos que habitualmente consume; puede marcar más de una opción.

Tipo de producto	Marcar con: ✓
Verduras cocidas	
Verduras deshidratadas	
Verduras frescas	

INSTRUCCIONES: Por favor, dale un sorbo al agua. Ahora está listo para hacer la prueba. Pruebe en orden las tres muestras de izquierda a derecha y responda lo que se pide a continuación.

Muestra	Apariencia	Olor	Sabor		Textura	
	Color	Intensidad	Vegetativo	Dulzura	Dureza	Humedad
_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____

Descripción de atributos

<u>Apariencia</u>	<u>Olor</u>	<u>Sabor</u>	<u>Textura</u>
Color: 1 (Luminoso) – 8 (oscuro)	Intensidad 1 (sin olor) – 8 (muy intenso)	Vegetativo: Asociado con hierbas verdes secas 1 (sin sabor) – 8 (muy intenso)	Dureza: Fuerza para lograr la deformación. 1 (blando) – 8 (muy duro)
		Dulzura: Gusto estimulado por azúcares como sacarosa, fructosa y glucosa 1 (sin sabor) – 8 (muy intenso)	Humedad: Cantidad de humedad percibida a medida que se mastica la muestra. 1 (seco) – 8 (húmedo)

Al terminar la evaluación de las tres muestras indique cuál fue su muestra preferida y responda a las siguientes preguntas

Muestra preferida: _____

Comentarios:

ANEXO IV. Análisis elemental de la calabacita fresca.



FACULTAD DE QUÍMICA - UNAM
UNIDAD DE SERVICIOS DE APOYO A LA INVESTIGACIÓN
Y A LA INDUSTRIA
LABORATORIO DE ANALISIS ELEMENTAL
INFORME DE SERVICIO ANALÍTICO
FR-USAII-FQ-GN-022 REV.06



U.S.A.I.I.

Informe: 12942

Paloma Castilla Ramírez
UNIVERSIDAD AUTONOMA DE QUERETARO
Centro Universitario, Cerro de las Campanas s/n
Santiago de Querétaro, Qro. México C.P. 76010.
P R E S E N T E

1. Identificación de la muestra

La muestra corresponde a un polvo homogéneo color verde-amarillo la cual se recibió en un frasco de vidrio transparente, etiquetado como: CAL1.

Fecha de recepción: 20 de septiembre de 2021.

Fecha de análisis: 28 de septiembre de 2021.

2. Objetivo del análisis

Determinar el contenido de carbono, hidrógeno, nitrógeno y azufre de la muestra descrita previamente.

3. Método analítico utilizado

La determinación analítica se llevó a cabo por triplicado en un Analizador Perkin Elmer PE2400 que da información del contenido porcentual de carbono, hidrógeno, nitrógeno y azufre si están presentes en las muestras (PT-USAII-FQ-AE-001). Para ello se pesó entre 1 y 3 mg de muestra y adicionalmente se fijaron los valores de los parámetros analíticos siguientes: tipo de programa utilizado, temperatura de la columna cromatográfica, así como temperatura del reactor de combustión y tiempo de medición como se muestra a continuación:

Condiciones analíticas del Analizador Elemental Perkin Elmer modelo PE2400:

Gas acarreador / gas de referencia:	Helio
Temperatura de la columna cromatográfica:	82.2 °C
Detector:	Conductividad Térmica
Temperatura del reactor de combustión:	975 °C
Temperatura del reactor de reducción:	501 °C
Programa analítico:	CHNS
Tiempo de análisis:	430 segundos
Compuesto de Calibración:	Cistina, marca PerkinElmer

4. Resultados

Los resultados generados se representan como porcentaje en peso. En la siguiente tabla se describen los porcentajes para cada elemento determinado:

Clave de la muestra	Cantidad de muestra analizada (mg)	% Carbono	% Hidrogeno	% Nitrógeno	*% Azufre*
Cal1	1.914	38.67	6.25	3.90	0.10
	1.926	38.72	6.27	3.92	0.09
	2.707	38.68	6.23	3.79	0.37
	Promedio	38.690	6.250	3.870	0.187

*El limite de cuantificación del instrumento es 1% para C, H, N, S.

Se entrega anexo a este documento 01 cuartilla correspondientes a los porcentajes experimentales de Carbono, Hidrógeno, Nitrógeno y Azufre de la muestra. Sin más por el momento quedamos a sus órdenes para cualquier duda o aclaración y aprovecho la ocasión para enviarle un cordial saludo.

ATENTAMENTE

"Por mi raza hablará el espíritu"
Cd. Universitaria, CDMX, 29 de septiembre de 2021



M en I. Victor Hugo Lemus Neri
Signatario Autorizado

Vo Bo



Dra. Pilar Cañizares Macias
JEFE DE LA USAII

NOTA: Los resultados analíticos generados en la USAII tienen solo el alcance de la muestra entregada en nuestras instalaciones, por lo que no asumimos responsabilidad alguna por el origen de la misma.

ANEXO V. Parámetros de ajuste de la cinética de deshidratado de calabacita a modelos matemáticos.

Modelo	Parámetros	C55-500	C55-250	L55-500	L55-250	C70-500	C70-250	L70-500	L70-250
Newton	R²	1	1	1	1	1	1	1	0.991
	X²	0.129	0.0002	0.967	0.0001	0.0007	0.0009	0.0017	0.0009
	RMSE	0.333	0.013	0.278	0.0085	0.0256	0.027	0.0384	0.0283
	k	1	0.015	1	0.025	0.028	0.018	0.028	0.036
Exponencial de dos términos	R²	1	1	1	1	1	1	1	0.991
	X²	0.155	0.0002	0.129	0.0001	0.0007	0.001	0.0017	0.0011
	RMSE	0.332	0.013	0.278	0.008	0.0205	0.027	0.034	0.028
	k	1	0.016	1	0.024	0.009	0.018	0.028	0.036
	a	1	1	1	1	0.999	1	1	1
Wang y Singh	R²	0.964	0.929	0.900	0.943	0.915	1.000	0.950	0.937
	X²	0.0004	0.002	0.0029	0.0037	0.0011	0.0005	0.0005	0.0077
	RMSE	0.017	0.037	0.042	0.0458	0.0303	0.019	0.023	0.074
	a	-0.007	-0.011	-0.013	-0.017	-0.019	-0.014	-0.02	-0.021
	b	1.39E-05	2.94E-05	3.82E-05	6.79E-05	8.7E-05	4.9E-05	9.92E-05	9.64E-05
Page	R²	1	1	1	1	1	1	1	0.991
	X²	0.129	0.0001	0.0967	0.0001	0.0001	0.0005	0.0002	0.0001
	RMSE	0.333	0.011	0.028	0.009	0.009	0.021	0.014	0.08
	k	1	0.013	1	0.024	0.014	0.011	0.009	0.016
	n	1	1.050	1	1.012	1.173	1.133	1.293	1.241
Henderson y Pabis	R²	1	1	1	1	1	1	1	0.991
	X²	0.129	0.0002	0.097	0.0001	0.0006	0.001	0.0014	0.001
	RMSE	0.333	0.012	0.278	0.008	0.0215	0.026	0.0307	0.027
	k	1	0.015	1	0.025	0.028	0.019	0.029	0.037
	a	1	1.005	1	1.002	1.023	1.014	1.040	1.022
Henderson y Pabis modificado	R²	1	1			1	1	0.991	1
	X²	0.775	0.0006			0.0011	0.005	0.003	0.005
	RMSE	0.333	0.012	NA	NA	0.022	0.026	0.031	0.027
	a	-1	0.335			0.342	0.338	0.361	0.347
	b	1	0.335			0.339	0.338	0.363	0.347

	c	1	0.335			0.342	0.338	0.315	0.328
	k	1	0.02			0.03	0.02	0.03	0.04
	g	1	0.015			0.028	0.019	0.029	0.037
	h	1	0.012			0.03	0.02	0.03	0.04
Logarítmico	R²	0.802	0.577	0.894	0.655	0.522	0.612	0.548	0.618
	X²	0.09	0.086	0.075	0.077	0.052	0.079	0.058	0.060
	RMSE	0.254	0.104	0.213	0.209	0.0147	0.237	0.172	0.270
	k	1	2.06E+3	1	2.21E+3	2.41E+3	2.72E+3	3.29E+3	4.30E+3
	a	0.768	0.718	0.800	0.751	0.795	0.689	0.780	0.843
	c	0.232	0.282	0.200	0.249	0.205	0.311	0.220	0.157

ANEXO VI. Curvas de calibración.

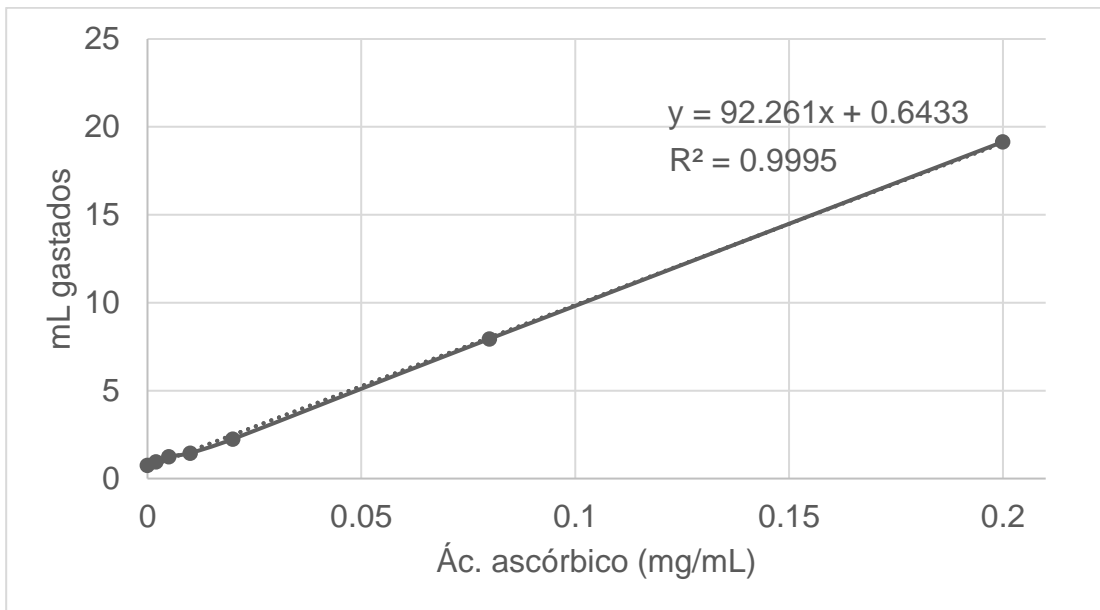


Figura 33. Curva de calibración vitamina C.

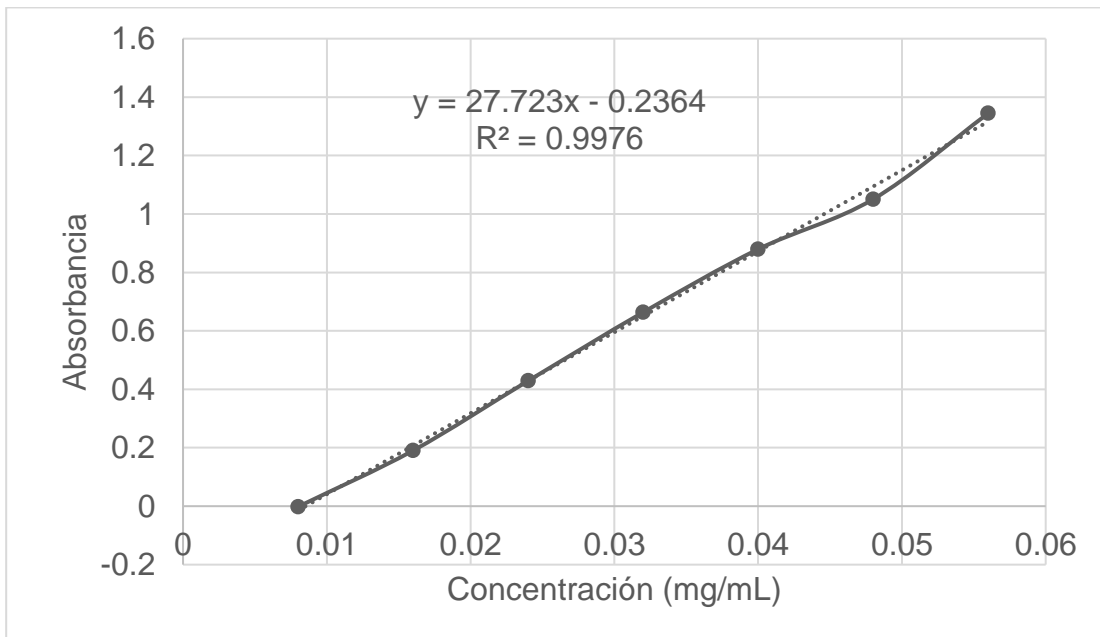


Figura 34. Curva de calibración flavonoides.

ANEXO VII. Compuestos volátiles de la calabacita fresca.



INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL

**Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y
Tecnología Avanzada - Querétaro**



Santiago de Querétaro, Querétaro a 8 de abril de 2022.

