Universidad de El Salvador

Facultad de Ciencias Naturales y Matemática

Escuela de Química

“Parámetros cinéticos de la degradación térmica del Betacaroteno en aceite de palma crudo”

Trabajo de graduación presentado por:

Katia Marixa Guerrero de Arévalo

Asesores: **Lic. Hugo Alexander Estrada Pérez**

Lic. René Alexander Arévalo

Ciudad Universitaria, Febrero 2021

Universidad de El Salvador

Facultad de Ciencias Naturales y Matemática

Escuela de Química

"Parámetros cinéticos de la degradación térmica del Betacaroteno en aceite de palma crudo"

Trabajo de graduación presentado por:

Katia Marixa Guerrero de Arévalo

Asesores: **Lic. Hugo Alexander Estrada Pérez** ____________________

Lic. René Alexander Arévalo ____________________

Ciudad Universitaria, Febrero 2021

Universidad de El Salvador

Facultad de Ciencias Naturales y Matemática

Escuela de Química

"Parámetros cinéticos de la degradación térmica del Betacaroteno en aceite de palma crudo"

Trabajo de graduación presentado por:

Katia Marixa Guerrero de Arévalo

Tribunal evaluador: **Dr. Néstor Guillermo Orellana Velado** __________________

Licda. Jennifer Beatriz Chávez Zamora __________________

Ciudad Universitaria, Febrero 2021

Universidad de El Salvador

Autoridades

MSc. Roger Armando Arias Alvarado

Rector

MSc. Francisco Antonio Alarcón Sandoval

Secretario General

Lic. Rafael Humberto Peña Marín

Fiscal General

Facultad de Ciencias Naturales Y Matemática

Lic. Mauricio Hernán Lovo Córdova

Decano

Lic. Jaime Humberto Salinas Espinoza

Secretario

Lic. Nelson Mauricio Coto

Director De La Escuela De Química

Dedicatoria

A mi Padre:

Por su invaluable sacrificio y su fuerza.

A mi Madre:

Por su inmensurable y perfecto amor.

A mi Hermana:

Por su valor y amor.

A la memoria de mi Hermano:

Mi compañero de aventuras, el mejor Ingeniero Civil y Músico que el mundo jamás conocerá.

A mi Esposo:

Por su paciencia y apoyo incondicional, te amo.

A mi Hija:

Por su mera existencia y la felicidad que trae a mis días.

Agradecimientos

Mi gratitud completa a mis asesores Lic. Hugo Estrada y Lic. Rene Arévalo, quienes con su apoyo y conocimientos me guiaron en la elaboración de este proyecto. Son un ejemplo de profesionalismo y amor por la enseñanza.

Mi gratitud a cada Docente que invirtió su tiempo y trabajo en mi educación, en especial a mis queridos maestros en la Escuela de Química, han sido una inspiración a lo largo de los años: Maestra Rosario de Zepeda, Licda. Messalina Andrade, Licdo. Max Bustillo, Licdo. Arturo Panameño, Licda. Dina de Guidos, Licda. Ana Thelma Gonzalez y Dr. Orlando Canjura.

Mi gratitud a mis amigos y compañeros de alegrías y tristezas dentro de la Alma Mater. Mil y una historia que contar entre clase y clase y después de clases. Gracias por facilitarme la vida con sus ocurrencias y cariño, los quiero y los llevo en mi corazón siempre.

Mi gratitud a SUMMA INDUSTRIAL S.A de C.V, por ser mi primera escuela en el área laboral y por brindarme la visión de este estudio.

Y sobre todo mi gratitud a Dios y a mi familia.

Índice de Contenidos

Índice de Tablas

Índice de Figuras

Índice de Gráficos

1 Resumen

Este trabajo presenta un estudio de los parámetros cinéticos que describen la degradación del aporte nutritivo que provee el β-caroteno en el aceite de palma crudo, cuando este es sometido a un proceso fisicoquímico para su refinación y posterior consumo.

Haciendo una evaluación de dos técnicas de análisis: HPLC y Espectrofotometría UV/VIS, las cuales presentaban un alcance prometedor en la generación de resultados se concluyó que para este estudio y las condiciones involucradas favorece más el uso del Espectrofotómetro UV/VIS ya que se reduce ampliamente el consumo de solventes y el tiempo entre cada análisis.

Se determinó la concentración del carotenoide empleando una curva de calibración elaborada con un estándar de β-caroteno (90% pureza, HPLC) donado por la empresa SUMMA Industrial, S.A de C.V, en donde además se tomaron las muestras de aceite de palma necesarias para el desarrollo de la investigación. La concentración de β-caroteno fue de 3150 ppm, una dato que se justifica con la procedencia e historial del fruto.

El estudio de la variación del β-caroteno en función del tiempo se realizó monitoreando las absorbancias en diferentes rangos de tiempo empleando una longitud de onda de 450 nm.

Al finalizar se obtuvo que la cinética de degradación sigue un orden 1 y obedece la Ley de Arrhenius al igual que en la mayoría de bibliografía consultada. Además, se calcularon satisfactoriamente los parámetros cinéticos con los que se genera un antecedente en nuestro país para cualquier estudio relacionado con procesos térmicos al aceite de palma crudo.

La energía de activación para el aceite de palma cruda fue de 75972.8 J/mol, comparado con el aceite de oleína de palma que posee un valor más elevado implica que su degradación térmica es mucho más rápida lo cual se atribuye al efecto matriz evidenciado a lo largo de este estudio.

2 Objetivos

2.1 Objetivo general

Caracterizar la cinética química proximal de la degradación térmica del Betacaroteno en el aceite de palma.

2.2 Objetivos específicos

i. Comparar las técnicas HPLC y espectroscopía UV-Vis en el seguimiento de la concentración de Betacaroteno en aceite de palma crudo durante la degradación térmica.
ii. Escoger la técnica de seguimiento de la concentración del Betacaroteno para el método cinético a establecer.
iii. Establecer la curva de calibración empleando un estándar de Betacaroteno.
iv. Someter las muestras de aceite de palma crudo a diferentes temperaturas y darle seguimiento a la concentración, en función del tiempo, del Betacaroteno.
v. Determinar los parámetros cinéticos de orden de reacción, constante cinética y energía de activación, tiempo de vida media y tiempo de reducción decimal para el Betacaroteno en la matriz de aceite de palma crudo.

3 Marco Teórico

3.1 Generalidades de la Palma africana (*Elaeis guineensis Jacq.*)

La palma aceitera es la especie oleaginosa vegetal que produce mayor cantidad de aceite por unidad de hectárea. Debido a la abundancia en su producción los costos son bajos mientras que sus usos y aplicaciones son variados. La producción del aceite de palma se convirtió en la materia prima de la producción de aceites vegetales a nivel mundial por arriba de la soya. [1] [2] [3] [4]

La palma de aceite es una planta tropical propia de climas cálidos que crece en tierras por debajo de los 500 metros sobre el nivel del mar. Su origen se ubica en el golfo de Guinea, África Occidental. De ahí su nombre científico: *Elaeis guineensis Jacq.* Siendo su denominación popular: palma africana de aceite. [5] [6]

Figura 1 Imagen botánica de Elaeis guineensis Jacq. [7]

3.1.1 Fruto de Palma africana

El fruto de palma está constituido por 4 secciones:

a. Exocarpio: Es la capa epidérmica delgada y cerosa (cáscara).
b. Mesocarpio: Es la pulpa de donde se obtiene el aceite.
c. Endocarpio: Es la que junto con la almendra forma la semilla.
d. Endospermo: Conocida mayormente como almendra o palmiste.

Figura 2 Partes del fruto de Elaeis guineensis Jacq. [8]

El aceite de palma se extrae del mesocarpio del fruto de la semilla de la palma africana a través de diversos procedimientos, siendo el más común el prensado en frío. [6] [9] [10]

3.1.2 Composición del Aceite de Palma

Está constituido por una mezcla de ésteres de glicerol (triglicéridos) y es fuente natural de carotenos (provitamina A) y vitamina E en forma de tocotrienoles. [6] [11] [12] [13] [14]

3.1.2.1 Componentes mayoritarios

El perfil de ácidos grasos de un aceite define sus fortalezas y limitaciones para diferentes aplicaciones alimentarias. La tecnología ha realizado avances en los que modifican sus características, para ampliar sus usos alimentarios y potencializar sus beneficios nutricionales. [4] [15]

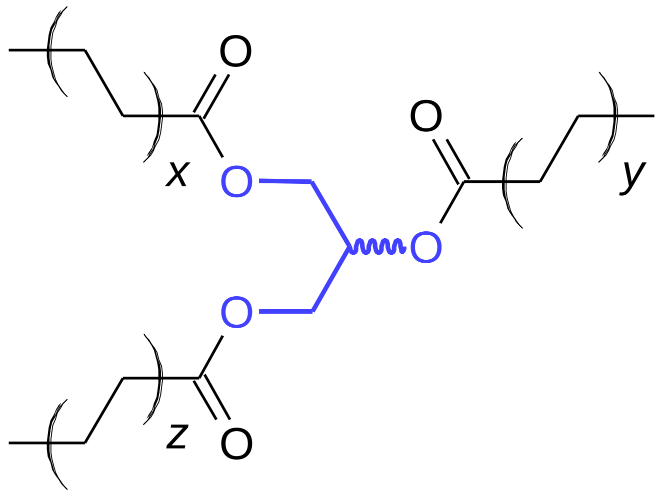

Figura 3 Estructura básica de un triglicérido, en azul la unidad del glicerol. Las longitudes de los ácidos grasos variarán atendiendo el tipo de ácido unido al glicerol.

La composición del aceite de palma consiste principalmente en ácidos grasos esterificados con el glicerol (glicéridos), y un contenido estimado entre 2.3-6.7% de ácidos grasos libres; estos ácidos grasos poseen una relación aproximada de 1:1 entre saturados e insaturados. La importancia de este producto en la industria se relaciona con su estabilidad y resistencia a la rancidez oxidativa; dada la especial resistencia que presenta este aceite, es una alternativa empleada para sustituir aceites insaturados en formulaciones de alimentos, además es empleado en preparaciones que requieren elevadas temperaturas, como las frituras prolongadas y los productos horneados; gracias a su versatilidad, dada por su composición de ácidos grasos saturados e insaturados y su aporte nutricional, el aceite de palma y las fracciones líquida (oleína) y sólida (estearina) son empleadas en la elaboración de margarinas, mezclas de aceites, grasas de repostería y confitería, etc. [6] [11] [15] [16] [17] [18] [19] [20]

Tabla 1 Composición de ácidos grasos en aceite de palma crudo y refinado, blanqueado y desodorizado. [11]

Ácido graso	Composición de ácidos grasos (%p/p)	
	Aceite de palma crudo	Aceite de palma refinado, blanqueado y desodorizado
Saturados		
Palmítico	45.48	46.30
Esteárico	3.49	3.52
Mirístico	0.93	0.92
Total	49.91	50.74
Insaturados		
Oleico	40.17	39.58
Linoleico	9.92	9.68
Total	50.09	49.26

Tabla 2 Composición de glicéridos para ácidos Palmítico (P), Esteárico (E), Mirístico (M), Oleico (O), Linoleico (L) en aceite de palma crudo y refinado, blanqueado y desodorizado. [11]

Ácido graso	Composición de glicéridos (%p/p)	
	Aceite de palma crudo	Aceite de palma refinado, blanqueado y desodorizado
Triglicéridos	93.60	94.80
Diglicéridos	6.32	5.20
Trisaturados		
PPP	4.81	5.51
MMP	2.38	1.70
MMM	0.76	0.42
Total	7.95	8.69
Disaturados		
PPO	27.39	29.62
PPL	9.37	9.23
POE	5.29	4.90
MPL	3.03	2.20
EOE	1.36	-
Total	46.63	45.95
Monosaturados		
POO	21.39	23.26
PLO	10.02	9.68
OOE	2.78	2.24
Total	34.1	35.18
Triinsaturado		
OOO	3.90	4.40
OOL	1.22	0.58
Total	5.12	4.98

3.1.2.2 Componentes minoritarios del aceite de palma crudo

El aceite de palma crudo contiene cerca del 1% de componentes minoritarios, incluyendo carotenoides, tocoferoles, esteroles, alcoholes triterpénicos, fosfolípidos, glicolípidos e hidrocarburos terpénicos y parafínicos. La importancia nutricional de tales componentes como los carotenoides y tocoferoles también mejora la estabilidad del aceite. Aunque son productos del alto valor, los carotenoides desafortunamente son destruidos en el proceso de refinado, aunque existen diversos métodos prometedores de extracción. Los tocoferoles, al ser antioxidantes naturales, deben ser preservados cuidadosamente durante el procesado del aceite de palma, El papel de los fosfolípidos frecuentemente es mal entendido, debido a su capacidad dual de acción, cómo un sinergista antioxidante o un agente tensoactivo que dispersa las impurezas en el aceite. En el aceite de palma crudo el contenido de fosfolípidos es pequeño debido principalmente a la mayor pérdida de éste durante el molido; el contenido de fósforo proviene principalmente de fósforo inorgánico. Entre los esteroles, el colesterol constituye un porcentaje demasiado bajo para ser considerado. [21] [22] [23] [24]

3.1.2.2.1 Carotenoides

El contenido de carotenoides en el aceite de palma crudo varía dependiendo de la zona de cultivo, las condiciones ambientales, la calidad de la cosecha, especie, tipo de procesado realizado, etc. En estudios realizados el valor de los carotenoides suele oscilar entre 500-700 ppm, sin embargo, especies como *E. guineensis* fo. *dura* reportan concentraciones hasta de 800-1600 ppm. [21] [25]

Un análisis típico de composición de carotenoides muestra al β- y α- caroteno como los mayoritarios (54 y 36% respectivamente), siendo el resto γ-caroteno, licopeno y xantofilas (cómo la cataxantina). [25] [26]

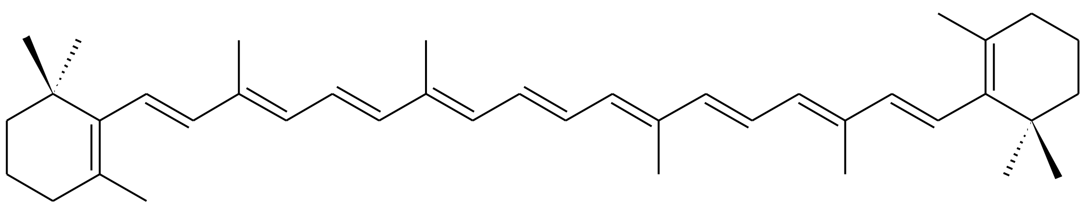

Figura 4 β-caroteno

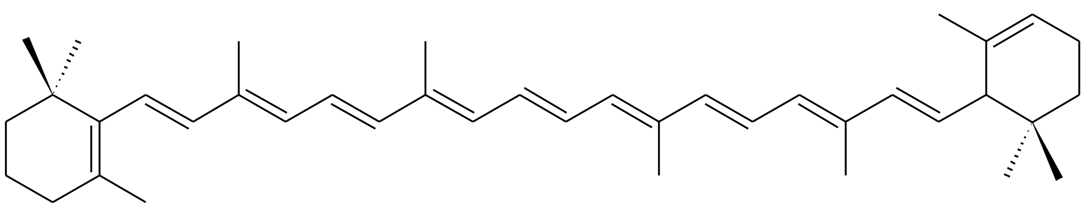

Figura 5 α-caroteno

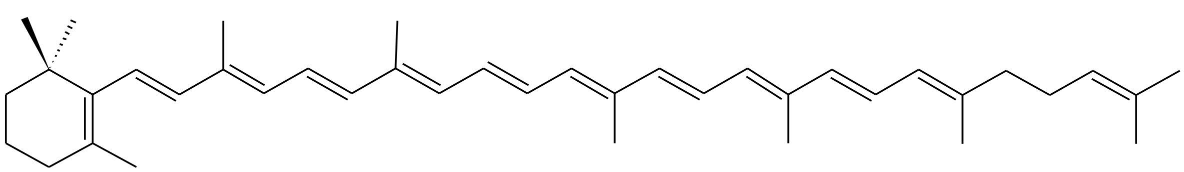

Figura 6 γ-caroteno

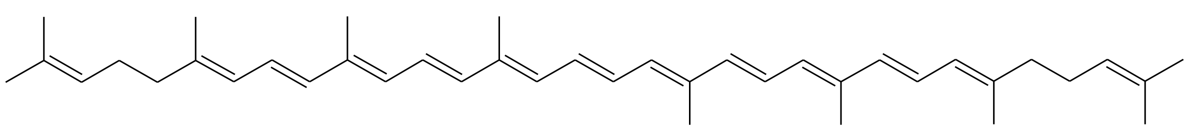

Figura 7 Licopeno

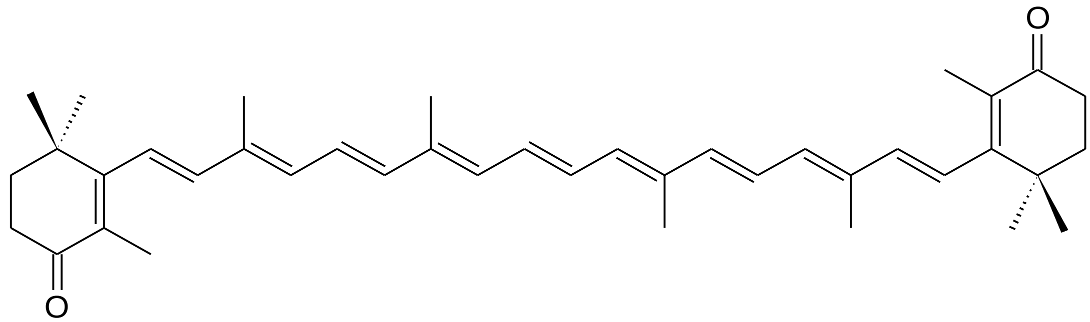

Figura 8 cataxantina

Los carotenoides son precursores de vitamina A (Retinol), con el β-caroteno con la mayor actividad de provitamina A, pudiendo *trans*formarse *in vivo*. La producción mundial del aceite de palma crudo ronda los 6 millones de toneladas, la cantidad respectiva de carotenoides estaría entre 3000-4200 toneladas. El aceite de palma crudo ha sido usado durante mucho tiempo por los africanos como fuente de vitamina A, sin embargo, en el resto del mundo no se considera una fuente aceptable por su contenido de ácidos grasos libres (sin esterificar con el glicerol). Contrariamente, la mayor parte de los carotenoides son destruidos por el proceso de refinado que consiste en el blanqueo, desodorizado y desacidificado del aceite; lo anterior ha motivado la búsqueda de técnicas y métodos viables de extracción, inclusive, los concentrados de β-caroteno pueden tener un alto valor comercial. [21] [24] [25] [26] [27]

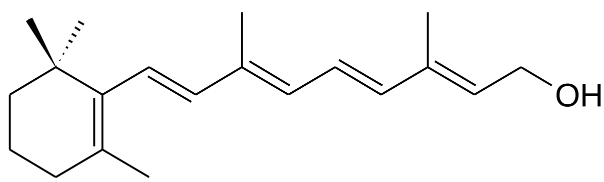

Figura 9 Retinol (Vitamina A)

3.1.2.2.2 Tocoferoles y Tocotrienoles (Tococromanoles)

Tocoferoles y Tocotrienoles están presentes en el aceite de palma en un rango variable, siendo un rango general entre 600-1000 ppm. Dichos compuestos son antioxidantes naturales importantes que también funcionan como vitamina E. Es sabido que los tocoferoles, en especial el α-tocoferol, presentan actividad antioxidante frente a reacciones en cadena radicalarias comparado con análogos sintéticos que no son aceptados globalmente, por tanto, el contenido de tocoferoles constituye un parámetro importante de calidad. Los principales constituyentes del aceite de palma son 44% γ-tocotrienol, 22% α-tocoferol y 12% δ-tocotrienol; el resto α- y β- tocotrienoles y β-, γ- y δ- tocoferoles. El aceite de palma, a pesar de ser relativamente resistente a la degradación oxidativa por sus niveles bajos de polinsaturación, los tocoferoles aún permanecen como antioxidantes útiles y su pérdida durante el procesado debe ser minimizado. [21] [28] [29] [30] [31] [32]

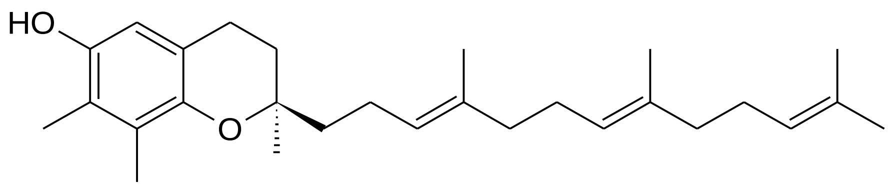

Figura 10 γ-tocotrienol

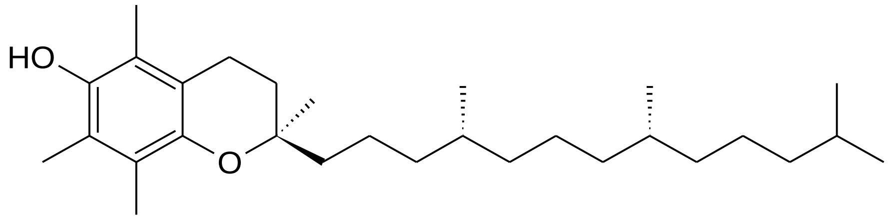

Figura 11 α-tocoferol

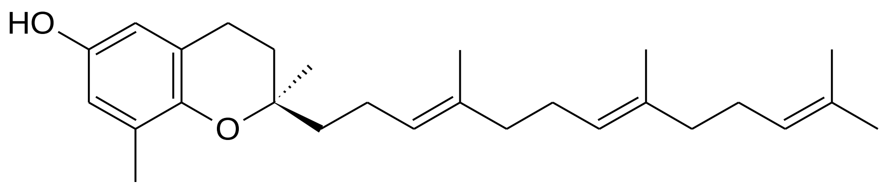

Figura 12 δ-tocotrienol

3.1.2.2.3 Esteroles

Los fitosteroles están presentes en el aceite de palma, siendo los mayoritarios sitosterol, campesterol y estigmasterol mientras que una pequeña fracción de colesterol está presente. El nivel de colesterol en los aceites vegetales es mínimo y junto con otros esteroles es disminuido aún más en el refinado. Los esteroles y sus ésteres, que también han sido detectados, aparentemente no poseen funcionalidad en el aceite, ni tampoco presentan un efecto negativo sobre éste; sin embargo, se ha sugerido que ciertos esteroles pueden proteger el aceite de polimerizaciones oxidativas durante el freído. Su presencia en la composición insaponificable, junto con otros componentes minoritarios, puede emplearse como huella dactilar para el aceite, es decir, para la detección de adulteración o mezclado. Dichos esteroles tienen el potencial, de ser extraídos, de conversión en derivados esteroidales, insecticidas fitosterólicos etc. [21] [23] [24] [33] [34]

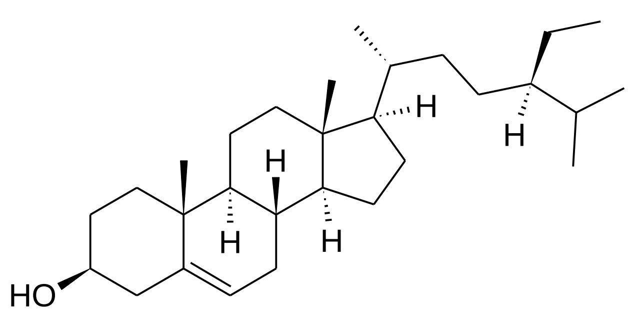

Figura 13 β-sitosterol

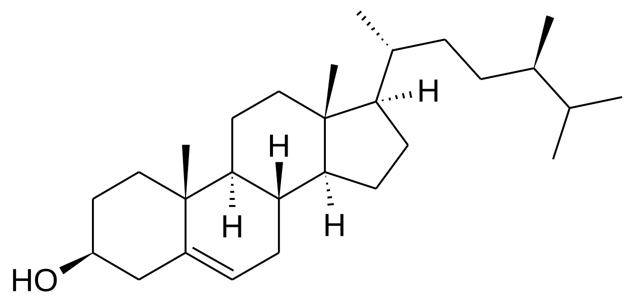

Figura 14 campesterol

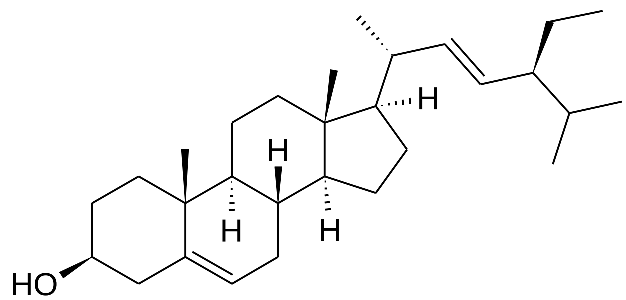

Figura 15 estigmasterol

3.1.2.2.4 Lípidos polares

Los fosfolípidos y glicolípidos son lípidos polares presentes en el aceite de palma, donde los primeros reciben atención considerable por su posible efecto perjudicial sobre la calidad del aceite. Ambos tipos de lípidos constituyen una parte importante de las membranas celulares, además de poseer una estructura anfifílica, debido a esta propiedad, aunque las cantidades sean pequeñas pueden facilitar la dispersión de impurezas microparticuladas que incluyen hierro y otras sustancias indeseadas. El fosfolípido mayoritario en el aceite de palma es la fosfatidilcolina mientras que el glicolípido corresponde al monogalactosildiglicérido. Ambos tipos de lípidos son eliminados casi por completo en el proceso de refinado, que puede incluir lavado, tratamiento con ácido fosfórico y adsorción con arcilla o tierras. [21] [31] [35] [36] [37] [38] [39] [40]

Por otra parte, estudios más detallados mostraron contrariamente que la mayor fuente de fósforo en el aceite de palma proviene del fosfato inorgánico comparado con el contenido de fosfolípidos. De manera general el contenido de fósforo inorgánico es cerca de ocho veces mayor que el fósforo proveniente de los fosfolípidos. Las dos formas de fósforo juegan un papel diferente; adicionalmente al efecto estabilizador de las dispersiones coloidales, los fosfolípidos han sido descritos como sinergistas de los antioxidantes mientras que el fosforo inorgánico puede ser indeseable. La adición de fosfolípidos ha demostrado una correlación positiva con la estabilidad oxidativa, limitando las cantidades de agua residual. El fosfato inorgánico no es deseado por acompañar al metal pro oxidante hierro en correlación con la cantidad de ácidos grasos libres en el aceite. Fósforo residual en aceite blanqueado y desodorizado, remanente de un procesado deficiente, está correlacionado con el aumento de ácidos grasos libres durante el *trans*porte. Como resultado, una buena práctica consiste en evitar el aumento del contenido de fósforo, es decir, remanentes de ácido fosfórico después del desgomado durante el refinado. Mientras que el fosfato o el ácido fosfórico pueden reaccionar con los fosfolípidos, su reacción con los glicéridos a alta temperatura no puede ser evitada. Los fosfolípidos y glicolípidos pueden formar micelas inversas, vesículas o gotas en emulsión, eliminando así los metales pro oxidantes y sus sales hidrofílicas de la fase lipídica, disminuyendo así su efectividad en la promoción de la autoxidación. El secuestro directo de iones metálicos por los lípidos polares tampoco se puede descartar en la acción sinérgica antioxidante. Los fosfolípidos no son en sí antioxidantes, pero trabajan en conjunción con antioxidantes como los tocoferoles. [35] [40] [41]

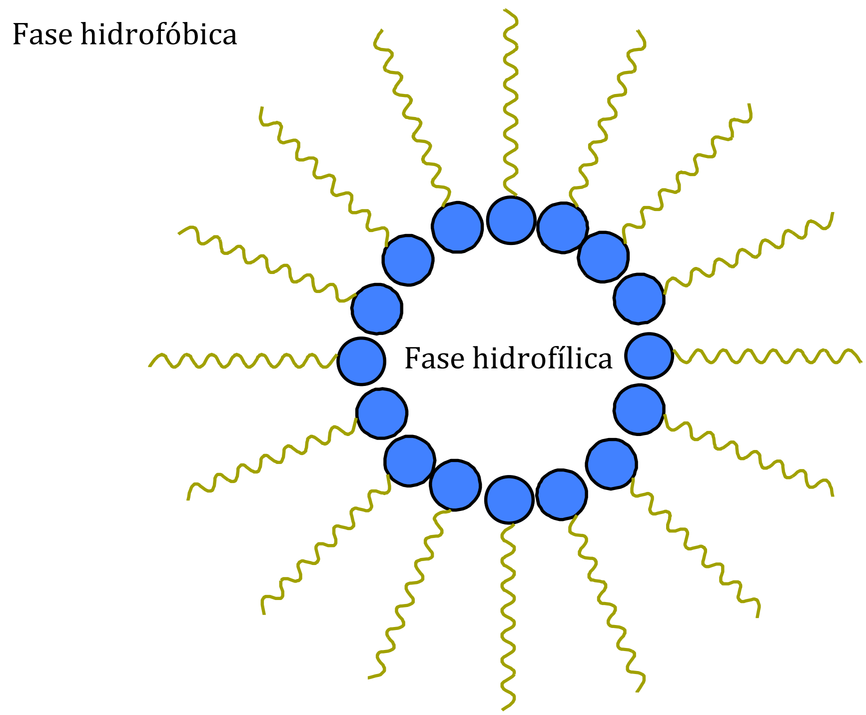

Figura 16 Esquema de una micela inversa formada por moléculas anfifílicas

Los glicolípidos, aunque en mayor proporción comparados con los fosfolípidos, es presumible su poca contribución a la calidad del aceite de palma crudo. En el peor de los casos, junto con los fosfolípidos, pueden contribuir a aumentar el microparticulado y otras impurezas en los aceites. [35] [40] [41]

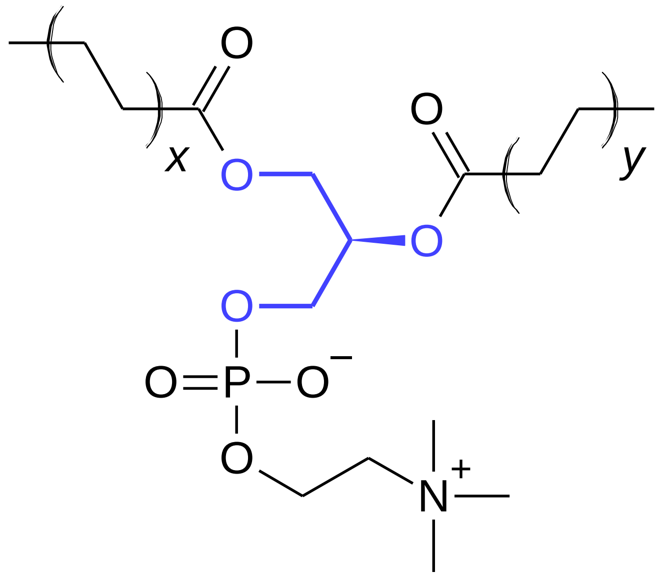

Figura 17 Fosfatidilcolina

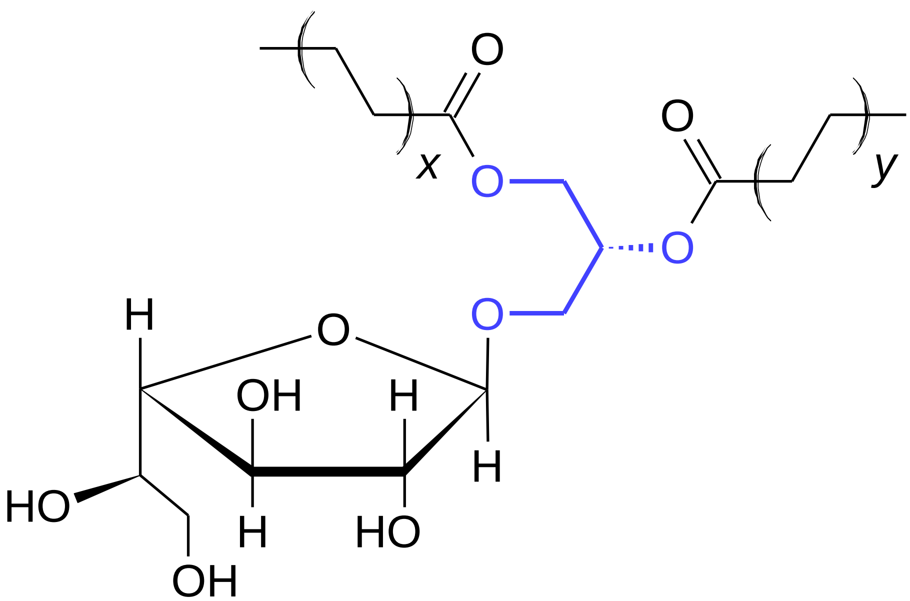

Figura 18 monogalactosil diglicérido

3.1.2.2.5 Impurezas

Los componentes no lipídicos, excluyendo humedad, pueden ser considerados como impurezas. La extracción del mesocarpio del fruto de palma también genera la acumulación de trazas de contaminantes inorgánicos y orgánicos. Contaminantes metálicos como el hierro y el cobre son conocidos como agentes pro oxidantes en cantidades catalíticas. Las impurezas de hierro son derivadas del desgaste y abrasión de la maquinaria de molienda y puede ser minimizada utilizando acero inoxidable en puntos estratégicos en el proceso de extracción o con extracción magnética. La mayor parte del hierro residual se encuentra particulado y mezclado con material inorgánico (compuestos de Ca, Mg, fosfatos, etc.) tanto como proteico y celulósico. Existe una gran probabilidad que estos componentes se encuentren en suspensión coloidal tal como lo evidencia la separación de dichos componentes mediante centrifugación. La presencia de los lípidos polares (fosfo y glico lípidos) puede ser parcialmente responsable por el comportamiento coloidal. Se conoce menos sobre otras impurezas como compuestos fenólicos, taninos y trazas de flavonoides; la mayoría de estos se originan a partir de los sépalos, exocarpio, fibra y pericarpio del fruto de palma. La presencia de estas y otras impurezas polares debe ser tomada en cuenta al tener el potencial de formar compuestos coloreados al oxidarse. [21] [24] [42]

En resumen, el contenido principal de constituyentes menores se resume en la siguiente tabla:

Tabla 3 Componentes minoritarios del aceite de palma crudo. [25]

Constituyente	ppm
Tocoferoles y tocotrienoles	600-1000
Carotenoides	500-700
Esteroles	326-527
Escualeno	200-500
Alcoholes alifáticos	100-200
Fosfolípidos	5-130
Alcoholes triterpénicos y metil esteroles	40-80
Hidrocarburos alifáticos	50

3.2 Cinética de degradación del β-caroteno

3.2.1 Introducción:

La cantidad de β-caroteno en las frutas, procesados derivados de éstas (por ejemplo aceite, jugo, puré, etc.) y vegetales es un parámetro importante desde el punto de vista nutricional y comercial, considerando éstos como las principales fuentes de β-caroteno y precursores de vitamina A. [12] [13] [14] [43] [44] [45] [46]

Por tanto, una justificación de interés comercial y de nutrición es la garantía de la máxima preservación del contenido de β-caroteno ya sea en productos terminados o en la búsqueda de la extracción directa del β-caroteno como producto final.

Planteado lo anterior, es de esencial importancia el conocimiento de la cinética de degradación del β-caroteno para la determinación del tiempo de caducidad (en productos de consumo; jugos, por ejemplo) o tiempos de operación industrial que busquen disminuir las pérdidas por degradación en el procesado. Diversos estudios indican pérdidas significativas durante el procesado y almacenaje por factores como tiempo, temperatura y oxígeno. [47] [48] [49] [50] [51] [52]

El conocimiento cuantitativo de los parámetros que afectan la degradación del compuesto en este estudio es, por tanto, importante para el diseño de los procesos y/o la elección de las mejores condiciones de guardado y *trans*porte para asegurar los productos con la mayor concentración posible.

3.2.2 Modelos cinéticos del β-caroteno

La mayoría de estudios en muestras alimenticias reportan una cinética de primer orden (Ecuación 1) respecto a la concentración de β-caroteno. [49] [53] [54] [55]

$$\ln\left(\frac{[\beta - caroteno]_t}{[\beta - caroteno]_{t=0}}\right) = -kt \tag{1}$$

Donde $[\beta - caroteno]$ es el contenido de β-caroteno, k la constante cinética de reacción y t el tiempo *trans*currido.