Productos: CALABAZA NATURAL

Análisis requeridos: Determinación de compuestos volátiles

Metodología: Microextracción en Fase Sólida versión Headspace y Cromatografía de Gases acoplada a Espectrometría de Masas

COMPUESTO + SINÓNIMOS	Tiempo de retención	No. CAS	% parecido biblioteca	Area Cromatográfica
Acetaldehyde Acetic aldehyde; Ethanal; Ethyl aldehyde; CH ₃ CHO; Acetaldehyd; Aldehyde acetique; Aldeide acetica; NCI- C56326; Octowy aldehyd; Acetylaldehyde; Rcra waste number U001; UN 1089; NSC 7594	4.874	000075-07-0	89	117.15
1,3-Hexadiene,c&t 1,3-Hexadiene; 1,3-Hexadiene cis + trans; 1,3- Hexadiene(c,t); trans-1,3-Hexadiene; cis,trans-hexa-1,3- diene	5.486	000592-48-3	91	32.88
Propanal Propionaldehyde; Methylacetaldehyde; Propaldehyde; Propional; Propionic aldehyde; Propylaldehyde; Propyllic aldehyde; C ₂ H ₅ CHO; n-Propionaldehyde; Propanalaldehyde; n-Propanal; Aldehyde propionique; Propanaldehyde; NCI-C61029; UN 1275; 1-Propanone; 1- Propanal; Proprionaldehyde; NSC 6493	5.822	000123-38-6	72	19.54
2-Heptyne 1-Methyl-2-butylacetylene; n-C ₄ H ₉ C≡CCH ₃ ; hept-2-yne	10.778	001119-65-9	87	49.12
Diacetyl 2,3-Butanedione; Biacetyl; Butane-2,3-dione; Butanedione; Dimethyl diketone; Dimethyl glyoxal; 2,3- Butadione; 2,3-Diketobutane; (CH ₃ CO) ₂ ; Glyoxal, dimethyl-; Butadione; UN 2346; 2,3-Dioxobutane; 2,3- Butandione; Buta-2,3-dione; Butan-2,3-dione; NSC 8750; butane-2,3-dione (diacetyl); 2,3-butanedione (diacetal); 2,3-butanedione (diacetyl); Butan-2,3-dione (diacetyl); Butanedione (diacetyl); 2,3 Butandione (Diacetyl); 2,3- butanodione	12.385	000431-03-8	70	5.62
Trichloroethylene	12.852	000079-01-6	95	6.02

Cerro Blanco 141, Colonia Colinas del Cimatarío
Santiago de Querétaro, Querétaro, México C.P. 76090

Tel /fax CICATA (442) 2290804
Directo Oficina: 01 55 57296000 ext. 81027



INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL

Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y
Tecnología Avanzada - Querétaro



Isopentyl alcohol; Fermentation amyl alcohol; Fusel Oil; Isoamyl alcohol; Isoamylol; Isobutyl carbinol; Isopentanol; 2-Methyl-4-butanol; 3-Methyl-1-butanol; 3-Methylbutanol; Alcool amilico; Alcool isoamylique; Amylowy alkohol; iso-amylalkohol; 3-Methylbutan-1-ol; 3-Metil-butanol; Isoamyl alcohol, primary; Butanol, 3-methyl-; Butan-1-ol, 3-methyl; i-Amyl alcohol; Isopentan-1-ol; Methyl-3-butan-1-ol; NSC 1029; 3-methylbutanol; Isoamyl alcohol (3-methyl butanol)				
2-Hexenal, (E)- (E)-2-Hexenal; n-Hex-trans-2-enal; trans-Hex-2-enal; trans-2-Hexen-1-al; trans-2-Hexenal; Leaf aldehyde; 2-trans-Hexenal; (2E)-2-Hexenal; 2-(E)-Hexenal; (E)-2-Hexenal; (E)-2-Hexen-1-al; (E)-Hex-2-en-1-al; (E)-Hex-2-enal; Hex-2(E)-enal; Hex-trans-2-enal; t-2-Hexenal; 2-Hexenal, (2E)-	25.911	006728-26-3	95	527.78
1-Pentanol Pentyl alcohol; n-Amyl alcohol; n-Butylcarbinol; n-Pentan-1-ol; n-Pentanol; n-Pentyl alcohol; Amyl alcohol; Amylol; Pentanol; 1-Pentyl alcohol; n-C5H11OH; Pentan-1-ol; Pentanol-1; Pentasol; n-Amylalkohol; Alcool amylique; Amyl alcohol, n-; Amyl alcohol, normal; Primary amyl alcohol; UN 1105; 1-Pentol; Primary-N-amyl alcohol; Butyl carbinol; NSC 5707	27.632	000071-41-0	90	14.82
3-Octanone n-Octanone-3; Amyl ethyl ketone; Ethyl amyl ketone; Ethyl n-amyl ketone; Ethyl pentyl ketone; EAK; Octan-3-one; Ethyl n-pentyl ketone; 3-Oxo-octane; NSC 60161; 3-octanonere	27.915	000106-68-3	83	17.77
p-Cymene Benzene, 1-methyl-4-(1-methylethyl)-; p-Cimene; p-Cymol; p-Isopropyltoluene; p-Methylisopropylbenzene; Camphogen; Dolicymene; 1-Isopropyl-4-methylbenzene; 1-Methyl-4-isopropylbenzene; 2-p-Tolylpropane; 4-Isopropyl-1-methylbenzene; 1-Methyl-4-(1-methylethyl)-benzene; Benzene, 1-isopropyl-4-methyl-; Cumene, p-methyl-; p-Isopropylmethylbenzene; Paracymene; Paracymol; p-Methylcumene; 4-Isopropyltoluene; 4-Methylisopropylbenzene; 1-(1-methylethyl)-4-methylbenzene; benzene, 1-methyl-4-methylethyl-; p-Mentha-1,3,5-triene; NSC 4162; Cymene; Cymol	28.595	000099-87-6	97	6.79
1,3-Dithiane m-Dithiane; 1,3-Dithiacyclohexane; Dithiane-1,3	29.056	000505-23-7	72	6.59
Acetoin	29.635	000513-86-0	70	10.95



2-Butanone, 3-hydroxy-; γ -Hydroxy- β -oxobutane; Acetyl methyl carbinol; Dimethylketol; Methanol, acetylmethyl-; 1-Hydroxyethyl methyl ketone; 2-Hydroxy-3-butanone; 2,3-Butanolone; 3-Hydroxy-2-butanone; 2-Butanol-3-one; UN 2621; 2-Hydroxy-3-oxobutane; 3-Hydroxybutan-2-one; 3-Hydroxyl-2-butanone; Butan-2-one, 3-hydroxy-; NSC 7609; acetoin; 3-hydroxy-2-butanone (acetoin); 3-hydroxybutan-2-one (acetoin); 3-hydroxy-2-butanone (acetoin); acetoin (3-hydroxy-2-butanone)				
1-Octen-3-one				
Vinyl amyl ketone; Pentyl vinyl ketone; Amyl vinyl ketone; 1-Octene-3-one; Oct-1-en-3-one; octen-3-one, 1	30.387	004312-99-6	89	44.51
1-Hexanol				
Hexyl alcohol; n-Hexan-1-ol; n-Hexanol; n-Hexyl alcohol; Amylcarbinol; Caproyl alcohol; Hexanol; Pentylcarbinol; 1-Hexyl alcohol; 1-Hydroxyhexane; n-C ₆ H ₁₃ OH; Hexan-1-ol; Hexanol(1); Epal 6; NSC 9254	32.868	000111-27-3	97	331.36
3-Hexen-1-ol, (E)-				
trans-3-Hexen-1-ol; trans-3-Hexenol; E-3-Hexenol; (E)-Hex-3-en-1-ol; 3(E)-hexen-1-ol; (3E)-Hexenol; (E)-3-Hexen-1-ol; (E)-Hex-3-enol; trans-Hex-3-en-1-ol	33.374	000928-97-2	90	10.10
3-Hexen-1-ol, (Z)-				
(Z)-Hex-3-en-1-ol; cis-3-Hexen-1-ol; cis-3-Hexene-1-ol; cis-3-Hexenol; Blatteralkohol (German); Leaf alcohol; Z-3-Hexenol; 3-(Z)-Hexenol; Blatteralkohol; 3-Hexen-1-ol, cis-; 3-Hexenol, cis-; 3-(Z)-Hexen-1-ol; c-3-Hexen-1-ol; cis-Hex-3-en-1ol; cis-Hex-3-enol; Hex-3(Z)-en-1-ol; Hex-3(Z)-enol; (Z)-Hex-3-ene-1-ol; (Z)Hex-3-enol; (Z)-3-Hexen-1-ol; 3-Hexen-1-ol, (3Z)-; 3-Hexen-1-ol; cis-3-1-Hexenol; β , γ -Hexenol; HEXEN-3OL-1; (3Z)-3-Hexen-1-ol	34.353	000928-96-1	91	48.44
Nonanal				
n-Nonaldehyde; n-Nonanal; n-Nonylaldehyde; Nonaldehyde; Nonanaldehyde; Nonanoic aldehyde; Nonylaldehyde; Nonylic aldehyde; Pelargonaldehyde; Pelargonic aldehyde; 1-Nonanal; Aldehyde C-9; NCI-C61018; 1-Nonaldehyde; 1-Nonyl aldehyde; C-9 Aldehyde; Nonyl aldehyde, n-; n-Nonan-1-al; NSC 5518; Nononal; 918959-88-3	34.997	000124-19-6	91	17.83
2,4-Hexadienal, (E,E)-				
Sorbaldehyde; n-Hex-2,4-dienal, trans,trans-; Hexa-2,4-dienal, (E,E)-; Sorbic aldehyde; 2,4-Hexadien-1-al, (E,E)-; (E,E)-2,4-Hexadienal; trans,trans-2,4-Hexadienal; 2,4-(E,E)-Hexadienal; (2E,4E)-Hexadienal; (E)-2,(E)-4-Hexadienal;	35.223	000142-83-6	94	21.54



INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL

Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y
Tecnología Avanzada - Querétaro



(E,E)-Hexa-2,4-dienal; trans,trans-Hexa-2,4-dienal; t,t-2,4-Hexadienal; 2,4-Hexadienal, (2E,4E)-; hexa-2,4-dienal				
2-Hexen-1-ol, (E)- (E)-2-Hexen-1-ol; trans-2-Hexen-1-ol; trans-2-Hexenol; 2-Hexenol; 2-Hexen-1-ol, trans-; 2-(E)-Hexenol; (E)-2-Hexene-1-ol; (E)-2-Hexenol; E-Hex-2-en-1-ol; (E)-Hex-2-enol; Hex-2(E)-enol; t-2-Hexen-1-ol; trans-hex-2-en-1-ol	35.396	000928-95-0	91	208.60
2-Hexen-1-ol, (Z)- cis-2-Hexen-1-ol; cis-2-Hexenol; Z-2-Hexen-1-ol; (Z)-2-Hexenol; (Z)-Hex-2-en-1-ol; (Z)-Hex-2-ene-1-ol; (Z)-Hex-2-enol; cis-hex-2-en-1-ol	35.791	000928-94-9	87	10.79
2-Octenal, (E)- (E)-2-Octen-1-ol; (E)-2-Octenal; trans-2-Octenal; trans-2-Octen-1-ol; 2-(E)-Octenal; (E)-Oct-2-enal; Oct-2(E)-enal; Oct-(E)-2-enal; trans-Oct-2-enal	36.563	002548-87-0	80	9.98
1-Octen-3-ol Amyl vinyl carbinol; Oct-1-en-3-ol; Vinyl amyl carbinol; 3-Hydroxy-1-octene; Matsutake alcohol; 1-Okten-3-ol; n-Oct-1-en-3-ol; 1-Octene-3-ol; 3-Octenol; Matsuika alcohol; Morillo; Mushroom alcohol; Octen-3-ol; Pentyl vinyl carbinol; Vinyl pentyl carbinol; Oct-1-ene-3-ol; Octene-1-ol-3; 1-Vinylhexanol; NSC 87563; Flowtron mosquito attractant; Matsuka alcohol; Pentyl vinyl carbinol; Vinyl hexanol	37.522	003391-86-4	90	668.15
2-Hexene, 3,5,5-trimethyl- 3,5,5-Trimethyl-hex-2-ene; 3,5,5-Trimethyl-2-hexene	39.043	026456-76-8	80	51.35
2,4-Heptadienal, (E,E)- trans-2-trans-4-Heptadienal; trans,trans-2,4-Heptadienal; 2,4-Heptadien-1-ol; (E,E)-2,4-Heptadienal; (E,E)-2,4-Heptadien-1-ol; 2,4-(E,E)-Heptadienal; (E)-2,(E)-4-Heptadienal; (E,E)-Hepta-2,4-dienal; Hepta-2(E),4(E)-dienal; trans,trans-Hepta-2,4-dienal; (2E,4E)-2,4-heptadienal; (E, E)-2,4-heptadienal; (2E,4E)-hepta-2,4-dienal	39.362	004313-03-5	94	11.84
Benzaldehyde Artificial Almond Oil; Benzaldehyde FFC; Benzenecarboxal; Benzenecarboxaldehyde; Benzoic aldehyde; Phenylmethanal; Almond artificial essential oil; Phenylmethanal benzenecarboxaldehyde; NCI-C56133; Oil of Bitter Almond; Artificial essential oil of almond; Benzene carbaldehyde; NA 1989; Artificial essential oil of almond; Artificial bitter almond oil; Benzenemethylal; Benzoyl hydride; Ethereal oil of bitter almonds;	40.692	000100-52-7	95	23.06