Algunos estudios representan el modelo como una inactivación cinética de microorganismos durante los procesos térmicos. [56] [57] [58]

$$\log\left(\frac{[\beta - caroteno]_t}{[\beta - caroteno]_{t=0}}\right) = -\frac{t}{D} \tag{2}$$

Donde D es el tiempo de reducción decimal en minutos (el tiempo requerido para reducir la concentración del β-caroteno en un 90%). La relación existente entre los dos modelos anteriores se deduce como sigue. [58]

$$D = \frac{\ln 10}{k} \tag{3}$$

Para un número considerable de muestras es aplicable el modelo de primer orden. Desde este modelo resulta sencillo obtener la constante cinética de reacción. Sin embargo, algunos estudios han logrado una mejor correlación entre el modelo y los datos experimentales con órdenes de reacción superiores a uno para la degradación del *trans*-β-caroteno en solventes no polares. Se ha asociado lo anterior a las reacciones de isomerización que son particularmente importantes en dichos solventes. [59] [60] [61]

La concentración de β-caroteno puede ser obtenida mediante HPLC, espectrofotometría, o la medición de una propiedad física asociada al contenido de β-caroteno, como el color. Cada uno de los métodos realizados presenta las ventajas y desventajas de la técnica empleada; por ejemplo, el HPLC presenta los mejores datos en términos de exactitud y pre*cis*ión (con ventaja de separación de las muestras complejas y los productos de degradación), pero adolece de un pre tratamiento de muestra, uso de solventes de calidad HPLC y tiempo de análisis mayores, lo cual incrementa los costos significativamente. Por otra parte, las técnicas espectrofotométricas ofrecen menores tiempos y tratamiento de muestra, menor uso de solventes, buena exactitud y buena pre*cis*ión, pero presenta las desventajas de no separar la muestra, lo que da pie a una absorción del isómero *cis* y productos de degradación que absorban entre 450-455 nm. [54] [62] [63] [64] [65] [66] [67] [68] [69] [70]

3.2.3 Mecanismo de degradación

El mecanismo de degradación del β-caroteno puede ser descrito como complejo y no comprendido completamente hasta el momento. Mas, sin embargo, algunas evidencias han permitido elucidar parte del problema, siendo uno de los factores primordiales en la oxidación la isomerización *cis-trans*, la cual da paso a la formación de un diradical singlete. [71] [72]

Una de las primeras evidencias sobre el mecanismo de degradación del β-caroteno fue el aislamiento de una serie de β-apocarotenales, lo cual fue confirmado al seguir una ruta oxidativa con H_2O_2/OsO_4; se ha determinado que estos productos son los principales en la oxidación del β-caroteno en extractos de tejido vegetal y oxidación química. [73] [74]

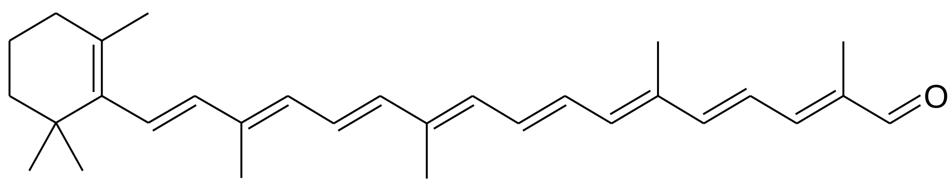

Figura 19 β-apo-8'-carotenal

La identificación de estos productos condujo a la propuesta de un mecanismo de ruptura excéntrica (no central). En este proceso, el β-caroteno es escindido por un mecanismo β, empezando en cualquier extremo del sistema conjugado, produciendo una serie de apocarotenales. Cuando se alcanza el doble enlace central 15, 15´, la oxidación subsecuente es bloqueada por el grupo metilo en posición C_{13}, el cual está en posición β desde el doble enlace central. Esto sin embargo ha dejado una interrogante sin responder, ¿en qué punto del sistema conjugado se da el ataque inicial? Es sabido que el primer paso de degradación debe ocasionar una isomerización de todo el β-caroteno *trans* al isómero *cis*, con el paso subsecuente de formación de una especie biradical o es un paso simultaneo y reversible (ver figura 20). [73]

Ha sido sugerido que la formación del isómero 15, 15´ *cis* a 13´-*cis*-β-caroteno puede dar lugar a sistemas conjugados más cortos, generando así un debilitamiento de la deslocalización π del sistema conjugado. Se ha observado que los productos de oxidación del β-caroteno son idénticos ya sea empleando oxígeno molecular u oxígeno singlete, cómo conclusión el mecanismo debe involucrar especies radicales para explicar la similitud de los productos en ambas reacciones. Si se forma la especie diradical de β-caroteno, esta solo puede originarse cuando el β-caroteno está en forma *cis*, como resultado el ataque del oxígeno será beneficiado en cualquier extremo del enlace *cis* formando radicales β-carotenil peroxilo, seguidos por reaccione subsecuentes según figura 20. El ataque radical seguido por una sustitución interna homolítica genera epóxidos, que aparecen como productos iniciales. Los productos estables, apocarotenales y apocaronenonas, pueden generarse a partir de radicales peroxilo formados por el ataque del oxígeno en cualquier posición del diradical. Dicho radical peroxilo sufre una reacción de sustitución intramolecular de radicales (S_Hi) para formar dioxetanos, los cuales se descompone para formar aldehídos y cetonas; esto se considera así por el hecho que todos los apocarotenales comienzan a aparecer al mismo tiempo. [72] [75] [76] [77] [78] [79]

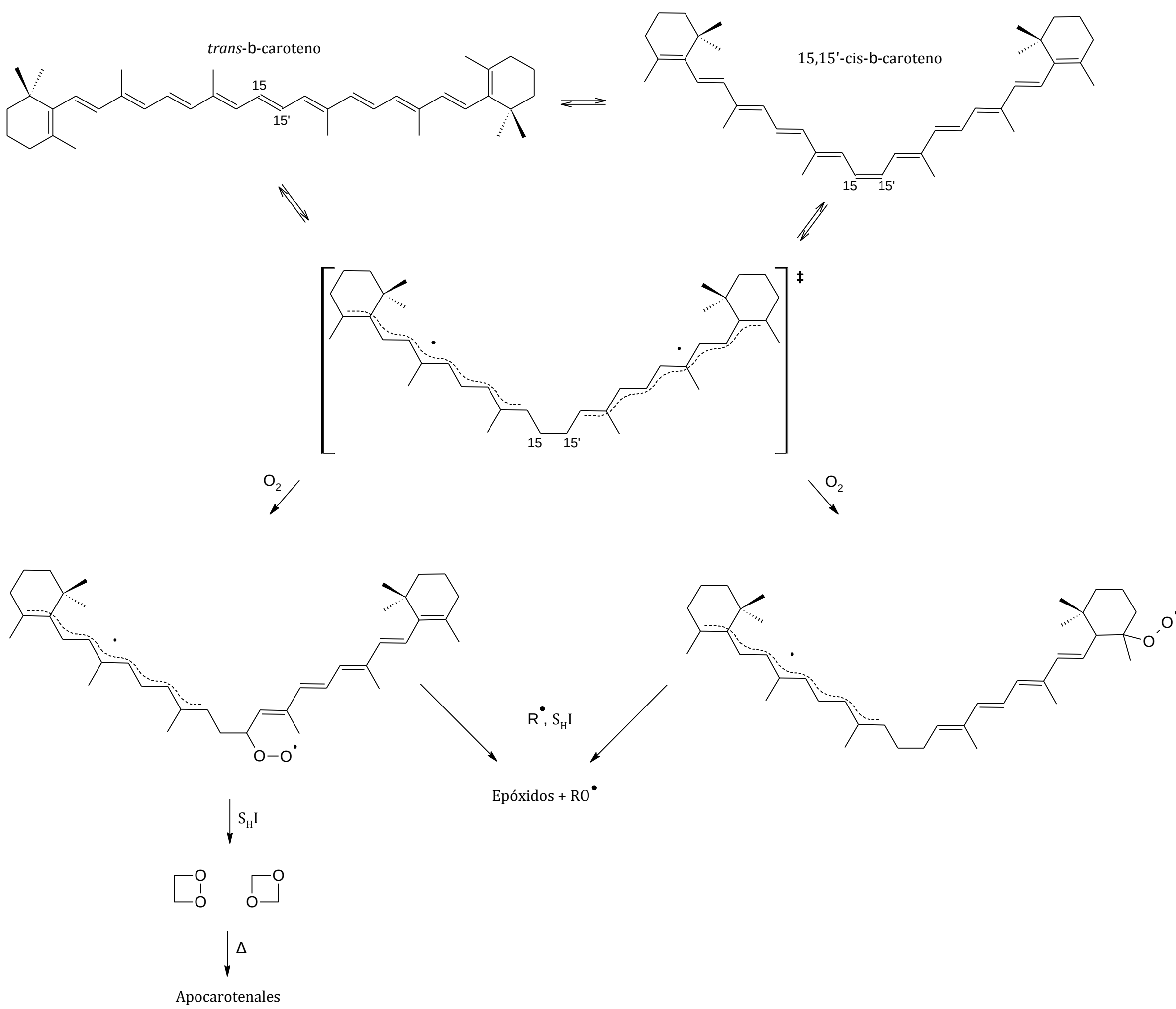

Figura 20 Primeras etapas de la oxidación del β-caroteno, primer etapa isomerización, segunda producción de radicales y luego la aparición de los productos de degradación [71]

Mediante modelado molecular se ha observado que la configuración *trans* del β-caroteno posee la menor energía estructural, mientras que en los isómeros *cis*, la menor energía corresponde al 9-*cis* y 13-*cis*-β-caroteno. Esta significativa estabilidad permite explicar porque ambos isómeros *cis* se encuentran en grandes cantidades en alimentos procesados además de dar una idea de la sucesión de aparición de los productos intermediarios. La ruta por la cual se forman los intermediarios posee dependencia con la temperatura; a baja temperatura los isómeros 13- y 15,15´-*cis*-β-caroteno son los predominantes, mientras que el 9-*cis*-β-caroteno es formado en condiciones más severas. Por tanto, la proporción de los isómeros formados es dependiente de la temperatura, e inclusive del solvente y el estado (sólido, disuelto, etc.) del β-caroteno. [75] [80]

3.2.4 Dependencia con la temperatura

En varios tipos de muestras alimenticias se ha confirmado la variable más importante frente a la degradación, siendo ésta la temperatura. Por tanto, el conocimiento de la dependencia de la temperatura es muy importante en el diseño de los procesos comunes que implique la dupla temperatura-tiempo, como lo es la esterilización, envasado, pasteurizado, desgomado, etc. Dicha dependencia es descrita por la ley de Arrhenius (Ecuación 4), la cual permite calcular la energía de activación. [55] [56] [60] [61] [63] [81] [82] [83] [84]

$$k = Ae^{-\frac{E_a}{RT}} \tag{4}$$

Donde las unidades de k la constante cinética de reacción y A el factor pre exponencial de Arrhenius dependen del orden de reacción. E_a la energía de activación ($J \cdot mol^{-1}$), R la constante ideal de los gases (8.314 $J \cdot K^{-1} \cdot mol^{-1}$) y T la temperatura absoluta (K). [85] [86]

La dependencia con la temperatura también puede ser descrita por el modelo de Bigelow. [87] [88]

$$\log\left(\frac{D_1}{D_2}\right) = \frac{T_2 - T_1}{z} \tag{5}$$

Donde D_1 y D_2 son los tiempos de reducción decimal para las temperaturas T_1 y T_2 respectivamente y z es la sensibilidad a la temperatura o la constante de resistencia térmica en °C.

La relación entre los dos modelos anteriores se deduce como sigue.

$$E_a = \frac{\ln(10)\, T_1 T_2 R}{z} \tag{6}$$

Estudios realizados en la cinética para diversos tipos de sustrato y procesos reflejan una enorme diferencia entre las constantes cinéticas (k) o los tiempos de reducción decimal (D) atendiendo el tipo de proceso sometido. Cuando el proceso es almacenado D puede expresarse en meses. Mientras que los procesos térmicos en horas o minutos. Esto refleja la dependencia de la cinética con las temperaturas manejadas durante los procesos. Sin embargo, la temperatura no es el único factor, los datos cinéticos pueden variar para el mismo sustrato y/o el proceso de tratamiento, por ejemplo, el calentamiento convencional posee una cinética de degradación lenta comparada con el calentamiento con microonda, esto puede asociarse con una *trans*ferencia térmica más eficiente y como resultado una degradación mayor del β-caroteno (ver tabla 4). [60] [64] [89] [90] [91]

Tabla 4 Datos cinéticos de diversos productos y procesos realizados [60] [64] [89] [90] [91]

Producto	***Determinación β-caroteno***	***Proceso***	***Rango de temperatura (°C)***	***Datos cinéticos***			
				k (min-1)	***E_a (kJ·mol^{-1})***	***D (min)***	***z (°C)***
Oleína de Palma	*Trans*-β-caroteno (HPLC)	Tratamiento térmico	120-180	-	88	-	34
Puré de papaya	Carotenoides totales 450 nm	Tratamiento térmico	70-105	0.002-0.006	21	1150	104
Jugo de naranja	*Trans*-β-caroteno (HPLC)	Tratamiento térmico	75-100	0.002-0.01	110	1300-85	20
		Microondas	100-125	0.58-0.78	14	4-3	179
Zanahoria deshidratada	Carotenoides totales 450 nm	Guardado después de escaldado	27-57	$2.7x10^{-6}$-$3.6x10^{-5}$	66	$8.3x10^{5}$ - $6.4x10^{4}$	25

El análisis de *Ea* y *z* muestra una sensibilidad térmica peculiar del β-caroteno frente a la elevación de temperatura (energías de activación arriba de 50 kJ mol^{-1} con *z* inferior a 34°C). Es deducible que el calor activa casi todas las rutas de degradación del β-caroteno. Lo anterior se debe a la evidencia de la isomerización, térmicamente inducida, al isómero *cis* del β-caroteno y el aumento de oxidación (formación de radicales libres) con el aumento de temperatura.

Se observa la acusada dispersión entre los valores de *Ea* y *z*, reflejando la dependencia de los valores con los productos y procesos a los cuales se someten estos. De hecho, la degradación del β-caroteno es muy dependiente de la presencia de co-sustratos que pueden encontrarse en diferentes concentraciones en distintas matrices.

Un aspecto importante deducido de los estudios cinéticos es la difícil comparación que puede realizarse entre datos cinéticos a diferentes rangos de temperatura, procesos, sustratos y matrices. Por tanto, los valores de *Ea* deben ser tomados con precaución de la literatura. La mayoría han sido calculados de manera empírica y son valiosos para diseñar condiciones de procesado solo para una aplicación concreta. En este sentido, no dan información del mecanismo de degradación y por tanto no puede realizarse una *trans*posición para otros productos o procesos. [60] [65] [89] [91]

3.2.5 Factores asociados a la cinética de degradación

Previamente se ha reconocido la importancia de la temperatura como factor predominante. Sin embargo, se analizarán otros factores asociados a la cinética de degradación del β-caroteno. Factores involucrados en la extracción de la materia prima, matriz, procesado, refinado y almacenado.

3.2.5.1 Efecto del oxígeno

La actividad antioxidante del β-caroteno consiste ya sea en extinción física del oxígeno singlete o el secuestro de las especies reactivas de oxígeno. Esta actividad antioxidante forma parte de las degradaciones que el β-caroteno puede sufrir; la presencia de oxígeno puede estar correlacionada con la cinética de degradación del β-caroteno. El efecto del oxígeno ha sido estudiado con mayor amplitud desde un punto de vista mecanístico; mostrando una dependencia de la presión parcial del oxígeno en el sistema sobre la autoxidación del β-caroteno, implicando que el oxígeno es el factor más importante en la degradación en sistemas lipídicos; siendo el radical peroxilo quien se une al β-caroteno para formar radicales estables que dan lugar a los productos de es*cis*ión del β-caroteno. [92] [93] [94] [95] [96] [97]

La mayoría de estudios en productos alimenticios consisten en la comparación de la degradación (o retención) del nivel de carotenoides cuando son sometidos a diferentes niveles de oxígeno. Por ejemplo, altas concentraciones de oxígeno están asociadas con altos niveles de degradación de carotenoides durante almacenamiento. Un problema del estudio de la influencia del oxígeno implica la diferenciación entre la presión parcial del oxígeno alrededor de la muestra y el oxígeno disuelto que está presente en la muestra durante el estudio; se han realizado estudios considerando el oxígeno disuelto en la muestra, evidenciando adicionalmente la necesidad de un modelo que incluya la *trans*ferencia de oxígeno atmosférico hacia la matriz (aceite). Por tanto, en el modelo cinético fue incluida la *trans*ferencia interna de oxígeno en el mecanismo (empleando n-decano como solvente); dicho mecanismo considera la degradación como una reacción en cadena (iniciación, propagación y ter minación). Se parte de dos etapas de iniciación, seguidas de dos de propagación y finalmente dos de terminación tal como describe la figura 21. [63] [92] [93] [97] [98]

$$\mathrm{AH} + \mathrm{O_2} \xrightarrow{k(I_1)} \mathrm{A\bullet} + \mathrm{\bullet OOH}$$

$$\mathrm{AOOH} + \mathrm{O_2} \xrightarrow{k(I_2)} \mathrm{AOO\bullet} + \mathrm{\bullet OOH}$$

$$\mathrm{A\bullet} + \mathrm{O_2} \underset{k(P_1^{-1})}{\overset{k(P_1)}{\rightleftharpoons}} \mathrm{AOO\bullet}$$

$$\mathrm{AH} + \mathrm{AOO\bullet} \xrightarrow{k(P_2)} \mathrm{AOOH} + \mathrm{A\bullet}$$

$$\mathrm{AOO\bullet} + \mathrm{AOO\bullet} \xrightarrow{k(T_1)} \text{Producto estable no radical}$$

$$\mathrm{A\bullet} + \mathrm{AOO\bullet} \xrightarrow{k(T_2)} \text{Producto estable no radical}$$

Figura 21 Mecanismo propuesto que incluye la concentración de oxígeno disuelto en el modelo. [98]

Donde:

$[AH] = [\beta - Caroteno]$

$[O_2] = [Oxigeno\ disuelto]$

$[A\bullet] = [Radical\ \beta - Caroteno]$

$[\bullet OOH] = [Hidroperoxido]$

$[AOOH] = [Hidroperoxido\ del\ \beta - Caroteno\ ]$

$[AOO\bullet] = [Radical\ peroxido\ del\ \beta - Caroteno]$

Dicho modelo genera la siguiente ecuación cinética del consumo de β-caroteno en función del tiempo y concentración de las especies (incluido el oxígeno disuelto) en un pseudo estado estacionario [98]:

$$-\frac{dC_{AH}}{dt} = k_{I1}C_{AH}C_{O_2} + k_{P2}(2k_{T1})^{-\frac{1}{2}}\left(1+\frac{k_{T2}k_{P1^{-1}}}{k_{T1}k_{P1}C_{O_2}}\right)^{-\frac{1}{2}}C_{AH}(k_{I1}C_{AH}C_{O_2} + k_{I2}C_{AOOH}C_{O_2})^{\frac{1}{2}} \tag{7}$$

Donde C_{AH} es la concentración residual del β-caroteno, C_{O_2} la concentración de oxígeno (disuelto), C_{AOOH} la concentración del hidroperóxido del β-caroteno y las constantes cinéticas asociadas al mecanismo descrito en la figura 21. [98]

Dicho modelo fue probado experimentalmente, obteniéndose el valor de todas las constantes cinéticas, mostrando buena correlación entre el valor predicho versus el obtenido al verificarse en un rango de 50-60 °C y una concentración de oxígeno disuelto entre 1.02-11.10 x 10^{-3} mol/dm^3. [98]

Empleando ácido oleico como solvente, se describe un modelo cinético que incluye 7 reacciones de oxidación del β-caroteno, 2 de oxidación del ácido oleico y 1 reacción entre el β-caroteno y el ácido oleico. Mostrando no solo la importancia del oxígeno en la degradación, también el efecto matriz, que en la gran mayoría de productos alimenticios es sumamente compleja y variable. [99]

Sin embargo, los modelos anteriores son de difícil aplicación en matrices complejas, donde la medición del oxígeno disuelto resulta impráctica (productos sólidos, como el fruto de palma) o la presencia de componentes oxidables que puedan interferir la medición. Considerando, adicionalmente, la disminución del oxígeno disuelto con la temperatura al mismo tiempo que los productos líquidos acuosos poseen una menor cantidad de oxígeno disuelto comparados con los oleosos. En los productos sólidos, la *trans*ferencia del oxígeno está muy limitada por los bajos coeficientes de difusión del oxígeno atmosférico hacia los alimentos; dichos coeficientes son difíciles de obtener experimentalmente y por tanto, el estudio del oxígeno disuelto es complicado en muestras alimenticias, siendo el factor limitante en los estudios cinéticos sobre la degradación del β-caroteno. [100] [101]

3.2.5.2 *Efecto de la matriz*

A causa de la diversidad de producto alimenticios (frutas, vegetales o derivados de éstas) y la complejidad de su composición, el efecto de la matriz en la degradación del β-caroteno es muy difícil de entender. Dos factores pueden ser identificados como los más generales: la ***composición*** en sí misma y la ***estructura*** en la cual se encuentra el β-caroteno en el sustrato; el cual es dependiente del tipo y estructura del producto: líquido, sólido, emulsión, etc. [62]

3.2.5.2.1 Efecto de la composición alimenticia

La composición es muy diferente entre los diferentes vegetales y frutas atendiendo a los distintos géneros, especies y variedades. Incluso en la misma variedad pueden ocurrir variaciones en la composición por factores climáticos. Inclusive, en algunos casos, la composición puede diferir en función de las distintas partes. Lo anterior justifica la dificultad del modelado cinético en productos reales y los intentos de elucidar los parámetros cinéticos a través de modelaje. [62]

3.2.5.2.1.1 Agua

Se ha encontrado evidencia que, a menor actividad del agua, la degradación del β-caroteno es más rápida. Obteniéndose un modelo de primer pseudo orden. Sin embargo el modelo es específico para la matriz estudiada, lo que implica cero *trans*posición de resultados al estudiar otra muestra o matriz. [63] [102]

3.2.5.2.1.2 Ácido

El efecto ácido en la degradación de carotenoides ha sido reportado en algunos estudios, como por ejemplo en el estudio de nano emulsiones de β-caroteno, fue concluido que la velocidad de degradación fue mayor en pH ácido. Adicionalmente un estudio en emulsiones de tipo O/W demostró que la degradación aumentaba drásticamente desde un pH 4 hacia abajo. El mecanismo descrito para la degradación en presencia ácida sugiere un primer paso de protonación del β-caroteno, seguido por una isomerización *cis-trans*; sin embargo, sugiere que la ruta no procede vía radicales libres, al contrario, mediante intermediarios iónicos, siendo los productos probables ésteres de los carotenoides. [81] [103] [104]

Sin embargo, otros estudios afirman que el pH ácido solo representa un efecto menor sobre la isomerización del β-caroteno en solventes o alimentos. [105] [106]

De manera general, el efecto del pH sobre el β-caroteno debe ser atribuido al tiempo de exposición al ácido, concentración del ácido, sustrato y matriz sobre la cual se realiza el estudio. Reafirmando así la especificidad de los resultados cinéticos y la dificultad de generalizarlos.

3.2.5.2.1.3 Insaturación de los lípidos

El efecto de los lípidos saturados e insaturados sobre la degradación del β-caroteno sigue sin esclarecerse. Se ha evidenciado que los carotenoides pueden reaccionar con los productos oxidativos de los lípidos, pero no se ha encontrado ninguna diferencia en la degradación de los carotenoides en diferentes sustratos de ácidos grasos. Se determinó una velocidad mayor de degradación en presencia de ácidos grasos saturados comparado a los insaturados; argumentando que los ácidos insaturados entran en competición con el β-caroteno frente a la reacción del oxígeno. Contrariamente, otros estudios, determinaron una mayor velocidad de degradación a medida el grado de insaturación del aceite aumentaba; fue considerado que los ácidos insaturados fueron oxidados más rápidamente comparado a los saturados, generando así radicales que podrían atacar con facilidad los carotenoides. [97] [107] [108] [109]

Por el momento la influencia de la insaturación de los lípidos sobre la degradación del β-caroteno permanece incierta.

3.2.5.2.1.4 Antioxidantes

Diversos estudios reportan interacciones de los carotenoides con otros antioxidantes, en particular con vitamina E y C. Vitamina E es el nombre genérico que abarca ocho tococromanoles (cuatro tocoferoles y cuatro trienoles). Dichos compuestos son lipofílicos y pueden encontrarse en aceites que contienen β-caroteno como el aceite de palma. Estas moléculas han demostrado una mejor acción de ruptura de cadena que el β-caroteno en reacciones de peroxidación inducida por radicales libres. Lo anterior aunado al efecto protector reportado en modelos lipídicos purificados. Otros estudios han demostrado un efecto sinérgico entre carotenoides y tococromanoles en sus efectos protectivos; de igual manera el ácido ascórbico ha mostrado sinergia con el β-caroteno en la prevención de oxidación y degradación de éste último, aunque únicamente mediante estructuras anfifílicas por su diferente polaridad y correspondiente solubilidad. [21] [32] [37] [110] [111] [112] [113]

Se ha desarrollado un modelo cinético que involucra el a-tocoferol; cinéticamente juega el papel de inhibidor. El modelo consta de 19 pasos elementales y fue comprobado a distintas temperaturas y concentraciones iniciales, con el agregado de incluir el oxígeno disuelto en el medio. [114]

3.2.5.2.1.5 Metales

Al contrario que los antioxidantes, los metales poseen un rol oxidante, se ha establecido que el β-caroteno ofrece poca protección ante la peroxidación de los lípidos inducida por metales, en particular el efecto es aumentado en pH bajo. [103] [115]

3.2.5.2.1.6 Efecto de la luz

De igual manera que la temperatura, la luz favorece la isomerización del β-caroteno, pero en menor proporción a ésta. Una comparación entre el efecto isomérico de la temperatura y la luz sobre el β-caroteno, describió un aumento de la constante cinética de 24 veces a 150°C comparado a un efecto prácticamente despreciable a -5°C y 2000 lx. Mientras que un estudio durante 21 días no encontró un efecto importante de la luz sobre el β-caroteno. [61] [70] [116]

En conclusión, la luz favorece la isomerización del β-caroteno, pero su efecto palidece comparado al de la temperatura. Por tanto, si el sistema permanece a temperatura constante (común durante el almacenamiento controlado), el efecto de la luz es de importancia a considerar; por otra parte, si el sistema será sometido a cambios de temperatura el efecto de la luz es despreciable comparado a la degradación térmica.

3.2.5.2.2 Efecto de la estructura

Durante el procesado (cortado, triturado, prensado, etc.) los micronutrientes son degradados primeramente por la ruptura en los tejidos; un ambiente oxidativo promueve las reacciones como resultado del contacto con el aire de igual manera la desorganización de la estructura celular y solubilización promueve reacción de degradación. [6] [31]

Estudios en plantas han revelado la ubicación de los carotenoides en los cromoplastos; inclusive dentro del cromoplasto los carotenoides pueden encontrarse en forma cristalina o parcialmente solubilizados en microgotas lipídicas en función del tipo de vegetal. En vegetales que contienen el β-caroteno preferentemente solubilizado muestran una mayor proporción del isómero *cis*-β-caroteno de manera natural; contrariamente los vegetales que contienen el β-caroteno en forma cristalina mayoritariamente el isómero *trans*-β-caroteno predomina. En un estudio se observó un aumento del isómero 13-*cis*-β-caroteno al adicionar jugo de uva al jugo de zanahoria; lo anterior es atribuido a la disolución parcial del caroteno cristalino presente en la zanahoria, indicando que la solubilización de los carotenos es un prerrequisito para la formación de los isómeros *cis*. La reacción inversa, la isomerización de *cis* a *trans* ocurre en β-caroteno parcialmente fundido. Adicionalmente se encontró una correlación entre el solvente y el grado de isomerización, siendo mayor en solventes no polares. [61] [75] [77] [117] [118] [119] [120]

El efecto protector de la estructura vegetal sobre el β-caroteno ha sido estudiado mostrando el β-caroteno con mayor sensibilidad a la isomerización que el licopeno, debido a la deformación o cambios en la ultraestructura celular de la pared celular de los organelos inducida por el tratamiento térmico, mientras que los dos grupos voluminosos de los anillos β-ionona, presentes en el β-caroteno difícilmente puede reorganizarse cómo lo haría el licopeno frente a estos cambios estructurales. Como resultado se observó un aumento en el isómero *cis*-β-caroteno mientras que la relación de isómeros *cis* y *trans* del licopeno permanecieron constantes. Los estudios anteriores muestran la crucial importancia de la estructura donde los carotenoides permanecen y el estado físico sobre la estabilidad de todas las configuraciones *trans*. [121] [122]

4 Metodología experimental

4.1 Muestra

El aceite crudo de palma a utilizar como muestra es comercializado en el país por Hondupalma. Dicho aceite es obtenido por extracción mecánica del mesocarpio del fruto de palma africana y comercializada a la planta aceitera Summa Industrial S.A. de C.V. [123] [124]

El muestreo se hizo en un tanque de almacenamiento en la planta industrial, fue proporcionado todo el aceite requerido. Se tomó 1L de aceite por cada viaje hecho hasta Lourdes Colón, Municipio donde están las instalaciones de Summa.

La muestra se almacenó y transportó en un recipiente ámbar de vidrio a 4-6°C sin exposición directa a la luz solar.

Previo a su uso, el aceite fue filtrado a vacío en papel filtro número 40 para eliminar los residuos del proceso de extracción y obtener una muestra más homogénea.

4.2 Elección del método

Con el fin de desarrollar la metodología experimental, se compararon los resultados mediante HPLC (Shimadzu) con detector UV-Vis con un espectrofotómetro UV-Vis (Shimadzu 1700).

Tal como se expuso en la sección 3.2.2, ambas técnicas presentan sus ventajas y desventajas para los estudios cinéticos, sin embargo, se contrastaron ambas técnicas, siendo la escogida el espectrofotómetro UV-Vis, ya que, a las condiciones estudiadas el cromatógrafo no presentó la resolución requerida para diferenciar entre el β-caroteno, demás carotenoides y productos de degradación (ver gráfico 4). Por tanto, al tener una separación insatisfactoria se optó por el método espectroscópico en aras de menor uso de solvente, menor tiempo de preparación de muestra y menor tiempo de respuesta.

Se empleó 450 nm de longitud de onda para el seguimiento de los carotenoides según referencias de estudios previos. [125] [126] [127] [128] [129] [130] [131] [132] [133] [134] [135] [136]

4.3 Curva de calibración HPLC

Para construir la curva de calibración se hicieron disoluciones de una muestra estándar, considerando este paso como análisis preliminar. El objetivo es elegir la técnica de análisis más eficiente para el desarrollo de esta investigación. A través de una función matemática que relaciona concentración vs absorbancia (variable independiente) se cuantificarán los carotenoides en la muestra real de aceite de palma (muestra problema).

Empleando estándar de β-caroteno (95% pureza), se realizaron disoluciones de 10 a 20 ppm (por triplicado) en la mezcla de elución (40% acetonitrilo-60% isopropanol en volumen), previamente sonicadas y microfiltradas. Se empleó una elución isocrática a 1.0 mL/min.

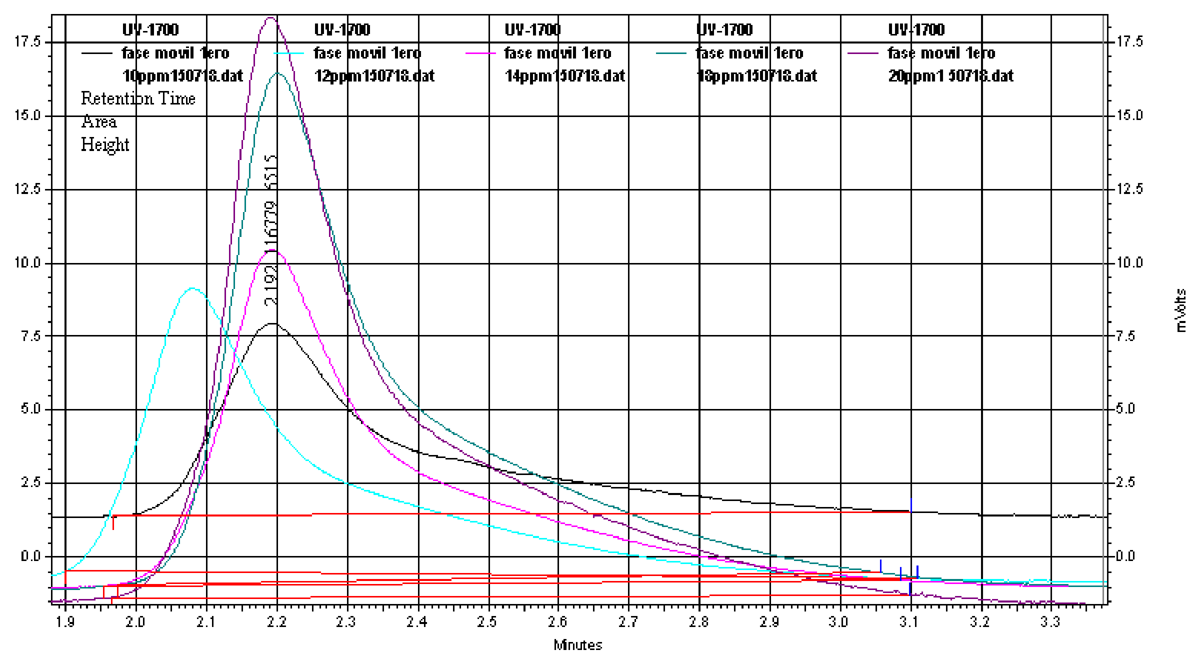

Gráfico 1 Cromatograma de la curva de calibración 10-20 ppm de estándar de β-caroteno. La curva negra solución de 10ppm, la curva aqua solución de 12ppm, la curva fucsia solución 14ppm, la curva azul solución 18ppm y la curva morada solución de 20ppm.

Se realizaron las mediciones de cada disolución por triplicado en más de una ocasión hasta obtener el rango de concentraciones adecuadas, es decir, las concentraciones que permitían la lectura de la señal emitida. Se inició con una concentración de 2 ppm sin embargo no detectaba señal por lo tanto se modificó la concentración hasta optimizar la metodología. Se concluyó que los mejores resultados eran el juego de soluciones desde los 10ppm hasta los 20ppm, con lo que se procedió a graficar la curva de calibración (absorbancia vs la concentración). El resultado fue un dato de R^2 aceptable, se presenta a continuación en el Gráfico 2.

La curva de calibración nos servirá para determinar la muestra desconocida. Se construye a partir de las disoluciones del estándar de β-caroteno (10ppm-20ppm) y a partir de la señal analítica emitida por el detector del HPLC.

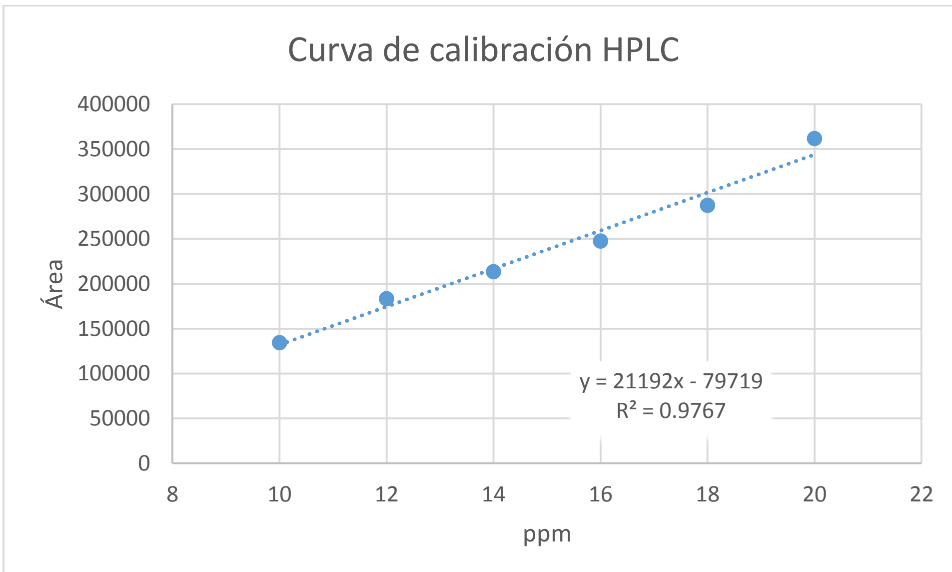

Gráfico 2 Curva de calibración HPLC con detector UV-Vis a 450 nm.

4.4 Curva de calibración UV-Vis

De igual manera se realizó la curva de calibración empleando las mismas soluciones y por triplicado con el espectrofotómetro UV-Vis a 450 nm. Sin embargo, la curva se extendió hasta una concentración de 40 ppm por las absorbancias observadas durante los ensayos preliminares. (Ver Gráfico 4 en sección 5.2)

4.5 Resolución HPLC

Para evaluar la resolución del HPLC se preparó una muestra cinética según el siguiente procedimiento.

a) Se filtró el aceite de palma crudo con papel filtro número 40 para eliminar residuos del prensado.
b) Se calentó una muestra de aceite de palma crudo en un Erlenmeyer de 25 ml a 90°C empleando un Hot Plate durante 6 horas a presión ambiente. Esto se hizo utilizando un baño de María para asegurarse que calentara toda la muestra de aceite.
c) Se tomó una muestra del aceite calentado del procedimiento anterior, se diluyó en un factor (157,5 veces) que permitiera que la concentración de la muestra fuera cercana a 20 ppm empleando la mezcla de fase móvil como solvente de dilución.
d) Esta disolución fue filtrada (microfiltro), sonicada por 30 minutos e inyectada en el HPLC.
e) Se varió la velocidad de elución en cada inyección de disolución, desde los 0.10 ml/min hasta los 2 ml/min.

El paso b) fue realizado a la máxima temperatura que puede manipularse y el tiempo máximo disponible para trabajar en el laboratorio en una sesión. Esto con el objetivo de obtener la máxima concentración posible de productos de degradación. Empleando 450 nm como longitud de onda en ambos detectores, se estableció la concentración de carotenoides para la construcción de la curva de calibración, con ella se estimó una concentración de carotenoides en el aceite de palma crudo aproximadamente a 3150 ppm. Con este dato se realizó la dilución en la mezcla de elución respectiva. Luego del estudio de la disolución, no se observó la aparición de nuevas señales.

La concentración de Betacaroteno en la muestra se determinó de la siguiente manera:

Se pesó en un balón de 25 ml una alícuota de 335μL de aceite de palma crudo filtrado, se aforó hasta la marca con el solvente isopropanol-acetonitrilo mezcla 60:40. Luego de homogenizar se determinó la absorbancia según la siguiente tabla:

Tabla 5 Masa de aceite de palma crudo y su absorbancia

	Masa (g)	Absorbancia
	0.252	1.471
	0.251	1.476
	0.250	1.472
	0.251	1.472
	0.251	1.473
PROMEDIO	0.251	1.472

Empleando la curva de calibración se convierte la absorbancia promedio en la concentración promedio de la disolución resultante. Siendo 31.63 mg/L

Por tanto, la concentración de Betacaroteno en el aceite se calcula:

$$\frac{31.63mg}{L} * 25\ mL * \frac{1\ L}{1000\ mL} * \frac{1}{0.251\ g} * \frac{1000\ g}{1\ kg} = 3150\ ppm$$

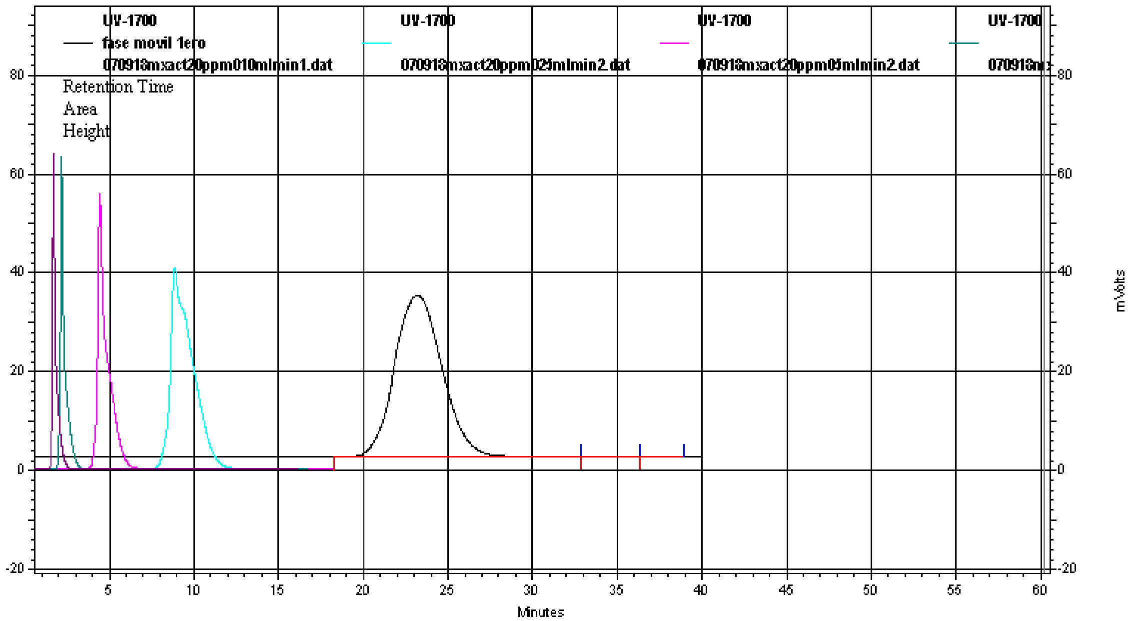

Gráfico 3 Cromatogramas a distintas velocidades de elución de la muestra de aceite de palma crudo calentado a 90° durante 6 horas.

Las señales que se observan superpuestas en el *gráfico 3* corresponden a lecturas de una muestra de solución estándar a una concentración de 20ppm la cual se eluyó a diferentes velocidades. En el gráfico se presenta la curva negra que corresponde a la primera velocidad 0.1 ml/min, la curva aqua 0.25 ml/min, la curva morada 0.5 ml/min, la curva azul 1 ml/min y la curva morada de 1.25 ml/min. Lo que se busca es verificar si con este cambio se podían observar otras señales en los Cromatogramas, es decir, si el HPLC nos permitiría separar el β-Caroteno de los productos de degradación u otras especies similares, sin embargo se logró concluir que no hay mayor beneficio en usar este equipo sobre utilizar el Espectrofotómetro UV/VIS.

Con el uso del HPLC se requiere solventes de alta pureza y un mayor tratamiento de la muestra, al usar el Espectrofotómetro UV/VIS disminuye el tiempo de preparación de muestras, el uso del equipo es más práctico y más accesible ante la realidad de un país como el nuestro. El HPLC permite analizar muestras complejas como una matriz de aceite de palma que contiene más de un componente además del analito pero a pesar que esta ventaja fue el principal motivo para usarlo en este estudio, al realizar los ensayos preliminares no se observó otro componente que absorbiera a 450 nm y por tanto con esta premisa se decidió emplear al Espectrofotómetro UV/VIS ya que no habría otro elemento en la muestra que nos represente algún error en las lecturas con este equipo.

4.6 Diseño experimental para el estudio de la cinética:

PRIMERA PARTE: TRATAMIENTO DE MUESTRA

i. Se filtró la muestra de aceite de palma crudo con papel filtro 40 mediante vacío.
ii. Se procedió a guardar el aceite filtrado en un frasco de vidrio ámbar y se almacenó alejado de la luz hasta su posterior uso, en refrigeración.

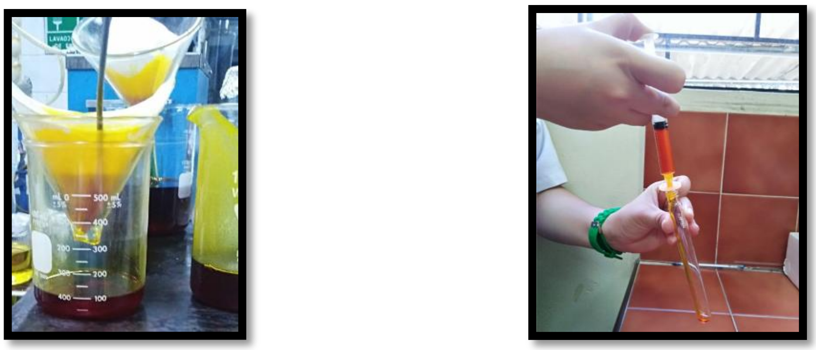

Figura 22 Filtrado de aceite de palma crudo

SEGUNDA PARTE: ORDEN DE REACCIÓN.

En el laboratorio de la escuela de química no se dispone de un termostato, la temperatura se controló utilizando un volumen relativamente grande de agua calentada para estabilizar los cambios en la distribución de calor.

i. Se armó un sistema para calentar la muestra:
   Llenando con agua del grifo un beaker de 1L, aproximadamente hasta los 800 ml. Y usando un Hot Plate se calentó el agua hasta una temperatura estable de 42ºC.
   Se colocó con la ayuda de un soporte un Erlenmeyer de 25 ml en el baño de agua, tal como muestra el esquema siguiente:

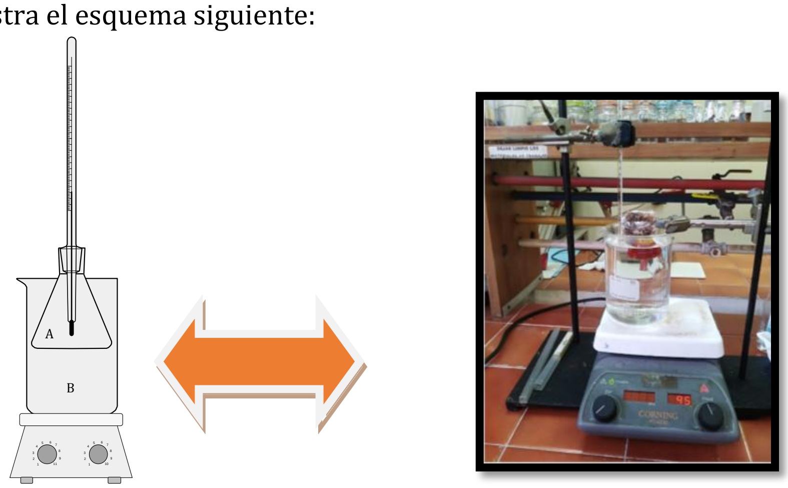

Figura 23 Montaje experimental propuesto.

ii. Una vez la temperatura se estabilizó en 42ºC se agregaron 6 mL del aceite filtrado en el Erlenmeyer de 25 ml y se inició la cuenta en el cronometro.

iii. La primera alícuota se tomó en el tiempo 0 (T_0), para ello se procedió de la siguiente manera:

a. Con una micropipeta se tomó una pequeña porción del aceite.

b. Dentro de un balón volumétrico de 25 ml se agregó la muestra tomada con la micropipeta hasta que se pesar aproximadamente 0.25g del aceite del Erlenmeyer en el baño de maría, el remanente en la micro pipeta se devolvió.

c. Se aforó con el solvente isopropanol-acetonitrilo mezcla 60:40. Se homogenizó y se procedió a su lectura en el Espectrofotómetro UV/VIS

iv. Se tomaron alícuotas cada dos horas en un lapso de 6 horas (T_2, T_4 y T_6) y se hicieron sus mediciones en el espectrofotómetro.

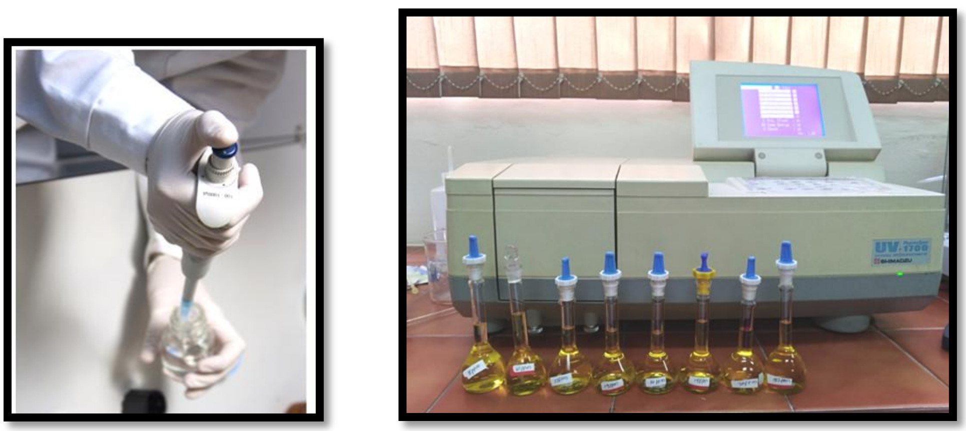

Figura 24 Lecturas en Espectrofotómetro

v. Utilizando la curva de calibración (Gráfico 4) se convirtieron las absorbancias en concentraciones. Obteniéndose así la gráfica de concentración de β-caroteno vs Tiempo.

vi. El orden de reacción se determinó aplicando los modelos integrados a la curva de concentración vs tiempo.

TERCERA PARTE: ENERGIA DE ACTIVACIÓN.

i. Se repitieron los pasos del i. al vi. de la segunda parte con las temperaturas 60, 80 y 90ºC.

ii. Con las constantes obtenidas a diferentes temperaturas se aplicó el Modelo de Arrhenius para obtener la energía de activación respectiva a la degradación cinética estudiada.

CUARTA PARTE: TIEMPO DE REDUCCIÓN DECIMAL, TIEMPO DE VIDA MEDIA Y FACTOR Z.

El tiempo de reducción decimal lo que indicará es el tiempo que tardo en degradarse el β-caroteno desde el 100% hasta un 90% de su concentración inicial. Mientras que el tiempo de vida media implica el tiempo que tardó en degradarse hasta un 50%.

i. Una vez conocidas las constantes cinéticas a las diferentes temperaturas se procedió a calcular el tiempo de reducción decimal y el factor z según las ecuaciones (3) y (5).

ii. El tiempo de vida media se calculó utilizando la Ecuación (3) modificada.

4.7 Conclusiones de los ensayos preliminares

i. El contenido de carotenoides, medidos a 450 nm, en el aceite de palma crudo empleado es aproximadamente 3150 ppm, valor que sobrepasa los valores registrados en literatura, sin embargo, como se mencionó en la sección 3.1.2.2.1 la carga de carotenoides no es un estándar y depende de muchos factores de cosecha, procesado y transporte. Por tanto, no es un dato alarmante o que pueda afectar el estudio cinético.

ii. El uso del HPLC no ofrece la ventaja de resolución en la separación del β-caroteno de la matriz en las condiciones estudiadas sobre el uso del espectrofotómetro UV-Vis.

iii. Las limitaciones de equipo obligan emplear un baño agua relativamente grande para aminorar las fluctuaciones de temperatura. Unos 800 mL de agua por 6 mL de aceite son sugeridos, ver *figura 23*.

5 Análisis y discusión de resultados

5.1 Curva de calibración

Se midió la absorbancia de una serie de disoluciones desde 8 hasta 40 ppm del estándar de β-caroteno disuelto en mezcla 60:40 isopropanol/acetonitrilo.

Tabla 6 Curva de calibración del estándar β-caroteno en UV-Vis

ppm	abs1	abs2	abs3	abs(promedio)
8	0.372	0.305	0.316	0.331
10	0.486	0.389	0.398	0.424
12	0.520	0.432	0.443	0.465
14	0.632	0.537	0.507	0.558
16	0.690	0.602	0.584	0.625
18	0.832	0.711	0.731	0.758
20	0.855	0.784	0.790	0.809
22	1.068	0.888	0.927	0.961
24	1.165	1.148	1.108	1.140
26	1.284	1.257	1.263	1.268
28	1.362	1.384	1.366	1.370
30	1.449	1.457	1.432	1.446
34	1.596	1.631	1.612	1.613
38	1.754	1.783	1.719	1.752
40	1.851	1.842	1.798	1.830

Obteniéndose de la relación A vs C un coeficiente de correlación lineal y los parámetros de la ecuación:

Tabla 7 Parámetros de regresión lineal de A vs C de la curva de calibración del estándar de β-caroteno en UV-Vis

Coeficiente de correlación (r)	Parámetros ecuación: A = mC + b	
	m	b
0.9942	0.0501	-0.1119

Siendo la gráfica de dispersión la siguiente:

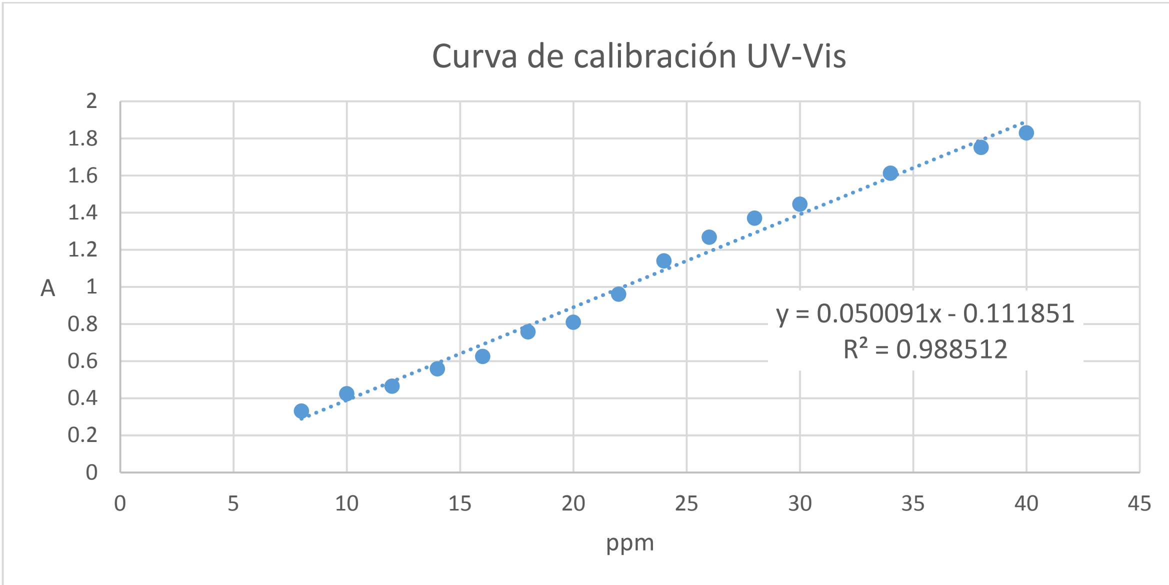

Gráfico 4 Curva de calibración en UV-Vis

Esto permite obtener la siguiente ecuación que se utilizará para calcular la concentración a partir de la absorbancia durante el estudio cinético:

$$C = \frac{A - b}{m} \tag{8}$$

5.2 Estudio cinético

El estudio de la concentración de β-caroteno en función del tiempo se realizó midiendo la absorbancia a los tiempos 0, 6, 24, 30, 48, 54, 72 y 78 horas respectivamente. Cada experimento se realizó por triplicado a cada temperatura.

5.2.1 42°C

A la temperatura de trabajo de 42°C se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 8 A vs t de la degradación de β-caroteno a 42°C

A1	A2	A3	A prom	t (h)	t (s)
1.557	1.549	1.554	1.553	0	0
1.541	1.556	1.554	1.550	6	21600
1.549	1.546	1.550	1.548	24	86400
1.532	1.541	1.557	1.543	30	108000
1.535	1.534	1.539	1.536	48	172800
1.528	1.530	1.532	1.530	54	194400
1.500	1.546	1.521	1.522	72	259200
1.533	1.500	1.525	1.519	78	280800

Siendo el gráfico de dispersión de A promedio vs tiempo en segundos:

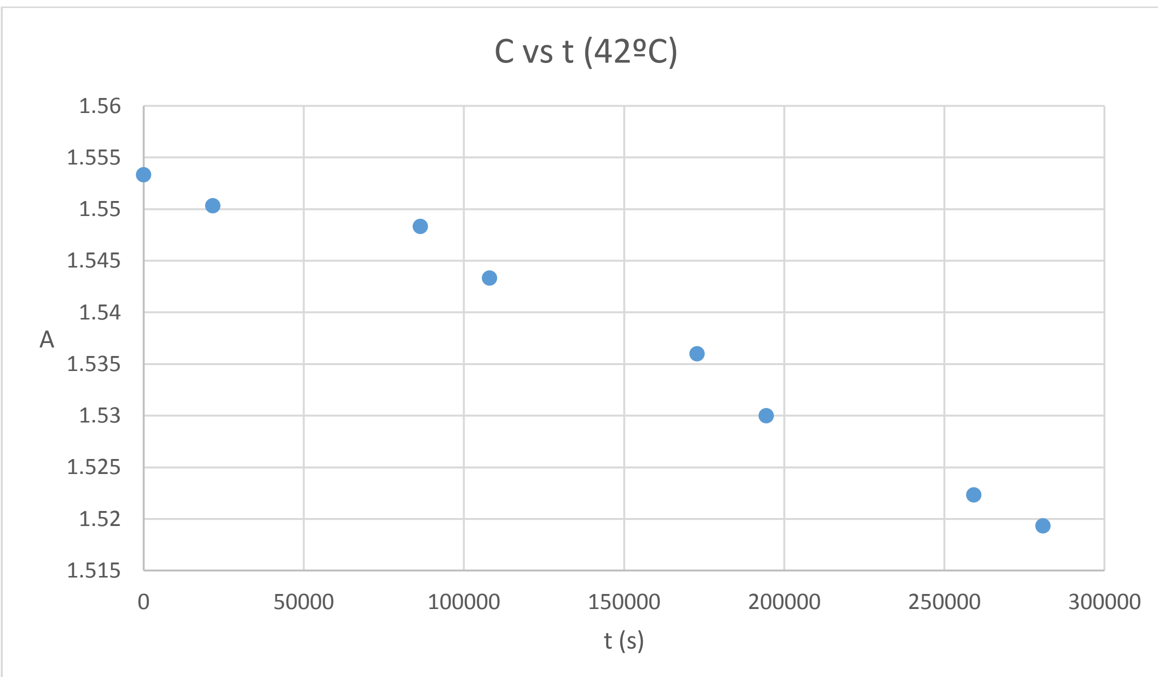

Gráfico 5 Estudio cinético de A vs t para 42°C

5.2.2 60°C

A la temperatura de trabajo de 60°C se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 9 A vs t de la degradación de β-caroteno a 60°C

A1	A2	A3	A prom	t (h)	t (s)
1.456	1.452	1.455	1.454	0	0
1.431	1.439	1.440	1.436	6	21600
1.402	1.400	1.400	1.400	24	86400
1.395	1.395	1.398	1.396	30	108000
1.362	1.366	1.357	1.361	48	172800
1.341	1.323	1.345	1.336	54	194400
1.268	1.247	1.300	1.271	72	259200
1.244	1.253	1.272	1.256	78	280800

Siendo el gráfico de dispersión de A promedio vs tiempo en segundos:

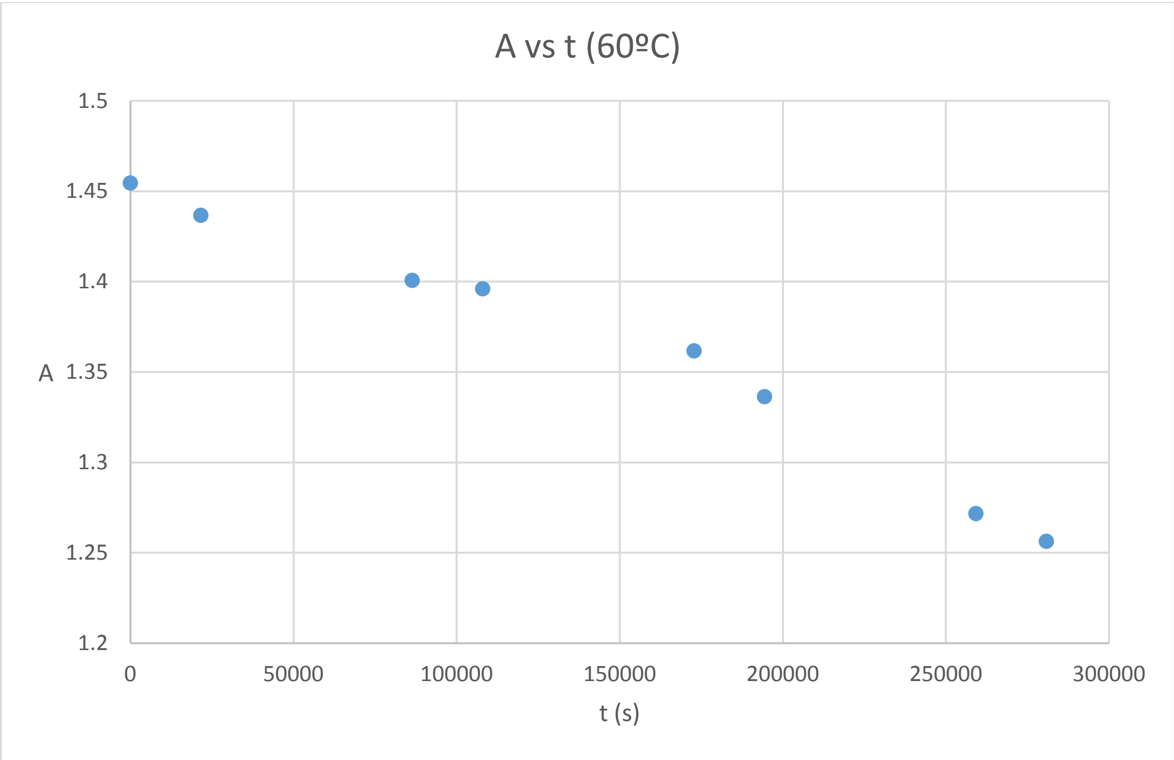

Gráfico 6 Estudio cinético de A vs t para 60°C

5.2.3 80°C

A la temperatura de trabajo de 80°C se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 10 A vs t de la degradación de β-caroteno a 80°C

A1	A2	A3	A prom	t (h)	t (s)
1.465	1.468	1.479	1.470	0	0
1.423	1.428	1.429	1.426	6	21600
1.289	1.263	1.289	1.280	24	86400
1.245	1.240	1.241	1.242	30	108000
1.158	1.191	1.166	1.171	48	172800
1.132	1.130	1.139	1.133	54	194400
1.040	1.010	1.030	1.026	72	259200
0.880	0.950	1.090	0.973	78	280800

Siendo el gráfico de dispersión de A promedio vs tiempo en segundos:

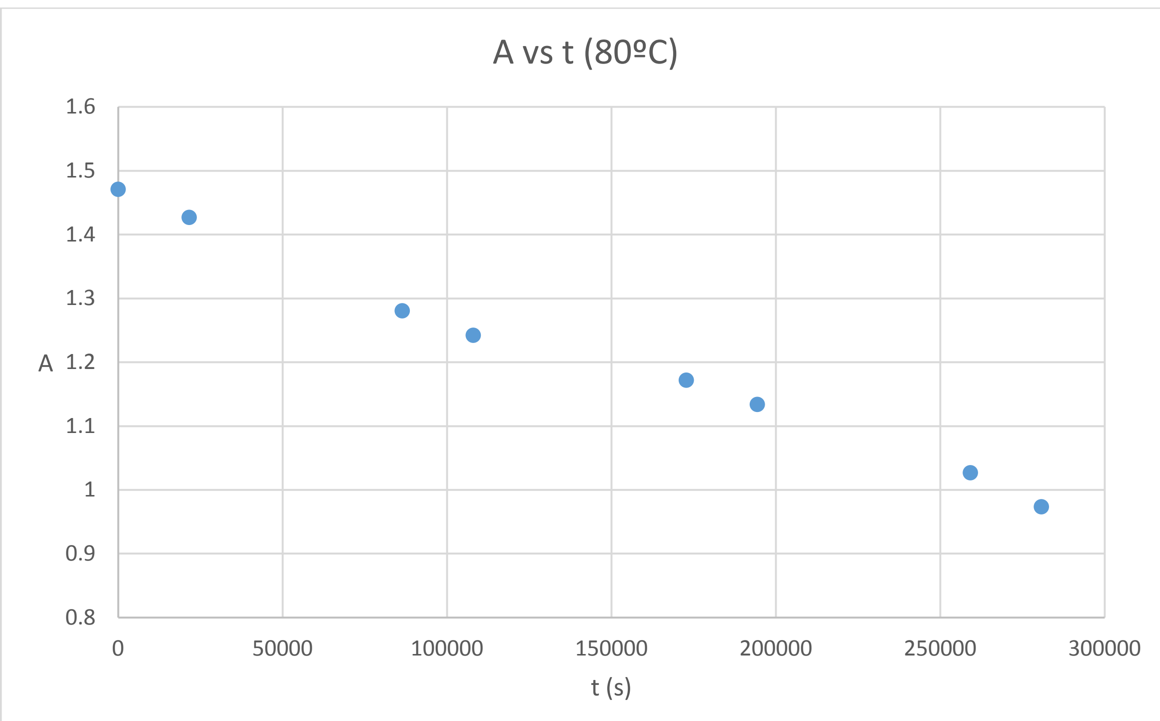

Gráfico 7 Estudio cinético de A vs t para 80°C

5.2.4 90°C

A la temperatura de trabajo de 90°C se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 11 A vs t de la degradación de β-caroteno a 90°C

A1	A2	A3	A prom	t (h)	t (s)
1.472	1.472	1.473	1.473	0	0
1.285	1.302	1.301	1.296	6	21600
0.990	0.980	0.935	0.968	24	86400
0.888	0.891	0.876	0.885	30	108000
0.583	0.594	0.605	0.594	48	172800
0.501	0.495	0.517	0.504	54	194400
0.397	0.397	0.388	0.394	72	259200
0.321	0.351	0.392	0.355	78	280800

Siendo el gráfico de dispersión de A promedio vs tiempo en segundos:

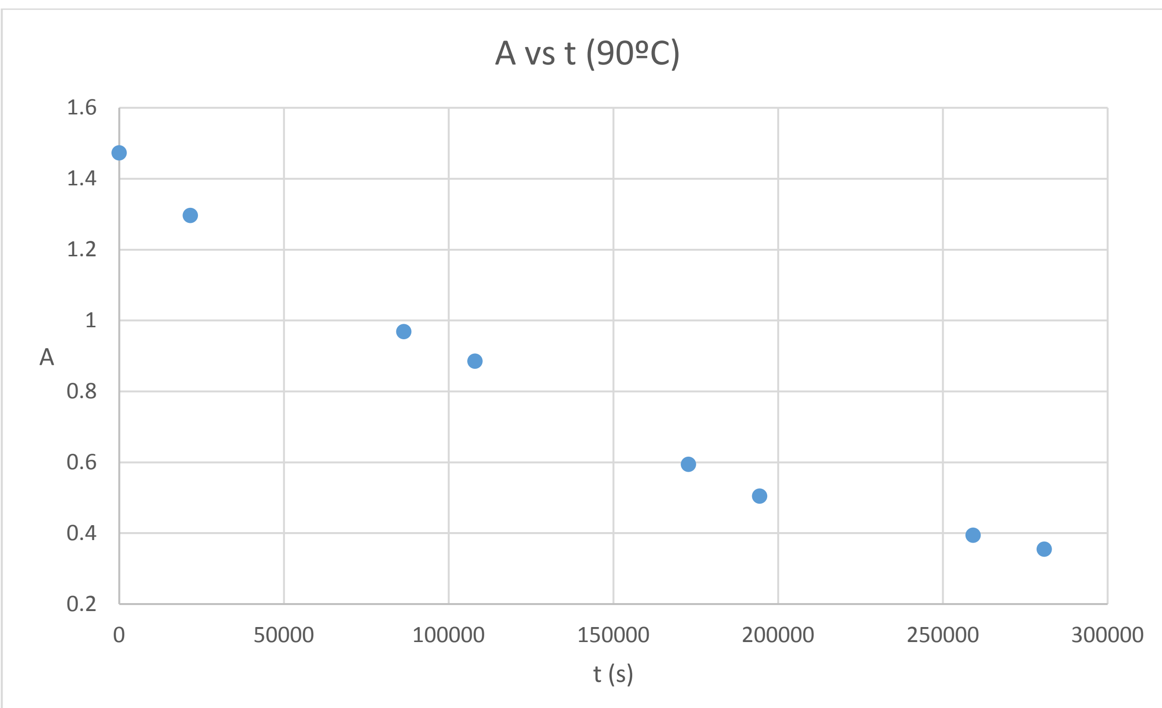

Gráfico 8 Estudio cinético de A vs t para 90°C

5.3 Orden de reacción

Para determinar el orden de reacción. Debe de considerarse el modelo general de descomposición para una reacción del tipo:

$$A \rightarrow P \tag{9}$$

Donde A representa el β-caroteno y P los productos de descomposición térmica. Para la Ecuación (9) el modelo cinético para la descomposición térmica será:

$$\frac{d[A]}{dt} = -k[A]^n \tag{10}$$

Donde $[A]$ es la concentración de β-caroteno, k la constante cinética y n el orden de reacción.

Resolviendo la Ecuación (10) se obtiene la siguiente expresión:

$$\int [A]^{-n} d[A] = -k \int dt \tag{11}$$

Obteniéndose la expresión:

$$[A]^{1-n} = (n-1)kt + C \tag{12}$$

Donde C es la constante de integración. Utilizando las condiciones iniciales donde $t = 0$ puede demostrarse que dicha constante es igual a $C = [A]_0^{1-n}$, donde $[A]_0$ es igual a la concentración inicial de β-caroteno.

La Ecuación (12) es válida para cualquier valor de n excepto 1. Cuando n es igual a 1, la resolución de la Ecuación (11) es igual a:

$$[A] = [A]_0 e^{-kt} \tag{13}$$

Por tanto para determinar el orden de reacción, se estudiará la dependencia lineal entre $[A]^{1-n}$ vs t para cualquier valor de n excepto 1. Para un orden de reacción 1 se estudiará la dependencia lineal entre $\ln[A]$ vs t. La relación que presente el mayor coeficiente de correlación (r) determinará el orden de reacción que mejor describe los resultados cinéticos obtenidos.

Se determinarán los órdenes de reacción entre 0 y 3.5 en incrementos de 0.01; a pesar que un orden de 3 es muy poco probable desde el punto de vista cinético se verificará con los datos experimentales para observar/descartar cualquier concordancia con órdenes superiores de reacción.

5.3.1 42°C

Tabla 12 Multiorden para $0 \geq n \geq 3.5; n \neq 1$ a 42°C

			n				
A prom	**t (s)**	**C (ppm)**	**0**	**0.01**	**0.02**	⋯	**3.5**
1.553	0	33.24	33.24	32.09	30.99	⋯	0.0001570
1.550	21600	33.18	33.18	32.04	30.94	⋯	0.0001577
1.548	86400	33.14	33.14	32.00	30.90	⋯	0.0001581
1.543	108000	33.04	33.04	31.91	30.81	⋯	0.0001593
1.536	172800	32.90	32.90	31.77	30.68	⋯	0.0001611
1.530	194400	32.78	32.78	31.65	30.57	⋯	0.0001626
1.522	259200	32.62	32.62	31.51	30.43	⋯	0.0001645
1.519	280800	32.56	32.56	31.45	30.37	⋯	0.0001652
r $[A]^{1-n}$ vs t			**0.985235**	**0.985233**	**0.985230**	⋯	**0.984341**

Siendo el mayor valor obtenido de r cuando el orden es 0.

Tabla 13 Mejor ajuste multiorden a 42°C

Mejor ajuste multiorden (n)	**Coeficiente de correlación lineal para $[A]^{1-n}$ vs t**
0	0.985235

Ahora comprobando los datos para orden 1.

Tabla 14 ajuste para orden 1 a 42°C

A prom	**t (s)**	**C (ppm)**	**Ln (C)**
1.553	0	33.24	3.50364040
1.550	21600	33.18	3.50203737
1.548	86400	33.14	3.50083341
1.543	108000	33.04	3.49781715
1.536	172800	32.90	3.49337678
1.530	194400	32.78	3.48972903
1.522	259200	32.62	3.48504856
1.519	280800	32.56	3.48321110
r ln C vs t			**0.984987**

Tabla 15 Comparación entre el ajuste de 1 orden y multiorden a 42°C

Coeficiente de correlación lineal	
1 orden	**Mejor ajuste multiorden**
0.984987	0.985235

Para esta temperatura, comparando los coeficientes según la tabla 15, se observa que los datos se ajustan mejor a una tendencia de orden 0.

5.3.2 60°C

Tabla 16 Multiorden para $0 \geq n \geq 3.5; n \neq 1$ *a 60°C*

			$\boldsymbol{n}$				
A prom	**t (s)**	**C (ppm)**	**0**	**0.01**	**0.02**	⋯	**3.5**
1.455	0	31.27	31.27	30.21	29.19	⋯	0.0001829
1.437	21600	30.91	30.91	29.87	28.86	⋯	0.0001882
1.401	86400	30.20	30.20	29.18	28.21	⋯	0.0001996
1.396	108000	30.10	30.10	29.09	28.12	⋯	0.0002011
1.362	172800	29.42	29.42	28.44	27.49	⋯	0.0002131
1.336	194400	28.91	28.91	27.95	27.03	⋯	0.0002225
1.272	259200	27.62	27.62	26.72	25.85	⋯	0.0002494
1.256	280800	27.31	27.31	26.43	25.57	⋯	0.0002565
r $\boldsymbol{[A]^{1-n}}$ **vs** $\boldsymbol{t}$			**0.987174**	**0.987147**	**0.987120**	⋯	**0.975730**

Siendo el mayor valor obtenido de r cuando el orden es 0.

Tabla 17 Mejor ajuste multiorden a 60°C

Mejor ajuste multiorden ($\boldsymbol{n}$)	**Coeficiente de correlación lineal para** $\boldsymbol{[A]^{1-n}}$ **vs** $\boldsymbol{t}$
0	0.987174

Ahora comprobando los datos para orden 1.

Tabla 18 ajuste para orden 1 a 60°C

A prom	**t (s)**	**C (ppm)**	**Ln (C)**
1.553	0	31.27	3.44267474
1.550	21600	30.91	3.43120288
1.548	86400	30.20	3.40768033
1.543	108000	30.10	3.40459020
1.536	172800	29.42	3.38155724
1.530	194400	28.91	3.36421531
1.522	259200	27.62	3.31853400
1.519	280800	27.31	3.30738926
r $\boldsymbol{\ln C}$ **vs** $\boldsymbol{t}$			**0.984311**

Tabla 19 Comparación entre el ajuste de 1 orden y multiorden a 60°C

Coeficiente de correlación lineal	
1 orden	**Mejor ajuste multiorden**
0.984311	0.987174

Para esta temperatura, comparando los coeficientes según la tabla 19, se observa que los datos se ajustan mejor a una tendencia de orden 0.

5.3.3 80°C

Tabla 20 Multiorden para $0 \geq n \geq 3.5; n \neq 1$ *a 80°C*

			n				
A prom	**t (s)**	**C (ppm)**	**0**	**0.01**	**0.02**	⋯	**3.5**
1.471	0	31.59	31.59	30.52	29.48	⋯	0.0001783
1.427	21600	30.71	30.71	29.68	28.68	⋯	0.0001913
1.280	86400	27.79	27.79	26.88	26.00	⋯	0.0002456
1.242	108000	27.03	27.03	26.15	25.30	⋯	0.0002633
1.172	172800	25.62	25.62	24.81	24.01	⋯	0.0003009
1.134	194400	24.86	24.86	24.08	23.32	⋯	0.0003244
1.027	259200	22.73	22.73	22.03	21.35	⋯	0.0004060
0.973	280800	21.66	21.66	21.01	20.37	⋯	0.0004578
r $[A]^{1-n}$ **vs** t			0.9947018	0.9947293	0.9947564	⋯	0.9828830

Siendo el mayor valor obtenido de r cuando el orden es 0.79.

Tabla 21 Mejor ajuste multiorden a 80°C

Mejor ajuste multiorden (n)	Coeficiente de correlación lineal para $[A]^{1-n}$ vs t
0.79	0.995796

Ahora comprobando los datos para orden 1.