Benzylaldehyde; NSC 7917; Benzaldehyde

3,5-Octadien-2-one, (E,E)-

(3E,5E)-3,5-Octadien-2-one; 3,5-(E,E)-Octadien-2-one; (E)-3,(E)-5-Octadien-2-one; (E,E)-3,5-Octadien-2-one; (E,E)-Octa-3,5-dien-2-one; Octa-3(E),5(E)-dien-2-one; trans-3,trans-5-Octadien-2-one; trans,trans-3,5-Octadien-2-one; (E,E) 3,5-Octadiene-2-one

42.616	030086-02-3	70	17.26
--------	-------------	----	-------

2-Octen-1-ol, (E)-

(E)-2-Octen-1-ol; trans-2-Octen-1-ol; trans-2-Octenol; (2E)-2-Octen-1-ol; 2-(E)-Octen-1-ol; (E)-2-Octenol; (E)-Oct-2-en-1-ol; (E)-Oct-2-enol; trans-1-Oct-2-enol

44.378	018409-17-1	81	7.36
--------	-------------	----	------

Oxime-, methoxy-phenyl-

52.601	1000222-86-6	83	264.64
--------	--------------	----	--------

Myrtenol

Bicyclo[3.1.1]hept-2-ene-2-methanol, 6,6-dimethyl-; 2-Pinen-10-ol; 6,6-dimethyl-2-oxymethylbicyclo[1.1.3]hept-2-ene (myrtenol); 6,6-Dimethyl-bicyclo[3,1,1]hept-2-ene-2-methanol; Myrtenol (α -pinene-10-ol); (-)-pin-2-ene-10-ol

54.602	000515-00-4	96	10.09
--------	-------------	----	-------

Anethole

Benzene, 1-methoxy-4-(1-propenyl)-; Anisole, p-propenyl-; p-(1-Propenyl)anisole; p-Methoxy- β -methylstyrene; p-Propenylanisole; p-Propenylphenyl methyl ether; Anethol; Anise camphor; Aniskampfer; Isoestragole; Methoxy-4-propenylbenzene; Nauli "gum"; Oil of aniseed; 1-Methoxy-4-(1-propenyl)benzene; 1-Methoxy-4-propenylbenzene; 1-Propene, 1-(4-methoxyphenyl)-; 4-Methoxy-1-propenylbenzene; 4-Methoxypropenylbenzene; 4-Propenylanisole; Propene, 1-(p-methoxyphenyl)-; 1-(p-Methoxyphenyl)propene; Monasirup; Nauli gum; 4-(1-Propenyl)anisole; Benzene, 1-methoxy-4-(1-propen-1-yl)-; NSC 4018; p-Anethole

57.302	000104-46-1	98	20.29
--------	-------------	----	-------

Butanoic acid, butyl ester

Butyric acid, butyl ester; n-Butyl butanoate; n-Butyl butyrate; n-Butyl n-butyrate; Butyl butanoate; Butyl butylate; Butyl butyrate; 1-Butyl butyrate; Butyl n-butyrate; n-Butyl n-butanoate; n-Butyric acid n-butyl ester; Butyl ester of butanoic acid; NSC 8458

61.803	000109-21-7	90	17.91
--------	-------------	----	-------

Propanoic acid, 2-methyl-, 2,2-dimethyl-1-(2-hydroxy-1-methylethyl)propyl ester

63.126	074367-33-2	78	23.43
--------	-------------	----	-------

Octanoic Acid

n-Caprylic acid; n-Octanoic acid; n-Octoic acid; n-Octylic acid; Neo-Fat 8; Caprylic acid; Enantic acid; Octylic acid; 1-

76.335	000124-07-2	74	12.73
--------	-------------	----	-------



INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL

Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y
Tecnología Avanzada - Querétaro



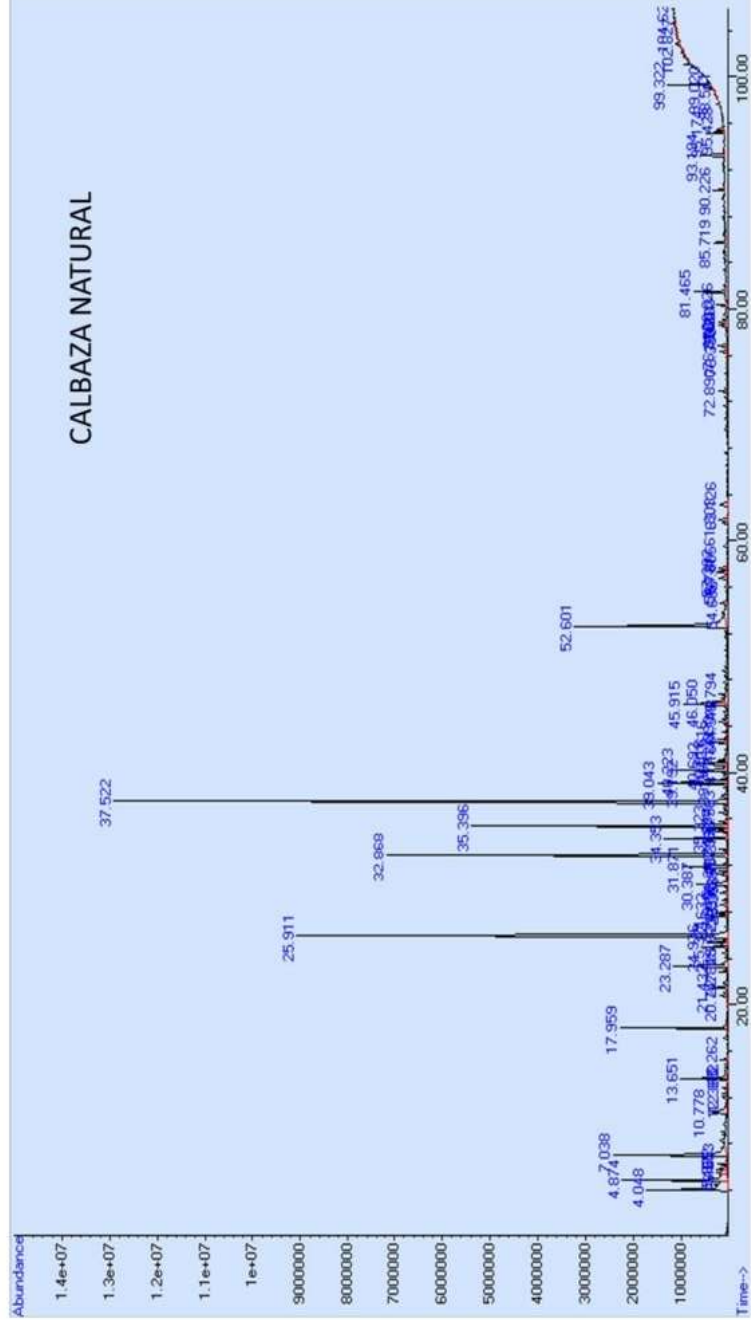
Heptanecarboxylic acid; Heptane-1-carboxylic acid; Octic acid; Hexacid 898; C-8 Acid; Kyselina kaprylova; Lunac 8-95; Emery 657; Octoic acid; Prifrac 2901; 1-Octanoic acid; NSC 5024; Prifrac 2901				
p-Cresol				
Phenol, 4-methyl-; p-Hydroxytoluene; p-Kresol; p-Methylhydroxybenzene; p-Methylphenol; p-Oxytoluene; p-Toluol; p-Tolyl alcohol; 1-Hydroxy-4-methylbenzene; 4-Cresol; 4-Hydroxytoluene	76.855	000106-44-5	97	11.75
Surfynol TG				
2,4,7,9-Tetramethyl-5-decyn-4,7-diol; 5-Decyne-4,7-diol, 2,4,7,9-tetramethyl-; Surfynol 104; Surfynol 104A; Surfynol 104E; Syrfynol 104; 1,4-Diisobutyl-1,4-dimethylbutynediol	78.601	000126-86-3	87	10.85
2-Propenal, 3-(2,2,6-trimethyl-7-oxabicyclo[4.1.0]hept-1-yl)-	78.883	055759-91-6	72	6.84
Nonanoic acid				
n-Nonanoic acid; n-Nonoic acid; n-Nonylic acid; Nonoic acid; Nonylic acid; Pelargic acid; Pelargonic acid; 1-Octanecarboxylic acid; Cirrasol 185a; Emfac 1202; Hexacid C-9; Pelargon; Emery 1203; 1-Nonanoic acid; NSC 62787	81.465	000112-05-0	81	40.14
Dodecanoic acid				
n-Dodecanoic acid; Neo-fat 12; Aliphat no. 4; ABL; Dodecylic acid; Lauric acid; Laurostearic acid; Neo-fat 12-43; Ninol aa62 extra; Univol U-314; Vulvic acid; 1-Undecanecarboxylic acid	93.194	000143-07-7	74	33.97
Phthalic acid, hex-2-yn-4-yl isobutyl ester	95.174	1000315-19-9	83	18.59
Phthalic acid, isobutyl tridec-2-yn-1-yl ester	99.322	1000315-44-3	78	25.92

Atentamente,

Dr. Pedro A. Vázquez Landaverde
Jefe de Laboratorio



INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL
Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y
Tecnología Avanzada - Querétaro



Cerro Blanco 141, Colonia Colinas del Cimataro
Santiago de Querétaro, Querétaro, México C.P. 76090

Tel /fax CICATA (442) 2290804
Directo Oficina: 01 55 57296000 ext. 81027

ANEXO VIII. Compuestos volátiles de la calabacita deshidratada por charola.



INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL
Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y
Tecnología Avanzada - Querétaro



Santiago de Querétaro, Querétaro a 04 de abril de 2022.

Productos: CALABAZA C

Análisis requeridos: Determinación de compuestos volátiles
Metodología: Microextracción en Fase Sólida versión Headspace y Cromatografía de Gases acoplada a Espectrometría de Masas

COMPUESTO + SINÓNIMOS	Tiempo de retención	No. CAS	% parecido biblioteca	Area Cromatográfica
Acetaldehyde Acetic aldehyde; Ethanal; Ethyl aldehyde; CH ₃ CHO; Acetaldehyd; Aldehyde acetique; Aldeide acetica; NCI-C56326; Octowy aldehyd; Acetylaldehyde; Rcra waste number U001; UN 1089; NSC 7594	4.862	000075-07-0	89	62.53
Dimethyl sulfide Methane, thiobis-; Methyl sulfide; Dimethyl monosulfide; Dimethyl thioether; DMS; Methyl monosulfide; 2-Thiopropane; Dimethyl sulphide; Thiobismethane; (CH ₃) ₂ S; Dimethylsulfid; Exact-S; Methyl sulphide; Methylthiomethane; Sulfure de methyle; 2-Thiopropane; UN 1164; Methyl thioether; Sulfide, methyl-; Methane, 1,1'-thiobis-	5.276	000075-18-3	97	331.60
Octane n-Octane; n-C ₈ H ₁₈ ; Oktan; Oktanen; Ottani; UN 1262	5.901	000111-65-9	91	29.56
Isobutyraldehyde Propanal, 2-methyl-; α-Methylpropionaldehyde; Isobutanal; Isopropylaldehyde; Isopropylformaldehyde; 2-Methylpropanal; 2-Methylpropionaldehyde; iso-C ₃ H ₇ CHO; Isobutylaldehyde; Isobutyric aldehyde; 2-Methyl-1-propanal; Isobutyraldehyd; Propionaldehyde, 2-methyl-; Valine aldehyde; Isobutaldehyde; Isobutyryl aldehyde; Methyl propanal; NCI-C60968; UN 2045; Isobutyral; NSC 6739; 2-methylpropanal (isobutanal)	6.187	000078-84-2	80	72.68
2,4-Dimethyl-1-heptene 1-Heptene, 2,4-dimethyl	7.747	019549-87-2	91	20.92
Sulfur dioxide Sulfurous acid anhydride; Fermenticide powder; Fermenticide liquid; Sulfur oxide (SO ₂); Sulfurous	7.896	007446-09-5	86	27.65

Cerro Blanco 141, Colonia Colinas del Cimatarío
 Santiago de Querétaro, Querétaro, México C.P. 76090

Tel /fax CICATA (442) 2290804
 Directo Oficina: 01 55 57296000 ext. 81027



INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL

Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y
Tecnología Avanzada - Querétaro



anhydride; Sulphurous oxide; SO₂; Sulphur dioxide;
Fermenicide liquid; Schwefeldioxyd; Siarki dwutlenek;
Sulfur oxide; UN 1079; Sulfur dioxide (SO₂); Sulfur
superoxide

Furan, 2-methyl-

α-Methylfuran; Silvan; Sylvan; 2-Methylfuran; 5-Methylfuran; Methylfuran; UN 2301; 2-Methylfurane

8.251	000534-22-5	81	54.01
-------	-------------	----	-------

Butanal, 2-methyl-

Butyraldehyde, 2-methyl-; α-Methylbutanal; α-Methylbutyraldehyde; α-Methylbutyric aldehyde; Methyleneacetalddehyde; 2-Formylbutane; 2-Methylbutanal; 2-Methylbutyraldehyde; 2-Methylbutyric aldehyde; sec-C₄H₉CHO; Acetaldehyde, ethylmethyl-; 2-Methyl-1-butanal; (+/-)-2-Methylbutanal; 2-Ethylpropanal; NSC 77077