Tabla 22 ajuste para orden 1 a 80°C

A prom	t (s)	C (ppm)	Ln (C)
1.553	0	31.59	3.45292179
1.550	21600	30.71	3.42472414
1.548	86400	27.79	3.32477869
1.543	108000	27.03	3.29685782
1.536	172800	25.62	3.24350917
1.530	194400	24.86	3.21345591
1.522	259200	22.73	3.12363176
1.519	280800	21.66	3.07565448
r $\ln C$ **vs** t			**0.995714**

Tabla 23 Comparación entre el ajuste de 1 orden y multiorden a 80°C

Coeficiente de correlación lineal	
1 orden	**Mejor ajuste multiorden**
0.995714	0.995796

Para esta temperatura, comparando los coeficientes según la tabla 23, se observa que los datos se ajustan mejor a una tendencia de orden 0.79.

5.3.4 90°C

Tabla 24 Multiorden para $0 \geq n \geq 3.5; n \neq 1$ *a 90°C*

			n				
A prom	**t (s)**	**C (ppm)**	**0**	**0.01**	**0.02**	⋯	**3.5**
1.473	0	31.63	31.63	30.56	29.519	⋯	0.0001777
1.296	21600	28.11	28.11	27.18	26.292	⋯	0.0002388
0.968	86400	21.56	21.56	20.91	20.280	⋯	0.0004631
0.885	108000	19.90	19.90	19.31	18.745	⋯	0.0005660
0.594	172800	14.09	14.09	13.72	13.365	⋯	0.001342
0.504	194400	12.30	12.30	12.00	11.699	⋯	0.001884
0.394	259200	10.10	10.10	9.868	9.642	⋯	0.003086
0.355	280800	9.313	9.313	9.108	8.907	⋯	0.003778
r $[A]^{1-n}$ **vs** t			0.980766	0.981039	0.981309	⋯	0.9489642

Siendo el mayor valor obtenido de r cuando el orden es 1.19.

Tabla 25 Mejor ajuste multiorden a 90°C

Mejor ajuste multiorden (n)	**Coeficiente de correlación lineal para $[A]^{1-n}$ vs t**
1.19	0.997556

Ahora comprobando los datos para orden 1.

Tabla 26 ajuste para orden 1 a 90°C

A prom	**t (s)**	**C (ppm)**	**Ln (C)**
1.553	0	31.63	3.45412169
1.550	21600	28.11	3.33596914
1.548	86400	21.56	3.07103631
1.543	108000	19.90	2.9907506
1.536	172800	14.09	2.64555326
1.530	194400	12.30	2.50969515
1.522	259200	10.10	2.31239097
1.519	280800	9.313	2.23144462
r **$\ln C$ vs t**			**0.997113**

Tabla 27 Comparación entre el ajuste de 1 orden y multiorden a 90°C

Coeficiente de correlación lineal	
1 orden	**Mejor ajuste multiorden**
0.997113	0.997556

Para esta temperatura, comparando los coeficientes según la tabla 27, se observa que los datos se ajustan mejor a una tendencia de orden 1.19.

5.3.5 Comparativa entre los órdenes de reacción predichos.

El estudio cinético y el ajuste de los datos de las tablas 7-10 con las ecuaciones (12) y (13) se resumen en la siguiente tabla:

Tabla 28 Comparación entre los coeficientes de correlación entre los resultados del análisis de multiorden y orden 1

Temperatura (°C)	**Multiorden sugerido (n)**	**Coef correlación multiorden**	**Coef correlación orden 1**
42	0	0.985235	0.984987
60	0	0.987174	0.984311
80	0.79	0.995796	0.995714
90	1.19	0.997556	0.997113

Considerando los coeficientes de correlación y los órdenes estudiados los datos experimentales muestra un cambio en el orden de reacción a medida la temperatura aumenta.

Este cambio en el orden de reacción puede deberse a dos factores, el primero un cambio en el mecanismo de reacción. Esto es poco probable ya que la literatura referenciada muestra que el β-caroteno obedece a una descomposición de orden establecido en un amplio rango de temperatura.

La segunda causa, la más probable, es que a las temperaturas de 42 y 60 °C la degradación fue relativamente lenta en el intervalo de tiempo estudiado, por lo que el orden cinético predominante fue cero. Ya en las temperaturas de 80 y 90 °C la degradación fue más extensa y permitió definir mejor el orden de reacción. En ésta última temperatura, la cinética logró sobrepasar un tiempo de vida media.

Es sugerido que la reacción transcurra a modo de sobrepasar varios tiempos de vida media para obtener datos cinéticos que puedan analizarse mediante las ecuaciones integradas de velocidad. Considerando la existencia del error experimental, es importante que la reacción transcurra de preferencia entre un 70 a 90% ya que en los momentos iniciales aunado al error experimental los datos podrían ajustarse al orden incorrecto. [137] [138]

Sin embargo darle seguimiento a la reacción a modo de alcanzar el 70% es prácticamente inviable por lo lento de la cinética a temperaturas debajo de 90°C (ver Tabla 32). Por otra parte utilizar el método de las velocidades iniciales resultó inviable al no poder tener un verdadero control en la concentración inicial de β-caroteno en las muestras de aceite al ser una matriz compleja.

Tabla 29 Comparación entre los coeficientes de correlación entre los órdenes obtenidos.

Temperatura (°C)	**Coeficiente de correlación orden 0**	**Coeficiente de correlación orden 0.79**	**Coeficiente de correlación orden 1**	**Coeficiente de correlación orden 1.19**
42	0.985235	0.985039	0.984987	0.984939
60	0.987174	0.984940	0.984311	0.983729
80	0.994702	0.995796	0.995714	0.995504
90	0.980766	0.995613	0.997113	0.997556
Suma	**3.947877**	**3.961388**	**3.962125**	**3.961728**

Se observa en la Tabla 28 la compilación de los coeficientes de correlación lineal entre los órdenes sugeridos según el análisis de multiorden y el análisis de orden 1. A simple vista es difícil determinar cuál es el orden que gobernó el sistema es estudio. Como se mencionó anteriormente, los órdenes de reacción predichos para las temperaturas 42 y 60 °C son cero debido al poco avance de reacción en el tiempo estudiado sin embargo, en las temperaturas de 80 y 90 °C el avance de reacción ya fue considerable y el modelo cinético logra definirse mejor. Pero al observar los coeficientes según la tabla 28 es difícil, a simple vista, establecer un orden de reacción global.

Una manera de determinar el orden de reacción global puede considerarse al sumar los coeficientes de correlación para cada temperatura y cada orden predicho. El orden de reacción que obtenga la mayor suma refleja una mayor correlación global entre el orden de reacción predicho y las temperaturas de estudio. Se observa que la suma que da el valor mayor es la respectiva a orden 1. Por lo tanto, el sistema obedece de manera general en el rango de temperaturas estudiadas una cinética de primer orden.

5.4 Energía de Activación

Según el análisis en 5.3.5 la degradación térmica del b-caroteno en el rango de temperaturas de 42-90 °C obedece una cinética de primer orden, por lo que, la constante cinética estará dada por la resolución de la Ecuación (10) cuando n = 1:

$$\frac{d[\beta - Caroteno]}{dt} = -k[\beta - Caroteno] \tag{14}$$

Siendo la resolución:

$$\ln[\beta - Caroteno] = -kt + C \tag{15}$$

Donde C es igual a $\ln[\beta - Caroteno]_0$, y $[\beta - Caroteno]_0$ es igual a la concentración de b-caroteno al inicio del estudio cinético. Ajustando los datos de cada temperatura al modelo de $\ln[\beta - Caroteno]$ vs t, se obtiene la constante cinética como el negativo de la pendiente:

Tabla 30 Constantes cinéticas de primer orden para las temperaturas estudiadas.

Temperatura	Constante cinética de orden 1 (s^{-1})	Error típico de la regresión en la pendiente.
42	7.44886×10^{-8}	$\pm 5.32955 \times 10^{-9}$
60	4.69321×10^{-7}	$\pm 3.43446 \times 10^{-8}$
80	1.27646×10^{-6}	$\pm 4.84003 \times 10^{-8}$
90	4.42908×10^{-6}	$\pm 1.37696 \times 10^{-7}$

Con los datos obtenidos en la tabla 29, es posible calcular la energía de activación según el modelo de Arrhenius. Para utilizar este modelo, basta obtener la ecuación integrada a partir de la Ecuación (4):

$$\ln k = -\frac{E_a}{R}\left(\frac{1}{T}\right) + \ln A \tag{16}$$

Donde k es la constante cinética a la temperatura T, E_a la energía de activación, R la constante universal de los gases, T la temperatura de estudio y A el parámetro pre exponencial de la Ecuación (4).

Una representación de Ln K vs 1/T da como resultado:

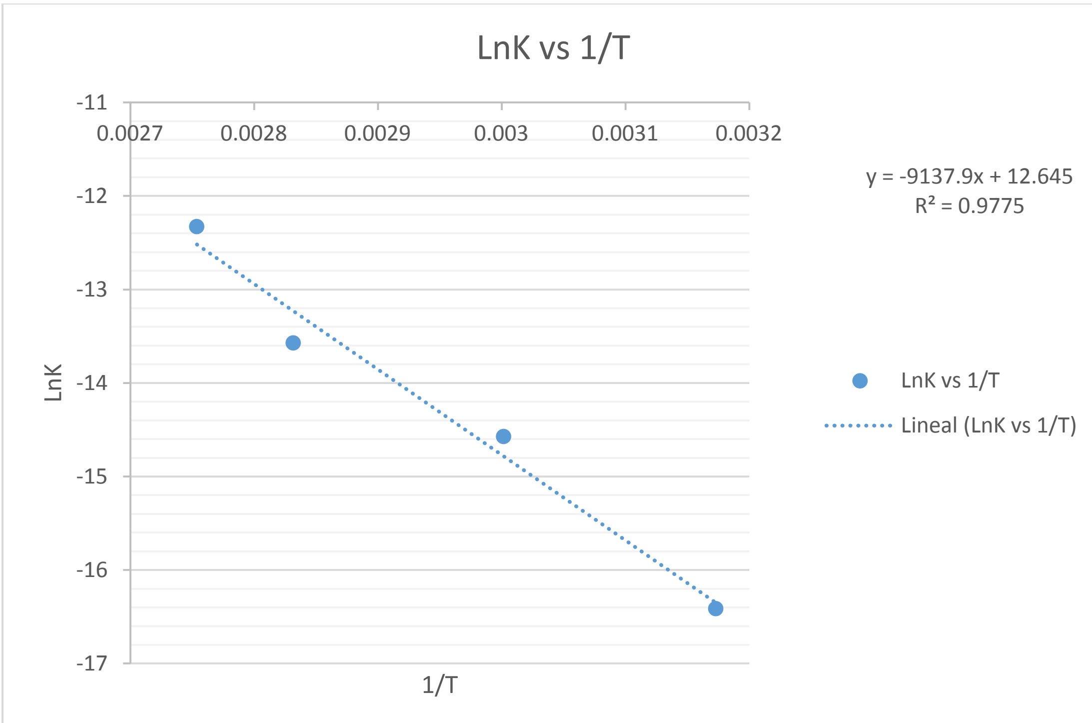

Gráfico 9 Dependencia de la constante cinética con la temperatura sobre el modelo de Arrhenius.

Del negativo de la pendiente puede obtenerse la energía de activación y del antilogaritmo natural del intercepto el factor pre exponencial:

Tabla 31 Energía de activación y factor pre exponencial.

Energía de activación	**Error típico de regresión de pendiente**	**Factor pre exponencial**	**Error típico de regresión de intercepto**
$75972.8 \frac{J}{mol\ K}$	± 981.102	3.10173×10^{5}	± 2.88882

Comparando este resultado con los observados en la Tabla 4 se observa que el valor de energía de activación obtenido es menor comparado con la oleína de palma. Esto permite establecer que en la muestra de aceite de palma crudo la degradación térmica del β-caroteno ocurre con mayor facilidad y por tanto con una cinética más rápida.

5.5 Tiempo de vida media, tiempo de reducción decimal y resistencia térmica.

El tiempo de vida media se refiere al tiempo necesario para que la cantidad de β-caroteno se reduzca al 50% respecto a la inicial. Considerando la Ecuación (15), el tiempo de vida media quedaría expresado por:

$$t_{50\%} = t_{1/2} = \frac{\ln 2}{k} \tag{17}$$

Donde $t_{1/2}$ representa el tiempo de reacción para un avance del 50% y k es la constante cinética a la temperatura específica. El tiempo de vida media es un parámetro importante, que permite establecer una rápida comparación entre sistemas cinéticos y a la vez permite establecer un diseño cinético según lo discutido en 5.3.5,

De manera similar al tiempo de vida media, el tiempo de reducción decimal es el tiempo necesario para que únicamente quede el 10% de β-caroteno en el sistema. En otras palabras, es el tiempo necesario para que la reacción avance en un 90%. Este parámetro es importante en el ámbito de los alimentos y la esterilización de preparados. Comúnmente se utiliza en poblaciones de microorganismos que se desea reducir su población como en la esterilización de alimentos [139]. Dicho parámetro se expresa por la Ecuación (3)

La resistencia térmica (o parámetro z) se define como el cambio de temperatura que debe realizarse sobre una temperatura de referencia para disminuir el tiempo de reducción decimal en un factor de 10 [140]. Por ejemplo, si el tiempo de reducción decimal a 25°C es de 15 minutos y el factor z es igual a 20°C, quiere decir que a 45°C el tiempo de reducción decimal debe ser igual a 1.5 minutos (10 veces menos que la temperatura de referencia). En otras palabras, el factor z nos dice cuanto debemos sumarle a la temperatura de inicio para que la cinética sea 10 veces más rápida.

Puede observarse que entre mayor sea el valor de z mayor será la resistencia térmica del analito estudiado, ya que se requerirá un mayor aumento de temperatura para acelerar la descomposición en un factor de 10. De igual forma que el tiempo de reducción decimal, la resistencia térmica tiene su mayor aplicación en la industria de alimentos y los procesos de esterilización, ya que es un valor de referencia que permite ajustar los procesos de esterilización y pasteurizado de manera rápida.

Por tanto, considerando el tiempo de reducción decimal para una T dada, el tiempo de reducción decimal que cumpla la definición del factor z debe de cumplir:

$$D_1 = 10D_2 \tag{18}$$

Ya que el sistema obedece una cinética de orden 1, puede usarse la Ecuación (18) en la Ecuación (3), dando como resultado:

$$\frac{k_2}{k_1} = 10 \tag{19}$$

Donde k_1 es la constante cinética a la temperatura de referencia y k_2 la constante cinética a la nueva temperatura que cumple la condición de la Ecuación (18). Usando la Ecuación (4) con la Ecuación (19) podemos obtener la relación que permitirá calcular la nueva temperatura:

$$10 = \frac{Ae^{-\frac{Ea}{RT_2}}}{Ae^{-\frac{Ea}{RT_1}}} \tag{20}$$

De la cual se puede despejar la nueva temperatura:

$$T_2 = \left(T_1^{-1} - \frac{R \ln 10}{E_a}\right)^{-1} \tag{21}$$

Pero, según lo discutido, el factor z no es más que la diferencia entre estas dos temperaturas, obtenemos la expresión para calcular la resistencia térmica para cada temperatura de estudio:

$$z = \left(T_1^{-1} - \frac{R \ln 10}{E_a}\right)^{-1} - T_1 \tag{22}$$

Así por ejemplo, para la temperatura inicial de 42°C, la resistencia térmica es igual a 27.19°C. Lo cual significa que debe subirse la temperatura en dicho valor para que, a la nueva temperatura (69.19°C) la cinética sea 10 veces más rápida comparada a 42°C.

La resistencia térmica no solo afecta el tiempo de reducción decimal, si no que cualquier tiempo fraccionario que se estudie. Ya que es la cinética global la que aumenta, el parámetro z también tiene significado para el tiempo de vida media, ya que es el aumento de temperatura necesario para reducir también el tiempo de vida media en un factor de 10.

Siendo los resultados para cada temperatura:

Tabla 32 Parámetros cinéticos para la degradación térmica del β-caroteno considerando un modelo de orden 1.

Temperatura (°C)	Tiempo de vida media (s)	Tiempo de vida media (días)	Tiempo de reducción decimal (s)	Tiempo de reducción decimal (días)	Resistencia térmica z (°C)
42	9305417	107.7	30911927	357.8	27.2
60	1476916	17.09	4906209.9	56.785	30.5
80	543024.6	6.285	1803888.8	20.878	34.5
90	156499.2	1.811	519879.09	6.0171	36.6

Los resultados de los parámetros cinéticos muestran la dificultad de realizar un estudio cinético con las temperaturas de 42 y 60 °C por el tiempo que debe esperarse para alcanzar como mínimo un tiempo de vida media, ya que el diseño experimental dadas las limitantes de tiempo y el uso de los recursos de la escuela de química limitaron el tiempo máximo de estudio a 3 días por cada replica de temperatura.

Por otra parte, la degradación térmica del β-caroteno a la temperatura de 42°C es relativamente lenta comparado al tiempo promedio de transporte, almacenamiento y procesamiento industrial del aceite de palma crudo. Además de ser impráctica a nivel de laboratorio, ya que el tiempo para alcanzar el primer tiempo de vida media es considerablemente grande y los datos arrojados en tiempos inferiores no son conclusivos porque se confunden con un orden de reacción igual a cero por el poco avance de reacción.

6 Conclusiones

1. La cinética de degradación del β-caroteno en aceite de palma crudo puede seguirse mediante el estudio de absorción vs tiempo empleando una longitud de onda de 450 nm. El análisis mediante HPLC mostró que no existe ninguna otra sustancia que absorba de manera cuantitativa en la matriz estudiada.
2. La degradación del β-caroteno en aceite de palma crudo es fuertemente activada por la temperatura. Durante este estudio fue la única variable considerada y pudo observarse un aumento de aproximadamente 60 veces la velocidad de reacción al comparar las constantes cinéticas a 42 y 90 °C.
3. La cinética de degradación obedece un modelo de orden 1, estando en concordancia con la mayoría de fuentes citadas. Dicho orden puede no ser un orden verdadero ya que la matriz del aceite de palma crudo es muy compleja y en ella existen efectos sinérgicos y antagónicos con la degradación térmica del β-caroteno. Dicho orden de reacción debe ser considerado de mejor manera como un pseudo orden 1.
4. En el rango de temperaturas de 42 a 90 °C y con un tiempo de estudio de 6 horas para cada temperatura no es posible determinar de manera conclusiva el orden global de reacción. Debido a la cinética relativamente lenta a las temperaturas más bajas estudiadas que se solapan con un orden 0 por el poco avance de reacción.
5. Los parámetros cinéticos pudieron obtenerse satisfactoriamente y tener relación con estudios cinéticos de degradación de β-caroteno no solo en aceite de palma crudo si no en otras matrices complejas de alimentos, ver tabla 4.
6. Con el fin de obtener un aceite de palma con la mayor cantidad de β-caroteno posible debe trabajarse a bajas temperaturas y tiempos largos en contra de altas temperaturas y tiempos cortos.
7. Considerando los parámetros cinéticos es posible diseñar un método de extracción del β-caroteno del aceite de palma crudo siempre y cuando la relación entre el tiempo del procesado y temperatura de éste considere los tiempos de reducción media y decimal.

7 Recomendaciones

1. Para realizar un estudio cinético deben de tenerse en cuenta que el sistema sea lo suficientemente rápido para que la concentración disminuya de manera fácil y cuantitativa de medir. Lo suficientemente lenta para tomar mediciones durante un lapso de 8 horas a 3 días.
2. Es importante que durante el estudio cinético logre alcanzarse como mínimo un tiempo de vida media. Con esto se evita que el orden de reacción pueda confundirse con un orden cero sin serlo necesariamente debido al poco avance de reacción.
3. Si la reacción es muy lenta, es preferible utilizar el método de las velocidades iniciales utilizando diferentes valores de concentración iniciales y medir su variación durante poco tiempo. Esto tiene el inconveniente de poderse usar en matrices complejas donde la concentración inicial no es tan fácil de manipular, además de requerir técnicas de medición que permitan cuantificar la pequeña variación en el reactante o en uno de los productos.
4. De preferencia utilizar un termostato automático, para tener un control térmico mas adecuado.
5. Ampliar el rango de temperatura arriba de los 90°C para obtener una cinética con mayor grado de avance y poder alcanzar cinco tiempos de vida media, tiempo considerado como el final de una cinética de orden 1.
6. Estudiar la correlación entre la temperatura, la acidez, presión, impurezas como el hierro y agua que son agentes comúnmente presentes durante el transporte y procesado del aceite de palma en las plantas aceiteras del país.

8 Anexos

Tabla 33 Proceso de Refinación del Aceite de Palma [124]

Temperaturas	Proceso	Tiempo
Almacenamiento a temperatura ambiente ±40 °C	Se recibe de cisternas de acero inoxidable que contienen volúmenes de hasta 24T. Posteriormente se descargan a tanques designados, generalmente de hierro.	
85-105 °C	**Desgomado** Se le adiciona una solución de ácido cítrico 0.1% Separación de gomas (fosfátidos y fosforo). Se traslada a la planta a través de un intercambiador de calor, que son tuberías de acero inoxidable que a su vez contiene internamente un tubo que refluja aceite térmico y eleva la temperatura.	45 min
95-110 °C 1% de tierra	**Blanqueo con arcillas** Del intercambiador de calor pasa a un contenedor denominado Tanque Slurry donde se le dosifica la arcilla blanqueadora (bentonitas o montmorillonitas), siendo éste un proceso de adsorción que remueve color y otras impurezas menores. Se traslada del Slurry a otro tanque denominado blanqueo utilizando vacío.	1 - 2 horas
110-160 °C	**Filtros (placas)** Pasa el contenido de blanqueo por filtros donde se descarta la tierra, agua, solidos, metales, etc. Estos residuos son enviados a MIDES. Se dosifica ácido cítrico aquí también para evitar obstrucciones.	45 min
245-255 °C 3-5 mm Hg	**Desodorizado** Después de ser filtrado el aceite va hacia la planta de desodorizado para eliminar el color residual. Se calienta utilizando vapor. Se evaporan en este punto los ácidos grasos volátiles y se inhibe la producción de grasas trans. Algunos tocoferoles y tocotrienoles, monoglicéridos, productos de oxidación y de descomposición de pigmentos se remueven durante la etapa de desodorización y se condensan, a medida que el ácido graso de la palma se destila.	3 horas

- Un aceite de buena calidad es aquel que está libre de jabones, arcilla de blanqueo, o catalizador residual (si fue hidrogenado); porcentaje de AGL menor de 0.1%, fósforo menor a 1 ppm; y hierro de menor a 0.1 ppm.
- Para mantener el calor o temperaturas se utiliza aceite térmico grado alimenticio. Pasa por tubería especial para su flujo en los tanques y/o contenedores. En la caldera.

Tabla 34 Multiorden para 0≥ n ≥ 3.5; n ≠ 1 a 42º. Análisis completo.

t (s)	0	21600	86400	108000	172800	194400	259200	280800	**r**
experimental	33.2362251	33.1829891	33.1430621	33.0432447	32.8968458	32.7770648	32.6240114	32.564121	
n	**C^(1-n)(ppm)**								
0	33.2362251	33.1829891	33.1430621	33.0432447	32.8968458	32.7770648	32.6240114	32.564121	0.98523562
0.01	32.0919107	32.0410212	32.0028536	31.9074325	31.7674764	31.6529622	31.5066325	31.4493711	0.98523317
0.02	30.9869947	30.9383533	30.9018712	30.8106622	30.676879	30.5674112	30.427524	30.3727819	0.98523072
0.03	29.9201207	29.8736329	29.8387656	29.7515917	29.6237225	29.5190896	29.3853752	29.333047	0.98522826
0.04	28.8899789	28.845554	28.8122335	28.7289252	28.6067215	28.5067205	28.3789202	28.3289048	0.98522581
0.05	27.8953045	27.8528557	27.8210169	27.7414114	27.6246348	27.5290711	27.4069364	27.3591368	0.98522335
0.06	26.9348766	26.8943204	26.8639007	26.7878418	26.6762638	26.5849505	26.4682434	26.4225664	0.98522089
0.07	26.0075159	25.9687724	25.9397118	25.8670498	25.7604509	25.673209	25.5617007	25.5180571	0.98521843
0.08	25.1120841	25.0750764	25.0473175	24.9779086	24.8760785	24.792736	24.6862073	24.6445113	0.98521598
0.09	24.2474817	24.2121363	24.1856239	24.1193303	24.0220671	23.9424591	23.8406997	23.8008692	0.98521352
0.1	23.4126473	23.3788936	23.3535748	23.2902643	23.1973745	23.1213429	23.024151	22.986107	0.98521106
0.11	22.606556	22.5743263	22.5501503	22.4896963	22.400994	22.3283871	22.2355692	22.1992361	0.9852086
0.12	21.8282183	21.7974477	21.7743658	21.7166466	21.6319539	21.5626261	21.4739965	21.4393017	0.98520614
0.13	21.0766785	21.0473047	21.0252704	20.9701693	20.8893153	20.8231272	20.7385078	20.7053818	0.98520368
0.14	20.3510141	20.3229774	20.3019457	20.2493511	20.172172	20.1089897	20.0282097	19.9965857	0.98520122
0.15	19.6503341	19.6235772	19.6035054	19.5533099	19.4796487	19.4193438	19.3422395	19.3120535	0.98519875
0.16	18.9737783	18.9482464	18.9290932	18.8811941	18.8109001	18.7533496	18.6797639	18.6509545	0.98519629
0.17	18.3205161	18.2961566	18.2778826	18.2321813	18.1651101	18.110196	18.0399782	18.0124865	0.98519383
0.18	17.6897456	17.666508	17.6490754	17.6054773	17.5414905	17.4890995	17.4221054	17.3958749	0.98519137
0.19	17.0806923	17.0585282	17.0419007	17.0003153	16.9392801	16.8893038	16.8253947	16.8003713	0.9851889
0.2	16.4926086	16.4714717	16.4556145	16.4159549	16.357744	16.3100784	16.2491216	16.2252534	0.98518644
0.21	15.9247725	15.9046182	15.8894981	15.8516809	15.7961724	15.7507177	15.6925859	15.6698231	0.98518397
0.22	15.3764868	15.3572726	15.3428575	15.3068031	15.2538799	15.2105405	15.1551117	15.1334066	0.9851815
0.23	14.8470784	14.8287635	14.8150229	14.7806546	14.7302046	14.6888889	14.6360461	14.6153529	0.98517904
0.24	14.3358974	14.3184426	14.3053471	14.2725917	14.2245074	14.1851276	14.1347585	14.1150335	0.98517657
0.25	13.8423163	13.8256841	13.8132055	13.7819927	13.7361712	13.6986429	13.6506402	13.6318412	0.9851741
0.26	13.365729	13.3498834	13.3379949	13.3082573	13.2645998	13.2288425	13.183103	13.1651898	0.98517163
0.27	12.9055505	12.8904571	12.8791328	12.8508058	12.8092178	12.775154	12.7315791	12.7145131	0.98516917
0.28	12.4612158	12.4468416	12.4360567	12.4090786	12.3694693	12.337025	12.29552	12.2792641	0.9851667
0.29	12.0321795	12.0184928	12.0082237	11.982535	11.9448176	11.9139217	11.8743959	11.8589147	0.98516423
0.3	11.6179147	11.6048853	11.5951092	11.5706533	11.5347446	11.505329	11.4676955	11.4529549	0.98516175
0.31	11.217913	11.2055118	11.1962069	11.1729294	11.1387495	11.1107491	11.0749246	11.0608922	0.98515928
0.32	10.8316832	10.8198825	10.8110279	10.7888766	10.7563493	10.7297015	10.6956062	10.6822507	0.98515681
0.33	10.4587512	10.4475243	10.4391001	10.4180251	10.3870771	10.3617221	10.3292796	10.316571	0.98515434
0.34	10.0986592	10.0879805	10.0799676	10.0599211	10.0304822	10.0063627	9.97549966	9.96340943	0.98515187
0.35	9.75096504	9.74081013	9.7331902	9.71412631	9.68612944	9.66319045	9.63383679	9.62233746	0.98514939

0.36	9.4152419	9.40558739	9.39834285	9.38021773	9.35359854	9.33178746	9.30387594	9.29294122	0.98514692
0.37	9.09107762	9.0819011	9.07501513	9.05778677	9.03248363	9.01175006	8.98521632	8.97482102	0.98514444
0.38	8.77807423	8.76935422	8.76281073	8.74643888	8.7223928	8.70268847	8.67747085	8.66759086	0.98514197
0.39	8.47584746	8.46756342	8.46134698	8.44579311	8.42294758	8.40422627	8.38026573	8.37087794	0.98513949
0.4	8.18402627	8.17615852	8.17025438	8.15548159	8.13378251	8.11599996	8.09323994	8.08432223	0.98513702
0.41	7.90225242	7.8947821	7.88917614	7.8751491	7.85454465	7.83765848	7.81604485	7.80757603	0.98513454
0.42	7.63017996	7.62308904	7.61776772	7.60445262	7.5848932	7.56886284	7.54834374	7.54030353	0.98513206
0.43	7.36747489	7.3607461	7.35569647	7.34306092	7.32449906	7.30928565	7.28981145	7.28218042	0.98512958
0.44	7.11381468	7.1074315	7.10264115	7.09065417	7.07304441	7.05861076	7.04013394	7.03289351	0.9851271
0.45	6.86888793	6.86283453	6.85829161	6.84692353	6.83022236	6.81653287	6.79900794	6.79214029	0.98512462
0.46	6.63239393	6.62665518	6.62234833	6.61157077	6.59573654	6.58275714	6.56614055	6.55962865	0.98512214
0.47	6.40404237	6.39860377	6.39452213	6.3843079	6.36930076	6.35699884	6.34124892	6.33507645	0.98511966
0.48	6.18355289	6.17840058	6.17453374	6.16485686	6.15063867	6.13898301	6.12405987	6.11821123	0.98511718
0.49	5.9706548	5.96577552	5.96211353	5.95294911	5.93948339	5.92844412	5.91430958	5.90876984	0.9851147
0.5	5.76508674	5.76046779	5.75700114	5.74832538	5.7355772	5.72512575	5.71174329	5.70649813	0.98511222
0.51	5.56659633	5.56222557	5.55894516	5.55073529	5.53867123	5.52878026	5.51611494	5.51115069	0.98510974
0.52	5.37493989	5.37080571	5.36770282	5.35993706	5.34852517	5.33916852	5.32718689	5.32249047	0.98510725
0.53	5.18988214	5.18597343	5.18303972	5.17569723	5.16490695	5.15605959	5.14472967	5.14028855	0.98510477
0.54	5.01119587	5.00750201	5.00472951	4.99779037	4.98759245	4.97923046	4.96852164	4.96432385	0.98510228
0.55	4.83866172	4.83517255	4.83255365	4.82599879	4.81636527	4.80846575	4.79834878	4.79438286	0.9850998
0.56	4.67206788	4.66877368	4.66630109	4.6601123	4.65101643	4.64355749	4.63400437	4.63025936	0.98509731
0.57	4.51120982	4.50810131	4.50576805	4.4999279	4.49134412	4.48430482	4.47528878	4.47175421	0.98509483
0.58	4.35589007	4.35295835	4.35075778	4.3452496	4.33715346	4.33051378	4.32200924	4.31867508	0.98509234
0.59	4.20591793	4.20315453	4.20108026	4.19588814	4.18825626	4.18199708	4.17397956	4.17083623	0.98508985
0.6	4.06110929	4.05850609	4.05655205	4.05166075	4.04447079	4.03857381	4.03101992	4.02805826	0.98508736
0.61	3.92128637	3.91883562	3.91699598	3.91239097	3.90562157	3.9000693	3.89295668	3.89016794	0.98508487
0.62	3.78627752	3.78397181	3.78224102	3.77790838	3.77153913	3.76631485	3.75962213	3.75699794	0.98508239
0.63	3.65591699	3.65374923	3.65212197	3.64804842	3.64205983	3.63714757	3.63085431	3.62838667	0.9850799
0.64	3.53004473	3.52800817	3.52647937	3.52265221	3.51702563	3.51241014	3.50649682	3.50417809	0.9850774
0.65	3.40850623	3.40659439	3.4051592	3.4015663	3.39628393	3.39195062	3.3863986	3.38422147	0.98507491
0.66	3.29115226	3.28935898	3.28801276	3.28464254	3.27968737	3.27562231	3.27041377	3.26837125	0.98507242
0.67	3.17783876	3.17615813	3.17489647	3.17173786	3.16709365	3.16328353	3.15840144	3.15648688	0.98506993
0.68	3.06842662	3.06685301	3.06567168	3.06271411	3.05836534	3.05479745	3.05022556	3.04843258	0.98506744
0.69	2.9627815	2.96130955	2.96020451	2.95743789	2.95336974	2.95003194	2.94575472	2.94407725	0.98506494
0.7	2.86077372	2.85939828	2.85836568	2.85578038	2.8519787	2.84885941	2.84486203	2.84329426	0.98506245
0.71	2.76227804	2.76099421	2.76003038	2.7576172	2.75406848	2.75115664	2.74742493	2.74596131	0.98505996
0.72	2.66717354	2.66597665	2.66507808	2.66282823	2.65951958	2.65680461	2.65332507	2.65196031	0.98505746
0.73	2.57534346	2.57422905	2.57339238	2.57129749	2.56821661	2.56568843	2.56244816	2.5611772	0.98505496
0.74	2.48667507	2.48563887	2.48486091	2.48291298	2.48004812	2.47769712	2.47468379	2.47350182	0.98505247
0.75	2.4010595	2.40009745	2.39937516	2.39756655	2.39490651	2.3927235	2.38992537	2.38882777	0.98504997
0.76	2.31839166	2.31749988	2.31683034	2.31515379	2.31268787	2.31066409	2.30806995	2.30705233	0.98504747

0.77	2.23857005	2.23774485	2.23712528	2.23557383	2.23329184	2.23141893	2.22901809	2.22807627	0.98504498
0.78	2.16149668	2.16073452	2.16016228	2.15872932	2.15662153	2.15489153	2.15267377	2.15180375	0.98504248
0.79	2.08707692	2.08637445	2.08584702	2.08452623	2.08258336	2.08098866	2.07894426	2.07814222	0.98503998
0.8	2.01521941	2.01457343	2.01408839	2.01287375	2.01108697	2.00962031	2.00774	2.00700231	0.98503748
0.81	1.94583594	1.94524338	1.94479845	1.94368423	1.94204509	1.94069958	1.9389745	1.93829769	0.98503498
0.82	1.87884133	1.87829927	1.87789227	1.87687299	1.87537346	1.87414251	1.87256424	1.871945	0.98503248
0.83	1.81415332	1.813659	1.81328783	1.81235828	1.81099072	1.80986804	1.80842854	1.80786373	0.98502998
0.84	1.7516925	1.75124328	1.75090596	1.75006117	1.74881827	1.74779789	1.74648949	1.74597611	0.98502747
0.85	1.69138219	1.69097554	1.69067019	1.68990544	1.68878024	1.68785646	1.68667188	1.68620706	0.98502497
0.86	1.63314835	1.63278187	1.63250669	1.63181746	1.63080336	1.62997074	1.62890303	1.62848405	0.98502247
0.87	1.57691949	1.5765909	1.57634416	1.57572617	1.57481685	1.57407024	1.57311277	1.57273705	0.98501997
0.88	1.52262657	1.5223337	1.52211377	1.52156294	1.5207524	1.52008687	1.51923334	1.51889839	0.98501746
0.89	1.47020294	1.46994371	1.46974905	1.46926149	1.46854402	1.46795488	1.4671993	1.46690277	0.98501496
0.9	1.41958424	1.41935669	1.41918582	1.41875782	1.41812798	1.41761078	1.41694742	1.41668709	0.98501245
0.91	1.37070833	1.37051059	1.37036209	1.36999014	1.36944276	1.36899325	1.36841669	1.36819041	0.98500994
0.92	1.32351521	1.32334549	1.32321803	1.32289878	1.32242893	1.32204307	1.32154814	1.32135389	0.98500744
0.93	1.27794693	1.27780354	1.27769585	1.27742611	1.27702911	1.27670307	1.27628485	1.27612071	0.98500493
0.94	1.23394755	1.23382888	1.23373975	1.23351649	1.2331879	1.23291803	1.23257184	1.23243596	0.98500242
0.95	1.19146307	1.19136757	1.19129586	1.19111621	1.19085179	1.19063461	1.19035601	1.19024665	0.98499991
0.96	1.15044131	1.15036754	1.15031215	1.15017337	1.1499691	1.14980132	1.14958607	1.14950158	0.98499741
0.97	1.11083192	1.1107785	1.11073838	1.11063788	1.11048994	1.11036842	1.11021252	1.11015132	0.9849949
0.98	1.07258627	1.07255188	1.07252606	1.07246136	1.07236612	1.07228789	1.07218752	1.07214812	0.98499239
0.99	1.03565741	1.03564081	1.03562834	1.0355971	1.03555112	1.03551335	1.03546488	1.03544585	0.98498987
1.01	0.96557027	0.96558574	0.96559737	0.96562649	0.96566937	0.9657046	0.9657498	0.96576754	0.98498485
1.02	0.93232594	0.93235583	0.93237828	0.93243453	0.93251734	0.93258537	0.93267267	0.93270695	0.98498234
1.03	0.9002262	0.9002695	0.90030201	0.90038348	0.90050343	0.90060198	0.90072845	0.9007781	0.98497983
1.04	0.86923165	0.86928739	0.86932925	0.86943415	0.86958858	0.86971547	0.86987832	0.86994225	0.98497731
1.05	0.83930424	0.83937151	0.83942204	0.83954865	0.83973506	0.83988823	0.84008481	0.84016199	0.9849748
1.06	0.81040721	0.81048516	0.81054371	0.81069042	0.81090643	0.81108393	0.81131174	0.81140119	0.98497228
1.07	0.78250511	0.78259292	0.78265888	0.78282414	0.7830675	0.78326748	0.78352415	0.78362493	0.98496977
1.08	0.75556367	0.75566057	0.75573335	0.75591573	0.75618431	0.75640501	0.75668829	0.75679953	0.98496725
1.09	0.72954981	0.72965507	0.72973414	0.72993226	0.73022402	0.73046379	0.73077156	0.73089242	0.98496474
1.1	0.7044316	0.70454453	0.70462936	0.70484193	0.70515497	0.70541224	0.70574249	0.70587218	0.98496222
1.11	0.68017821	0.68029816	0.68038826	0.68061404	0.68094656	0.68121985	0.68157067	0.68170844	0.9849597
1.12	0.65675985	0.6568862	0.65698111	0.65721895	0.65756924	0.65785714	0.65822673	0.65837189	0.98495718
1.13	0.63414779	0.63427995	0.63437923	0.63462803	0.63499447	0.63529567	0.63568234	0.6358342	0.98495466
1.14	0.61231425	0.61245168	0.61255492	0.61281364	0.61319472	0.61350795	0.61391009	0.61406803	0.98495215
1.15	0.59123243	0.59137461	0.59148142	0.59174909	0.59214336	0.59246744	0.59288354	0.59304698	0.98494963
1.16	0.57087645	0.57102289	0.5711329	0.5714086	0.5718147	0.57214854	0.57257716	0.57274552	0.9849471
1.17	0.55122133	0.55137156	0.55148443	0.55176728	0.55218395	0.55252647	0.55296628	0.55313904	0.98494458
1.18	0.53224292	0.53239652	0.53251191	0.5328011	0.53322712	0.53357735	0.53402707	0.53420373	0.98494206

1.19	0.51391794	0.51407449	0.5141921	0.51448686	0.5149211	0.5152781	0.51573654	0.51591662	0.98493954
1.2	0.49622388	0.496383	0.49650254	0.49680215	0.49724354	0.49760643	0.49807246	0.49825553	0.98493702
1.21	0.47913902	0.47930035	0.47942155	0.47972531	0.48017286	0.48054082	0.48101338	0.48119902	0.98493449
1.22	0.4626424	0.46280558	0.46292818	0.46323547	0.46368822	0.46406048	0.46453857	0.4647264	0.98493197
1.23	0.44671374	0.44687847	0.44700224	0.44731245	0.44776951	0.44814534	0.44862803	0.44881767	0.98492944
1.24	0.4313335	0.43149948	0.43162418	0.43193675	0.4323973	0.43277602	0.43326243	0.43345354	0.98492692
1.25	0.41648281	0.41664975	0.41677517	0.41708957	0.41755283	0.41793379	0.41842311	0.41861536	0.98492439
1.26	0.40214341	0.40231106	0.40243701	0.40275274	0.40321798	0.40360058	0.40409203	0.40428513	0.98492187
1.27	0.38829772	0.38846582	0.38859212	0.38890871	0.38937526	0.38975894	0.3902518	0.39044546	0.98491934
1.28	0.37492873	0.37509706	0.37522353	0.37554056	0.37600776	0.376392	0.3768856	0.37707955	0.98491681
1.29	0.36202004	0.36218837	0.36231485	0.36263191	0.36309918	0.36348348	0.36397719	0.36417119	0.98491429
1.3	0.34955578	0.34972393	0.34985027	0.35016698	0.35063375	0.35101767	0.3515109	0.35170472	0.98491176
1.31	0.33752067	0.33768844	0.3378145	0.33813052	0.33859628	0.33897938	0.33947158	0.339665	0.98490923
1.32	0.32589992	0.32606714	0.32619279	0.32650778	0.32697206	0.32735395	0.32784461	0.32803743	0.9849067
1.33	0.31467928	0.31484578	0.3149709	0.31528457	0.3157469	0.31612721	0.31661586	0.31680791	0.98490417
1.34	0.30384495	0.3040106	0.30413507	0.30444713	0.30490711	0.3052855	0.30577171	0.30596279	0.98490164
1.35	0.29338365	0.2935483	0.29367203	0.29398222	0.29443946	0.29481561	0.29529896	0.29548894	0.9848991
1.36	0.28328253	0.28344606	0.28356894	0.28387702	0.28433117	0.28470479	0.28518492	0.28537362	0.98489657
1.37	0.27352919	0.27369147	0.27381342	0.27411917	0.2745699	0.27494073	0.27541727	0.27560458	0.98489404
1.38	0.26411165	0.26427258	0.26439352	0.26469673	0.26514374	0.26551152	0.26598418	0.26616996	0.98489151
1.39	0.25501836	0.25517784	0.25529768	0.25559818	0.25604119	0.2564057	0.25687417	0.25705831	0.98488897
1.4	0.24623814	0.24639608	0.24651477	0.24681237	0.24725114	0.24761216	0.24807617	0.24825857	0.98488644
1.41	0.23776023	0.23791654	0.23803401	0.23832857	0.23876285	0.23912021	0.23957952	0.23976007	0.9848839
1.42	0.22957421	0.22972882	0.22984502	0.23013638	0.23056597	0.23091948	0.23137387	0.2315525	0.98488137
1.43	0.22167003	0.22182288	0.22193774	0.22222578	0.2226505	0.22300001	0.22344927	0.22362589	0.98487883
1.44	0.21403799	0.21418901	0.2143025	0.2145871	0.21500677	0.21535213	0.21579608	0.21597062	0.98487629
1.45	0.20666871	0.20681785	0.20692993	0.20721099	0.20762545	0.20796654	0.20840503	0.20857742	0.98487376
1.46	0.19955317	0.19970037	0.199811	0.20008842	0.20049754	0.20083425	0.20126711	0.2014373	0.98487122
1.47	0.1926826	0.19282783	0.19293697	0.19321068	0.19361433	0.19394656	0.19437367	0.19454161	0.98486868
1.48	0.18604859	0.1861918	0.18629943	0.18656936	0.18696743	0.18729508	0.18771634	0.18788197	0.98486614
1.49	0.17964299	0.17978415	0.17989024	0.18015631	0.18054872	0.18087172	0.18128701	0.18145031	0.9848636
1.5	0.17345793	0.17359701	0.17370155	0.17396371	0.17435037	0.17466865	0.1750779	0.17523882	0.98486106
1.51	0.16748582	0.1676228	0.16772576	0.16798397	0.16836481	0.16867832	0.16908144	0.16923996	0.98485852
1.52	0.16171933	0.16185419	0.16195555	0.16220977	0.16258474	0.16289343	0.16329037	0.16344647	0.98485598
1.53	0.15615137	0.1562841	0.15638385	0.15663405	0.15700311	0.15730693	0.15769764	0.15785129	0.98485344
1.54	0.15077512	0.15090569	0.15100384	0.15124999	0.15161309	0.15191203	0.15229647	0.15244765	0.9848509
1.55	0.14558397	0.14571239	0.14580891	0.146051	0.14640812	0.14670215	0.14708028	0.147229	0.98484835
1.56	0.14057156	0.1406978	0.1407927	0.14103071	0.14138184	0.14167094	0.14204275	0.14218899	0.98484581
1.57	0.13573171	0.13585579	0.13594906	0.13618299	0.13652811	0.13681228	0.13717776	0.13732151	0.98484326
1.58	0.13105851	0.13118042	0.13127205	0.1315019	0.13184101	0.13212024	0.13247939	0.13262066	0.98484072
1.59	0.1265462	0.12666594	0.12675595	0.12698172	0.12731483	0.12758913	0.12794195	0.12808073	0.98483817

1.6	0.12218925	0.12230683	0.12239521	0.12261692	0.12294403	0.12321341	0.12355991	0.12369621	0.98483563
1.61	0.1179823	0.11809773	0.11818449	0.11840214	0.11872328	0.11898775	0.11932796	0.11946178	0.98483308
1.62	0.1139202	0.11403348	0.11411864	0.11433225	0.11464744	0.11490702	0.11524095	0.11537231	0.98483053
1.63	0.10999796	0.1101091	0.11019265	0.11040225	0.11071152	0.11096624	0.11129393	0.11142283	0.98482799
1.64	0.10621076	0.10631978	0.10640174	0.10660733	0.10691072	0.10716061	0.10748209	0.10760856	0.98482544
1.65	0.10255395	0.10266087	0.10274124	0.10294287	0.10324041	0.10348549	0.1038008	0.10392485	0.98482289
1.66	0.09902305	0.09912787	0.09920667	0.09940436	0.0996961	0.09993641	0.10024561	0.10036725	0.98482034
1.67	0.09561371	0.09571646	0.0957937	0.09598748	0.09627347	0.09650905	0.09681217	0.09693143	0.98481779
1.68	0.09232175	0.09242245	0.09249814	0.09268806	0.09296835	0.09319924	0.09349634	0.09361323	0.98481524
1.69	0.08914314	0.0892418	0.08931596	0.08950204	0.08977668	0.09000293	0.09029407	0.09040862	0.98481269
1.7	0.08607397	0.08617061	0.08624326	0.08642554	0.08669459	0.08691625	0.08720148	0.08731371	0.98481014
1.71	0.08311046	0.08320511	0.08327626	0.08345479	0.08371831	0.08393542	0.08421481	0.08432475	0.98480758
1.72	0.08024899	0.08034167	0.08041134	0.08058616	0.08084421	0.08105682	0.08133044	0.08143811	0.98480503
1.73	0.07748604	0.07757677	0.07764498	0.07781613	0.07806878	0.07827694	0.07854485	0.07865028	0.98480248
1.74	0.07481822	0.07490702	0.07497379	0.07514132	0.07538863	0.0755924	0.07585468	0.07595789	0.98479992
1.75	0.07224224	0.07232915	0.07239449	0.07255845	0.07280049	0.07299993	0.07325664	0.07335766	0.98479737
1.76	0.06975496	0.06984	0.06990393	0.07006436	0.0703012	0.07049637	0.07074758	0.07084645	0.98479481
1.77	0.06735332	0.06743651	0.06749905	0.067656	0.06788772	0.06807867	0.06832446	0.0684212	0.98479226
1.78	0.06503436	0.06511573	0.06517691	0.06533043	0.06555709	0.06574388	0.06598434	0.06607898	0.9847897
1.79	0.06279525	0.06287482	0.06293465	0.06308479	0.06330648	0.06348917	0.06372436	0.06381693	0.98478714
1.8	0.06063322	0.06071103	0.06076953	0.06091635	0.06113312	0.06131178	0.06154179	0.06163232	0.98478459
1.81	0.05854564	0.0586217	0.0586789	0.05882244	0.05903439	0.05920907	0.05943397	0.05952249	0.98478203
1.82	0.05652993	0.05660428	0.05666019	0.05680051	0.0570077	0.05717847	0.05739834	0.05748489	0.98477947
1.83	0.05458362	0.05465629	0.05471093	0.05484807	0.05505059	0.05521751	0.05543244	0.05551704	0.98477691
1.84	0.05270432	0.05277533	0.05282873	0.05296275	0.05316067	0.05332381	0.05353387	0.05361656	0.98477435
1.85	0.05088972	0.05095911	0.05101128	0.05114224	0.05133563	0.05149505	0.05170032	0.05178113	0.98477179
1.86	0.0491376	0.04920539	0.04925636	0.0493843	0.04957324	0.049729	0.04992958	0.05000854	0.98476923
1.87	0.04744581	0.04751202	0.04756181	0.04768679	0.04787136	0.04802353	0.04821948	0.04829662	0.98476667
1.88	0.04581226	0.04587693	0.04592556	0.04604763	0.04622791	0.04637654	0.04656795	0.04664331	0.98476411
1.89	0.04423496	0.04429811	0.0443456	0.04446481	0.04464088	0.04478604	0.04497299	0.0450466	0.98476154
1.9	0.04271196	0.04277362	0.04282	0.0429364	0.04310833	0.04325008	0.04343265	0.04350454	0.98475898
1.91	0.0412414	0.0413016	0.04134688	0.04146052	0.04162839	0.0417668	0.04194508	0.04201527	0.98475642
1.92	0.03982147	0.03988024	0.03992444	0.04003538	0.04019926	0.04033439	0.04050845	0.04057699	0.98475385
1.93	0.03845042	0.03850779	0.03855093	0.03865922	0.0388192	0.03895111	0.03912103	0.03918794	0.98475129
1.94	0.03712659	0.03718257	0.03722468	0.03733037	0.03748651	0.03761527	0.03778112	0.03784644	0.98474872
1.95	0.03584833	0.03590296	0.03594405	0.03604719	0.03619957	0.03632524	0.03648711	0.03655086	0.98474615
1.96	0.03461408	0.03466739	0.03470748	0.03480812	0.03495682	0.03507945	0.03523742	0.03529964	0.98474359
1.97	0.03342233	0.03347434	0.03351345	0.03361165	0.03375673	0.03387638	0.03403053	0.03409124	0.98474102
1.98	0.0322716	0.03232234	0.0323605	0.0324563	0.03259784	0.03271458	0.03286498	0.03292421	0.98473845
1.99	0.0311605	0.03120999	0.03124721	0.03134066	0.03147874	0.03159262	0.03173935	0.03179714	0.98473588
2	0.03008765	0.03013592	0.03017223	0.03026337	0.03039805	0.03050914	0.03065227	0.03070864	0.98473332

2.01	0.02905174	0.02909882	0.02913422	0.02922311	0.02935447	0.02946282	0.02960242	0.02965741	0.98473075
2.02	0.0280515	0.0280974	0.02813193	0.02821861	0.02834671	0.02845238	0.02858853	0.02864217	0.98472818
2.03	0.02708569	0.02713045	0.02716412	0.02724864	0.02737355	0.02747659	0.02760937	0.02766167	0.9847256
2.04	0.02615314	0.02619678	0.0262296	0.02631201	0.0264338	0.02653427	0.02666374	0.02671475	0.98472303
2.05	0.02525269	0.02529524	0.02532723	0.02540757	0.02552631	0.02562427	0.02575051	0.02580024	0.98472046
2.06	0.02438325	0.02442472	0.02445591	0.02453423	0.02464998	0.02474547	0.02486855	0.02491703	0.98471789
2.07	0.02354374	0.02358416	0.02361456	0.0236909	0.02380373	0.02389682	0.02401679	0.02406406	0.98471532
2.08	0.02273314	0.02277253	0.02280216	0.02287656	0.02298653	0.02307726	0.02319421	0.02324029	0.98471274
2.09	0.02195044	0.02198883	0.0220177	0.02209021	0.02219739	0.02228582	0.02239981	0.02244472	0.98471017
2.1	0.02119469	0.0212321	0.02126024	0.02133089	0.02143534	0.02152152	0.02163261	0.02167638	0.98470759
2.11	0.02046497	0.02050141	0.02052883	0.02059768	0.02069945	0.02078343	0.02089169	0.02093434	0.98470502
2.12	0.01976036	0.01979587	0.01982258	0.01988966	0.01998882	0.02007065	0.02017614	0.02021771	0.98470244
2.13	0.01908002	0.01911461	0.01914063	0.01920598	0.01930259	0.01938232	0.01948511	0.01952561	0.98469986
2.14	0.0184231	0.0184568	0.01848215	0.01854581	0.01863992	0.0187176	0.01881774	0.0188572	0.98469729
2.15	0.0177888	0.01782162	0.01784631	0.01790832	0.018	0.01807567	0.01817323	0.01821167	0.98469471
2.16	0.01717633	0.0172083	0.01723235	0.01729275	0.01738205	0.01745576	0.01755079	0.01758824	0.98469213
2.17	0.01658496	0.01661609	0.01663951	0.01669834	0.01678532	0.01685711	0.01694967	0.01698615	0.98468955
2.18	0.01601394	0.01604426	0.01606707	0.01612436	0.01620907	0.01627899	0.01636914	0.01640467	0.98468697
2.19	0.01546258	0.01549211	0.01551432	0.01557011	0.0156526	0.01572069	0.0158085	0.0158431	0.98468439
2.2	0.01493021	0.01495896	0.01498059	0.01503491	0.01511523	0.01518154	0.01526705	0.01530075	0.98468181
2.21	0.01441617	0.01444416	0.01446522	0.01451811	0.01459632	0.01466089	0.01474415	0.01477697	0.98467923
2.22	0.01391982	0.01394707	0.01396757	0.01401907	0.01409522	0.01415809	0.01423916	0.01427112	0.98467665
2.23	0.01344057	0.0134671	0.01348705	0.01353718	0.01361132	0.01367253	0.01375147	0.01378258	0.98467407
2.24	0.01297781	0.01300364	0.01302306	0.01307186	0.01314404	0.01320362	0.01328048	0.01331077	0.98467148
2.25	0.01253099	0.01255612	0.01257504	0.01262254	0.01269279	0.0127508	0.01282562	0.01285511	0.9846689
2.26	0.01209955	0.01212401	0.01214242	0.01218866	0.01225704	0.01231351	0.01238634	0.01241505	0.98466632
2.27	0.01168297	0.01170678	0.01172469	0.01176969	0.01183625	0.01189121	0.0119621	0.01199005	0.98466373
2.28	0.01128073	0.0113039	0.01132133	0.01136512	0.0114299	0.0114834	0.0115524	0.0115796	0.98466115
2.29	0.01089233	0.01091488	0.01093185	0.01097446	0.01103751	0.01108957	0.01115673	0.0111832	0.98465856
2.3	0.01051731	0.01053925	0.01055576	0.01059723	0.01065858	0.01070925	0.01077461	0.01080037	0.98465597
2.31	0.0101552	0.01017655	0.01019262	0.01023297	0.01029267	0.01034197	0.01040557	0.01043065	0.98465339
2.32	0.00980556	0.00982633	0.00984196	0.00988123	0.00993931	0.00998729	0.01004918	0.01007358	0.9846508
2.33	0.00946796	0.00948817	0.00950337	0.00954157	0.00959809	0.00964477	0.00970499	0.00972874	0.98464821
2.34	0.00914198	0.00916164	0.00917643	0.0092136	0.00926858	0.009314	0.0093726	0.0093957	0.98464562
2.35	0.00882723	0.00884635	0.00886074	0.00889689	0.00895039	0.00899457	0.00905158	0.00907406	0.98464303
2.36	0.00852331	0.00854191	0.00855591	0.00859108	0.00864311	0.0086861	0.00874156	0.00876344	0.98464044
2.37	0.00822985	0.00824795	0.00826156	0.00829577	0.00834639	0.0083882	0.00844216	0.00846344	0.98463785
2.38	0.0079465	0.0079641	0.00797734	0.00801062	0.00805985	0.00810053	0.00815302	0.00817372	0.98463526
2.39	0.0076729	0.00769002	0.0077029	0.00773526	0.00778315	0.00782272	0.00787378	0.00789391	0.98463267
2.4	0.00740873	0.00742537	0.0074379	0.00746937	0.00751595	0.00755443	0.0076041	0.00762368	0.98463008
2.41	0.00715365	0.00716983	0.00718202	0.00721263	0.00725793	0.00729535	0.00734366	0.00736271	0.98462748

2.42	0.00690735	0.00692309	0.00693494	0.0069647	0.00700876	0.00704515	0.00709213	0.00711066	0.98462489
2.43	0.00666953	0.00668484	0.00669636	0.0067253	0.00676814	0.00680354	0.00684923	0.00686725	0.9846223
2.44	0.0064399	0.00645478	0.00646598	0.00649413	0.00653579	0.00657021	0.00661464	0.00663217	0.9846197
2.45	0.00621818	0.00623265	0.00624354	0.0062709	0.00631141	0.00634488	0.00638809	0.00640513	0.98461711
2.46	0.00600409	0.00601815	0.00602874	0.00605535	0.00609473	0.00612728	0.00616929	0.00618587	0.98461451
2.47	0.00579737	0.00581104	0.00582134	0.00584721	0.0058855	0.00591714	0.00595799	0.00597411	0.98461192
2.48	0.00559777	0.00561106	0.00562107	0.00564622	0.00568345	0.00571421	0.00575393	0.0057696	0.98460932
2.49	0.00540504	0.00541796	0.00542769	0.00545214	0.00548833	0.00551824	0.00555686	0.00557209	0.98460672
2.5	0.00521894	0.00523151	0.00524096	0.00526473	0.00529991	0.00532899	0.00536653	0.00538135	0.98460412
2.51	0.00503926	0.00505147	0.00506066	0.00508376	0.00511796	0.00514623	0.00518273	0.00519713	0.98460152
2.52	0.00486575	0.00487763	0.00488656	0.00490901	0.00494226	0.00496974	0.00500522	0.00501922	0.98459893
2.53	0.00469823	0.00470977	0.00471845	0.00474027	0.00477259	0.0047993	0.00483379	0.0048474	0.98459633
2.54	0.00453647	0.00454768	0.00455612	0.00457733	0.00460874	0.00463471	0.00466823	0.00468146	0.98459373
2.55	0.00438028	0.00439118	0.00439938	0.00442	0.00445052	0.00447576	0.00450834	0.0045212	0.98459112
2.56	0.00422947	0.00424006	0.00424803	0.00426806	0.00429773	0.00432226	0.00435393	0.00436643	0.98458852
2.57	0.00408385	0.00409414	0.00410189	0.00412136	0.00415019	0.00417402	0.00420481	0.00421696	0.98458592
2.58	0.00394324	0.00395324	0.00396077	0.00397969	0.00400771	0.00403087	0.00406079	0.0040726	0.98458332
2.59	0.00380748	0.0038172	0.00382451	0.0038429	0.00387012	0.00389263	0.00392171	0.00393319	0.98458072
2.6	0.00367639	0.00368583	0.00369294	0.0037108	0.00373726	0.00375913	0.00378739	0.00379854	0.98457811
2.61	0.00354981	0.00355898	0.00356589	0.00358325	0.00360896	0.00363021	0.00365767	0.00366851	0.98457551
2.62	0.00342759	0.0034365	0.00344321	0.00346008	0.00348506	0.00350571	0.0035324	0.00354293	0.9845729
2.63	0.00330958	0.00331824	0.00332476	0.00334114	0.00336541	0.00338548	0.00341141	0.00342164	0.9845703
2.64	0.00319563	0.00320404	0.00321038	0.0032263	0.00324988	0.00326938	0.00329457	0.00330451	0.98456769
2.65	0.00308561	0.00309378	0.00309993	0.0031154	0.00313831	0.00315725	0.00318173	0.00319139	0.98456508
2.66	0.00297937	0.00298731	0.00299329	0.00300831	0.00303057	0.00304897	0.00307276	0.00308214	0.98456248
2.67	0.00287679	0.0028845	0.00289031	0.0029049	0.00292653	0.00294441	0.00296751	0.00297663	0.98455987
2.68	0.00277774	0.00278524	0.00279087	0.00280505	0.00282606	0.00284343	0.00286587	0.00287474	0.98455726
2.69	0.00268211	0.00268938	0.00269486	0.00270863	0.00272904	0.00274591	0.00276772	0.00277633	0.98455465
2.7	0.00258976	0.00259683	0.00260215	0.00261553	0.00263535	0.00265174	0.00267292	0.00268129	0.98455204
2.71	0.0025006	0.00250746	0.00251263	0.00252562	0.00254487	0.0025608	0.00258138	0.0025895	0.98454943
2.72	0.0024145	0.00242117	0.00242619	0.00243881	0.00245751	0.00247297	0.00249296	0.00250085	0.98454682
2.73	0.00233137	0.00233785	0.00234272	0.00235498	0.00237314	0.00238816	0.00240758	0.00241524	0.98454421
2.74	0.0022511	0.00225739	0.00226213	0.00227403	0.00229167	0.00230626	0.00232512	0.00233256	0.9845416
2.75	0.0021736	0.00217971	0.0021843	0.00219586	0.00221299	0.00222717	0.00224548	0.00225271	0.98453899
2.76	0.00209876	0.00210469	0.00210916	0.00212038	0.00213702	0.00215078	0.00216857	0.0021756	0.98453637
2.77	0.0020265	0.00203226	0.0020366	0.0020475	0.00206365	0.00207702	0.0020943	0.00210112	0.98453376
2.78	0.00195673	0.00196232	0.00196653	0.00197712	0.00199281	0.00200579	0.00202257	0.0020292	0.98453115
2.79	0.00188936	0.00189479	0.00189888	0.00190916	0.00192439	0.001937	0.0019533	0.00195973	0.98452853
2.8	0.00182431	0.00182958	0.00183355	0.00184353	0.00185833	0.00187057	0.0018864	0.00189264	0.98452592
2.81	0.0017615	0.00176662	0.00177047	0.00178017	0.00179453	0.00180642	0.00182179	0.00182786	0.9845233
2.82	0.00170085	0.00170582	0.00170956	0.00171897	0.00173292	0.00174447	0.00175939	0.00176528	0.98452068

2.83	0.00164229	0.00164712	0.00165075	0.00165989	0.00167343	0.00168464	0.00169913	0.00170485	0.98451807
2.84	0.00158575	0.00159043	0.00159396	0.00160283	0.00161598	0.00162686	0.00164093	0.00164649	0.98451545
2.85	0.00153115	0.0015357	0.00153912	0.00154774	0.0015605	0.00157107	0.00158473	0.00159013	0.98451283
2.86	0.00147844	0.00148285	0.00148617	0.00149454	0.00150693	0.00151719	0.00153045	0.00153569	0.98451021
2.87	0.00142753	0.00143182	0.00143505	0.00144316	0.0014552	0.00146516	0.00147804	0.00148312	0.98450759
2.88	0.00137838	0.00138254	0.00138568	0.00139356	0.00140524	0.00141491	0.00142741	0.00143235	0.98450497
2.89	0.00133093	0.00133496	0.00133801	0.00134565	0.001357	0.00136638	0.00137852	0.00138332	0.98450235
2.9	0.0012851	0.00128902	0.00129197	0.0012994	0.00131041	0.00131952	0.00133131	0.00133597	0.98449973
2.91	0.00124086	0.00124466	0.00124753	0.00125474	0.00126542	0.00127427	0.00128571	0.00129023	0.98449711
2.92	0.00119813	0.00120183	0.00120461	0.00121161	0.00122198	0.00123057	0.00124168	0.00124606	0.98449449
2.93	0.00115688	0.00116047	0.00116317	0.00116996	0.00118003	0.00118836	0.00119915	0.00120341	0.98449186
2.94	0.00111705	0.00112053	0.00112315	0.00112974	0.00113952	0.00114761	0.00115808	0.00116221	0.98448924
2.95	0.00107859	0.00108197	0.00108451	0.00109091	0.0011004	0.00110825	0.00111841	0.00112243	0.98448662
2.96	0.00104146	0.00104473	0.0010472	0.00105341	0.00106262	0.00107024	0.00108011	0.001084	0.98448399
2.97	0.0010056	0.00100878	0.00101118	0.0010172	0.00102614	0.00103354	0.00104311	0.0010469	0.98448137
2.98	0.00097098	0.00097406	0.00097639	0.00098224	0.00099091	0.00099809	0.00100739	0.00101106	0.98447874
2.99	0.00093755	0.00094054	0.0009428	0.00094847	0.00095689	0.00096386	0.00097288	0.00097645	0.98447612
3	0.00090527	0.00090817	0.00091036	0.00091587	0.00092404	0.00093081	0.00093956	0.00094302	0.98447349
3.01	0.0008741	0.00087692	0.00087904	0.00088439	0.00089232	0.00089889	0.00090738	0.00091074	0.98447086
3.02	0.000844	0.00084674	0.0008488	0.00085399	0.00086168	0.00086806	0.0008763	0.00087956	0.98446823
3.03	0.00081494	0.0008176	0.0008196	0.00082464	0.0008321	0.00083829	0.00084629	0.00084945	0.9844656
3.04	0.00078689	0.00078946	0.00079141	0.00079629	0.00080354	0.00080954	0.0008173	0.00082037	0.98446298
3.05	0.00075979	0.0007623	0.00076418	0.00076892	0.00077595	0.00078177	0.00078931	0.00079229	0.98446035
3.06	0.00073363	0.00073606	0.00073789	0.00074249	0.00074931	0.00075496	0.00076228	0.00076517	0.98445772
3.07	0.00070838	0.00071073	0.0007125	0.00071697	0.00072359	0.00072907	0.00073617	0.00073897	0.98445508
3.08	0.00068399	0.00068627	0.00068799	0.00069232	0.00069875	0.00070407	0.00071096	0.00071368	0.98445245
3.09	0.00066044	0.00066265	0.00066432	0.00066852	0.00067476	0.00067992	0.0006866	0.00068925	0.98444982
3.1	0.0006377	0.00063985	0.00064147	0.00064554	0.00065159	0.0006566	0.00066309	0.00066565	0.98444719
3.11	0.00061574	0.00061783	0.0006194	0.00062336	0.00062922	0.00063408	0.00064038	0.00064287	0.98444456
3.12	0.00059454	0.00059657	0.00059809	0.00060193	0.00060762	0.00061234	0.00061844	0.00062086	0.98444192
3.13	0.00057407	0.00057604	0.00057752	0.00058124	0.00058676	0.00059134	0.00059726	0.0005996	0.98443929
3.14	0.00055431	0.00055621	0.00055765	0.00056126	0.00056662	0.00057106	0.00057681	0.00057908	0.98443665
3.15	0.00053522	0.00053707	0.00053846	0.00054197	0.00054717	0.00055147	0.00055705	0.00055926	0.98443402
3.16	0.0005168	0.00051859	0.00051994	0.00052334	0.00052838	0.00053256	0.00053797	0.00054011	0.98443138
3.17	0.000499	0.00050074	0.00050205	0.00050535	0.00051024	0.0005143	0.00051955	0.00052162	0.98442874
3.18	0.00048182	0.00048351	0.00048478	0.00048798	0.00049272	0.00049666	0.00050175	0.00050377	0.98442611
3.19	0.00046523	0.00046687	0.0004681	0.0004712	0.00047581	0.00047962	0.00048457	0.00048652	0.98442347
3.2	0.00044922	0.0004508	0.000452	0.00045501	0.00045947	0.00046318	0.00046797	0.00046987	0.98442083
3.21	0.00043375	0.00043529	0.00043645	0.00043937	0.0004437	0.00044729	0.00045194	0.00045378	0.98441819
3.22	0.00041881	0.00042031	0.00042143	0.00042426	0.00042847	0.00043195	0.00043646	0.00043825	0.98441555
3.23	0.0004044	0.00040584	0.00040693	0.00040968	0.00041376	0.00041714	0.00042151	0.00042324	0.98441291

3.24	0.00039047	0.00039188	0.00039293	0.0003956	0.00039955	0.00040283	0.00040708	0.00040876	0.98441027
3.25	0.00037703	0.00037839	0.00037942	0.000382	0.00038584	0.00038902	0.00039313	0.00039476	0.98440763
3.26	0.00036405	0.00036537	0.00036636	0.00036887	0.00037259	0.00037567	0.00037967	0.00038125	0.98440499
3.27	0.00035151	0.00035279	0.00035376	0.00035619	0.0003598	0.00036279	0.00036667	0.0003682	0.98440235
3.28	0.00033941	0.00034065	0.00034159	0.00034395	0.00034745	0.00035035	0.00035411	0.00035559	0.9843997
3.29	0.00032772	0.00032893	0.00032984	0.00033212	0.00033552	0.00033833	0.00034198	0.00034342	0.98439706
3.3	0.00031644	0.00031761	0.00031849	0.00032071	0.000324	0.00032673	0.00033027	0.00033166	0.98439442
3.31	0.00030555	0.00030668	0.00030753	0.00030968	0.00031288	0.00031552	0.00031895	0.00032031	0.98439177
3.32	0.00029503	0.00029613	0.00029695	0.00029904	0.00030214	0.0003047	0.00030803	0.00030935	0.98438913
3.33	0.00028487	0.00028593	0.00028674	0.00028876	0.00029176	0.00029425	0.00029748	0.00029876	0.98438648
3.34	0.00027506	0.00027609	0.00027687	0.00027883	0.00028175	0.00028416	0.00028729	0.00028853	0.98438383
3.35	0.00026559	0.00026659	0.00026735	0.00026925	0.00027207	0.00027442	0.00027745	0.00027865	0.98438119
3.36	0.00025645	0.00025742	0.00025815	0.00025999	0.00026273	0.00026501	0.00026795	0.00026911	0.98437854
3.37	0.00024762	0.00024856	0.00024927	0.00025106	0.00025371	0.00025592	0.00025877	0.0002599	0.98437589
3.38	0.00023909	0.00024001	0.00024069	0.00024243	0.000245	0.00024714	0.00024991	0.000251	0.98437324
3.39	0.00023086	0.00023175	0.00023241	0.0002341	0.00023659	0.00023866	0.00024135	0.00024241	0.98437059
3.4	0.00022291	0.00022377	0.00022442	0.00022605	0.00022847	0.00023048	0.00023308	0.00023411	0.98436794
3.41	0.00021524	0.00021607	0.0002167	0.00021828	0.00022063	0.00022257	0.0002251	0.0002261	0.98436529
3.42	0.00020783	0.00020863	0.00020924	0.00021078	0.00021305	0.00021494	0.00021739	0.00021836	0.98436264
3.43	0.00020067	0.00020145	0.00020204	0.00020353	0.00020574	0.00020757	0.00020994	0.00021088	0.98435999
3.44	0.00019376	0.00019452	0.00019509	0.00019653	0.00019868	0.00020045	0.00020275	0.00020366	0.98435734
3.45	0.00018709	0.00018783	0.00018838	0.00018978	0.00019185	0.00019358	0.00019581	0.00019669	0.98435468
3.46	0.00018065	0.00018136	0.0001819	0.00018326	0.00018527	0.00018694	0.0001891	0.00018996	0.98435203
3.47	0.00017443	0.00017512	0.00017564	0.00017696	0.00017891	0.00018053	0.00018263	0.00018346	0.98434938
3.48	0.00016842	0.00016909	0.0001696	0.00017087	0.00017277	0.00017434	0.00017637	0.00017718	0.98434672
3.49	0.00016262	0.00016328	0.00016377	0.000165	0.00016683	0.00016836	0.00017033	0.00017111	0.98434407
3.5	0.00015703	0.00015766	0.00015813	0.00015933	0.00016111	0.00016258	0.0001645	0.00016525	0.98434141

Tabla 35 Multiorden para 0 ≥ n ≥ 3.5; n≠ 1 a 60º C. Análisis completo.

t (s)	0	21600	86400	108000	172800	194400	259200	280800	r
Experimental	31.2704869	30.9138059	30.1951202	30.1019573	29.4165442	28.9108024	27.6198301	27.3137233	
n	**C^(1-n)(ppm)**								
0	31.27	30.91	30.20	30.10	29.42	28.91	27.62	27.31	0.98717408
0.01	30.21	29.87	29.18	29.09	28.44	27.95	26.72	26.43	0.98714717
0.02	29.19	28.86	28.21	28.12	27.49	27.03	25.85	25.57	0.98712022
0.03	28.2020452	27.8899606	27.260804	27.179214	26.5787102	26.1353513	25.002554	24.7337222	0.98709324
0.04	27.2476629	26.9492309	26.3474927	26.2694479	25.6949623	25.2707272	24.1864519	23.9290617	0.98706622
0.05	26.3255777	26.0402321	25.4647798	25.3901343	24.8405992	24.4347072	23.3969881	23.1505792	0.98703917
0.06	25.4346968	25.1618939	24.6116402	24.5402539	24.0146439	23.6263448	22.6332929	22.397423	0.98701208