8.844	000096-17-3	86	169.67
-------	-------------	----	--------

Isovaleral

Isovaleraldehyde; β-Methylbutanal; Isopentanal; Isovaleric aldehyde; Isovalerylaldehyde; 3-Methylbutan-1-al; 3-Methylbutanal; 3-Methylbutyraldehyde; iso-C₄H₉CHO; Butyraldehyde, 3-methyl-; Isoamylaldehyde; Isopentaldehyde; 1-Butanal, 3-methyl-; 2-Methylbutanal-4; 3-Methyl-1-butanal; NSC 404119

9.039	000590-86-3	91	216.10
-------	-------------	----	--------

2,4-Hexadiene, 3-methyl-

10.753	028823-42-9	90	28.00
--------	-------------	----	-------

Heptane, 2,2,4,6,6-pentamethyl-

2,2,4,6,6-Pentamethylheptane; Permethyl 99A

11.003	013475-82-6	78	92.76
--------	-------------	----	-------

Pentanal

Valeraldehyde; n-Pentanal; n-Valeraldehyde; Valeral; Valerianic aldehyde; Valeric acid aldehyde; Valeric aldehyde; Valeryl aldehyde; n-C₄H₉CHO; Amyl aldehyde; Butyl formal; UN 2058; n-Valeric aldehyde; 1-Pentanal; Pentan-1-al; NSC 35404; Pentylaldehyde; pentanal (valeraldehyde); valderaldehyde

12.034	000110-62-3	91	234.45
--------	-------------	----	--------

Diacetyl

2,3-Butanedione; Biacetyl; Butane-2,3-dione; Butanedione; Dimethyl diketone; Dimethyl glyoxal; 2,3-Butadione; 2,3-Diketobutane; (CH₃CO)₂; Glyoxal, dimethyl-; Butadione; UN 2346; 2,3-Dioxobutane; 2,3-Butandione; Buta-2,3-dione; Butan-2,3-dione; NSC 8750; butane-2,3-dione (diacetyl); 2,3-butanedione (diacetal); 2,3-butanedione (diacetyl); Butan-2,3-dione (diacetyl); Butanedione (diacetyl); 2,3 Butandione (Diacetyl); 2,3-butanodione

12.373	000431-03-8	70	34.43
--------	-------------	----	-------



INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL
Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y
Tecnología Avanzada - Querétaro



Decane n-Decane; n-C ₁₀ H ₂₂ ; UN 2247	13.102	000124-18-5	95	11.46
Toluene Benzene, methyl; Methacide; Methylbenzene; Methylbenzol; Phenylmethane; Antisal 1a; Toluol; Methane, phenyl-; NCI-C07272; Toluene; Toluol; Toluolo; Rcra waste number U220; Tolu-sol; UN 1294; Dracyl; Monomethyl benzene; CP 25; NSC 406333; methylbenzene (toluene)	15.252	000108-88-3	82	15.87
Isopropenyl ethyl ketone 1-Penten-3-one, 2-methyl-; 2-methyl-1-penten-3-one	17.026	025044-01-3	90	69.88
Hexanal n-Caproaldehyde; n-Hexanal; Caproaldehyde; Caproic aldehyde; Capronaldehyde; Hexaldehyde; n-C ₅ H ₁₁ CHO; 1- Hexanal; n-Hexaldehyde; n-Caproylaldehyde; Aldehyde C- 6; Kapronaldehyd; UN 1207; Hexylaldehyde; n- Capronaldehyde; Hexan-1-al; Hexanaldehyde; NSC 2596	17.994	000066-25-1	87	248.56
Crotonaldehyde, 2-methyl- 2-Butenal, 2-methyl-; 2-Methyl-2-butenal; 2- Methylcrotonaldehyde; 2,3-Dimethylacrolein; 2- Methylbut-2-enal	18.574	001115-11-3	72	5.93
2-Pental, (E)- trans-2-Pental; trans-2-Penten-1-al; 2-(E)-Pental; (E)- 2-Pental; (E)-Pent-2-enal; trans-Pent-2-enal; (E)-pent-2- en-1-al	20.714	001576-87-0	87	9.95
Allyl sulfide 1-Propene, 3,3'-thiobis-; 1-Propene, 3,3'-thiobis-; Allyl monosulfide; Diallyl monosulfide; Diallyl thioether; Oil garlic; Thioallyl ether; (CH ₂ =CHCH ₂) ₂ S; 2-Propenyl sulphide; 3,3-Thiobis(1-propene); Allyl sulphide; di-2- Propenyl sulfide; Diallyl sulphide; Prop-1-ene-3,3'-thiobis; NSC 20947	21.692	000592-88-1	93	15.56
1-Penten-3-ol Ethyl vinyl carbinol; 1-Pentene-3-ol; α-Ethylallyl alcohol; Pent-1-en-3-ol; penten-3-ol	22.744	000616-25-1	72	8.53
2-Heptanone n-Amyl methyl ketone; n-Pentyl methyl ketone; Amyl methyl ketone; Butylacetone; Heptan-2-one; Methyl amyl ketone; Methyl n-amyl ketone; Methyl n-pentyl ketone; Methyl pentyl ketone; Pentyl methyl ketone; n- C ₅ H ₁₁ COCH ₃ ; 2-Ketoheptane; Amyl-methyl-cetone; Ketone, methyl pentyl; Methyl-amyl-cetone; UN 1110; Ketone C-7; 2-Heptanal; Heptanone-2; NSC 7313	23.927	000110-43-0	91	6.82



Heptanal

n-Heptaldehyde; n-Heptanal; n-Heptylaldehyde; Enanthal;
Enanthaldehyde; Enanthic aldehyde; Enanthole;
Heptaldehyde; Heptanaldehyde; Heptyl aldehyde;
Oenanthal; Oenanthaldehyde; Oenanthic aldehyde;
Oenanthol; n-C₆H₁₃CHO; 1-Heptanal; 1-Heptaldehyde;
Heptan-1-al; NSC 2190

24.134 000111-71-7 98 40.60

D-Limonene

Cyclohexene, 1-methyl-4-(1-methylethenyl)-, (R)-; p-
Mentha-1,8-diene, (R)-(+); (+)-(R)-Limonene; (+)-(4R)-
Limonene; (+)-p-Mentha-1,8-diene; (+)-Limonene; (R)-(+)-
Limonene; Carvene; D-(+)-Limonene; Limonene, (D)-;
Limonene, (+)-; (R)-1-methyl-4-(1-
methylethenyl)cyclohexene; Dextro-limonene; (R)-4-
Isopropenyl-1-methyl-1-cyclohexene; 4-Isopropenyl-1-
methyl-1-cyclohexene-, (R)-; (R)-Limonene; (+)-Dipentene;
(4R)-(+)-Limonene; (4R)-Limonene; (R)-(+)-p-Mentha-1,8-
diene; (R)-p-Mentha-1,8-diene; Biogenic SE 374;
Cyclohexene, 1-methyl-4-(1-methylethenyl)-, (4R)-; EC 7;
Glidesafe; Glidsafe; Refchole

24.606 005989-27-5 91 11.93

1-Butanol, 3-methyl-

Isopentyl alcohol; Fermentation amyl alcohol; Fusel Oil;
Isoamyl alcohol; Isoamylol; Isobutyl carbinol; Isopentanol;
2-Methyl-4-butanol; 3-Methyl-1-butanol; 3-
Methylbutanol; Alcool amilico; Alcool isoamylique;
Amylowy alkohol; iso-amylalkohol; 3-Methylbutan-1-ol; 3-
Metil-butanolo; Isoamyl alcohol, primary; Butanol, 3-
methyl-; Butan-1-ol, 3-methyl; i-Amyl alcohol; Isopentan-
1-ol; Methyl-3-butan-1-ol; NSC 1029; 3-methylbutanol;
Isoamyl alcohol (3-methyl butanol)

25.295 000123-51-3 78 27.64

2-Hexenal, (E)-

(E)-2-Hexenal; n-Hex-trans-2-enal; trans-Hex-2-enal; trans-
2-Hexen-1-al; trans-2-Hexenal; Leaf aldehyde; 2-trans-
Hexenal; (2E)-2-Hexenal; 2-(E)-Hexenal; (E)-2-Hexenal; (E)-
2-Hexen-1-al; (E)-Hex-2-en-1-al; (E)-Hex-2-enal; Hex-2(E)-
enal; Hex-trans-2-enal; t-2-Hexenal; 2-Hexenal, (2E)-

25.857 006728-26-3 95 21.37

Furan, 2-pentyl-

2-n-Pentylfuran; 2-Amylfuran; 2-Pentylfuran; 2-
Pentylfurane; Amyl furan (2-Pentyl furan); furane, 2-
pentyl

26.791 003777-69-3 94 20.38

1-Pentanol

Pentyl alcohol; n-Amyl alcohol; n-Butylcarbinol; n-Pentan-
1-ol; n-Pentanol; n-Pentyl alcohol; Amyl alcohol; Amylol;

27.631 000071-41-0 90 230.91



Pentanol; 1-Pentyl alcohol; n-C ₅ H ₁₁ OH; Pentan-1-ol; Pentanol-1; Pentasol; n-Amylalkohol; Alcool amylique; Amyl alcohol, n-; Amyl alcohol, normal; Primary amyl alcohol; UN 1105; 1-Pentol; Primary-N-amyl alcohol; Butyl carbinol; NSC 5707				
3-Octanone n-Octanone-3; Amyl ethyl ketone; Ethyl amyl ketone; Ethyl n-amyl ketone; Ethyl pentyl ketone; EAK; Octan-3-one; Ethyl n-pentyl ketone; 3-Oxooctane; NSC 60161; 3- octanonere	27.956	000106-68-3	91	20.70
p-Cymene Benzene, 1-methyl-4-(1-methylethyl)-; p-Cimene; p- Cymol; p-Isopropyltoluene; p-Methylisopropylbenzene; Camphogen; Dolcymene; 1-Isopropyl-4-methylbenzene; 1- Methyl-4-isopropylbenzene; 2-p-Tolylpropane; 4- Isopropyl-1-methylbenzene; 1-Methyl-4-(1-methylethyl)- benzene; Benzene, 1-isopropyl-4-methyl-; Cumene, p- methyl-; p-Isopropylmethylbenzene; Paracymene; Paracymol; p-Methylcumene; 4-Isopropyltoluene; 4- Methylisopropylbenzene; 1-(1-methylethyl)-4- methylbenzene; benzene, 1-methyl-4-methylethyl-; p- Mentha-1,3,5-triene; NSC 4162; Cymene; Cymol	28.683	000099-87-6	97	16.08
1,3-Dithiane m-Dithiane; 1,3-Dithiacyclohexane; Dithiane-1,3	29.103	000505-23-7	80	20.29
Acetoin 2-Butanone, 3-hydroxy-; γ-Hydroxy-β-oxobutane; Acetyl methyl carbinol; Dimethylketol; Methanol, acetylmethyl-; 1-Hydroxyethyl methyl ketone; 2-Hydroxy-3-butanone; 2,3-Butanolone; 3-Hydroxy-2-butanone; 2-Butanol-3-one; UN 2621; 2-Hydroxy-3-oxobutane; 3-Hydroxybutan-2-one; 3-Hydroxyl-2-butanone; Butan-2-one, 3-hydroxy-; NSC 7609; acetoin; 3-hydroxy-2-butanone (acetoin); 3- hydroxybutan-2-one (acetoin); 3-hydroxy-2-butanone (acetoin); acetoin (3-hydroxy-2-butanone)	29.574	000513-86-0	70	10.71
Octanal n-Caprylaldehyde; n-Octaldehyde; n-Octanal; n-Octylal; Antifoam-LF; Caprylaldehyde; Caprylic aldehyde; Octaldehyde; Octanaldehyde; Octanoic aldehyde; Octylaldehyde; 1-Octanal; n-Octyl aldehyde; Aldehyde C-8; C-8 Aldehyde	29.817	000124-13-0	91	29.37
Thiophene, 2-ethenyl- 2-vinylthiophene	30.162	001918-82-7	91	15.04
1-Octen-3-one	30.409	004312-99-6	80	21.50



INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL

Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y
Tecnología Avanzada - Querétaro



Vinyl amyl ketone; Pentyl vinyl ketone; Amyl vinyl ketone; 1-Octene-3-one; Oct-1-en-3-one; octen-3-one, 1				
2-Heptenal, (E)- (E)-2-Hepten-1-al; (E)-2-Heptenal; n-Hept-trans-2-enal; trans-2-Heptenal; Hept-trans-2-enal; 2-trans-Heptenal; trans-2-Hepten-1-al; β -Butylacrolein; 3-Butylacrolein; (2E)- 2-Heptenal; (2E)-Heptenal; (E)-hept-2-enal; Hept-2(E)- enal; Hept-(E)-2-enal; 2-Heptenal, (2E)-	31.471	018829-55-5	72	16.74
5-Hepten-2-one, 6-methyl- 6-Methyl-5-heptene-2-one; 6-Methyl-5-hepten-2-one; 2- Methyl-2-hepten-6-one; 6-Methyl hept-5-en-2-one; Sulcatone; NSC 15294; Methyl heptenone; 2-methyl-6- heptenone; methyl-5-hepten-2-one; 2-methylhept-2-en-6- one; 6-Methyl hept-5-ene-2-one; 6-methyl-5-hepten-2- one	32.231	000110-93-0	90	24.52
1-Hexanol Hexyl alcohol; n-Hexan-1-ol; n-Hexanol; n-Hexyl alcohol; Amylcarbinol; Caproyl alcohol; Hexanol; Pentylcarbinol; 1- Hexyl alcohol; 1-Hydroxyhexane; n-C ₆ H ₁₃ OH; Hexan-1-ol; Hexanol-(1); Epal 6; NSC 9254	32.815	000111-27-3	97	15.14
Tridecane, 3-methyl- 3-Methyltridecane; Tridecane, 3-methyl-	33.785	006418-41-3	91	6.27
3-Hexen-1-ol, (E)- trans-3-Hexen-1-ol; trans-3-Hexenol; E-3-Hexenol; (E)- Hex-3-en-1-ol; 3(E)-hexen-1-ol; (3E)-Hexenol; (E)-3-Hexen- 1-ol; (E)-Hex-3-enol; trans-Hex-3-en-1-ol	34.341	000928-97-2	90	20.03
Nonanal n-Nonaldehyde; n-Nonanal; n-Nonylaldehyde; Nonaldehyde; Nonanaldehyde; Nonanoic aldehyde; Nonylaldehyde; Nonylic aldehyde; Pelargonaldehyde; Pelargonic aldehyde; 1-Nonanal; Aldehyde C-9; NCI- C61018; 1-Nonaldehyde; 1-Nonyl aldehyde; C-9 Aldehyde; Nonyl aldehyde, n-; n-Nonan-1-al; NSC 5518; Nonanal; 918959-88-3	35.006	000124-19-6	91	91.82
Tetradecane n-Tetradecane	35.35	000629-59-4	97	18.66
2-Octenal, (E)- (E)-2-Octen-1-al; (E)-2-Octenal; trans-2-Octenal; trans-2- Octen-1-al; 2-(E)-Octenal; (E)-Oct-2-enal; Oct-2(E)-enal; Oct-(E)-2-enal; trans-Oct-2-enal	36.569	002548-87-0	83	13.66
Benzene, 1,3-dichloro- Benzene, m-dichloro-; m-Dichlorobenzene; m- Dichlorobenzol; m-Phenylene dichloride; 1,3-	37.231	000541-73-1	96	11.79



Dichlorobenzene; Metadichlorobenzene; Rcra waste number U071				
1-Octen-3-ol				
Amyl vinyl carbinol; Oct-1-en-3-ol; Vinyl amyl carbinol; 3-Hydroxy-1-octene; Matsutake alcohol; 1-Okten-3-ol; n-Oct-1-en-3-ol; 1-Octene-3-ol; 3-Octenol; Matsuika alcohol; Morillo; Mushroom alcohol; Octen-3-ol; Pentyl vinyl carbinol; Vinyl pentyl carbinol; Oct-1-ene-3-ol; Octene-1-ol-3; 1-Vinylhexanol; NSC 87563; Flowtron mosquito attractant; Matsuka alcohol; Pentyl vinyl carbinol; Vinyl hexanol	37.477	003391-86-4	90	226.65
Furfural				
2-Furancarboxaldehyde; 2-Furaldehyde; α -Furole; Artificial ant oil; Fural; Furaldehyde; Furale; Furancarbondal; Furfuraldehyde; Furfurole; Furfurylaldehyde; Furole; Pyromucic aldehyde; 2-Formylfuran; 2-Furandaldehyde; 2-Furancarbondal; 2-Furfural; 2-Furfuraldehyde; 2-Furylaldehyde; Furole; 2-Furylmethanal; Artificial oil of ants; Furfurale; Furfurole; NCI-C56177; 2-Furil-metanal; 2-Furancarboxaldehyd; Rcra waste number U125; 2-Furylcarboxaldehyde; Qo furfural; Furan-2-aldehyde; Furan-2-carbaldehyde; NSC 8841; 2-furancarboxyaldehyde; 2-Furancarboxaldehyde (furfural); furfural (2-furancarboxaldehyde); furancarboxaldehyde (furfural)	38.134	000098-01-1	94	29.09
Diallyl disulphide				
Allyl disulfide; Diallyl disulfide; Disulfide, di-2-propenyl; Allyl disulphide; 4,5-Dithia-1,7-octadiene; 2-Propenyl disulphide; di-2-Propenyl disulfide; di-Propenyl disulfide; dipropenyldisulfide (diallyl disulfide)	38.795	002179-57-9	95	26.61
1-Hexanethiol, 2-ethyl-				
2-Ethyl-1-hexanethiol; 2-ethylhexane-1-thiol	39.045	007341-17-5	70	45.53
Decanal				
n-Decaldehyde; n-Decanal; n-Decyl aldehyde; Aldehyde C10; Capraldehyde; Capric aldehyde; Caprinaldehyde; Caprinic aldehyde; Decaldehyde; Decanaldehyde; Decyl aldehyde; Decylic aldehyde; 1-Decanal; C-10 Aldehyde; 1-Decyl aldehyde; NSC 6087; n-Decanal (capric aldehyde)	39.795	000112-31-2	91	66.28
Benzaldehyde				
Artificial Almond Oil; Benzaldehyde FFC; Benzenecarbondal; Benzenecarboxaldehyde; Benzoic aldehyde; Phenylmethanal; Almond artificial essential oil; Phenylmethanal benzenecarboxaldehyde; NCI-C56133; Oil	40.695	000100-52-7	97	51.41



of Bitter Almond; Artificial essential oil of almond; Benzene carbaldehyde; NA 1989; Artificial essential oil of almond; Artificial bitter almond oil; Benzenemethylal; Benzoyl hydride; Ethereal oil of bitter almonds; Benzylaldehyde; NSC 7917; Benzylaldehyde				
2-Nonenal, (E)- (E)-2-Nonenal; trans-2-Nonen-1-al; trans-2-Nonenal; (2E)- 2-Nonenal; 2E-Nonen-1-al; (2E)nonenal; (E)-2-Nonen-1-al; (E)-Non-2-enal; Non-2-(E)-enal; t-2-Nonenal; trans-Non-2- enal	41.293	018829-56-6	70	29.16
Dimethyl Sulfoxide DMSO; Methane, sulfinylbis-; Methyl sulfoxide; Demsodrox; Dimexide; Dipirartril-tropico; Dolicur; Dromisol; Durasorb; DMS 70; DMS 90; Hyadur; Infiltrina; Somipront; Sulfinylbismethane; SQ 9453; Dimethyl sulphoxide; (CH ₃) ₂ SO; A 10846; Deltan; Demasorb; Demavet; Demeso; Dermasorb; Doligur; Domoso; Gamazol 90; M 176; Methylsulfinylmethane; Rimso 50; Syntexan; NSC-763; Topsym; Dimethyl sulfur oxide; Herpid; Kemsol; Sclerosol; Sulfoxide, dimethyl; Methane, 1,1'-sulfinylbis-; DMSO (methyl sulfoxide); Sulphinylbis methane	41.457	000067-68-5	97	45.38
1-Octanol Octyl alcohol; n-Octan-1-ol; n-Octanol; n-Octyl alcohol; Alfol 8; Caprylic alcohol; Heptyl carbinol; Octanol; Octilin; Sipol L8; Alcohol C-8; n-Heptyl carbinol; Octan-1-ol; Prim- n-octyl alcohol; Octanol-(1); Dytol M-83; Lorol 20; Octyl alcohol, normal-primary; Primary octyl alcohol; Epal 8; 1- Hydroxyoctane; Emery 3322; Emery 3324; Lorol C 8-98; 1- Octyl alcohol; NSC 9823	42.052	000111-87-5	72	12.64
3,5-Octadien-2-one, (E,E)- (3E,5E)-3,5-Octadien-2-one; 3,5-(E,E)-Octadien-2-one; (E)- 3,(E)-5-Octadien-2-one; (E,E)-3,5-Octadien-2-one; (E,E)- Octa-3,5-dien-2-one; Octa-3(E),5(E)-dien-2-one; trans- 3,trans-5-Octadien-2-one; trans,trans-3,5-Octadien-2-one; (E,E) 3,5-Octadiene-2-one	42.613	030086-02-3	70	29.97
1-Nonanol Nonyl alcohol; n-Nonyl alcohol; Octyl carbinol; Pelargonic alcohol; Alcohol C-9; Nonan-1-ol; Nonanol-(1); n-Nonan-1- ol; n-Nonanol; 1-Hydroxynonane; Nonanol; NSC 5521	46.56	000143-08-8	86	11.00
Ketosisophorone 2,6,6-Trimethyl-2-cyclohexene-1,4-dione; 2-Cyclohexene- 1,4-dione, 2,6,6-trimethyl-; 4-Oxisophorone; 2,2,6-	48.476	001125-21-9	95	26.16



INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL

Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y
Tecnología Avanzada - Querétaro



trimethylcyclohex-2-en-1,4-dione; 2,6,6-Trimethyl-2-cyclohexen-1,4-dione; 2,6,6-trimethylcyclohex-2-ene-1,4-dione; 2-Cyclohexen-1,4-dione, 2,6,6-trimethyl; 3,5,5-trimethyl-2-cyclohexene-1,4-dione; 3,5,5-Trimethylcyclohex-2-en-1,4-dione; 3,5,5-trimethylcyclohex-2-ene-1,4-dione; 4-Ketoisophorone; Oxoisophorone; Oxopholone; 4-Oxo- α -isophorone; 2,6,6-Trimethylcyclohex-2-en-1,4-dione; 2,2,6-Trimethylcyclohex-2-en-1,4-dione (4-oxoisophorone); 2,6,6-Trimethyl-2-cyclohexene-1,4-dione (4-oxoisophorone); Oxophorone; Cyclohexen-1,4-dione, 2,6,6-trimethyl; 2,2,6-trimethyl-2-cyclohexene-1,4-dione (cetoisophorone)				
Benzaldehyde, 3-ethyl- 3-Ethylbenzaldehyde; m-ethylbenzaldehyde	49.226	034246-54-3	90	15.44
Pentanoic acid, 2-methyl-, methylester Valeric acid, 2-methyl-, methyl ester; 2-Methylpentanoic acid methyl ester; 2-Methylvaleric acid, methyl ester; Methyl 2-methylpentanoate; methyl 2-methylvalerate	49.431	002177-77-7	70	57.98
Anethole Benzene, 1-methoxy-4-(1-propenyl)-; Anisole, p-propenyl-; p-(1-Propenyl)anisole; p-Methoxy- β -methylstyrene; p-Propenylanisole; p-Propenylphenyl methyl ether; Anethol; Anise camphor; Aniskampfer; Isostragole; Methoxy-4-propenylbenzene; Nauli "gum"; Oil of aniseed; 1-Methoxy-4-(1-propenyl)benzene; 1-Methoxy-4-propenylbenzene; 1-Propene, 1-(4-methoxyphenyl)-; 4-Methoxy-1-propenylbenzene; 4-Methoxypropenylbenzene; 4-Propenylanisole; Propene, 1-(p-methoxyphenyl)-; 1-(p-Methoxyphenyl)propene; Monasirup; Nauli gum; 4-(1-Propenyl)anisole; Benzene, 1-methoxy-4-(1-propen-1-yl)-; NSC 4018; p-Anethole	52.186	000104-46-1	98	68.96
Oxime-, methoxy-phenyl-	52.608	1000222-86-6	83	156.93
Propanal, 2-methyl-3-phenyl-	53.854	1000131-87-6	91	18.77
Hexanoic acid Caproic acid; n-Caproic acid; n-Hexanoic acid; n-Hexoic acid; n-Hexylic acid; Butylacetic acid; Capronic acid; Hexoic acid; Pentiformic acid; Pentylformic acid; 1-Pentanecarboxylic acid; CH ₃ (CH ₂) ₄ COOH; Pentane-1-carboxylic acid; 1-Hexanoic acid; Hexacid 698; Kyselina kapronova; Pentanecarboxylic acid; NSC 8266	59.365	000142-62-1	72	24.41
Butyl carbitol acetate	59.876	000124-17-4	91	27.64



INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL

Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y
Tecnología Avanzada - Querétaro