0.07	24.573964	24.313182	23.7870831	23.7188213	23.2161518	22.8447251	21.8945253	21.6687691	0.98698496
0.08	23.7423592	23.4930973	22.9901509	22.9248845	22.4442098	22.0889633	21.1798716	20.9638205	0.9869578
0.09	22.9388967	22.700674	22.2199181	22.157523	21.6979349	21.3582041	20.4885448	20.281806	0.9869306
0.1	22.162624	21.9349792	21.4754903	21.4158473	20.9764739	20.6516203	19.8197834	19.6219794	0.98690338
0.11	21.4126211	21.1951114	20.7560027	20.6989976	20.2790016	19.9684121	19.1728508	18.9836189	0.98687611
0.12	20.687999	20.4801993	20.06062	20.0061429	19.6047204	19.3078061	18.5470346	18.3660261	0.98684881
0.13	19.9878987	19.7894012	19.3885345	19.3364801	18.9528592	18.6690547	17.9416456	17.7685254	0.98682148
0.14	19.3114904	19.1219038	18.7389657	18.6892327	18.3226725	18.0514347	17.3560168	17.1904632	0.98679411
0.15	18.6579724	18.4769211	18.1111592	18.0636506	17.7134397	17.4542473	16.7895035	16.631207	0.98676671
0.16	18.02657	17.8536937	17.504386	17.4590086	17.124464	16.8768163	16.2414815	16.0901451	0.98673927
0.17	17.4165349	17.2514878	16.9179413	16.8746056	16.5550719	16.3184882	15.7113474	15.5666855	0.9867118
0.18	16.8271438	16.6695943	16.3511441	16.3097642	16.0046121	15.778631	15.1985173	15.0602556	0.98668429
0.19	16.2576983	16.1073281	15.8033362	15.7638297	15.4724553	15.2566337	14.7024264	14.5703013	0.98665675
0.2	15.7075234	15.5640272	15.2738813	15.2361692	14.9579928	14.7519053	14.2225282	14.0962867	0.98662917
0.21	15.1759668	15.0390518	14.7621646	14.7261711	14.4606363	14.2638747	13.7582942	13.6376932	0.98660155
0.22	14.6623986	14.5317839	14.2675918	14.233244	13.979817	13.7919894	13.3092132	13.194019	0.98657391
0.23	14.16621	14.0416261	13.7895885	13.7568166	13.5149851	13.3357152	12.8747906	12.7647789	0.98654622
0.24	13.6868128	13.5680014	13.3275997	13.2963365	13.0656089	12.8945358	12.4545478	12.3495032	0.98651851
0.25	13.2236389	13.1103521	12.8810888	12.8512701	12.6311746	12.4679517	12.048022	11.9477377	0.98649076
0.26	12.7761392	12.6681393	12.4495371	12.4211013	12.2111853	12.05548	11.6547656	11.5590428	0.98646297
0.27	12.3437833	12.2408424	12.0324437	12.0053315	11.8051607	11.656654	11.2743453	11.1829932	0.98643515
0.28	11.9260587	11.8279582	11.629324	11.6034787	11.4126366	11.2710222	10.9063423	10.8191777	0.98640729
0.29	11.5224703	11.4290006	11.2397099	11.2150771	11.033164	10.8981481	10.5503511	10.4671981	0.9863794
0.3	11.1325396	11.0434999	10.863149	10.8396763	10.6663089	10.5376095	10.2059798	10.1266694	0.98635147
0.31	10.7558046	10.6710022	10.4992038	10.4768413	10.3116518	10.1889986	9.87284895	9.7972192	0.98632351
0.32	10.3918186	10.3110688	10.1474518	10.1261515	9.96878714	9.85192052	9.55059178	9.47848694	0.98629552
0.33	10.0401502	9.96327594	9.80748452	9.78720021	9.63732281	9.52599387	9.23885332	9.17012397	0.98626749
0.34	9.70038261	9.62721418	9.47890703	9.45959461	9.31687974	9.21084972	8.93729025	8.87179295	0.98623943
0.35	9.37211304	9.30248779	9.16133779	9.14295491	9.00709147	8.90613133	8.64557041	8.58316752	0.98621133
0.36	9.0549524	8.98871445	8.85440797	8.83691404	8.70760373	8.6114938	8.36337253	8.30393191	0.98618319
0.37	8.74852476	8.68552469	8.55776115	8.54111724	8.41807402	8.32660364	8.0903858	8.03378066	0.98615502
0.38	8.4524669	8.39256154	8.2710528	8.2552216	8.13817123	8.05113837	7.82630956	7.77241823	0.98612682
0.39	8.1664279	8.10948005	7.99394997	7.97889571	7.86757528	7.78478619	7.57085297	7.51955867	0.98609858
0.4	7.89006872	7.83594691	7.72613083	7.71181924	7.6059767	7.52724562	7.32373467	7.27492539	0.98607031
0.41	7.62306178	7.57164006	7.46728437	7.45368258	7.35307633	7.27822515	7.0846825	7.03825074	0.98604201
0.42	7.36509059	7.31624829	7.21710997	7.20418649	7.10858495	7.03744291	6.85343317	6.8092758	0.98601367
0.43	7.11584937	7.0694709	6.97531709	6.96304175	6.87222296	6.80462636	6.62973199	6.5877501	0.98598529
0.44	6.8750427	6.83101731	6.74162494	6.72996881	6.64372006	6.57951198	6.41333258	6.37343128	0.98595688
0.45	6.64238514	6.60060678	6.51576211	6.5046975	6.42281493	6.36184495	6.20399661	6.16608487	0.98592844
0.46	6.41760092	6.37796801	6.2974663	6.28696666	6.20925494	6.1513789	6.00149352	5.96548405	0.98589996
0.47	6.2004236	6.16283885	6.086484	6.07652389	6.00279587	5.94787561	5.80560029	5.77140937	0.98587144

0.48	5.99059575	5.95496601	5.88257018	5.87312525	5.80320161	5.75110472	5.61610116	5.5836485	0.9858429
0.49	5.78786867	5.75410473	5.68548803	5.67653494	5.6102439	5.56084352	5.43278742	5.40199605	0.98581431
0.5	5.59200204	5.56001851	5.49500867	5.48652507	5.42370207	5.37687664	5.25545718	5.22625328	0.9857857
0.51	5.40276372	5.37247883	5.31091088	5.30287537	5.2433628	5.19899586	5.08391513	5.05622794	0.98575705
0.52	5.21992939	5.19126487	5.13298088	5.12537296	5.06901986	5.02699983	4.91797234	4.89173402	0.98572836
0.53	5.04328234	5.01616326	4.96101201	4.95381205	4.90047385	4.86069386	4.75744605	4.73259157	0.98569964
0.54	4.87261318	4.84696784	4.79480458	4.78799379	4.73753203	4.69988972	4.60215945	4.57862649	0.98567089
0.55	4.70771962	4.68347939	4.63416554	4.62772593	4.58000807	4.54440538	4.45194153	4.42967035	0.9856421
0.56	4.5484062	4.52550542	4.47890835	4.4728227	4.42772181	4.39406487	4.30662683	4.28556018	0.98561328
0.57	4.39448409	4.37285991	4.3288527	4.32310453	4.2804991	4.24869801	4.16605531	4.14613835	0.98558442
0.58	4.24577084	4.22536314	4.18382433	4.17839784	4.13817158	4.10814025	4.03007215	4.01125231	0.98555553
0.59	4.10209018	4.08284145	4.0436548	4.03853491	4.00057648	3.9722325	3.89852758	3.88075451	0.98552661
0.6	3.9632718	3.94512702	3.90818133	3.90335359	3.86755644	3.84082092	3.77127673	3.75450219	0.98549765
0.61	3.82915116	3.8120577	3.77724659	3.77269717	3.73895935	3.71375677	3.64817944	3.63235723	0.98546865
0.62	3.69956928	3.68347681	3.65069852	3.6464142	3.61463814	3.59089623	3.52910014	3.514186	0.98543963
0.63	3.57437256	3.55923297	3.52839016	3.52435828	3.49445064	3.47210023	3.41390767	3.39985923	0.98541056
0.64	3.45341262	3.43917988	3.41017946	3.40638793	3.3782594	3.35723431	3.30247517	3.28925184	0.98538147
0.65	3.33654606	3.32317618	3.29592915	3.29236637	3.26593155	3.24616844	3.19467991	3.18224283	0.98535234
0.66	3.22363438	3.21108529	3.18550653	3.18216145	3.15733862	3.13877691	3.09040317	3.07871514	0.98532317
0.67	3.11454372	3.10277524	3.07878337	3.0756454	3.05235642	3.03493817	2.9895301	2.97855551	0.98529397
0.68	3.0091448	2.99811848	2.97563573	2.97269474	2.95086491	2.93453468	2.89194961	2.88165437	0.98526474
0.69	2.90731266	2.89699181	2.87594381	2.87319014	2.85274801	2.8374528	2.79755421	2.78790571	0.98523548
0.7	2.80892661	2.79927614	2.77959185	2.77701625	2.75789353	2.74358262	2.70623995	2.69720696	0.98520618
0.71	2.71387004	2.70485643	2.68646794	2.68406157	2.66619297	2.65281792	2.61790626	2.60945891	0.98517684
0.72	2.62203026	2.61362149	2.59646393	2.59421834	2.57754148	2.56505594	2.53245584	2.52456556	0.98514747
0.73	2.53329843	2.52546392	2.5094753	2.50738243	2.49183766	2.48019735	2.44979459	2.44243404	0.98511807
0.74	2.44756936	2.4402799	2.42540103	2.42345317	2.40898352	2.3981461	2.36983146	2.3629745	0.98508863
0.75	2.36474143	2.35796915	2.34414348	2.34233325	2.3288843	2.31880932	2.29247839	2.28610001	0.98505916
0.76	2.28471648	2.27843474	2.26560828	2.26392866	2.25144839	2.24209719	2.21765018	2.21172648	0.98502966
0.77	2.20739964	2.20158303	2.18970422	2.18814848	2.17658724	2.1679229	2.14526442	2.13977253	0.98500012
0.78	2.13269928	2.12732353	2.11634316	2.11490489	2.10421525	2.09620249	2.07524139	2.07015946	0.98497055
0.79	2.06052684	2.05556881	2.04543989	2.04411297	2.03424963	2.02685477	2.00750396	2.0028111	0.98494094
0.8	1.99079678	1.98623438	1.97691207	1.97569066	1.96661039	1.95980124	1.94197753	1.93765379	0.9849113
0.81	1.92342644	1.9192386	1.91068012	1.90955864	1.90122017	1.89496602	1.87858993	1.87461623	0.98488163
0.82	1.85833598	1.8545026	1.84666712	1.84564025	1.83800419	1.83227572	1.81727135	1.81362947	0.98485192
0.83	1.79544824	1.79195014	1.78479874	1.78386139	1.77689015	1.77165937	1.75795426	1.75462678	0.98482218
0.84	1.73468867	1.73150758	1.72500311	1.72415044	1.71780817	1.71304836	1.70057332	1.69754363	0.9847924
0.85	1.67598527	1.67310374	1.6672108	1.66643819	1.66069068	1.65637635	1.64506533	1.64231756	0.98476259
0.86	1.61926843	1.61666988	1.61135469	1.61065774	1.60547235	1.6015792	1.59136917	1.58888815	0.98473275
0.87	1.56447095	1.56213953	1.55736991	1.55674441	1.55209005	1.54859488	1.53942569	1.53719696	0.98470287
0.88	1.51152786	1.50944849	1.50519377	1.50463572	1.50048272	1.49736341	1.48917769	1.48718744	0.98467296

0.89	1.46037642	1.45853472	1.45476567	1.45427126	1.45059134	1.44782682	1.44056981	1.43880487	0.98464302
0.9	1.41095598	1.40933828	1.40602705	1.40559264	1.40235887	1.39992901	1.39354854	1.39199633	0.98461304
0.91	1.36320797	1.36180123	1.35892131	1.35854343	1.35573013	1.35361579	1.34806207	1.34671061	0.98458303
0.92	1.3170758	1.31586761	1.31339374	1.31306909	1.31065181	1.30883473	1.30406032	1.30289817	0.98455298
0.93	1.27250479	1.27148334	1.26939146	1.26911691	1.26707235	1.26553514	1.26149482	1.26051107	0.9845229
0.94	1.22944209	1.22859615	1.22686339	1.22663594	1.22494192	1.22366802	1.22031868	1.21950295	0.98449279
0.95	1.18783668	1.18715554	1.18576012	1.18557692	1.18421234	1.18318596	1.18048657	1.17982894	0.98446264
0.96	1.14763923	1.14711273	1.14603392	1.14589227	1.14483702	1.14404315	1.1419546	1.14144565	0.98443246
0.97	1.1088021	1.10842056	1.10763865	1.10753598	1.10677095	1.10619529	1.10468035	1.10431107	0.98440225
0.98	1.07127925	1.07103349	1.07052974	1.07046358	1.06997057	1.06959953	1.06862276	1.0683846	0.984372
0.99	1.03502621	1.03490748	1.03466407	1.0346321	1.03439382	1.03421445	1.03374212	1.03362691	0.98434172
1.01	0.96615911	0.96626995	0.96649727	0.96652714	0.96674978	0.96691745	0.96735925	0.96746707	0.98428106
1.02	0.93346343	0.93367762	0.93411698	0.93417471	0.93460514	0.93492936	0.93578392	0.93599253	0.98425068
1.03	0.90187419	0.90218463	0.90282151	0.90290521	0.90352932	0.90399951	0.90523924	0.90554195	0.98422026
1.04	0.87135397	0.8717539	0.87257452	0.87268239	0.87348678	0.8740929	0.87569155	0.87608201	0.98418981
1.05	0.84186658	0.8423496	0.8433409	0.84347121	0.84444315	0.84517568	0.84710833	0.8475805	0.98415933
1.06	0.81337706	0.81393711	0.81508668	0.81523781	0.81636523	0.81721512	0.81945808	0.82000622	0.98412882
1.07	0.78585166	0.78648298	0.78777905	0.78794947	0.78922091	0.79017956	0.79271035	0.79332901	0.98409827
1.08	0.75925774	0.75995487	0.7613863	0.76157455	0.76297915	0.7640384	0.76683569	0.76751969	0.98406769
1.09	0.73356378	0.73432156	0.73587778	0.73608247	0.73760992	0.73876207	0.7418056	0.74255003	0.98403707
1.1	0.70873933	0.70955286	0.71122387	0.71144368	0.71308423	0.71432193	0.71759251	0.7183927	0.98400642
1.11	0.68475496	0.68561961	0.68739593	0.68762963	0.68937403	0.69069034	0.69416976	0.69502128	0.98397574
1.12	0.66158225	0.66249362	0.66436629	0.66461269	0.66645219	0.66784055	0.67151154	0.6724102	0.98394502
1.13	0.63919372	0.64014768	0.64210821	0.6423662	0.64429251	0.64574668	0.6495929	0.65053472	0.98391428
1.14	0.61756283	0.61855547	0.62059583	0.62086437	0.62286965	0.62438373	0.6283897	0.62937092	0.98388349
1.15	0.59666396	0.59769157	0.59980418	0.60008226	0.6021591	0.60372753	0.60787859	0.60889564	0.98385268
1.16	0.57647232	0.5775314	0.5797091	0.57999579	0.58213718	0.58375468	0.58803698	0.58908648	0.98382183
1.17	0.55696398	0.55805124	0.56028726	0.56058167	0.56278099	0.56444259	0.56884301	0.56992177	0.98379095
1.18	0.53811583	0.53922815	0.54151611	0.5418174	0.5440684	0.54576939	0.55027555	0.55138054	0.98376003
1.19	0.51990551	0.52103996	0.52337384	0.52368122	0.52597801	0.52771395	0.53231415	0.53344252	0.98372908
1.2	0.50231144	0.50346526	0.50583939	0.50615211	0.50848913	0.51025582	0.51493902	0.51608807	0.9836981
1.21	0.48531278	0.48648335	0.48889239	0.48920975	0.49158175	0.49337526	0.49813102	0.49929821	0.98366709
1.22	0.46888936	0.47007424	0.47251316	0.4728345	0.47523655	0.47705315	0.48187165	0.48305458	0.98363604
1.23	0.45302173	0.45421862	0.45668268	0.45700738	0.45943483	0.46127102	0.466143	0.46733939	0.98360496
1.24	0.43769107	0.4388978	0.44138257	0.44171003	0.44415853	0.44601099	0.45092775	0.45213547	0.98357385
1.25	0.42287921	0.42409376	0.42659505	0.42692473	0.42939016	0.43125581	0.43620913	0.43742618	0.9835427
1.26	0.40856861	0.40978906	0.41230295	0.41263434	0.41511284	0.41698877	0.42197094	0.42319543	0.98351152
1.27	0.39474228	0.39596685	0.39848968	0.39882229	0.40131025	0.40319372	0.40819749	0.40942764	0.9834803
1.28	0.38138385	0.38261087	0.38513918	0.38547257	0.3879666	0.38985505	0.39487362	0.39610776	0.98344906
1.29	0.36847748	0.36970539	0.37223597	0.3725697	0.37506663	0.37695765	0.38198465	0.38322121	0.98341778
1.3	0.35600788	0.35723521	0.35976505	0.36009872	0.36259558	0.36448693	0.36951638	0.3707539	0.98338647

1.31	0.34396025	0.34518565	0.34771194	0.34804519	0.3505392	0.35242877	0.35745509	0.35869219	0.98335512
1.32	0.33232033	0.33354252	0.33606264	0.33639512	0.33888369	0.34076953	0.34578749	0.34702288	0.98332374
1.33	0.32107432	0.32229212	0.32480363	0.32513501	0.32761574	0.329496	0.33450073	0.33573321	0.98329233
1.34	0.31020888	0.31142119	0.31392182	0.31425181	0.31672244	0.31859544	0.32358238	0.32481082	0.98326089
1.35	0.29971113	0.30091694	0.30340458	0.3037329	0.30619135	0.30805549	0.3130204	0.31424377	0.98322941
1.36	0.28956864	0.290767	0.2932397	0.29356609	0.29601042	0.29786423	0.30280318	0.3040205	0.9831979
1.37	0.27976938	0.28095941	0.28341537	0.2837396	0.28616801	0.28801012	0.29291946	0.29412983	0.98316636
1.38	0.27030174	0.27148264	0.27392018	0.27424202	0.27665287	0.27848201	0.28335835	0.28456092	0.98313478
1.39	0.26115449	0.26232552	0.26474311	0.26506236	0.2674541	0.26926912	0.27410932	0.27530332	0.98310317
1.4	0.25231679	0.25347726	0.25587349	0.25618996	0.25856119	0.26036101	0.26516219	0.26634689	0.98307153
1.41	0.24377816	0.24492746	0.24730103	0.24761455	0.24996398	0.2517476	0.2565071	0.25768185	0.98303986
1.42	0.23552849	0.23666605	0.23901577	0.23932618	0.24165262	0.24341915	0.24813452	0.2492987	0.98300815
1.43	0.227558	0.22868329	0.23100809	0.23131525	0.23361762	0.23536622	0.24003522	0.24118829	0.98297641
1.44	0.21985723	0.22096979	0.22326869	0.22357247	0.22584978	0.22757971	0.23220029	0.23334172	0.98294464
1.45	0.21241707	0.21351647	0.21578858	0.21608886	0.21834023	0.22005079	0.2246211	0.22575043	0.98291283
1.46	0.20522869	0.20631455	0.20855907	0.20885574	0.21108037	0.21277095	0.2172893	0.21840611	0.982881
1.47	0.19828356	0.19935555	0.20157178	0.20186474	0.2040619	0.20573194	0.21019681	0.21130072	0.98284912
1.48	0.19157347	0.19263128	0.19481857	0.19510775	0.1972768	0.19892581	0.20333583	0.20442649	0.98281722
1.49	0.18509046	0.18613382	0.18829162	0.18857694	0.1907173	0.19234483	0.1966988	0.19777589	0.98278529
1.5	0.17882683	0.17985552	0.18198333	0.18226473	0.18437591	0.18598158	0.1902784	0.19134166	0.98275332
1.51	0.17277517	0.17378898	0.1758864	0.17616381	0.17824537	0.17982883	0.18406757	0.18511676	0.98272132
1.52	0.16692831	0.16792707	0.16999372	0.1702671	0.17231867	0.17387964	0.17805947	0.17909437	0.98268928
1.53	0.1612793	0.16226288	0.16429847	0.16456777	0.16658904	0.16812726	0.17224748	0.1732679	0.98265722
1.54	0.15582147	0.15678975	0.15879402	0.15905922	0.16104992	0.16256518	0.16662519	0.16763099	0.98262512
1.55	0.15054833	0.15150122	0.15347399	0.15373505	0.15569497	0.15718711	0.16118642	0.16217746	0.98259298
1.56	0.14545364	0.14639108	0.14833219	0.1485891	0.15051808	0.15198696	0.15592517	0.15690135	0.98256082
1.57	0.14053136	0.1414533	0.14336266	0.1436154	0.14551332	0.14695884	0.15083566	0.15179689	0.98252862
1.58	0.13577566	0.13668208	0.13855962	0.13880818	0.14067497	0.14209707	0.14591227	0.1468585	0.98249639
1.59	0.13118089	0.13207178	0.13391749	0.13416187	0.1359975	0.13739613	0.14114959	0.14208076	0.98246413
1.6	0.12674161	0.127617	0.12943089	0.12967109	0.13147555	0.13285072	0.13654236	0.13745845	0.98243184
1.61	0.12245256	0.12331247	0.1250946	0.12533063	0.12710396	0.12845568	0.13208551	0.13298653	0.98239951
1.62	0.11830866	0.11915313	0.12090359	0.12113545	0.12287773	0.12420604	0.12777414	0.12866009	0.98236715
1.63	0.11430499	0.11513409	0.11685299	0.1170807	0.11879202	0.12009699	0.1236035	0.1244744	0.98233476
1.64	0.1104368	0.11125061	0.1129381	0.11316168	0.11484216	0.11612387	0.11956899	0.12042488	0.98230234
1.65	0.10669952	0.10749813	0.10915436	0.10937383	0.11102363	0.1122822	0.11566617	0.11650711	0.98226988
1.66	0.10308872	0.10387221	0.1054974	0.10571278	0.10733207	0.10856762	0.11189074	0.11271679	0.98223739
1.67	0.0996001	0.10036859	0.10196294	0.10217427	0.10376326	0.10497592	0.10823854	0.10904978	0.98220487
1.68	0.09622955	0.09698316	0.09854691	0.0987542	0.10031311	0.10150305	0.10470555	0.10550207	0.98217232
1.69	0.09297305	0.09371191	0.09524532	0.09544862	0.09697767	0.09814507	0.10128789	0.10206978	0.98213974
1.7	0.08982676	0.090551	0.09205434	0.09225368	0.09375314	0.09489818	0.09798177	0.09874915	0.98210712
1.71	0.08678695	0.08749671	0.08897027	0.08916568	0.09063583	0.09175871	0.09478358	0.09553655	0.98207447

1.72	0.08385	0.08454545	0.08598952	0.08618105	0.08762217	0.0887231	0.09168977	0.09242847	0.98204179
1.73	0.08101244	0.08169372	0.08310864	0.08329633	0.08470872	0.08578791	0.08869695	0.0894215	0.98200907
1.74	0.07827091	0.07893819	0.08032427	0.08050816	0.08189213	0.08294983	0.08580181	0.08651235	0.98197633
1.75	0.07562215	0.0762756	0.07763319	0.07781332	0.0791692	0.08020564	0.08300118	0.08369785	0.98194355
1.76	0.07306303	0.07370282	0.07503227	0.07520869	0.07653681	0.07755223	0.08029196	0.08097492	0.98191074
1.77	0.07059051	0.07121682	0.07251848	0.07269124	0.07399194	0.0749866	0.07767117	0.07834057	0.98187789
1.78	0.06820167	0.06881468	0.07008891	0.07025805	0.07153169	0.07250586	0.07513592	0.07579192	0.98184502
1.79	0.06589366	0.06649355	0.06774074	0.06790631	0.06915325	0.07010718	0.07268343	0.07332618	0.98181211
1.8	0.06366376	0.06425072	0.06547124	0.0656333	0.06685389	0.06778785	0.07031099	0.07094067	0.98177917
1.81	0.06150932	0.06208354	0.06327778	0.06343636	0.06463098	0.06554526	0.06801598	0.06863276	0.9817462
1.82	0.05942779	0.05998946	0.0611578	0.06131296	0.06248199	0.06337685	0.06579589	0.06639994	0.9817132
1.83	0.0574167	0.05796602	0.05910885	0.05926064	0.06040445	0.06128019	0.06364826	0.06423975	0.98168016
1.84	0.05547367	0.05601082	0.05712854	0.05727702	0.05839599	0.05925288	0.06157074	0.06214984	0.9816471
1.85	0.05359639	0.05412157	0.05521458	0.0553598	0.05645431	0.05729265	0.05956102	0.06012793	0.981614
1.86	0.05178264	0.05229605	0.05336474	0.05350674	0.05457719	0.05539726	0.05761691	0.05817179	0.98158087
1.87	0.05003027	0.0505321	0.05157687	0.05171572	0.05276249	0.05356458	0.05573625	0.05627929	0.9815477
1.88	0.0483372	0.04882765	0.04984891	0.04998465	0.05100812	0.05179252	0.05391697	0.05444836	0.98151451
1.89	0.04670143	0.04718069	0.04817883	0.04831152	0.04931209	0.05007909	0.05215708	0.052677	0.98148128
1.9	0.04512101	0.04558928	0.04656471	0.04669439	0.04767245	0.04842235	0.05045464	0.05096326	0.98144802
1.91	0.04359408	0.04405156	0.04500467	0.0451314	0.04608734	0.04682042	0.04880776	0.04930527	0.98141473
1.92	0.04211881	0.04256569	0.04349689	0.04362072	0.04455492	0.04527148	0.04721464	0.04770123	0.98138141
1.93	0.04069348	0.04112995	0.04203962	0.04216061	0.04307346	0.04377378	0.04567352	0.04614937	0.98134806
1.94	0.03931637	0.03974264	0.04063118	0.04074937	0.04164126	0.04232563	0.0441827	0.04464799	0.98131467
1.95	0.03798587	0.03840212	0.03926993	0.03938538	0.04025668	0.04092539	0.04274054	0.04319546	0.98128125
1.96	0.0367004	0.03710681	0.03795428	0.03806704	0.03891813	0.03957148	0.04134546	0.04179019	0.9812478
1.97	0.03545842	0.0358552	0.0366827	0.03679282	0.0376241	0.03826235	0.03999591	0.04043063	0.98121432
1.98	0.03425848	0.0346458	0.03545373	0.03556126	0.03637309	0.03699654	0.03869042	0.0391153	0.98118081
1.99	0.03309914	0.03347719	0.03426594	0.03437092	0.03516368	0.0357726	0.03742753	0.03784277	0.98114726
2	0.03197904	0.03234801	0.03311793	0.03322043	0.03399448	0.03458915	0.03620587	0.03661163	0.98111369
2.01	0.03089684	0.03125691	0.03200839	0.03210845	0.03286415	0.03344485	0.03502408	0.03542055	0.98108008
2.02	0.02985126	0.03020261	0.03093602	0.03103369	0.03177141	0.03233841	0.03388087	0.03426821	0.98104644
2.03	0.02884107	0.02918387	0.02989958	0.0299949	0.03071501	0.03126857	0.03277497	0.03315337	0.98101277
2.04	0.02786506	0.0281995	0.02889787	0.02899089	0.02969373	0.03023413	0.03170518	0.03207479	0.98097906
2.05	0.02692208	0.02724833	0.02792971	0.02802048	0.0287064	0.02923391	0.03067029	0.03103131	0.98094533
2.06	0.02601101	0.02632924	0.02699399	0.02708255	0.02775191	0.02826677	0.02966919	0.03002177	0.98091156
2.07	0.02513078	0.02544116	0.02608961	0.02617602	0.02682915	0.02733164	0.02870077	0.02904507	0.98087777
2.08	0.02428033	0.02458303	0.02521554	0.02529983	0.02593708	0.02642744	0.02776395	0.02810015	0.98084394
2.09	0.02345866	0.02375384	0.02437075	0.02445298	0.02507466	0.02555315	0.02685772	0.02718597	0.98081008
2.1	0.0226648	0.02295262	0.02355427	0.02363447	0.02424092	0.02470779	0.02598106	0.02630153	0.98077618
2.11	0.0218978	0.02217843	0.02276513	0.02284335	0.02343491	0.02389039	0.02513302	0.02544586	0.98074226
2.12	0.02115676	0.02143035	0.02200244	0.02207872	0.02265569	0.02310003	0.02431266	0.02461804	0.98070831

2.13	0.0204408	0.0207075	0.0212653	0.02133968	0.02190239	0.02233583	0.02351908	0.02381714	0.98067432
2.14	0.01974906	0.02000904	0.02055285	0.02062538	0.02117413	0.0215969	0.0227514	0.0230423	0.9806403
2.15	0.01908074	0.01933413	0.01986428	0.01993499	0.02047008	0.02088242	0.02200877	0.02229266	0.98060625
2.16	0.01843503	0.01868199	0.01919877	0.01926771	0.01978945	0.02019158	0.02129039	0.02156742	0.98057217
2.17	0.01781117	0.01805185	0.01855556	0.01862276	0.01913144	0.01952359	0.02059546	0.02086577	0.98053806
2.18	0.01720842	0.01744296	0.01793389	0.01799941	0.01849532	0.0188777	0.01992321	0.02018694	0.98050392
2.19	0.01662608	0.0168546	0.01733306	0.01739692	0.01788035	0.01825318	0.0192729	0.0195302	0.98046974
2.2	0.01606344	0.0162861	0.01675236	0.01681459	0.01728582	0.01764931	0.01864382	0.01889483	0.98043553
2.21	0.01551983	0.01573677	0.01619111	0.01625176	0.01671106	0.01706543	0.01803527	0.01828012	0.9804013
2.22	0.01499463	0.01520596	0.01564866	0.01570777	0.01615542	0.01650086	0.01744658	0.01768542	0.98036703
2.23	0.0144872	0.01469307	0.01512439	0.01518198	0.01561825	0.01595497	0.01687711	0.01711006	0.98033273
2.24	0.01399694	0.01419747	0.01461768	0.0146738	0.01509894	0.01542714	0.01632623	0.01655342	0.9802984
2.25	0.01352327	0.01371859	0.01412795	0.01418262	0.01459689	0.01491677	0.01579333	0.01601489	0.98026404
2.26	0.01306563	0.01325586	0.01365462	0.01370789	0.01411154	0.01442329	0.01527783	0.01549388	0.98022964
2.27	0.01262348	0.01280874	0.01319715	0.01324905	0.01364233	0.01394613	0.01477915	0.01498981	0.98019522
2.28	0.01219629	0.0123767	0.01275501	0.01280556	0.01318872	0.01348475	0.01429674	0.01450215	0.98016076
2.29	0.01178355	0.01195923	0.01232769	0.01237693	0.01275019	0.01303864	0.01383009	0.01403035	0.98012628
2.3	0.01138479	0.01155585	0.01191468	0.01196263	0.01232625	0.01260729	0.01337866	0.01357391	0.98009176
2.31	0.01099952	0.01116607	0.0115155	0.01156221	0.0119164	0.01219021	0.01294197	0.01313231	0.98005721
2.32	0.01062728	0.01078944	0.0111297	0.01117519	0.01152017	0.01178693	0.01251954	0.01270507	0.98002263
2.33	0.01026765	0.01042551	0.01075683	0.01080113	0.01113713	0.01139699	0.01211089	0.01229174	0.97998802
2.34	0.00992018	0.01007385	0.01039644	0.01043958	0.01076681	0.01101994	0.01171558	0.01189185	0.97995338
2.35	0.00958447	0.00973406	0.01004813	0.01009014	0.01040881	0.01065538	0.01133318	0.01150498	0.9799187
2.36	0.00926013	0.00940573	0.00971149	0.00975239	0.01006272	0.01030287	0.01096325	0.01113069	0.979884
2.37	0.00894675	0.00908848	0.00938613	0.00942595	0.00972813	0.00996202	0.0106054	0.01076857	0.97984927
2.38	0.00864399	0.00878192	0.00907167	0.00911044	0.00940467	0.00963246	0.01025924	0.01041824	0.9798145
2.39	0.00835147	0.00848571	0.00876774	0.00880549	0.00909196	0.00931379	0.00992437	0.0100793	0.9797797
2.4	0.00806885	0.00819948	0.008474	0.00851074	0.00878965	0.00900567	0.00960043	0.00975139	0.97974488
2.41	0.00779579	0.00792292	0.0081901	0.00822586	0.00849739	0.00870773	0.00928706	0.00943415	0.97971002
2.42	0.00753197	0.00765567	0.00791571	0.00795052	0.00821485	0.00841966	0.00898393	0.00912723	0.97967513
2.43	0.00727709	0.00739745	0.00765051	0.00768439	0.00794171	0.00814112	0.00869068	0.0088303	0.97964021
2.44	0.00703082	0.00714793	0.0073942	0.00742717	0.00767764	0.00787179	0.00840701	0.00854302	0.97960526
2.45	0.00679289	0.00690683	0.00714647	0.00717856	0.00742236	0.00761137	0.0081326	0.00826509	0.97957028
2.46	0.00656302	0.00667386	0.00690705	0.00693828	0.00717557	0.00735957	0.00786715	0.0079962	0.97953526
2.47	0.00634092	0.00644875	0.00667564	0.00670603	0.00693698	0.00711609	0.00761036	0.00773606	0.97950022
2.48	0.00612633	0.00623124	0.00645199	0.00648156	0.00670632	0.00688067	0.00736195	0.00748439	0.97946515
2.49	0.00591901	0.00602106	0.00623583	0.00626461	0.00648333	0.00665304	0.00712165	0.0072409	0.97943004
2.5	0.00571871	0.00581797	0.00602691	0.00605491	0.00626776	0.00643294	0.0068892	0.00700533	0.97939491
2.51	0.00552518	0.00562173	0.00582499	0.00585224	0.00605936	0.00622013	0.00666433	0.00677743	0.97935974
2.52	0.00533821	0.00543211	0.00562984	0.00565635	0.00585788	0.00601435	0.0064468	0.00655694	0.97932455
2.53	0.00515756	0.00524888	0.00544123	0.00546701	0.00566311	0.00581538	0.00623637	0.00634362	0.97928932

2.54	0.00498302	0.00507184	0.00525893	0.00528402	0.00547481	0.00562299	0.00603281	0.00613724	0.97925406
2.55	0.00481439	0.00490076	0.00508274	0.00510714	0.00529277	0.00543697	0.00583589	0.00593758	0.97921877
2.56	0.00465147	0.00473546	0.00491246	0.00493619	0.00511678	0.0052571	0.00564541	0.00574441	0.97918345
2.57	0.00449406	0.00457573	0.00474788	0.00477097	0.00494665	0.00508318	0.00546114	0.00555753	0.9791481
2.58	0.00434197	0.00442139	0.00458881	0.00461127	0.00478217	0.00491502	0.00528288	0.00537673	0.97911272
2.59	0.00419504	0.00427226	0.00443507	0.00445692	0.00462316	0.00475242	0.00511044	0.00520181	0.97907731
2.6	0.00405307	0.00412816	0.00428648	0.00430773	0.00446944	0.00459519	0.00494363	0.00503258	0.97904187
2.61	0.00391591	0.00398891	0.00414287	0.00416354	0.00432083	0.00444317	0.00478227	0.00486885	0.9790064
2.62	0.0037834	0.00385437	0.00400408	0.00402417	0.00417716	0.00429618	0.00462617	0.00471046	0.9789709
2.63	0.00365536	0.00372436	0.00386993	0.00388947	0.00403827	0.00415405	0.00447517	0.00455721	0.97893537
2.64	0.00353166	0.00359874	0.00374028	0.00375928	0.003904	0.00401663	0.0043291	0.00440895	0.97889981
2.65	0.00341215	0.00347735	0.00361497	0.00363345	0.00377419	0.00388375	0.00418779	0.00426552	0.97886421
2.66	0.00329668	0.00336006	0.00349386	0.00351182	0.0036487	0.00375526	0.0040511	0.00412675	0.97882859
2.67	0.00318512	0.00324672	0.0033768	0.00339427	0.00352738	0.00363103	0.00391887	0.00399249	0.97879294
2.68	0.00307733	0.00313721	0.00326367	0.00328066	0.00341009	0.0035109	0.00379096	0.0038626	0.97875725
2.69	0.00297319	0.00303139	0.00315433	0.00317084	0.00329671	0.00339475	0.00366722	0.00373694	0.97872154
2.7	0.00287257	0.00292914	0.00304865	0.00306471	0.00318709	0.00328245	0.00354752	0.00361537	0.97868579
2.71	0.00277536	0.00283034	0.00294651	0.00296212	0.00308112	0.00317386	0.00343172	0.00349775	0.97865002
2.72	0.00268144	0.00273488	0.0028478	0.00286297	0.00297867	0.00306886	0.00331971	0.00338396	0.97861422
2.73	0.0025907	0.00264263	0.00275239	0.00276714	0.00287963	0.00296733	0.00321135	0.00327387	0.97857838
2.74	0.00250303	0.00255349	0.00266017	0.00267452	0.00278388	0.00286916	0.00310653	0.00316736	0.97854252
2.75	0.00241832	0.00246736	0.00257105	0.00258499	0.00269132	0.00277424	0.00300513	0.00306432	0.97850662
2.76	0.00233649	0.00238414	0.00248491	0.00249846	0.00260183	0.00268247	0.00290704	0.00296462	0.97847069
2.77	0.00225742	0.00230372	0.00240166	0.00241483	0.00251532	0.00259372	0.00281215	0.00286818	0.97843474
2.78	0.00218102	0.00222602	0.0023212	0.002334	0.00243168	0.00250792	0.00272036	0.00277487	0.97839875
2.79	0.00210722	0.00215093	0.00224343	0.00225588	0.00235083	0.00242495	0.00263157	0.00268459	0.97836274
2.8	0.00203591	0.00207838	0.00216827	0.00218037	0.00227266	0.00234472	0.00254567	0.00259725	0.97832669
2.81	0.00196701	0.00200828	0.00209563	0.00210738	0.0021971	0.00226715	0.00246258	0.00251276	0.97829062
2.82	0.00190044	0.00194054	0.00202542	0.00203684	0.00212404	0.00219215	0.0023822	0.00243101	0.97825451
2.83	0.00183613	0.00187509	0.00195756	0.00196866	0.00205342	0.00211963	0.00230444	0.00235192	0.97821837
2.84	0.00177399	0.00181184	0.00189198	0.00190277	0.00198514	0.00204951	0.00222922	0.00227541	0.97818221
2.85	0.00171396	0.00175072	0.00182859	0.00183908	0.00191913	0.0019817	0.00215646	0.00220138	0.97814601
2.86	0.00165596	0.00169167	0.00176733	0.00177752	0.00185532	0.00191614	0.00208607	0.00212976	0.97810979
2.87	0.00159992	0.00163461	0.00170812	0.00171802	0.00179363	0.00185275	0.00201798	0.00206048	0.97807353
2.88	0.00154578	0.00157948	0.00165089	0.00166051	0.00173399	0.00179146	0.00195211	0.00199344	0.97803725
2.89	0.00149347	0.0015262	0.00159558	0.00160493	0.00167634	0.00173219	0.00188839	0.00192859	0.97800093
2.9	0.00144293	0.00147472	0.00154213	0.00155121	0.0016206	0.00167489	0.00182675	0.00186585	0.97796459
2.91	0.0013941	0.00142498	0.00149046	0.00149928	0.00156671	0.00161948	0.00176713	0.00180515	0.97792821
2.92	0.00134692	0.00137692	0.00144053	0.0014491	0.00151462	0.0015659	0.00170945	0.00174642	0.97789181
2.93	0.00130134	0.00133047	0.00139227	0.00140059	0.00146426	0.0015141	0.00165365	0.0016896	0.97785537
2.94	0.0012573	0.0012856	0.00134562	0.00135371	0.00141557	0.00146401	0.00159967	0.00163464	0.97781891

2.95	0.00121475	0.00124223	0.00130054	0.0013084	0.0013685	0.00141557	0.00154746	0.00158146	0.97778241
2.96	0.00117364	0.00120033	0.00125697	0.0012646	0.001323	0.00136874	0.00149695	0.00153001	0.97774589
2.97	0.00113393	0.00115984	0.00121486	0.00122227	0.00127901	0.00132346	0.00144809	0.00148023	0.97770934
2.98	0.00109555	0.00112072	0.00117415	0.00118136	0.00123648	0.00127968	0.00140082	0.00143208	0.97767275
2.99	0.00105848	0.00108292	0.00113482	0.00114182	0.00119537	0.00123734	0.0013551	0.00138549	0.97763614
3	0.00102266	0.00104639	0.0010968	0.0011036	0.00115562	0.00119641	0.00131087	0.00134041	0.9775995
3.01	0.00098805	0.0010111	0.00106005	0.00106666	0.0011172	0.00115683	0.00126808	0.0012968	0.97756283
3.02	0.00095461	0.00097699	0.00102454	0.00103095	0.00108005	0.00111856	0.00122669	0.00125462	0.97752613
3.03	0.00092231	0.00094404	0.00099021	0.00099644	0.00104414	0.00108155	0.00118665	0.0012138	0.97748939
3.04	0.0008911	0.0009122	0.00095704	0.00096309	0.00100942	0.00104577	0.00114791	0.00117431	0.97745263
3.05	0.00086094	0.00088143	0.00092497	0.00093085	0.00097586	0.00101118	0.00111044	0.00113611	0.97741584
3.06	0.00083181	0.0008517	0.00089399	0.00089969	0.00094341	0.00097772	0.0010742	0.00109915	0.97737902
3.07	0.00080366	0.00082297	0.00086403	0.00086958	0.00091204	0.00094538	0.00103914	0.00106339	0.97734217
3.08	0.00077646	0.00079521	0.00083509	0.00084047	0.00088172	0.0009141	0.00100522	0.00102879	0.9773053
3.09	0.00075019	0.00076839	0.00080711	0.00081234	0.0008524	0.00088386	0.00097241	0.00099532	0.97726839
3.1	0.0007248	0.00074247	0.00078007	0.00078515	0.00082406	0.00085462	0.00094067	0.00096294	0.97723145
3.11	0.00070027	0.00071743	0.00075393	0.00075887	0.00079666	0.00082635	0.00090996	0.00093161	0.97719448
3.12	0.00067657	0.00069323	0.00072868	0.00073346	0.00077017	0.00079901	0.00088026	0.00090131	0.97715749
3.13	0.00065368	0.00066985	0.00070426	0.00070891	0.00074456	0.00077258	0.00085153	0.00087198	0.97712046
3.14	0.00063156	0.00064725	0.00068067	0.00068518	0.0007198	0.00074702	0.00082373	0.00084362	0.97708341
3.15	0.00061018	0.00062542	0.00065786	0.00066225	0.00069587	0.00072231	0.00079685	0.00081617	0.97704632
3.16	0.00058953	0.00060433	0.00063582	0.00064008	0.00067273	0.00069841	0.00077084	0.00078962	0.97700921
3.17	0.00056958	0.00058394	0.00061452	0.00061866	0.00065036	0.0006753	0.00074568	0.00076393	0.97697207
3.18	0.00055031	0.00056424	0.00059393	0.00059795	0.00062874	0.00065296	0.00072134	0.00073908	0.9769349
3.19	0.00053169	0.00054521	0.00057404	0.00057793	0.00060783	0.00063136	0.00069779	0.00071503	0.9768977
3.2	0.00051369	0.00052682	0.0005548	0.00055859	0.00058762	0.00061047	0.00067502	0.00069177	0.97686046
3.21	0.00049631	0.00050905	0.00053622	0.00053989	0.00056808	0.00059028	0.00065298	0.00066927	0.97682321
3.22	0.00047951	0.00049188	0.00051825	0.00052182	0.00054919	0.00057075	0.00063167	0.00064749	0.97678592
3.23	0.00046329	0.00047529	0.00050089	0.00050435	0.00053093	0.00055187	0.00061105	0.00062643	0.9767486
3.24	0.00044761	0.00045926	0.00048411	0.00048747	0.00051328	0.00053361	0.00059111	0.00060605	0.97671125
3.25	0.00043246	0.00044377	0.00046789	0.00047115	0.00049621	0.00051596	0.00057181	0.00058633	0.97667388
3.26	0.00041783	0.0004288	0.00045221	0.00045538	0.00047971	0.00049889	0.00055315	0.00056726	0.97663647
3.27	0.00040369	0.00041434	0.00043706	0.00044014	0.00046376	0.00048238	0.00053509	0.0005488	0.97659904
3.28	0.00039003	0.00040036	0.00042242	0.00042541	0.00044834	0.00046643	0.00051763	0.00053095	0.97656157
3.29	0.00037683	0.00038686	0.00040827	0.00041117	0.00043344	0.000451	0.00050073	0.00051367	0.97652408
3.3	0.00036407	0.00037381	0.00039459	0.0003974	0.00041902	0.00043608	0.00048439	0.00049696	0.97648656
3.31	0.00035175	0.0003612	0.00038137	0.0003841	0.00040509	0.00042165	0.00046858	0.0004808	0.97644901
3.32	0.00033985	0.00034902	0.00036859	0.00037124	0.00039162	0.0004077	0.00045328	0.00046515	0.97641143
3.33	0.00032835	0.00033724	0.00035624	0.00035882	0.0003786	0.00039421	0.00043849	0.00045002	0.97637383
3.34	0.00031724	0.00032587	0.00034431	0.00034681	0.00036601	0.00038117	0.00042417	0.00043538	0.97633619
3.35	0.0003065	0.00031488	0.00033277	0.0003352	0.00035384	0.00036856	0.00041033	0.00042122	0.97629852

3.36	0.00029613	0.00030426	0.00032162	0.00032398	0.00034208	0.00035637	0.00039693	0.00040751	0.97626083
3.37	0.00028611	0.00029399	0.00031085	0.00031313	0.0003307	0.00034458	0.00038398	0.00039426	0.97622311
3.38	0.00027643	0.00028408	0.00030043	0.00030265	0.00031971	0.00033318	0.00037144	0.00038143	0.97618535
3.39	0.00026707	0.0002745	0.00029037	0.00029252	0.00030908	0.00032216	0.00035932	0.00036902	0.97614757
3.4	0.00025803	0.00026524	0.00028064	0.00028273	0.0002988	0.0003115	0.00034759	0.00035701	0.97610976
3.41	0.0002493	0.00025629	0.00027124	0.00027327	0.00028886	0.00030119	0.00033625	0.0003454	0.97607193
3.42	0.00024087	0.00024765	0.00026215	0.00026412	0.00027926	0.00029123	0.00032527	0.00033416	0.97603406
3.43	0.00023271	0.00023929	0.00025337	0.00025528	0.00026997	0.00028159	0.00031465	0.00032329	0.97599616
3.44	0.00022484	0.00023122	0.00024488	0.00024673	0.000261	0.00027228	0.00030438	0.00031277	0.97595824
3.45	0.00021723	0.00022342	0.00023668	0.00023848	0.00025232	0.00026327	0.00029445	0.0003026	0.97592029
3.46	0.00020988	0.00021589	0.00022875	0.00023049	0.00024393	0.00025456	0.00028484	0.00029275	0.97588231
3.47	0.00020278	0.0002086	0.00022108	0.00022278	0.00023582	0.00024614	0.00027554	0.00028323	0.9758443
3.48	0.00019591	0.00020157	0.00021368	0.00021532	0.00022798	0.000238	0.00026655	0.00027402	0.97580626
3.49	0.00018928	0.00019477	0.00020652	0.00020811	0.0002204	0.00023012	0.00025785	0.0002651	0.97576819
3.5	0.0001829	0.0001882	0.0001996	0.0002011	0.0002131	0.0002225	0.0002494	0.0002565	0.97573009

Tabla 36 Multiorden para 0 ≥ n ≥ 3.5; n ≠ 1 a 80º C. Análisis completo.

t (s)	0	21600	86400	108000	172800	194400	259200	280800	r
Experimental	31.5925645	30.714171	27.7928471	27.02758	25.6234812	24.8648686	22.7287753	21.6640559	
n	**C^(1-n)(ppm)**								
0.79	2.06496562	2.05277404	2.0101383	1.99838658	1.97612316	1.96369076	1.92699668	1.90767923	0.99579601
0.78	2.13751255	2.12429357	2.07809438	2.06536863	2.0412697	2.02781792	1.98813892	1.96726447	0.99579596
0.8	1.99488092	1.98366239	1.94440446	1.93357683	1.91305575	1.90159153	1.86773478	1.84989873	0.99579571
0.77	2.21260823	2.19830488	2.14834784	2.13459578	2.10856392	2.09403926	2.05122116	2.02871082	0.99579555
0.81	1.92717489	1.91687755	1.88082019	1.87086892	1.85200112	1.84145611	1.8102954	1.7938683	0.99579504
0.76	2.29034218	2.27489477	2.22097632	2.2061433	2.17807661	2.16242314	2.11630495	2.09207642	0.99579478
0.82	1.86176679	1.85234119	1.81931519	1.8101947	1.79289503	1.7832224	1.75462247	1.73953495	0.99579402
0.75	2.37080711	2.35415308	2.29606014	2.28008895	2.24988092	2.2330402	2.18345381	2.1574212	0.99579366
0.83	1.79857863	1.7899776	1.75982149	1.75148821	1.7356753	1.72683025	1.70066168	1.68684726	0.99579265
0.74	2.45409895	2.43617279	2.37368229	2.35651312	2.32405239	2.30596337	2.25273325	2.22480699	0.99579218
0.84	1.73753508	1.72971363	1.70227329	1.69468563	1.68028171	1.67222144	1.64836037	1.6357554	0.99579091
0.73	2.54031702	2.52105009	2.45392859	2.43549888	2.40066906	2.38126794	2.32421088	2.29429753	0.99579034
0.85	1.67856333	1.6714786	1.64660699	1.63972521	1.626656	1.61933956	1.59766752	1.58621103	0.99578882
0.72	2.62956413	2.60888456	2.53688774	2.51713208	2.47981154	2.4590317	2.39795644	2.36595857	0.99578815
0.86	1.62159308	1.61520419	1.59276104	1.58654722	1.57474174	1.56813	1.54853364	1.53816728	0.99578637
0.71	2.72194669	2.69977923	2.62265147	2.60150148	2.5615631	2.53933494	2.4740419	2.4398579	0.9957856
0.87	1.5665564	1.56082439	1.54067592	1.53509385	1.5244843	1.51853988	1.50091081	1.49157869	0.99578356
0.7	2.81757486	2.7938407	2.71131459	2.68869877	2.64600975	2.62226061	2.55254149	2.51606543	0.99578269
0.88	1.51338765	1.50827543	1.49029404	1.48530916	1.47583082	1.47051798	1.45475254	1.4464012	0.99578039

0.69	2.91656267	2.89117931	2.80297511	2.77881875	2.73324034	2.70789433	2.63353182	2.59465326	0.99577943
0.89	1.46202344	1.45749565	1.4415597	1.43713904	1.4287301	1.42401472	1.4100138	1.40259205	0.99577687
0.68	3.01902815	2.99190924	2.89773437	2.87195937	2.82334664	2.79632454	2.71709192	2.67569573	0.99577581
0.9	1.41240253	1.4084255	1.39441904	1.39053113	1.38313259	1.37898206	1.36665094	1.36010982	0.99577299
0.67	3.12509346	3.09614865	2.99569712	2.96822189	2.91642347	2.88764257	2.80330332	2.75926952	0.99577183
0.91	1.36446575	1.36100742	1.34881993	1.34543476	1.3389903	1.33537351	1.32462163	1.31891431	0.99576874
0.66	3.2348851	3.2040198	3.09697167	3.06771094	3.01256874	2.98194272	2.89225015	2.84545368	0.9957675
0.92	1.31815594	1.31518578	1.30471196	1.30180092	1.29625681	1.29314401	1.28388488	1.27896654	0.99576415
0.65	3.34853396	3.31564923	3.20166997	3.17053467	3.11188362	3.07932239	2.98401919	2.93432976	0.99576281
0.93	1.27341787	1.27090684	1.26204637	1.25958216	1.25488714	1.25224998	1.24440092	1.24022872	0.99575919
0.64	3.46617557	3.43116787	3.30990778	3.27680485	3.2144726	3.17988212	3.07870001	3.02598183	0.99575777
0.94	1.23019822	1.22811865	1.220776	1.2187326	1.21483778	1.21264916	1.20613123	1.20266421	0.99575387
0.63	3.58795019	3.55071124	3.42180474	3.38663701	3.32044361	3.28372578	3.17638497	3.1204966	0.99575237
0.95	1.18844543	1.18677104	1.18085521	1.17920784	1.17606657	1.17430067	1.16903847	1.16623746	0.9957482
0.62	3.71400304	3.67441955	3.53748457	3.50015052	3.42990815	3.3909606	3.27716942	3.21796348	0.99574661
0.96	1.14810972	1.14681549	1.14223989	1.14096491	1.13853274	1.1371649	1.13308644	1.13091403	0.99574217
0.61	3.8444844	3.80243791	3.65707515	3.61746879	3.5429814	3.50169734	3.38115168	3.31847469	0.9957405
0.97	1.10914301	1.10820515	1.10488732	1.10396223	1.1021968	1.10120351	1.09824006	1.09666048	0.99573578
0.6	3.97954988	3.93491648	3.78070869	3.73871934	3.65978231	3.61605034	3.48843322	3.4221253	0.99573403
0.98	1.07149882	1.07089472	1.06875623	1.06815959	1.0670205	1.06637934	1.06446533	1.06344442	0.99572903
0.59	4.11936051	4.07201067	3.90852186	3.86403397	3.78043377	3.7341377	3.59911874	3.52901338	0.99572721
0.99	1.03513227	1.03484043	1.03380667	1.03351806	1.03296684	1.03265645	1.03172929	1.03123441	0.99572192
0.58	4.264083	4.21388127	4.04065597	3.99354891	3.90506274	3.85608138	3.71331622	3.63924004	0.99572003
0.57	4.41388993	4.36069471	4.1772571	4.12740494	4.03380033	3.98200731	3.83113711	3.75290957	0.9957125
1.01	0.96606011	0.96633256	0.96729885	0.96756896	0.96808528	0.96837627	0.9692465	0.96971163	0.99570663
0.56	4.56895991	4.51262319	4.31847626	4.26574756	4.16678199	4.11204553	3.95269638	3.8701295	0.99570461
1.02	0.93327214	0.93379861	0.93566706	0.9361897	0.93718912	0.9377526	0.93943877	0.94034064	0.99569844
0.55	4.72947786	4.66984492	4.46446957	4.40872716	4.30414764	4.24633033	4.07811263	3.99101073	0.99569637
1.03	0.90159699	0.90236	0.90506966	0.90582809	0.90727899	0.90809736	0.91054774	0.91185925	0.9956899
0.54	4.89563516	4.83254433	4.61539842	4.55649915	4.4460418	4.38500041	4.20750825	4.11566761	0.99568777
1.04	0.87099689	0.87197985	0.87547284	0.87645115	0.87832344	0.87937994	0.8825452	0.88424051	0.995681
0.53	5.06762995	5.00091226	4.77142968	4.70922418	4.59261376	4.52819895	4.3410095	4.24421807	0.99567882
1.05	0.84143535	0.84262252	0.84684387	0.84802693	0.850292	0.85157066	0.85540385	0.85745831	0.99567174
0.52	5.2456673	5.17514619	4.93273583	4.86706826	4.74401773	4.67607385	4.47874666	4.37678374	0.99566952
1.06	0.81287713	0.81425357	0.8191511	0.82052453	0.82315517	0.82464082	0.82909718	0.83148729	0.99566212
0.51	5.42995951	5.35545051	5.09949521	5.03020297	4.90041302	4.82877782	4.62085411	4.51349001	0.99565986
1.07	0.78528818	0.78683974	0.79236391	0.79391407	0.79688441	0.7985626	0.80359954	0.80630289	0.99565215
0.5	5.62072633	5.54203672	5.27189217	5.19880563	5.06196417	4.98646855	4.76747053	4.65446623	0.99564985
1.08	0.75863558	0.76034885	0.7664527	0.76816661	0.77145207	0.77330907	0.77888603	0.78188129	0.99564181
0.49	5.81819522	5.73512366	5.4501173	5.37305953	5.22884114	5.14930891	4.91873899	4.79984575	0.99563948
1.09	0.73288758	0.73474985	0.74138881	0.74325417	0.7468314	0.74885416	0.75493256	0.75819937	0.99563112
0.48	6.02260164	5.93493784	5.63436762	5.55315408	5.40121953	5.31746706	5.07480709	4.94976612	0.99562876

1.1	0.70801346	0.71001271	0.71714454	0.71914967	0.72299649	0.72517259	0.73171574	0.73523475	0.99562006
0.47	6.23418932	6.14171363	5.82484683	5.73928505	5.57928068	5.49111665	5.23582712	5.10436917	0.99561768
1.11	0.68398356	0.68610839	0.69369309	0.6958269	0.69992226	0.70223993	0.70921292	0.71296568	0.99560865
0.46	6.45321056	6.35569358	6.02176551	5.93165477	5.76321195	5.67043702	5.40195621	5.26380115	0.99560626
1.12	0.66076924	0.66300888	0.67100852	0.67326051	0.67758444	0.68003249	0.68740213	0.69137111	0.99559688
0.45	6.67992651	6.57712868	6.22534136	6.13047236	5.95320686	5.85561336	5.57335645	5.42821289	0.99559448
1.13	0.6383428	0.64068707	0.64906577	0.65142597	0.65595952	0.65852732	0.66626211	0.6704306	0.99558475
0.44	6.9146075	6.80627867	6.43579943	6.33595392	6.14946529	6.0468369	5.75019509	5.59775994	0.99558234
1.14	0.61667752	0.61911677	0.62784057	0.63029955	0.63502476	0.63770223	0.64577221	0.65012435	0.99557226
0.43	7.15753338	7.04341235	6.65337239	6.54832283	6.35219375	6.24430512	5.93264471	5.77260269	0.99556985
1.15	0.59574755	0.59827269	0.60730946	0.60985828	0.61475813	0.61753571	0.62591246	0.63043314	0.99555941
0.42	7.40899379	7.28880787	6.87830076	6.76780993	6.56160552	6.44822196	6.12088331	5.95290655	0.99555701
1.16	0.57552795	0.57813038	0.58744974	0.59007994	0.5951383	0.59800692	0.60666346	0.61133835	0.99554621
0.41	7.66928858	7.54275307	7.11083321	6.99465382	6.77792094	6.65879799	6.3150946	6.1388421	0.99554382
1.17	0.5559946	0.55866621	0.56823945	0.57094304	0.57614463	0.57909571	0.58800643	0.5928219	0.99553264
0.4	7.93872811	7.80554584	7.35122681	7.22910107	7.00136759	6.87625069	6.51546807	6.33058523	0.99553028
1.18	0.5371242	0.53985735	0.54965737	0.55242676	0.55775714	0.56078255	0.56992317	0.57486629	0.99551872
0.39	8.21763367	8.07749441	7.59974732	7.47140654	7.23218057	7.10080462	6.72219926	6.52831735	0.99551638
1.19	0.51889427	0.52168173	0.53168294	0.53451099	0.53995648	0.54304851	0.55239604	0.55745452	0.99550443
0.38	8.50633782	8.3589178	7.85666948	7.72183362	7.47060273	7.33269169	6.93548987	6.73222552	0.99550213
1.2	0.50128305	0.50411804	0.51429629	0.51717624	0.52272392	0.52587529	0.53540792	0.54057013	0.99548979
0.37	8.80518479	8.65014609	8.12227732	7.98065453	7.71688492	7.57215136	7.15554805	6.94250264	0.99548753
1.21	0.48426956	0.48714568	0.49747821	0.50040368	0.50604133	0.50924515	0.51894225	0.52419714	0.99547479
0.36	9.11453094	8.95152091	8.39686448	8.24815062	7.97128625	7.81943094	7.38258851	7.15934764	0.99547258
1.22	0.46783351	0.47074473	0.4812101	0.48417507	0.48989117	0.49314092	0.50298296	0.50832006	0.99545943
0.35	9.43474513	9.26339575	8.68073452	8.52461266	8.23407439	8.07478579	7.61683281	7.38296566	0.99545727
1.23	0.45195529	0.45489596	0.46547397	0.46847277	0.47425643	0.47754597	0.48751447	0.49292387	0.99544371
0.34	9.76620916	9.58613645	8.97420125	8.81034117	8.50552583	8.33847962	7.85850951	7.61356827	0.99544162
1.24	0.43661598	0.43958077	0.45025244	0.45327971	0.45912067	0.46244418	0.47252169	0.47799401	0.99542764
0.33	10.1093183	9.92012157	9.27758912	9.10564675	8.78592616	8.61078476	8.10785445	7.85137361	0.99542561
1.25	0.42179728	0.42478121	0.43552866	0.43857938	0.44446797	0.44781997	0.45799	0.46351635	0.9954112
0.32	10.4644816	10.2657429	9.59123353	9.4108504	9.07557041	8.89198241	8.36511092	8.09660667	0.99540926
1.26	0.40748153	0.41047992	0.42128637	0.4243558	0.4302829	0.43365823	0.4439052	0.44947719	0.99539441
0.31	10.8321226	10.6234058	9.91548121	9.72628388	9.37476331	9.18236299	8.63052996	8.34949943	0.99539255
1.27	0.39365166	0.39666011	0.40750982	0.4105935	0.41655054	0.41994434	0.43025356	0.43586326	0.99537725
0.3	11.2126797	10.9935298	10.2506906	10.0522901	9.68381966	9.48222636	8.90437055	8.61029115	0.99537549
1.28	0.38029116	0.38330558	0.39418378	0.39727752	0.40325645	0.40666414	0.41702175	0.42266167	0.99535974
0.29	11.6066066	11.3765491	10.5972323	10.3892234	10.0030646	9.7918822	9.18689991	8.87922855	0.99535808
1.29	0.36738412	0.37040066	0.38129352	0.3843934	0.39038664	0.3938039	0.40419687	0.40985994	0.99534187
0.28	12.0143731	11.772913	10.9554895	10.73745	10.3328341	10.1116503	9.47839373	9.15656605	0.99534032
1.3	0.35491515	0.35793021	0.36882478	0.37192712	0.37792756	0.38135035	0.3917664	0.39744594	0.99532364
0.27	12.4364653	12.1830863	11.3258581	11.0973486	10.673475	10.4418609	9.77913644	9.44256602	0.99532221

1.31	0.34286937	0.34587962	0.35676378	0.35986514	0.36586611	0.36929063	0.37971821	0.38540795	0.99530505
0.26	12.8733866	12.6075503	11.7087477	11.4693102	11.0253458	10.782855	10.0894215	9.73749904	0.99530375
1.32	0.33123242	0.33423474	0.34509719	0.34819434	0.35418959	0.35761228	0.36804055	0.37373457	0.99528611
0.25	13.3256579	13.0468028	12.1045815	11.8537393	11.3888166	11.1349848	10.4095517	10.0416441	0.99528495
1.33	0.31999043	0.32298191	0.33381212	0.33690204	0.34288573	0.34630325	0.35672201	0.36241476	0.9952668
0.24	13.7938186	13.501359	12.5137971	12.2510537	11.7642699	11.4986138	10.7398394	10.355289	0.99526579
1.34	0.30912999	0.31210793	0.32289608	0.32597595	0.33194263	0.33535185	0.34575156	0.35143781	0.99524714
0.23	14.2784268	13.9717522	12.9368469	12.6616853	12.1521008	11.8741177	11.0806069	10.6787304	0.99524628
1.35	0.29863815	0.30160006	0.312337	0.31540422	0.32134878	0.32474677	0.33511849	0.34079333	0.99522712
0.22	14.7800603	14.458534	13.3741986	13.0860804	12.5527172	12.2618842	11.4321867	11.0122742	0.99522643
1.36	0.28850241	0.29144596	0.30212322	0.30517533	0.31109302	0.31447707	0.32481242	0.33047125	0.99520674
0.21	15.2993174	14.9622756	13.8263358	13.5247005	12.9665406	12.6623138	11.7949219	11.3562362	0.99520622
1.37	0.27871067	0.28163372	0.29224344	0.29527818	0.30116458	0.30453213	0.3148233	0.32046181	0.995186
0.2	15.8368172	15.4835677	14.2937582	13.9780223	13.3940065	13.0758201	12.1691664	11.7109416	0.99518567
1.38	0.26925126	0.27215183	0.28268675	0.285702	0.291553	0.29490169	0.30514138	0.31075555	0.9951649
0.19	16.3932006	16.0230219	14.7769825	14.4465385	13.8355646	13.5028299	12.5552854	12.076726	0.99516477
0.18	16.969131	16.5812709	15.2765431	14.9307585	14.2916795	13.9437844	12.9536557	12.4539354	0.99514352
1.39	0.2601129	0.26298917	0.27344256	0.27643639	0.28224817	0.28557579	0.29575721	0.30134327	0.99514345
0.17	17.5652951	17.1589695	15.7929922	15.4312087	14.7628311	14.3991389	13.364666	12.8429268	0.99512192
1.4	0.2512847	0.254135	0.26450068	0.26747127	0.2732403	0.27654482	0.28666164	0.29221607	0.99512163
0.16	18.1824039	17.7567954	16.3269007	15.9484329	15.249515	14.8693636	13.7887174	13.2440681	0.99509998
1.41	0.24275613	0.24557892	0.2558512	0.2587969	0.26451991	0.26779944	0.27784579	0.28336532	0.99509946
0.15	18.821193	18.3754498	16.8788589	16.4829935	15.7522434	15.3549442	14.2262236	13.6577388	0.99507769
1.42	0.23451701	0.23731091	0.24748457	0.25040384	0.25607783	0.25933063	0.26930106	0.27478264	0.99507693
0.14	19.4824243	19.0156583	17.4494769	17.0354715	16.2715451	15.8563822	14.6776116	14.0843302	0.99505505
1.43	0.22655753	0.22932126	0.23939154	0.24228299	0.24790518	0.25112962	0.26101911	0.26645992	0.99505404
0.13	20.1668861	19.6781721	18.0393856	17.6064675	16.8079666	16.3741953	15.1433218	14.524246	0.99503206
1.44	0.21886819	0.2216006	0.23156316	0.2344255	0.23999336	0.24318797	0.25299186	0.25838929	0.9950308
0.12	20.8753947	20.3637681	18.6492372	18.1966022	17.3620722	16.9089184	15.6238086	14.9779024	0.99500873
1.45	0.21143983	0.21413987	0.22399078	0.22682284	0.23233404	0.23549746	0.24521147	0.25056309	0.9950072
0.11	21.6087947	21.0732505	19.2797058	18.8065171	17.9344449	17.4611037	16.119541	15.4457284	0.99498505
1.46	0.20426359	0.20693033	0.21666602	0.21946674	0.22491916	0.22805015	0.23767036	0.24297395	0.99498324
0.1	22.3679608	21.8074516	19.9314885	19.4368751	18.5256869	18.0313213	16.6310026	15.9281666	0.99496103
1.47	0.1973309	0.19996352	0.20958079	0.2123492	0.21774093	0.22083835	0.23036116	0.23561466	0.99495892
0.09	23.1537981	22.5672326	20.6053058	20.0883616	19.1364203	18.6201602	17.1586925	16.4256736	0.99493665
1.48	0.19063352	0.19323126	0.20272726	0.2054625	0.21079179	0.21385462	0.22327675	0.22847828	0.99493424
0.08	23.9672436	23.3534847	21.3019026	20.7616845	19.7672877	19.2282286	17.7031257	16.9387199	0.99491194
1.49	0.18416344	0.18672565	0.19609784	0.19879914	0.20406443	0.20709174	0.21641021	0.22155804	0.99490921
0.07	24.8092673	24.1671302	22.022049	21.457576	20.4189527	19.8561542	18.2648333	17.4677909	0.99488688
1.5	0.17791295	0.18043908	0.18968522	0.19235187	0.19755177	0.20054273	0.20975484	0.21484741	0.99488382
0.06	25.6808733	25.0091234	22.7665412	22.1767924	21.0921011	20.5045857	18.8443635	18.0133871	0.99486147
1.51	0.1718746	0.17436416	0.18348229	0.1861137	0.19124697	0.19420082	0.20330414	0.20834003	0.99485807

0.05	26.5831007	25.880452	23.5362022	22.9201156	21.7874411	21.1741927	19.4422818	18.5760247	0.99483572
1.52	0.1660412	0.16849376	0.17748221	0.18007784	0.18514337	0.18805946	0.19705183	0.20202975	0.99483196
0.04	27.5170254	26.7821381	24.3318828	23.6883535	22.5057043	21.8656666	20.0591716	19.1562359	0.99480962
1.53	0.16040578	0.16282101	0.17167833	0.17423773	0.17923457	0.18211232	0.19099179	0.19591059	0.9948055
0.03	28.4837611	27.7152393	25.1544628	24.4823412	23.2476463	22.5797217	20.6956349	19.7545697	0.99478318
1.54	0.15496163	0.15733924	0.16606425	0.16858702	0.17351435	0.17635325	0.18511812	0.18997678	0.99477868
0.02	29.48	28.68	26.00	25.30	24.01	23.32	21.35	20.37	0.994756
1.55	0.14970225	0.15204203	0.16063376	0.16311957	0.16797669	0.1707763	0.17942509	0.18422269	0.9947515
0.01	30.52	29.68	26.88	26.15	24.81	24.08	22.03	21.01	0.994729
1.56	0.14462137	0.14692316	0.15538085	0.15782943	0.16261576	0.16537572	0.17390714	0.17864289	0.99472396
0	31.59	30.71	27.79	27.03	25.62	24.86	22.73	21.66	0.994702
1.57	0.13971294	0.14197664	0.15029972	0.15271086	0.15742593	0.16014592	0.16855889	0.17323209	0.99469607
1.58	0.13497109	0.13719665	0.14538474	0.14775829	0.15240173	0.15508151	0.16337511	0.16798517	0.99466783
1.59	0.13039019	0.13257759	0.1406305	0.14296633	0.14753787	0.15017725	0.15835076	0.16289717	0.99463922
1.6	0.12596476	0.12811404	0.13603172	0.13832979	0.14282924	0.14542809	0.15348091	0.15796328	0.99461026
1.61	0.12168953	0.12380077	0.13158332	0.13384361	0.13827088	0.14082911	0.14876084	0.15317883	0.99458094
1.62	0.1175594	0.11963271	0.1272804	0.12950292	0.13385801	0.13637557	0.14418592	0.14853929	0.99455127
1.63	0.11356945	0.11560498	0.12311818	0.12530301	0.12958597	0.13206286	0.1397517	0.14404028	0.99452124
1.64	0.10971492	0.11171286	0.11909207	0.1212393	0.12545027	0.12788654	0.13545385	0.13967753	0.99449085
1.65	0.1059912	0.10795177	0.11519763	0.11730738	0.12144656	0.12384229	0.13128816	0.13544693	0.99446011
1.66	0.10239387	0.10431731	0.11143053	0.11350298	0.11757063	0.11992594	0.12725059	0.13134446	0.99442901
1.67	0.09891864	0.10080522	0.10778662	0.10982196	0.11381839	0.11613343	0.12333719	0.12736625	0.99439756
1.68	0.09556135	0.09741136	0.10426188	0.10626032	0.11018591	0.11246086	0.11954414	0.12350853	0.99436575
1.69	0.09231801	0.09413177	0.10085239	0.10281419	0.10666936	0.10890443	0.11586774	0.11976766	0.99433358
1.7	0.08918475	0.0909626	0.0975544	0.09947982	0.10326504	0.10546046	0.1123044	0.11614009	0.99430106
1.71	0.08615783	0.08790012	0.09436426	0.09625359	0.09996936	0.10212541	0.10885065	0.1126224	0.99426818
1.72	0.08323364	0.08494075	0.09127844	0.09313198	0.09677887	0.09889583	0.10550311	0.10921125	0.99423495
1.73	0.0804087	0.08208101	0.08829353	0.09011161	0.0936902	0.09576837	0.10225852	0.10590342	0.99420137
1.74	0.07767964	0.07931755	0.08540623	0.0871892	0.0907001	0.09273982	0.09911371	0.10269577	0.99416743
1.75	0.0750432	0.07664713	0.08261335	0.08436157	0.08780544	0.08980704	0.09606562	0.09958529	0.99413313
1.76	0.07249624	0.07406662	0.0799118	0.08162563	0.08500315	0.086967	0.09311126	0.09656901	0.99409848
1.77	0.07003573	0.07157298	0.07729859	0.07897843	0.0822903	0.08421678	0.09024776	0.09364409	0.99406348
1.78	0.06765872	0.0691633	0.07477084	0.07641708	0.07966403	0.08155353	0.08747233	0.09080776	0.99402812
1.79	0.06536239	0.06683475	0.07232574	0.07393879	0.07712157	0.07897451	0.08478225	0.08805734	0.9939924
1.8	0.063144	0.0645846	0.06996061	0.07154088	0.07466026	0.07647704	0.0821749	0.08539023	0.99395634
1.81	0.0610009	0.0624102	0.06767281	0.06922073	0.0722775	0.07405855	0.07964773	0.0828039	0.99391992
1.82	0.05893054	0.06030901	0.06545984	0.06697583	0.06997078	0.07171654	0.07719828	0.0802959	0.99388314
1.83	0.05693044	0.05827856	0.06331922	0.06480374	0.06773768	0.0694486	0.07482417	0.07786387	0.99384601
1.84	0.05499823	0.05631647	0.06124861	0.06270209	0.06557586	0.06725237	0.07252306	0.0755055	0.99380853
1.85	0.05313159	0.05442044	0.05924571	0.06066859	0.06348302	0.0651256	0.07029272	0.07321856	0.9937707
1.86	0.05132831	0.05258824	0.05730831	0.05870105	0.06145698	0.06306609	0.06813098	0.07100089	0.99373251
1.87	0.04958624	0.05081773	0.05543426	0.05679731	0.0594956	0.0610717	0.06603571	0.06885039	0.99369397

1.88	0.04790329	0.04910683	0.0536215	0.05495531	0.05759681	0.05914039	0.06400488	0.06676502	0.99365508
1.89	0.04627745	0.04745352	0.05186801	0.05317306	0.05575863	0.05727015	0.06203651	0.06474282	0.99361583
1.9	0.0447068	0.04585589	0.05017187	0.0514486	0.05397911	0.05545905	0.06012867	0.06278186	0.99357623
1.91	0.04318946	0.04431203	0.04853119	0.04978007	0.05225638	0.05370523	0.0582795	0.0608803	0.99353628
1.92	0.04172361	0.04282016	0.04694416	0.04816565	0.05058863	0.05200687	0.0564872	0.05903634	0.99349598
1.93	0.04030752	0.04137852	0.04540904	0.04660359	0.04897411	0.05036222	0.05475002	0.05724822	0.99345532
1.94	0.03893949	0.03998541	0.04392411	0.04509218	0.04741111	0.04876958	0.05306627	0.05551427	0.99341432
1.95	0.03761788	0.0386392	0.04248774	0.0436298	0.045898	0.0472273	0.05143429	0.05383283	0.99337296
1.96	0.03634114	0.03733832	0.04109834	0.04221484	0.04443318	0.0457338	0.04985251	0.05220232	0.99333125
1.97	0.03510772	0.03608123	0.03975438	0.04084577	0.04301511	0.04428753	0.04831937	0.0506212	0.99328919
1.98	0.03391617	0.03486647	0.03845436	0.0395211	0.04164229	0.04288699	0.04683338	0.04908796	0.99324678
1.99	0.03276506	0.03369261	0.03719686	0.03823939	0.04031329	0.04153074	0.04539309	0.04760117	0.99320402
2	0.03165302	0.03255826	0.03598048	0.03699924	0.0390267	0.04021739	0.04399709	0.04615941	0.99316091
2.01	0.03057872	0.03146211	0.03480388	0.03579932	0.03778118	0.03894556	0.04264403	0.04476131	0.99311745
2.02	0.02954088	0.03040286	0.03366575	0.03463831	0.0365754	0.03771396	0.04133257	0.04340557	0.99307363
2.03	0.02853827	0.02937927	0.03256484	0.03351495	0.03540811	0.0365213	0.04006145	0.04209088	0.99302947
2.04	0.02756968	0.02839015	0.03149993	0.03242803	0.03427807	0.03536636	0.03882942	0.04081602	0.99298496
2.05	0.02663397	0.02743432	0.03046985	0.03137635	0.03318409	0.03424795	0.03763528	0.03957977	0.9929401
2.06	0.02573001	0.02651068	0.02947345	0.03035879	0.03212503	0.0331649	0.03647786	0.03838096	0.99289489
2.07	0.02485674	0.02561813	0.02850963	0.02937422	0.03109977	0.0321161	0.03535604	0.03721846	0.99284933
2.08	0.02401311	0.02475564	0.02757734	0.02842158	0.03010723	0.03110047	0.03426872	0.03609118	0.99280342
2.09	0.0231981	0.02392218	0.02667553	0.02749984	0.02914637	0.03011696	0.03321484	0.03499803	0.99275716
2.1	0.02241076	0.02311678	0.02580321	0.02660799	0.02821617	0.02916455	0.03219336	0.033938	0.99271055
2.11	0.02165014	0.0223385	0.02495941	0.02574507	0.02731566	0.02824225	0.03120331	0.03291007	0.9926636
2.12	0.02091534	0.02158642	0.02414321	0.02491013	0.02644389	0.02734913	0.03024369	0.03191328	0.9926163
2.13	0.02020548	0.02085966	0.0233537	0.02410227	0.02559994	0.02648425	0.02931359	0.03094668	0.99256865
2.14	0.0195197	0.02015737	0.02259001	0.02332061	0.02478292	0.02564672	0.0284121	0.03000936	0.99252065
2.15	0.01885721	0.01947872	0.02185129	0.02256429	0.02399198	0.02483567	0.02753833	0.02910042	0.9924723
2.16	0.0182172	0.01882292	0.02113672	0.02183251	0.02322629	0.02405027	0.02669143	0.02821902	0.99242361
2.17	0.01759891	0.0181892	0.02044553	0.02112446	0.02248503	0.02328972	0.02587057	0.02736431	0.99237457
2.18	0.0170016	0.01757682	0.01977694	0.02043937	0.02176742	0.02255321	0.02507496	0.02653549	0.99232519
2.19	0.01642457	0.01698505	0.01913021	0.0197765	0.02107272	0.02183999	0.02430382	0.02573177	0.99227546
2.2	0.01586712	0.01641321	0.01850463	0.01913513	0.02040019	0.02114933	0.02355639	0.0249524	0.99222538
2.21	0.01532859	0.01586062	0.01789951	0.01851456	0.01974913	0.02048051	0.02283195	0.02419663	0.99217495
2.22	0.01480834	0.01532663	0.01731417	0.01791411	0.01911884	0.01983284	0.02212979	0.02346375	0.99212418
2.23	0.01430575	0.01481062	0.01674798	0.01733314	0.01850867	0.01920565	0.02144922	0.02275307	0.99207307
2.24	0.01382021	0.01431199	0.0162003	0.01677101	0.01791797	0.0185983	0.02078958	0.02206392	0.99202161
2.25	0.01335116	0.01383014	0.01567053	0.01622711	0.01734612	0.01801015	0.02015023	0.02139564	0.9919698
2.26	0.01289802	0.01336451	0.01515809	0.01570084	0.01679252	0.0174406	0.01953054	0.0207476	0.99191765
2.27	0.01246026	0.01291456	0.0146624	0.01519165	0.01625659	0.01688906	0.01892991	0.02011919	0.99186516
2.28	0.01203736	0.01247976	0.01418292	0.01469897	0.01573777	0.01635497	0.01834774	0.01950981	0.99181232
2.29	0.01162882	0.0120596	0.01371912	0.01422226	0.0152355	0.01583776	0.01778349	0.01891889	0.99175914