Ethanol, 2-(2-butoxyethoxy)-, acetate; Butoxyethoxyethyl acetate; Butyl diethylene glycol acetate; Diethylene glycol butyl ether acetate				
Butanoic acid, butyl ester				
Butyric acid, butyl ester; n-Butyl butanoate; n-Butyl butyrate; n-Butyl n-butyrate; Butyl butanoate; Butyl butylate; Butyl butyrate	61.831	000109-21-7	87	113.93
Propanoic acid, 2-methyl-, 2,2-dimethyl-1-(2-hydroxy-1-methylethyl)propyl ester	63.155	074367-33-2	78	72.98
Hexanoic acid, 2-ethyl-				
α -Ethylcaproic acid; α -Ethylhexanoic acid; Butylethylacetic acid; Ethylhexanoic acid; Ethylhexoic acid; 2-Butylbutanoic acid; 2-Ethylcaproic acid	69.378	000149-57-5	70	31.96
Ethanone, 1-(1H-pyrrol-2-yl)-				
Ketone, methyl pyrrol-2-yl; Methyl pyrrol-2-yl ketone; 2-Acetylpyrrole; Pyrrole- α -methyl ketone; 1-(1H-pyrrol-2-yl)1-ethanone; 1-(1H-pyrrole-2-yl)-ethanone; 1H-Pyrrole, 2-acetyl; 2-Acetyl-1H-pyrrole	69.864	001072-83-9	94	8.76
Cyclododecane	70.48	000294-62-2	94	6.40
Octanoic Acid				
n-Caprylic acid; n-Octanoic acid; n-Octoic acid; n-Octylic acid; Neo-Fat 8; Caprylic acid; Enantic acid; Octylic acid; 1-Heptanecarboxylic acid	76.241	000124-07-2	73	22.34
Nonanoic acid				
n-Nonanoic acid; n-Nonoic acid; n-Nonylic acid; Nonoic acid; Nonylic acid; Pelargic acid; Pelargonic acid; 1-Octanecarboxylic acid; Cirrasol 185a	81.396	000112-05-0	81	34.81
Caffeine	82.343	000058-08-2	97	209.73
Ethylallylphthalate				
Phthalic acid, allyl ethyl ester	88.886	033672-94-5	86	9.57
Phthalic acid, hex-2-yn-4-yl isobutyl ester	95.177	1000315-19-9	83	29.99
Phthalic acid, cyclohexyl 2-pentylester	99.324	1000315-55-3	78	30.45

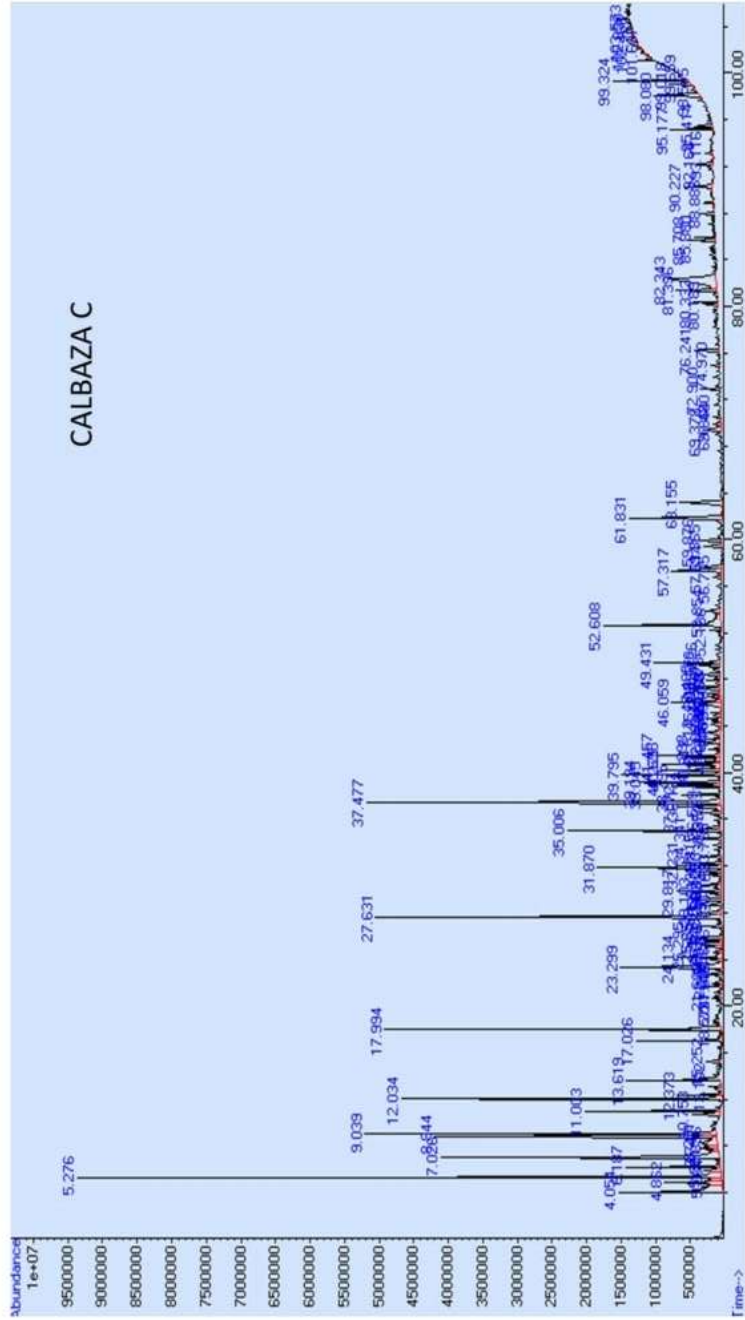
Atentamente,

Dr. Pedro A. Vázquez Landaverde
Jefe de Laboratorio



INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL

**Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y
Tecnología Avanzada - Querétaro**



Cerro Blanco 141, Colonia Colinas del Cimatarío
Santiago de Querétaro, Querétaro, México C.P. 76090

Tel /fax CICATA (442) 2290804
Directo Oficina: 01 55 57296000 ext. 81027

ANEXO IX. Compuestos volátiles de la calabacita deshidratada por lecho fluidizado.



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y
Tecnología Avanzada - Querétaro



Santiago de Querétaro, Querétaro a 04 de abril de 2022.

Productos: CALABAZA L
Análisis requeridos: Determinación de compuestos volátiles
Metodología: Microextracción en Fase Sólida versión Headspace y Cromatografía de Gases acoplada a Espectrometría de Masas

COMPUESTO + SINÓNIMOS	Tiempo de retención	No. CAS	% parecido biblioteca	Area Cromatográfica
Methanethiol Methyl mercaptan; Mercaptomethane; CH ₃ SH; Methyl sulphydrate; Methyl thioalcohol; Mercaptan methylque; Methaanthiol; Methanthiol; Methvtiolo; Methylmercaptaan; Metilmercaptano; Rcra waste number U153; Thiomethanol; UN 1064; Methanethiole	4.721	000074-93-1	91	19.26
Acetaldehyde Acetic aldehyde; Ethanal; Ethyl aldehyde; CH ₃ CHO; Acetaldehyd; Aldehyde acetique; Aldeide acetica; NCI-C56326; Octowy aldehyd; Acetylaldehyde; Rcra waste number U001; UN 1089; NSC 7594	4.869	000075-07-0	89	43.47
Dimethyl sulfide Methane, thiobis-; Methyl sulfide; Dimethyl monosulfide; Dimethyl thioether; DMS; Methyl monosulfide; 2-Thiapropane; Dimethyl sulphide; Thiobismethane; (CH ₃) ₂ S; Dimethylsulfid; Exact-S; Methyl sulphide; Methylthiomethane; Sulfure de methyle; 2-Thiopropane; UN 1164; Methyl thioether; Sulfide, methyl-; Methane, 1,1'-thiobis-	5.282	000075-18-3	96	229.91
Octane n-Octane; n-C ₈ H ₁₈ ; Oktan; Oktanen; Ottani; UN 1262	5.916	000111-65-9	91	25.09
Isobutyraldehyde Propanal, 2-methyl-; α-Methylpropionaldehyde; Isobutanal; Isopropylaldehyde; Isopropylformaldehyde; 2-Methylpropanal; 2-Methylpropionaldehyde; iso-C ₃ H ₇ CHO; Isobutylaldehyde; Isobutyric aldehyde; 2-Methyl-1-propanal; Isobutyraldehyd; Propionaldehyde, 2-methyl-; Valine aldehyde; Isobutaldehyde; Isobutyryl aldehyde; Methyl propanal; NCI-C60968; UN 2045;	6.213	000078-84-2	80	73.36

Cerro Blanco 141, Colonia Colinas del Cimartario
 Santiago de Querétaro, Querétaro, México C.P. 76090

Tel /fax CICATA (442) 2290804
 Directo Oficina: 01 55 57296000 ext. 81027



INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL

Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y
Tecnología Avanzada - Querétaro



Isobutyral; NSC 6739; 2-methylpropanal (isobutanal)

Butanal

Butyraldehyde; n-Butanal; n-Butyl aldehyde; n-Butyraldehyde; Butal; Butaldehyde; Butanaldehyde; Butyl aldehyde; Butyral; Butyric aldehyde; Butyrylaldehyde; n-C₃H₇CHO; Aldehyde butyrique; Aldeide butirrica; Butalyde; Butyraldehyd; NCI-C56291; UN 1129; 1-Butanal; Butan-1-al; NSC 62779

7.639	000123-72-8	91	10.14
-------	-------------	----	-------

2,4-Dimethyl-1-heptene

1-Heptene, 2,4-dimethyl

7.779	019549-87-2	87	14.82
-------	-------------	----	-------

Butanal, 2-methyl-

Butyraldehyde, 2-methyl-; α -Methylbutanal; α -Methylbutyraldehyde; α -Methylbutyric aldehyde; Methyl ethyl acetaldehyde; 2-Formylbutane; 2-Methylbutanal; 2-Methylbutyraldehyde; 2-Methylbutyric aldehyde; sec-C₄H₉CHO; Acetaldehyde, ethylmethyl-; 2-Methyl-1-butanal; (+/-)-2-Methylbutanal; 2-Ethylpropanal; NSC 77077

8.878	000096-17-3	90	133.31
-------	-------------	----	--------

Isovaleral

Isovaleraldehyde; β -Methylbutanal; Isopentanal; Isovaleric aldehyde; Isovalerylaldehyde; 3-Methylbutan-1-al; 3-Methylbutanal; 3-Methylbutyraldehyde; iso-C₄H₉CHO; Butyraldehyde, 3-methyl-; Isoamylaldehyde; Isopentaldehyde; 1-Butanal, 3-methyl-; 2-Methylbutanal-4; 3-Methyl-1-butanal; NSC 404119

9.074	000590-86-3	94	175.79
-------	-------------	----	--------

2,4-Hexadiene, 3-methyl-

10.799	028823-42-9	90	30.75
--------	-------------	----	-------

Heptane, 2,2,4,6,6-pentamethyl-

2,2,4,6,6-Pentamethylheptane; Permethyl 99A

11.05	013475-82-6	83	98.47
-------	-------------	----	-------

Pentanal

Valeraldehyde; n-Pentanal; n-Valeraldehyde; Valeral; Valerianic aldehyde; Valeric acid aldehyde; Valeric aldehyde; Valeryl aldehyde; n-C₄H₉CHO; Amyl aldehyde; Butyl formal; UN 2058; n-Valeric aldehyde; 1-Pentanal; Pentan-1-al; NSC 35404; Pentylaldehyde; pentanal (valeraldehyde); valderaldehyde

12.086	000110-62-3	91	315.73
--------	-------------	----	--------

Diacetyl

2,3-Butanedione; Biacetyl; Butane-2,3-dione; Butanedione; Dimethyl diketone; Dimethyl glyoxal; 2,3-Butadione; 2,3-Diketobutane; (CH₃CO)₂; Glyoxal, dimethyl-; Butadione; UN 2346; 2,3-Dioxobutane; 2,3-Butandione; Buta-2,3-dione; Butan-2,3-dione; NSC 8750; butane-2,3-dione (diacetyl); 2,3-butanedione (diacetal);

12.416	000431-03-8	79	27.49
--------	-------------	----	-------



INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL

Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y
Tecnología Avanzada - Querétaro



2,3-butanedione (diacetyl); Butan-2,3-dione (diacetyl); Butanedione (diacetyl); 2,3 Butandione (Diacetyl); 2,3- butanodione				
Decane	13.145	000124-18-5	91	11.52
n-Decane; n-C ₁₀ H ₂₂ ; UN 2247				
Toluene				
Benzene, methyl; Methacide; Methylbenzene; Methylbenzol; Phenylmethane; Antisal 1a; Toluol; Methane, phenyl-; NCI-C07272; Toluene; Toluol; Rcra waste number U220; Tolu-sol; UN 1294; Dracyl; Monomethyl benzene; CP 25; NSC 406333; methylbenzene (toluene)	15.289	000108-88-3	92	15.23
Methacrolein				
2-Propenal, 2-methyl-; Methacrylaldehyde; α- Methylacrolein; Isobutenal; Methacrylic aldehyde; Methylacrylaldehyde; 2-Methylacrolein; 2- Methylpropenal; CH ₂ =C(CH ₃)CHO; 2-Methylenepropanal; 2-Methylprop-2-enal; α-Methacrolein; Acrolein, 2-methyl- ; Methacraldehyde; Methakrylaldehyd; 2-Methyl-2- propenal; NSC 8260; Methylacroleine	15.431	000078-85-3	91	14.06
Isopropenyl ethyl ketone				
1-Penten-3-one, 2-methyl-; 2-methyl-1-penten-3-one	17.064	025044-01-3	90	91.47
Hexanal				
n-Caproaldehyde; n-Hexanal; Caproaldehyde; Caproic aldehyde; Capronaldehyde; Hexaldehyde; n-C ₅ H ₁₁ CHO; 1- Hexanal; n-Hexaldehyde; n-Caproylaldehyde; Aldehyde C- 6; Kapronaldehyd; UN 1207; Hexylaldehyde; n- Capronaldehyde; Hexan-1-al; Hexanaldehyde; NSC 2596	18.008	000066-25-1	72	327.23
Crotonaldehyde, 2-methyl-				
2-Butenal, 2-methyl-; 2-Methyl-2-butenal; 2- Methylcrotonaldehyde; 2,3-Dimethylacrolein; 2- Methylbut-2-enal	18.61	001115-11-3	72	10.51
2-Pentenal, (E)-				
trans-2-Pentenal; trans-2-Penten-1-al; 2-(E)-Pentenal; (E)- 2-Pentenal; (E)-Pent-2-enal; trans-Pent-2-enal; (E)-pent-2- en-1-al	20.604	001576-87-0	87	7.38
1-Penten-3-ol				
Ethyl vinyl carbinol; 1-Pentene-3-ol; α-Ethylallyl alcohol; Pent-1-en-3-ol; penten-3-ol	22.814	000616-25-1	86	17.64
2-Heptanone				
n-Amyl methyl ketone; n-Pentyl methyl ketone; Amyl methyl ketone; Butylacetone; Heptan-2-one; Methyl amyl ketone; Methyl n-amyl ketone; Methyl n-pentyl ketone;	23.929	000110-43-0	83	7.56



INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL

Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y
Tecnología Avanzada - Querétaro



Methyl pentyl ketone; Pentyl methyl ketone; n-C ₅ H ₁₁ COCH ₃ ; 2-Ketoheptane; Amyl-methyl-cetone; Ketone, methyl pentyl; Methyl-amylicetone; UN 1110; Ketone C-7; 2-Heptanal; Heptanone-2; NSC 7313				
Heptanal n-Heptaldehyde; n-Heptanal; n-Heptylaldehyde; Enanthal; Enanthaldehyde; Enanthic aldehyde; Enanthole; Heptaldehyde; Heptanaldehyde; Heptyl aldehyde; Oenanthal; Oenanthaldehyde; Oenanthic aldehyde; Oenanthal; n-C ₆ H ₁₃ CHO; 1-Heptanal; 1-Heptaldehyde; Heptan-1-ol; NSC 2190	24.12	000111-71-7	98	37.75
D-Limonene Cyclohexene, 1-methyl-4-(1-methylethenyl)-, (R)-; p-Mentha-1,8-diene, (R)-(+); (+)-(R)-Limonene; (+)-(4R)-Limonene; (+)-p-Mentha-1,8-diene; (+)-Limonene; (R)-(+)-Limonene; Carvene; D-(+)-Limonene; Limonene, (D)-; Limonene, (+)-; (R)-1-methyl-4-(1-methylethenyl)cyclohexene; Dextro-limonene; (R)-4-Isopropenyl-1-methyl-1-cyclohexene; 4-Isopropenyl-1-methyl-1-cyclohexene-, (R)-; (R)-Limonene; (+)-Dipentene; (4R)-(+)-Limonene; (4R)-Limonene; (R)-(+)-p-Mentha-1,8-diene; (R)-p-Mentha-1,8-diene; Biogenic SE 374; Cyclohexene, 1-methyl-4-(1-methylethenyl)-, (4R)-; EC 7; Glidesafe; Glidsafe; Refchole	24.528	005989-27-5	91	10.99
Dodecane n-Dodecane; Adakane 12; Ba 51-090453; CH ₃ (CH ₂) ₁₀ CH ₃ ; Bihexyl; Dihexyl; Duodecane; NSC 8714	24.901	000112-40-3	95	10.37
1-Butanol, 3-methyl- Isopentyl alcohol; Fermentation amyl alcohol; Fusel Oil; Isoamyl alcohol; Isoamylol; Isobutyl carbinol; Isopentanol; 2-Methyl-4-butanol; 3-Methyl-1-butanol; 3-Methylbutanol; Alcool amilico; Alcool isoamylique; Amylowy alkohol; iso-amyalkohol; 3-Methylbutan-1-ol; 3-Metil-butanol; Isoamyl alcohol, primary; Butanol, 3-methyl-; Butan-1-ol, 3-methyl; i-Amyl alcohol; Isopentan-1-ol; Methyl-3-butan-1-ol; NSC 1029; 3-methylbutanol; Isoamyl alcohol (3-methyl butanol)	25.345	000123-51-3	78	19.39
2-Hexenal, (E)- (E)-2-Hexenal; n-Hex-trans-2-enal; trans-Hex-2-enal; trans-2-Hexen-1-al; trans-2-Hexenal; Leaf aldehyde; 2-trans-Hexenal; (2E)-2-Hexenal; 2-(E)-Hexenal; (E)-2-Hexenal; (E)-2-Hexen-1-al; (E)-Hex-2-en-1-al; (E)-Hex-2-enal; Hex-2(E)-enal; Hex-trans-2-enal; t-2-Hexenal; 2-Hexenal, (2E)-	25.868	006728-26-3	95	14.96



INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL

Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y
Tecnología Avanzada - Querétaro



Furan, 2-pentyl-

2-n-Pentylfuran; 2-Amylfuran; 2-Pentylfuran; 2-Pentylfurane; Amyl furan (2-Pentyl furan); furane, 2-pentyl

26.757	003777-69-3	94	27.00
--------	-------------	----	-------

1-Pentanol

Pentyl alcohol; n-Amyl alcohol; n-Butylcarbinol; n-Pentan-1-ol; n-Pentanol; n-Pentyl alcohol; Amyl alcohol; Amylol; Pentanol; 1-Pentyl alcohol; n-C₅H₁₁OH; Pentan-1-ol; Pentanol-1; Pentasol; n-Amylalkohol; Alcool amylique; Amyl alcohol, n-; Amyl alcohol, normal; Primary amyl alcohol; UN 1105; 1-Pentol; Primary-N-amyl alcohol; Butyl carbinol; NSC 5707

27.671	000071-41-0	90	305.47
--------	-------------	----	--------

p-Cymene

Benzene, 1-methyl-4-(1-methylethyl)-; p-Cimene; p-Cymol; p-Isopropyltoluene; p-Methylisopropylbenzene; Camphogen; Dolcymene; 1-Isopropyl-4-methylbenzene; 1-Methyl-4-isopropylbenzene; 2-p-Tolylpropane; 4-Isopropyl-1-methylbenzene; 1-Methyl-4-(1-methylethyl)-benzene; Benzene, 1-isopropyl-4-methyl-; Cumene, p-methyl-; p-Isopropylmethylbenzene; Paracymene; Paracymol; p-Methylcumene; 4-Isopropyltoluene; 4-Methylisopropylbenzene; 1-(1-methylethyl)-4-methylbenzene; benzene, 1-methyl-4-methylethyl-; p-Mentha-1,3,5-triene; NSC 4162; Cymene; Cymol

28.648	000099-87-6	97	9.33
--------	-------------	----	------

1,3-Dithiane

m-Dithiane; 1,3-Dithiacyclohexane; Dithiane-1,3

29.09	000505-23-7	80	11.24
-------	-------------	----	-------

Octanal

n-Caprylaldehyde; n-Octaldehyde; n-Octanal; n-Octylal; Antifoam-LF; Caprylaldehyde; Caprylic aldehyde; Octaldehyde; Octanaldehyde; Octanoic aldehyde; Octylaldehyde; 1-Octanal; n-Octyl aldehyde; Aldehyde C-8; C-8 Aldehyde

29.807	000124-13-0	97	46.06
--------	-------------	----	-------

1-Octen-3-one

Vinyl amyl ketone; Pentyl vinyl ketone; Amyl vinyl ketone; 1-Octene-3-one; Oct-1-en-3-one; octen-3-one, 1

30.408	004312-99-6	84	38.19
--------	-------------	----	-------

2-Heptenal, (E)-

(E)-2-Hepten-1-al; (E)-2-Heptenal; n-Hept-trans-2-enal; trans-2-Heptenal; Hept-trans-2-enal; 2-trans-Heptenal; trans-2-Hepten-1-al; β-Butylacrolein; 3-Butylacrolein; (2E)-2-Heptenal; (2E)-Heptenal; (E)-hept-2-enal; Hept-2(E)-enal; Hept-(E)-2-enal; 2-Heptenal, (2E)-

31.475	018829-55-5	72	27.83
--------	-------------	----	-------

5-Hepten-2-one, 6-methyl-

6-Methyl-5-heptene-2-one; 6-Methyl-5-hepten-2-one; 2-

32.235	000110-93-0	90	44.72
--------	-------------	----	-------



INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL

Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y
Tecnología Avanzada - Querétaro



Methyl-2-hepten-6-one; 6-Methyl hept-5-en-2-one;
Sulcatone; NSC 15294; Methyl heptenone; 2-methyl-6-
heptenone; methyl-5-hepten-2-one; 2-methylhept-2-en-6-
one; 6-Methyl hept-5-ene-2-one; 6-methyl-5-hepten-2-
one

1-Hexanol

Hexyl alcohol; n-Hexan-1-ol; n-Hexanol; n-Hexyl alcohol;
Amylcarbinol; Caproyl alcohol; Hexanol; Pentylcarbinol; 1-
Hexyl alcohol; 1-Hydroxyhexane; n-C₆H₁₃OH; Hexan-1-ol;
Hexanol-(1); Epal 6; NSC 9254

32.827 000111-27-3 78 23.35

3-Hexen-1-ol, (Z)-

(Z)-Hex-3-en-1-ol; cis-3-Hexen-1-ol; cis-3-Hexene-1-ol; cis-
3-Hexenol; Blatteralkohol (German); Leaf alcohol; Z-3-
Hexenol; 3-(Z)-Hexenol; Blatteralkohol; 3-Hexen-1-ol, cis-;
3-Hexenol, cis-; 3-(Z)-Hexen-1-ol; c-3-Hexen-1-ol; cis-Hex-
3-en-1ol; cis-Hex-3-enol; Hex-3(Z)-en-1-ol; Hex-3(Z)-enol;
(Z)-Hex-3-ene-1-ol; (Z)Hex-3-enol; (Z)-3-Hexen-1-ol; 3-
Hexen-1-ol, (3Z)-; 3-Hexen-1-ol; cis-3-1-Hexenol; β,γ-
Hexenol; HEXEN-30L-1; (3Z)-3-Hexen-1-ol

34.351 000928-96-1 91 35.95

Nonanal

n-Nonaldehyde; n-Nonanal; n-Nonylaldehyde;
Nonaldehyde; Nonanaldehyde; Nonanoic aldehyde;
Nonylaldehyde; Nonylic aldehyde; Pelargonaldehyde;
Pelargonic aldehyde; 1-Nonanal; Aldehyde C-9; NCI-
C61018; 1-Nonaldehyde; 1-Nonyl aldehyde; C-9 Aldehyde;
Nonyl aldehyde, n-; n-Nonan-1-al; NSC 5518; Nonanal;
918959-88-3

35.003 000124-19-6 91 130.14

Tetradecane

n-Tetradecane

35.349 000629-59-4 95 19.96

2-Octenal, (E)-

(E)-2-Octen-1-al; (E)-2-Octenal; trans-2-Octenal; trans-2-
Octen-1-al; 2-(E)-Octenal; (E)-Oct-2-enal; Oct-2(E)-enal;
Oct-(E)-2-enal; trans-Oct-2-enal

36.566 002548-87-0 84 18.82

1-Octen-3-ol

Amyl vinyl carbinol; Oct-1-en-3-ol; Vinyl amyl carbinol; 3-
Hydroxy-1-octene; Matsutake alcohol; 1-Okten-3-ol; n-
Oct-1-en-3-ol; 1-Octene-3-ol; 3-Octenol; Matsuika alcohol;
Morillo; Mushroom alcohol; Octen-3-ol; Pentyl vinyl
carbinol; Vinyl pentyl carbinol; Oct-1-ene-3-ol; Octene-1-
ol-3; 1-Vinylhexanol; NSC 87563; Flowtron mosquito
attractant; Matsuka alcohol; Pentyl vintyl carbinol; Vinyl
hexanol

37.501 003391-86-4 90 426.68

Furfural

38.14 000098-01-1 90 19.13



INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL

Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y
Tecnología Avanzada - Querétaro



2-Furancarboxaldehyde; 2-Furaldehyde; α -Furole; Artificial ant oil; Fural; Furaldehyde; Furale; Furancarbondal; Furfuraldehyde; Furfurole; Furfurylaldehyde; Furole; Pyromucic aldehyde; 2-Formylfuran; 2-Furanaldehyde; 2-Furancarbondal; 2-Furfural; 2-Furfuraldehyde; 2-Furylaldehyde; Furole; 2-Furylmethanal; Artificial oil of ants; Furfurale; Furfurole; NCI-C56177; 2-Furil-metanale; 2-Furancarbaldehyd; Rcra waste number U125; 2-Furylcarboxaldehyde; Qo furfural; Furan-2-aldehyde; Furan-2-carbaldehyde; NSC 8841; 2-furancarboxyaldehyde; 2-Furancarboxaldehyde (furfural); furfural (2-furancarboxaldehyde); furancarboxaldehyde (furfural)				
1-Hexanethiol, 2-ethyl-				
2-Ethyl-1-hexanethiol; 2-ethylhexane-1-thiol	39.048	007341-17-5	70	72.87
Decanal				
n-Decaldehyde; n-Decanal; n-Decyl aldehyde; Aldehyde C10; Capraldehyde; Capric aldehyde; Caprinaldehyde; Caprinic aldehyde; Decaldehyde; Decanaldehyde; Decyl aldehyde; Decylic aldehyde; 1-Decanal; C-10 Aldehyde; 1-Decyl aldehyde; NSC 6087; n-Decanal (capric aldehyde)	39.791	000112-31-2	91	78.49
Benzaldehyde				
Artificial Almond Oil; Benzaldehyde FFC; Benzenecarbonal; Benzenecarboxaldehyde; Benzoic aldehyde; Phenylmethanal; Almond artificial essential oil; Phenylmethanal benzenecarboxaldehyde; NCI-C56133; Oil of Bitter Almond; Artificial essential oil of almond; Benzene carbaldehyde; NA 1989; Artificial essential oil of almond; Artificial bitter almond oil; Benzenemethylal; Benzoyl hydride; Ethereal oil of bitter almonds; Benzylaldehyde; NSC 7917; Benzaldehyde	40.694	000100-52-7	96	70.80
Dimethyl Sulfoxide				
DMSO; Methane, sulfinylbis-; Methyl sulfoxide; Demsodrox; Dimexide; Dipirartril-tropico; Dolicur; Dromisol; Durasorb; DMS 70; DMS 90; Hyadur; Infiltrina; Somipront; Sulfinylbismethane; SQ 9453; Dimethyl sulphoxide; (CH ₃) ₂ SO; A 10846; Deltan; Demasorb; Demavet; Demeso; Dermasorb; Doligur; Domo; Gamasol 90; M 176; Methylsulfinylmethane; Rimso 50; Syntexan; NSC-763; Topsy; Dimethyl sulfur oxide; Herpid; Kemsol; Sclerosol; Sulfoxide, dimethyl; Methane, 1,1'-sulfinylbis-; DMSO (methyl sulfoxide); Sulphinylbis methane	41.465	000067-68-5	96	56.91



INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL

Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y
Tecnología Avanzada - Querétaro



1-Octanol

Octyl alcohol; n-Octan-1-ol; n-Octanol; n-Octyl alcohol; Alfol 8; Caprylic alcohol; Heptyl carbinol; Octanol; Octilin; Sipol L8; Alcohol C-8; n-Heptyl carbinol; Octan-1-ol; Prim-n-octyl alcohol; Octanol-(1); Dytol M-83; Lorol 20; Octyl alcohol, normal-primary; Primary octyl alcohol; Epal 8; 1-Hydroxyoctane; Emery 3322; Emery 3324; Lorol C 8-98; 1-Octyl alcohol; NSC 9823

42.05 000111-87-5 72 8.26

3,5-Octadien-2-one, (E,E)-

(3E,5E)-3,5-Octadien-2-one; 3,5-(E,E)-Octadien-2-one; (E)-3,(E)-5-Octadien-2-one; (E,E)-3,5-Octadien-2-one; (E,E)-Octa-3,5-dien-2-one; Octa-3(E),5(E)-dien-2-one; trans-3,trans-5-Octadien-2-one; trans,trans-3,5-Octadien-2-one; (E,E) 3,5-Octadiene-2-one

42.613 030086-02-3 70 22.82

1-Nonanol

Nonyl alcohol; n-Nonyl alcohol; Octyl carbinol; Pelargonic alcohol; Alcohol C-9; Nonan-1-ol; Nonanol-(1); n-Nonan-1-ol; n-Nonanol; 1-Hydroxynonane; Nonanol; NSC 5521

46.558 000143-08-8 86 12.80

5-Isopropenyl-2-methylcyclopent-1-enecarboxaldehyde Ketoisophorone

2,6,6-Trimethyl-2-cyclohexene-1,4-dione; 2-Cyclohexene-1,4-dione, 2,6,6-trimethyl-; 4-Oxoisophorone; 2,2,6-trimethylcyclohex-2-en-1,4-dione; 2,6,6-Trimethyl-2-cyclohexen-1,4-dione; 2,6,6-trimethylcyclohex-2-ene-1,4-dione; 2-Cyclohexen-1,4-dione, 2,6,6-trimethyl; 3,5,5-trimethyl-2-cyclohexene-1,4-dione; 3,5,5-Trimethylcyclohex-2-en-1,4-dione; 3,5,5-trimethylcyclohex-2-ene-1,4-dione; 4-Ketoisophorone; Oxoisophorone; Oxopholone; 4-Oxo- α -isophorone; 2,6,6-Trimethylcyclohex-2-en-1,4-dione; 2,2,6-Trimethylcyclohex-2-en-1,4-dione (4-oxoisophorone); 2,6,6-Trimethyl-2-cyclohexene-1,4-dione (4-oxoisophorone); Oxophorone; Cyclohexen-1,4-dione, 2,6,6-trimethyl; 2,2,6-trimethyl-2-cyclohexene-1,4-dione (cetoisophorone)

47.967 1000190-36-8 89 10.57

48.476 001125-21-9 97 18.24

Benzaldehyde, 3-ethyl-

3-Ethylbenzaldehyde; m-ethylbenzaldehyde

49.222 034246-54-3 94 13.65

Pentanoic acid, 2-methyl-, methylester

Valeric acid, 2-methyl-, methyl ester; 2-Methylpentanoic acid methyl ester; 2-Methylvaleric acid, methyl ester; Methyl 2-methylpentanoate; methyl 2-methylvalerate

49.425 002177-77-7 70 43.85

Oxime-, methoxy-phenyl-

52.603 1000222-86-6 83 222.56



INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL

Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y
Tecnología Avanzada - Querétaro



Propanal, 2-methyl-3-phenyl-Anethole	53.849	1000131-87-6	94	11.11
Benzene, 1-methoxy-4-(1-propenyl)-; Anisole, p-propenyl-; p-(1-Propenyl)anisole; p-Methoxy- β -methylstyrene; p-Propenylanisole; p-Propenylphenyl methyl ether; Anethol; Anise camphor; Aniskampfer; Isoestragole; Methoxy-4-propenylbenzene; Nauli "gum"; Oil of aniseed; 1-Methoxy-4-(1-propenyl)benzene; 1-Methoxy-4-propenylbenzene; 1-Propene, 1-(4-methoxyphenyl)-; 4-Methoxy-1-propenylbenzene; 4-Methoxypropenylbenzene; 4-Propenylanisole; Propene, 1-(p-methoxyphenyl)-; 1-(p-Methoxyphenyl)propene; Monasirup; Nauli gum; 4-(1-Propenyl)anisole; Benzene, 1-methoxy-4-(1-propen-1-yl)-; NSC 4018; p-Anethole	57.31	000104-46-1	98	29.82
Hexanoic acid				
Caproic acid; n-Caproic acid; n-Hexanoic acid; n-Hexoic acid; n-Hexylic acid; Butylacetic acid; Capronic acid; Hexoic acid; Pentiformic acid; Butylformic acid; 1-Pentanecarboxylic acid; CH ₃ (CH ₂) ₄ COOH; Pentane-1-carboxylic acid; 1-Hexanoic acid; Hexacid 698; Kyselina kapronova; Pentanecarboxylic acid; NSC 8266	59.439	000142-62-1	72	20.26
Benzyl Alcohol				
Benzenemethanol; α -Hydroxytoluene; α -Toluenol; (Hydroxymethyl)benzene; Benzenecarbinol; Phenylcarbinol; Phenylmethanol; Phenylmethyl alcohol; Methanol, phenyl-; NCI-C06111; Hydroxytoluene; Bentalol; Benzoyl alcohol; Benzenemethanol; Benzyl alcohol; Methanol benzene; NSC 8044; Benzyl Alkohol	61.523	000100-51-6	97	9.64
Butanoic acid, butyl ester				
Butyric acid, butyl ester; n-Butyl butanoate; n-Butyl butyrate; n-Butyl n-butyrate; Butyl butanoate; Butyl butylate; Butyl butyrate; 1-Butyl butyrate; Butyl n-butyrate; n-Butyl n-butanoate; n-Butyric acid n-butyl ester; Butyl ester of butanoic acid; NSC 8458	61.814	000109-21-7	87	57.39
Propanoic acid, 2-methyl-, 2,2-dimethyl-1-(2-hydroxy-1-methylethyl)propyl ester	63.141	074367-33-2	79	42.57
Hexanoic acid, 2-ethyl-				
α -Ethylcaproic acid; α -Ethylhexanoic acid; Butylethylacetic acid; Ethylhexanoic acid; Ethylhexoic acid; 2-Butylbutanoic acid; 2-Ethylcaproic acid; 2-Ethylhexanoic acid; 2-Ethylhexoic acid; 3-Heptanecarboxylic acid; Kyselina 2-ethylkapronova; Kyselina heptan-3-karboxylova; 2-Ethyl-1-hexanoic acid; 2-Ethylcapronic acid; NSC 8881	69.426	000149-57-5	78	19.16



Octanoic Acid

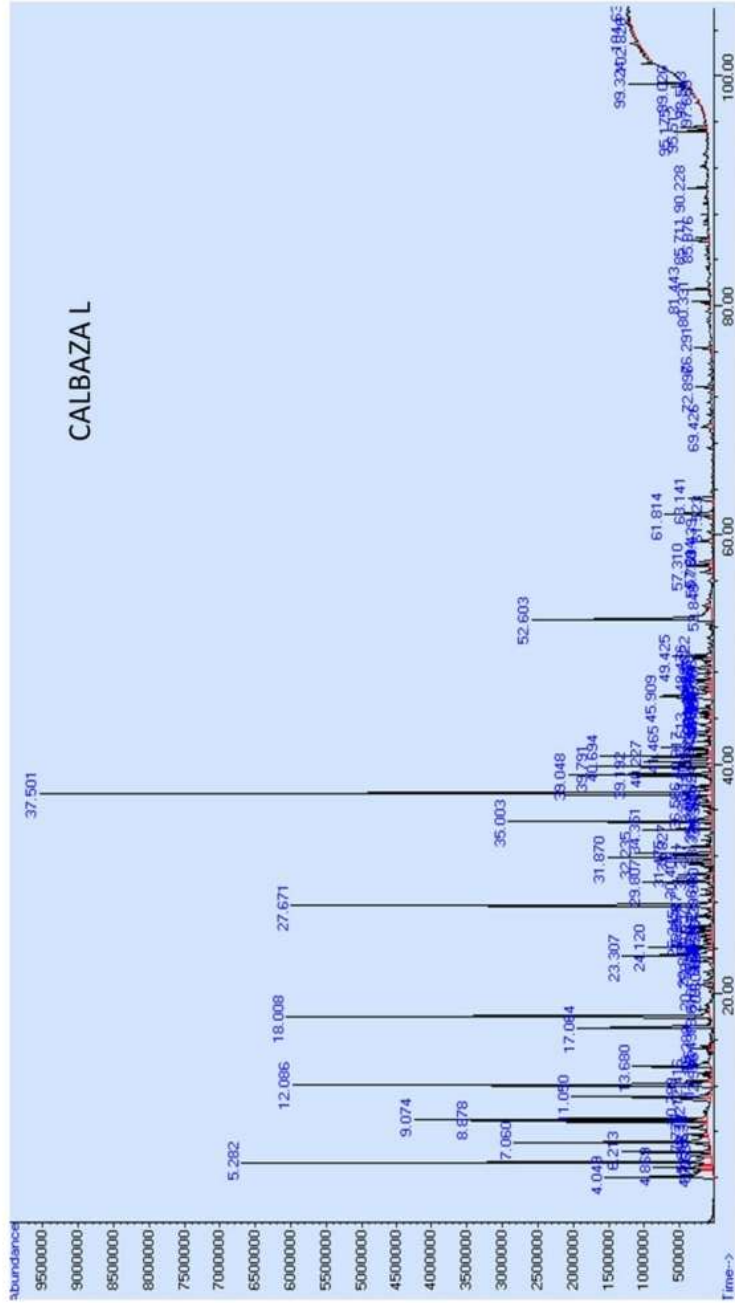
n-Caprylic acid; n-Octanoic acid; n-Octoic acid; n-Octylic acid; Neo-Fat 8; Caprylic acid; Enantic acid; Octylic acid; 1-Heptanecarboxylic acid; Heptane-1-carboxylic acid; Octic acid; Hexacid 898; C-8 Acid; Kyselina kaprylova; Lunac 8-95; Emery 657; Octoic acid; Prifac 2901; 1-Octanoic acid; NSC 5024; Prifrac 2901	76.291	000124-07-2	73	17.49
3,8-Dioxa-2,9-disiladec-5-ene, 2,2,9,9-tetramethyl-, (E)-	80.331	053326-59-3	72	16.93
Nonanoic acid				
n-Nonanoic acid; n-Nonoic acid; n-Nonylic acid; Nonoic acid; Nonylic acid; Pelargic acid; Pelargonic acid; 1-Octanecarboxylic acid; Cirrasol 185a; Emfac 1202; Hexacid C-9; Pelargon; Emery 1203; 1-Nonanoic acid; NSC 62787	81.443	000112-05-0	90	25.54
Phthalic acid, hex-2-yn-4-yl isobutyl ester	95.175	1000315-19-9	83	22.43
Phthalic acid, isobutyl tridec-2-yn-1-yl ester	99.324	1000315-44-3	78	23.21

Atentamente,

Dr. Pedro A. Vázquez Landaverde
Jefe de Laboratorio



INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL
Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y
Tecnología Avanzada - Querétaro



Cerro Blanco 141, Colonia Colinas del Cimataro
Santiago de Querétaro, Querétaro, México C.P. 76090

Tel /fax CICATA (442) 2290804
Directo Oficina: 01 55 57296000 ext. 81027