2.3	0.01123414	0.01165359	0.01327049	0.01376102	0.01474927	0.01533691	0.01723658	0.01834587	0.99170561
2.31	0.01085285	0.01126124	0.01283653	0.01331474	0.01427855	0.0148519	0.0167065	0.0177902	0.99165174
2.32	0.01048451	0.0108821	0.01241676	0.01288293	0.01382285	0.01438223	0.01619271	0.01725137	0.99159753
2.33	0.01012866	0.01051573	0.01201072	0.01246512	0.0133817	0.01392741	0.01569473	0.01672885	0.99154298
2.34	0.0097849	0.01016169	0.01161796	0.01206086	0.01295463	0.01348697	0.01521206	0.01622216	0.99148808
2.35	0.0094528	0.00981957	0.01123804	0.01166972	0.01254118	0.01306047	0.01474424	0.01573082	0.99143284
2.36	0.00913197	0.00948897	0.01087054	0.01129126	0.01214094	0.01264745	0.0142908	0.01525436	0.99137726
2.37	0.00882203	0.0091695	0.01051506	0.01092507	0.01175346	0.01224749	0.01385131	0.01479233	0.99132133
2.38	0.00852261	0.00886079	0.01017121	0.01057076	0.01137835	0.01186017	0.01342533	0.01434429	0.99126507
2.39	0.00823336	0.00856247	0.00983859	0.01022794	0.01101522	0.01148511	0.01301246	0.01390983	0.99120846
2.4	0.00795392	0.00827419	0.00951686	0.00989623	0.01066367	0.01112191	0.01261228	0.01348852	0.99115151
2.41	0.00768396	0.00799562	0.00920565	0.00957529	0.01032334	0.01077019	0.01222441	0.01307998	0.99109422
2.42	0.00742317	0.00772643	0.00890461	0.00926475	0.00999387	0.0104296	0.01184846	0.0126838	0.9910366
2.43	0.00717123	0.0074663	0.00861342	0.00896429	0.00967492	0.01009978	0.01148408	0.01229963	0.99097863
2.44	0.00692784	0.00721493	0.00833175	0.00867357	0.00936615	0.00978038	0.01113091	0.0119271	0.99092032
2.45	0.00669271	0.00697202	0.0080593	0.00839227	0.00906723	0.00947109	0.01078859	0.01156584	0.99086167
2.46	0.00646556	0.00673729	0.00779575	0.0081201	0.00877785	0.00917158	0.0104568	0.01121553	0.99080268
2.47	0.00624612	0.00651046	0.00754082	0.00785676	0.00849771	0.00888154	0.01013522	0.01087583	0.99074336
2.48	0.00603413	0.00629127	0.00729422	0.00760196	0.00822651	0.00860067	0.00982353	0.01054642	0.99068369
2.49	0.00582933	0.00607946	0.00705569	0.00735542	0.00796396	0.00832869	0.00952142	0.01022699	0.99062369
2.5	0.00563148	0.00587478	0.00682497	0.00711687	0.00770979	0.0080653	0.0092286	0.00991723	0.99056335
2.51	0.00544035	0.00567699	0.00660178	0.00688607	0.00746374	0.00781025	0.00894479	0.00961685	0.99050267
2.52	0.00525571	0.00548586	0.0063859	0.00666274	0.00722554	0.00756326	0.00866971	0.00932557	0.99044166
2.53	0.00507733	0.00530117	0.00617707	0.00644666	0.00699493	0.00732408	0.00840308	0.00904312	0.9903803
2.54	0.004905	0.00512269	0.00597507	0.00623759	0.00677169	0.00709247	0.00814466	0.00876922	0.99031861
2.55	0.00473853	0.00495022	0.00577968	0.0060353	0.00655558	0.00686818	0.00789418	0.00850361	0.99025659
2.56	0.0045777	0.00478356	0.00559068	0.00583957	0.00634636	0.00665098	0.00765141	0.00824605	0.99019423
2.57	0.00442234	0.00462251	0.00540786	0.00565019	0.00614382	0.00644065	0.0074161	0.00799629	0.99013153
2.58	0.00427224	0.00446688	0.00523101	0.00546694	0.00594774	0.00623697	0.00718803	0.0077541	0.9900685
2.59	0.00412724	0.0043165	0.00505995	0.00528965	0.00575792	0.00603974	0.00696697	0.00751924	0.99000513
2.6	0.00398716	0.00417117	0.00489449	0.0051181	0.00557415	0.00584874	0.00675271	0.00729149	0.98994142
2.61	0.00385184	0.00403074	0.00473443	0.00495211	0.00539626	0.00566378	0.00654504	0.00707064	0.98987739
2.62	0.00372111	0.00389503	0.00457961	0.00479151	0.00522404	0.00548467	0.00634376	0.00685649	0.98981301
2.63	0.00359482	0.0037639	0.00442985	0.00463612	0.00505731	0.00531122	0.00614867	0.00664881	0.98974831
2.64	0.00347281	0.00363718	0.00428499	0.00448576	0.00489591	0.00514326	0.00595958	0.00644743	0.98968327
2.65	0.00335494	0.00351472	0.00414487	0.00434028	0.00473966	0.00498061	0.0057763	0.00625215	0.9896179
2.66	0.00324108	0.00339639	0.00400932	0.00419952	0.00458839	0.00482311	0.00559866	0.00606278	0.98955219
2.67	0.00313107	0.00328204	0.00387821	0.00406333	0.00444196	0.00467058	0.00542648	0.00587915	0.98948615
2.68	0.00302481	0.00317154	0.00375139	0.00393155	0.00430019	0.00452288	0.00525959	0.00570108	0.98941978
2.69	0.00292214	0.00306477	0.00362872	0.00380405	0.00416295	0.00437985	0.00509784	0.0055284	0.98935308
2.7	0.00282297	0.00296158	0.00351005	0.00368068	0.00403009	0.00424134	0.00494107	0.00536096	0.98928605
2.71	0.00272716	0.00286187	0.00339527	0.00356131	0.00390147	0.00410722	0.00478911	0.00519858	0.98921868

2.72	0.0026346	0.00276552	0.00328424	0.00344581	0.00377696	0.00397733	0.00464183	0.00504113	0.98915099
2.73	0.00254518	0.00267241	0.00317684	0.00333406	0.00365642	0.00385155	0.00449908	0.00488844	0.98908296
2.74	0.00245879	0.00258244	0.00307296	0.00322593	0.00353973	0.00372975	0.00436071	0.00474038	0.9890146
2.75	0.00237534	0.0024955	0.00297247	0.00312131	0.00342676	0.0036118	0.00422661	0.0045968	0.98894592
2.76	0.00229472	0.00241148	0.00287526	0.00302009	0.00331739	0.00349759	0.00409662	0.00445757	0.9888769
2.77	0.00221684	0.00233029	0.00278124	0.00292214	0.00321152	0.00338698	0.00397064	0.00432256	0.98880756
2.78	0.0021416	0.00225184	0.00269029	0.00282737	0.00310902	0.00327987	0.00384853	0.00419163	0.98873789
2.79	0.00206892	0.00217602	0.00260231	0.00273568	0.0030098	0.00317615	0.00373017	0.00406467	0.98866789
2.8	0.0019987	0.00210276	0.00251722	0.00264696	0.00291374	0.00307571	0.00361546	0.00394156	0.98859756
2.81	0.00193086	0.00203197	0.0024349	0.00256111	0.00282075	0.00297844	0.00350427	0.00382218	0.9885269
2.82	0.00186533	0.00196356	0.00235528	0.00247806	0.00273073	0.00288425	0.0033965	0.00370641	0.98845591
2.83	0.00180202	0.00189745	0.00227826	0.00239769	0.00264358	0.00279304	0.00329205	0.00359415	0.9883846
2.84	0.00174086	0.00183357	0.00220375	0.00231993	0.00255921	0.00270471	0.0031908	0.00348529	0.98831297
2.85	0.00168178	0.00177183	0.00213169	0.00224469	0.00247753	0.00261918	0.00309268	0.00337973	0.988241
2.86	0.0016247	0.00171218	0.00206198	0.00217189	0.00239846	0.00253635	0.00299756	0.00327736	0.98816871
2.87	0.00156955	0.00165454	0.00199455	0.00210146	0.00232192	0.00245614	0.00290538	0.00317809	0.9880961
2.88	0.00151628	0.00159883	0.00192933	0.00203331	0.00224781	0.00237847	0.00281603	0.00308183	0.98802316
2.89	0.00146482	0.001545	0.00186624	0.00196736	0.00217608	0.00230326	0.00272943	0.00298849	0.98794989
2.9	0.00141511	0.00149299	0.00180521	0.00190356	0.00210663	0.00223042	0.00264549	0.00289797	0.98787631
2.91	0.00136708	0.00144272	0.00174618	0.00184182	0.00203939	0.00215988	0.00256413	0.0028102	0.98780239
2.92	0.00132068	0.00139415	0.00168907	0.00178209	0.00197431	0.00209158	0.00248527	0.00272508	0.98772816
2.93	0.00127585	0.00134721	0.00163384	0.0017243	0.0019113	0.00202544	0.00240884	0.00264254	0.9876536
2.94	0.00123255	0.00130186	0.00158041	0.00166838	0.0018503	0.00196138	0.00233476	0.00256251	0.98757872
2.95	0.00119072	0.00125803	0.00152873	0.00161427	0.00179125	0.00189936	0.00226296	0.00248489	0.98750351
2.96	0.00115031	0.00121567	0.00147874	0.00156192	0.00173408	0.00183929	0.00219337	0.00240963	0.98742799
2.97	0.00111127	0.00117474	0.00143038	0.00151126	0.00167874	0.00178113	0.00212591	0.00233664	0.98735214
2.98	0.00107355	0.00113519	0.00138361	0.00146225	0.00162516	0.0017248	0.00206053	0.00226587	0.98727597
2.99	0.00103711	0.00109697	0.00133836	0.00141483	0.00157329	0.00167026	0.00199716	0.00219724	0.98719948
3	0.00100191	0.00106004	0.00129459	0.00136894	0.00152308	0.00161744	0.00193574	0.00213069	0.98712267
3.01	0.00096791	0.00102435	0.00125226	0.00132455	0.00147447	0.00156629	0.00187621	0.00206616	0.98704554
3.02	0.00093506	0.00098986	0.00121131	0.00128159	0.00142742	0.00151676	0.00181851	0.00200358	0.98696809
3.03	0.00090332	0.00095654	0.0011717	0.00124003	0.00138186	0.00146879	0.00176259	0.00194289	0.98689032
3.04	0.00087266	0.00092433	0.00113338	0.00119981	0.00133776	0.00142234	0.00170838	0.00188404	0.98681223
3.05	0.00084305	0.00089321	0.00109632	0.0011609	0.00129507	0.00137736	0.00165584	0.00182698	0.98673383
3.06	0.00081443	0.00086314	0.00106047	0.00112325	0.00125373	0.00133381	0.00160492	0.00177164	0.9866551
3.07	0.00078679	0.00083408	0.00102579	0.00108682	0.00121372	0.00129163	0.00155556	0.00171798	0.98657606
3.08	0.00076009	0.000806	0.00099225	0.00105158	0.00117499	0.00125078	0.00150772	0.00166595	0.9864967
3.09	0.00073429	0.00077886	0.0009598	0.00101747	0.00113749	0.00121123	0.00146136	0.00161549	0.98641703
3.1	0.00070937	0.00075264	0.00092841	0.00098448	0.00110118	0.00117292	0.00141641	0.00156656	0.98633704
3.11	0.00068529	0.0007273	0.00089805	0.00095255	0.00106604	0.00113583	0.00137285	0.00151911	0.98625673
3.12	0.00066203	0.00070282	0.00086868	0.00092166	0.00103202	0.00109991	0.00133063	0.0014731	0.98617611
3.13	0.00063956	0.00067915	0.00084028	0.00089177	0.00099908	0.00106513	0.00128971	0.00142848	0.98609517

3.14	0.00061786	0.00065629	0.0008128	0.00086284	0.0009672	0.00103144	0.00125005	0.00138521	0.98601392
3.15	0.00059689	0.00063419	0.00078622	0.00083486	0.00093633	0.00099883	0.00121161	0.00134326	0.98593235
3.16	0.00057663	0.00061284	0.00076051	0.00080779	0.00090645	0.00096724	0.00117435	0.00130257	0.98585047
3.17	0.00055706	0.00059221	0.00073564	0.00078159	0.00087752	0.00093665	0.00113823	0.00126312	0.98576828
3.18	0.00053815	0.00057227	0.00071158	0.00075624	0.00084951	0.00090703	0.00110323	0.00122486	0.98568577
3.19	0.00051989	0.000553	0.00068831	0.00073172	0.0008224	0.00087835	0.0010693	0.00118776	0.98560295
3.2	0.00050224	0.00053439	0.00066581	0.00070799	0.00079615	0.00085057	0.00103641	0.00115179	0.98551982
3.21	0.0004852	0.00051639	0.00064403	0.00068502	0.00077074	0.00082367	0.00100454	0.0011169	0.98543638
3.22	0.00046873	0.00049901	0.00062297	0.00066281	0.00074615	0.00079762	0.00097365	0.00108307	0.98535262
3.23	0.00045282	0.00048221	0.0006026	0.00064131	0.00072233	0.0007724	0.0009437	0.00105027	0.98526856
3.24	0.00043745	0.00046597	0.00058289	0.00062051	0.00069928	0.00074797	0.00091468	0.00101846	0.98518418
3.25	0.0004226	0.00045029	0.00056383	0.00060039	0.00067696	0.00072432	0.00088655	0.00098761	0.9850995
3.26	0.00040826	0.00043513	0.0005454	0.00058092	0.00065536	0.00070142	0.00085929	0.0009577	0.9850145
3.27	0.0003944	0.00042048	0.00052756	0.00056208	0.00063444	0.00067923	0.00083286	0.00092869	0.9849292
3.28	0.00038102	0.00040632	0.00051031	0.00054385	0.00061419	0.00065775	0.00080725	0.00090056	0.98484359
3.29	0.00036809	0.00039264	0.00049362	0.00052621	0.00059459	0.00063695	0.00078242	0.00087328	0.98475767
3.3	0.00035559	0.00037942	0.00047748	0.00050915	0.00057562	0.00061681	0.00075836	0.00084683	0.98467144
3.31	0.00034353	0.00036665	0.00046186	0.00049264	0.00055724	0.0005973	0.00073504	0.00082119	0.98458491
3.32	0.00033187	0.0003543	0.00044676	0.00047666	0.00053946	0.00057842	0.00071243	0.00079631	0.98449807
3.33	0.0003206	0.00034237	0.00043215	0.0004612	0.00052224	0.00056012	0.00069052	0.00077219	0.98441092
3.34	0.00030972	0.00033085	0.00041802	0.00044624	0.00050558	0.00054241	0.00066929	0.00074881	0.98432346
3.35	0.00029921	0.00031971	0.00040435	0.00043177	0.00048944	0.00052526	0.0006487	0.00072613	0.98423571
3.36	0.00028905	0.00030894	0.00039113	0.00041777	0.00047382	0.00050865	0.00062875	0.00070413	0.98414764
3.37	0.00027924	0.00029854	0.00037834	0.00040422	0.0004587	0.00049256	0.00060942	0.00068281	0.98405927
3.38	0.00026977	0.00028849	0.00036596	0.00039111	0.00044406	0.00047699	0.00059068	0.00066212	0.9839706
3.39	0.00026061	0.00027878	0.000354	0.00037843	0.00042989	0.0004619	0.00057251	0.00064207	0.98388162
3.4	0.00025177	0.00026939	0.00034242	0.00036615	0.00041617	0.00044729	0.0005549	0.00062262	0.98379235
3.41	0.00024322	0.00026032	0.00033122	0.00035428	0.00040289	0.00043315	0.00053784	0.00060376	0.98370276
3.42	0.00023497	0.00025156	0.00032039	0.00034279	0.00039003	0.00041945	0.0005213	0.00058548	0.98361288
3.43	0.00022699	0.00024309	0.00030992	0.00033167	0.00037758	0.00040619	0.00050527	0.00056774	0.98352269
3.44	0.00021929	0.00023491	0.00029978	0.00032092	0.00036553	0.00039334	0.00048973	0.00055055	0.98343221
3.45	0.00021184	0.000227	0.00028998	0.00031051	0.00035386	0.0003809	0.00047467	0.00053387	0.98334142
3.46	0.00020465	0.00021935	0.00028049	0.00030044	0.00034257	0.00036886	0.00046007	0.0005177	0.98325033
3.47	0.00019771	0.00021197	0.00027132	0.00029069	0.00033164	0.00035719	0.00044592	0.00050202	0.98315894
3.48	0.000191	0.00020483	0.00026245	0.00028127	0.00032105	0.0003459	0.00043221	0.00048682	0.98306726
3.49	0.00018452	0.00019794	0.00025387	0.00027214	0.00031081	0.00033496	0.00041891	0.00047207	0.98297527
3.5	0.00017825	0.00019127	0.00024557	0.00026332	0.00030089	0.00032437	0.00040603	0.00045777	0.98288299

Tabla 37 Multiorden para 0 ≥ n ≥ 3.5; n ≠ 1 a 90 º C. Análisis completo.

t (s)	0	21600	86400	108000	172800	194400	259200	280800	r
Experimental	31.6304951	28.1056084	21.5642384	19.9006143	14.091239	12.3011795	10.0985412	9.31331058	
n	**C^(1-n)(ppm)**								
1.19	0.51877598	0.53055368	0.55794388	0.56652016	0.60492238	0.62074055	0.64445242	0.65444058	0.99755632
1.2	0.50116277	0.51314654	0.54106965	0.54982781	0.58912868	0.60535572	0.62972114	0.63999883	0.99755582
1.18	0.53700821	0.54855132	0.57534436	0.58371927	0.6211395	0.63651638	0.65952831	0.66920822	0.99755444
1.21	0.48414755	0.49631051	0.52470576	0.5336273	0.57374732	0.59035219	0.61532659	0.62587577	0.99755296
1.17	0.55588119	0.56715947	0.5932875	0.60144054	0.63779137	0.65269315	0.67495688	0.68430908	0.9975502
1.22	0.46771003	0.48002686	0.50883678	0.51790413	0.55876755	0.57572053	0.60126109	0.61206437	0.99754774
1.16	0.57541747	0.58639887	0.61179023	0.61969981	0.65488966	0.66928104	0.69074638	0.69975071	0.99754358
1.23	0.45183058	0.46427747	0.49344773	0.50264424	0.54417889	0.5614515	0.5875171	0.59855775	0.99754016
1.15	0.59564034	0.6062909	0.63087001	0.63851342	0.67244632	0.6862905	0.70690525	0.71554078	0.99753459
1.24	0.43649027	0.44904481	0.47852409	0.48783398	0.52997111	0.54753613	0.57408728	0.58534919	0.99753022
1.14	0.61657393	0.62685772	0.65054482	0.65789819	0.69047366	0.70373225	0.72344212	0.73168715	0.99752322
1.25	0.42167078	0.43431192	0.46405181	0.47346009	0.51613428	0.53396564	0.56096445	0.5724321	0.99751793
1.13	0.63824324	0.64812222	0.67083322	0.67787147	0.70898428	0.72161728	0.74036585	0.74819787	0.99750946
1.26	0.40735443	0.42006241	0.45001721	0.45950973	0.50265871	0.52073149	0.54814159	0.55980006	0.9975033
1.12	0.6606741	0.67010806	0.69175436	0.69845113	0.72799115	0.73995684	0.75768548	0.76508116	0.99749333
1.27	0.39352414	0.40628042	0.43640708	0.44597042	0.48953497	0.50782535	0.53561184	0.54744677	0.99748632
1.11	0.68389329	0.69283971	0.71332796	0.71965556	0.74750756	0.7587625	0.77541027	0.78234543	0.9974748
1.28	0.38016342	0.39295061	0.42320856	0.43283003	0.47675387	0.49523908	0.5233685	0.53536609	0.997467
1.1	0.70792851	0.71634247	0.73557437	0.74150375	0.76754718	0.77804609	0.79354971	0.79999927	0.99745389
1.29	0.36725631	0.38005813	0.41040922	0.42007682	0.46430647	0.48296476	0.51140503	0.52355199	0.99744534
1.09	0.73280844	0.7406425	0.75851457	0.76401523	0.78812404	0.79781977	0.81211349	0.81805148	0.99743058
1.3	0.35478741	0.36758866	0.39799697	0.40769938	0.45218406	0.47099465	0.49971503	0.5119986	0.99742135
1.08	0.75856276	0.76576685	0.78217021	0.78721014	0.80925253	0.81809598	0.83111153	0.83651103	0.99740488
1.31	0.34274186	0.3555283	0.38596011	0.39568664	0.44037814	0.45932122	0.48829224	0.50070016	0.99739503
1.07	0.78522222	0.79174347	0.80656359	0.81110924	0.83094745	0.83888751	0.85055401	0.85538713	0.99737679
1.32	0.33110526	0.34386363	0.37428729	0.38402785	0.42888046	0.4479371	0.47713056	0.48965105	0.99736639
1.06	0.81281861	0.81860128	0.83171772	0.83573388	0.85322397	0.86020744	0.87045131	0.87468918	0.9973463
1.33	0.31986375	0.33258167	0.3629675	0.37271259	0.41768297	0.43683514	0.46622402	0.47884577	0.99733543
1.05	0.84138487	0.84637017	0.85765632	0.86110612	0.8760977	0.88206921	0.89081407	0.89442678	0.99731341
1.34	0.3090039	0.32166987	0.35199006	0.36173072	0.40677783	0.42600834	0.4555668	0.46827892	0.99730215
1.04	0.87095509	0.87508105	0.88440387	0.88724864	0.89958464	0.90448658	0.91165319	0.91460977	0.99727812
1.35	0.29851276	0.31111608	0.34134462	0.35107243	0.39615741	0.41544988	0.44515318	0.45794526	0.99726657
1.03	0.90156454	0.90476587	0.91198559	0.91418482	0.92370124	0.92747369	0.9329798	0.93524819	0.99724043
1.36	0.28837781	0.30090855	0.33102113	0.34072819	0.38581428	0.4051531	0.4349776	0.44783964	0.99722867
1.02	0.93324975	0.93545767	0.94042749	0.94193876	0.94846436	0.951045	0.95480531	0.95635233	0.99720034
1.37	0.27858696	0.29103592	0.32100986	0.33068874	0.37574119	0.39511153	0.42503462	0.43795702	0.99718847

1.01	0.96604852	0.96719061	0.96975641	0.9705353	0.97389135	0.97521536	0.9771414	0.97793268	0.99715785
1.38	0.26912852	0.28148721	0.31130137	0.32094509	0.36593109	0.38531883	0.41531892	0.42829248	0.99714598
1.39	0.25999121	0.27225178	0.3018865	0.31148854	0.35637712	0.37576884	0.40582531	0.41884121	0.99710119
0.99	1.03514469	1.03392237	1.03118679	1.03035923	1.02680859	1.02541453	1.02339334	1.02256528	0.99706563
1.4	0.25116412	0.26331937	0.29275637	0.30231062	0.3470726	0.36645555	0.39654871	0.40959851	0.99705412
0.98	1.07152454	1.06899546	1.0633462	1.06164014	1.05433587	1.05147496	1.04733393	1.04563974	0.99701592
1.41	0.24263673	0.25468002	0.28390236	0.29340313	0.338011	0.35737308	0.38748416	0.40055977	0.99700476
0.97	1.10918294	1.10525831	1.09650855	1.09387071	1.08260113	1.0781977	1.07183457	1.06923489	0.99696379
1.42	0.23439885	0.24632412	0.27531614	0.28475809	0.32918599	0.34851571	0.37862682	0.39172049	0.99695313
0.96	1.14816483	1.14275129	1.13070514	1.12707978	1.11162413	1.10559959	1.09690836	1.09336247	0.99690926
1.43	0.22644067	0.23824238	0.26698959	0.27636778	0.32059139	0.33987788	0.36997194	0.38307626	0.99689922
0.95	1.18851673	1.18151612	1.1659682	1.16129705	1.14142521	1.13369789	1.12256871	1.1180345	0.99685232
1.44	0.21875267	0.23042579	0.25891486	0.26822469	0.31222118	0.33145412	0.3615149	0.3746228	0.99684305
0.94	1.23028679	1.22159594	1.20233101	1.19655314	1.1720252	1.16251029	1.14882934	1.14326325	0.99679297
1.45	0.21132569	0.22286566	0.25108435	0.26032153	0.30406951	0.32323915	0.35325117	0.36635588	0.99678461
0.93	1.27352484	1.26303536	1.23982785	1.23287956	1.20344554	1.19205494	1.1757043	1.16906131	0.9967312
1.46	0.20415087	0.21555357	0.24349066	0.25265123	0.29613066	0.31522779	0.34517634	0.35827138	0.99672392
0.92	1.31828248	1.30588051	1.27849411	1.27030884	1.23570822	1.22235046	1.20320795	1.1954415	0.99666703
1.47	0.19721965	0.20848139	0.23612663	0.24520694	0.28839909	0.30741498	0.3372861	0.35036529	0.99666098
0.91	1.36461311	1.35017906	1.31836623	1.30887443	1.26883581	1.25341592	1.231355	1.22241696	0.99660044
1.48	0.19052375	0.20164124	0.22898531	0.23798199	0.28086938	0.29979581	0.32957621	0.34263367	0.9965958
0.9	1.41257202	1.39598033	1.35948185	1.34861085	1.3028515	1.2852709	1.2601605	1.25000114	0.99653145
1.49	0.18405519	0.19502552	0.22205997	0.23096992	0.27353626	0.29236548	0.32204256	0.33507266	0.99652837
0.89	1.46221643	1.44333529	1.40187972	1.38955363	1.33777911	1.31793546	1.28963987	1.27820776	0.99646004
1.5	0.17780624	0.18862685	0.21534408	0.22416446	0.2663946	0.2851193	0.31468111	0.32767851	0.99645871
1.51	0.17176946	0.18243811	0.2088313	0.21755952	0.25943939	0.27805272	0.30748794	0.32044752	0.99638683
0.88	1.51360558	1.49229663	1.44559985	1.43173941	1.37364308	1.35143017	1.31980885	1.30705087	0.99638622
1.52	0.16593763	0.17645243	0.20251549	0.21114919	0.25266578	0.27116129	0.3004592	0.3133761	0.99631272
0.87	1.56680078	1.54291886	1.49068347	1.47520591	1.41046851	1.38577614	1.35068359	1.33654483	0.99631
1.53	0.1603038	0.17066313	0.1963907	0.20492775	0.24606902	0.26444065	0.29359112	0.30646073	0.9962364
0.86	1.62186551	1.59525832	1.53717311	1.51999202	1.44828117	1.42099499	1.38228059	1.36670434	0.99623136
1.54	0.15486125	0.16506378	0.19045114	0.19888961	0.23964449	0.25788659	0.28688004	0.29969796	0.99615787
0.85	1.67886548	1.64937326	1.5851126	1.5661378	1.48710755	1.45710891	1.41461675	1.3975444	0.99615031
1.55	0.14960348	0.15964814	0.18469121	0.19302939	0.23338769	0.25149496	0.28032236	0.29308443	0.99607713
0.84	1.73786869	1.7053239	1.63454718	1.61368454	1.5269748	1.49414065	1.44770936	1.42908037	0.99606686
1.56	0.14452422	0.15441018	0.17910549	0.18734183	0.22729426	0.24526175	0.27391459	0.28661685	0.9959942
0.83	1.79894555	1.76317252	1.68552346	1.66267475	1.56791083	1.53211353	1.48157612	1.46132796	0.99598099
1.57	0.13961741	0.14934407	0.17368869	0.18182186	0.22135991	0.23918302	0.26765328	0.28029198	0.99590908
0.82	1.86216894	1.8229835	1.73808953	1.71315227	1.60994431	1.57105148	1.51623513	1.49430323	0.99589272
1.58	0.1348772	0.14444419	0.16843572	0.17646454	0.2155805	0.23325496	0.2615351	0.27410669	0.99582178
0.81	1.92761429	1.88482341	1.79229496	1.76516225	1.65310464	1.61097902	1.55170494	1.5280226	0.99580204
1.59	0.13029791	0.13970506	0.16334162	0.17126506	0.20995198	0.22747382	0.25555678	0.26805789	0.99573229

0.8	1.99535971	1.94876108	1.84819089	1.81875122	1.69742204	1.65192129	1.5880045	1.56250285	0.99570896
1.6	0.12587411	0.13512142	0.15840159	0.16621879	0.20447042	0.22183596	0.24971511	0.26214257	0.99564064
0.79	2.06548601	2.01486767	1.90583003	1.8739671	1.74292752	1.6939041	1.62515323	1.59776115	0.99561347
1.61	0.1216005	0.13068817	0.15361095	0.1613212	0.19913197	0.21633784	0.24400697	0.25635778	0.99554682
0.78	2.13807688	2.08321675	1.96526675	1.93085929	1.78965295	1.73695388	1.66317099	1.63381508	0.99551559
1.62	0.11747198	0.12640037	0.14896521	0.15656792	0.19393291	0.21097598	0.23842931	0.25070065	0.99545085
0.77	2.21321894	2.15388439	2.02655712	1.98947869	1.83763101	1.78109774	1.70207811	1.67068256	0.99541529
1.63	0.11348363	0.12225325	0.14445996	0.15195469	0.18886958	0.20574702	0.23297915	0.24516836	0.99535272
0.76	2.29100184	2.22694924	2.08975893	2.04987772	1.8868953	1.82636351	1.7418954	1.70838198	0.9953126
1.64	0.10963069	0.1182422	0.14009098	0.14747739	0.18393845	0.20064765	0.22765357	0.23975815	0.99525246
0.75	2.37151839	2.30249262	2.15493181	2.11211043	1.9374803	1.87277968	1.78264416	1.74693209	0.99520751
1.65	0.10590857	0.11436274	0.13585412	0.14313202	0.17913607	0.19567467	0.22244973	0.23446733	0.99515005
0.74	2.45486468	2.38059862	2.22213721	2.17623247	1.98942141	1.9203755	1.82434616	1.78635209	0.99510003
1.66	0.10231282	0.11061057	0.13174541	0.13891467	0.17445907	0.19082494	0.21736484	0.22929327	0.99504552
0.73	2.54114015	2.46135416	2.29143854	2.24230121	2.04275498	1.96918094	1.86702371	1.82666162	0.99499015
1.67	0.09883915	0.1069815	0.12776095	0.13482159	0.16990417	0.18609542	0.21239618	0.22423338	0.99493886
0.72	2.63044774	2.54484911	2.36290116	2.31037574	2.09751836	2.01922675	1.91069963	1.86788074	0.99487788
1.68	0.09548341	0.10347151	0.123897	0.13084912	0.16546821	0.18148311	0.20754111	0.21928515	0.99483009
0.71	2.72289401	2.63117641	2.43659246	2.38051696	2.15374986	2.07054445	1.95539727	1.91002998	0.99476321
1.69	0.09224161	0.10007667	0.12014991	0.12699369	0.16114805	0.17698511	0.20279701	0.21444611	0.99471921
0.7	2.81858929	2.72043214	2.51258196	2.45278762	2.21148885	2.12316637	2.00114055	1.95313034	0.99464616
1.7	0.08910987	0.09679321	0.11651615	0.12325185	0.1569407	0.1725986	0.19816135	0.20971386	0.99460623
0.69	2.91764774	2.81271563	2.59094133	2.52725235	2.27077574	2.17712565	2.04795391	1.99720326	0.99452672
1.71	0.08608446	0.09361749	0.11299228	0.11962028	0.15284319	0.16832081	0.19363166	0.20508604	0.99449116
0.68	3.02018758	2.9081296	2.67174448	2.60397778	2.33165203	2.23245627	2.09586239	2.0422707	0.9944049
1.72	0.08316176	0.09054595	0.10957499	0.1160957	0.14885266	0.16414904	0.18920551	0.20056034	0.994374
0.67	3.12633114	3.00678024	2.75506761	2.68303254	2.39416033	2.2891931	2.14489161	2.08835511	0.9942807
1.73	0.0803383	0.0875752	0.10626105	0.11267497	0.14496631	0.16008066	0.18488054	0.19613451	0.99425476
0.66	3.23620509	3.10877733	2.84098933	2.76448733	2.45834438	2.34737187	2.19506779	2.13547941	0.99415412
1.74	0.07761069	0.08470191	0.10304733	0.10935504	0.14118144	0.15611312	0.18065443	0.19180635	0.99413345
0.65	3.34994052	3.21423441	2.92959067	2.84841503	2.52424912	2.40702923	2.24641776	2.1836671	0.99402517
1.75	0.0749757	0.08192289	0.09993081	0.10613293	0.13749538	0.15224391	0.17652492	0.1875737	0.99401008
0.64	3.46767316	3.32326885	3.0209552	2.93489071	2.59192067	2.46820275	2.29896897	2.23294215	0.99389384
1.76	0.07243016	0.07923505	0.09690854	0.10300575	0.13390556	0.1484706	0.17248981	0.18343445	0.99388466
0.63	3.58954346	3.43600199	3.1151691	3.02399173	2.6614064	2.53093096	2.35274954	2.2833291	0.99376014
1.77	0.06997105	0.07663539	0.09397768	0.09997072	0.13040947	0.14479081	0.16854693	0.17938654	0.99375718
1.78	0.06759543	0.07412103	0.09113546	0.09702511	0.12700466	0.14120222	0.16469418	0.17542796	0.99362767
0.62	3.71569687	3.5525593	3.21232123	3.11579778	2.73275494	2.59525339	2.40778821	2.33485305	0.99362407
1.79	0.06530046	0.07168917	0.08837919	0.09416629	0.12368873	0.13770258	0.1609295	0.17155673	0.99349613
0.61	3.84628389	3.67307052	3.31250322	3.21039099	2.80601624	2.66121054	2.46411442	2.38753965	0.99348565
1.8	0.06308342	0.06933709	0.08570629	0.09139171	0.12045939	0.13428967	0.15725088	0.16777094	0.99336256
0.6	3.98146036	3.79766976	3.41580956	3.30785599	2.88124157	2.72884395	2.52175828	2.44141515	0.99334486

1.81	0.06094164	0.06706218	0.08311422	0.08869888	0.11731436	0.13096135	0.15365635	0.16406868	0.99322697
0.59	4.12138756	3.9264957	3.5223377	3.40827994	2.95848359	2.79819624	2.58075063	2.49650635	0.99320171
1.82	0.05887258	0.06486191	0.08060055	0.0860854	0.11425144	0.12771552	0.15014398	0.16044813	0.99308938
0.58	4.26623246	4.05969172	3.63218811	3.51175268	3.03779635	2.86931109	2.64112301	2.55284071	0.99305621
1.83	0.05687377	0.06273383	0.0781629	0.08354892	0.11126849	0.12455013	0.1467119	0.15690747	0.99294979
0.57	4.41616789	4.19740607	3.7454644	3.61836678	3.11923538	2.94223329	2.7029077	2.61044626	0.99290836
1.84	0.05494282	0.06067557	0.07579898	0.08108717	0.10836342	0.1214632	0.14335827	0.15344494	0.99280821
0.56	4.57137276	4.33979201	3.86227342	3.7282176	3.20285767	3.01700877	2.76613774	2.6693517	0.99275817
1.85	0.05307743	0.05868484	0.07350654	0.07869796	0.10553419	0.11845278	0.1400813	0.15005882	0.99266464
0.55	4.73203225	4.48700802	3.98272533	3.84140341	3.28872176	3.09368463	2.83084694	2.72958636	0.99260563
1.86	0.05127538	0.05675943	0.07128344	0.07637915	0.10277884	0.11551697	0.13687924	0.14674742	0.9925191
0.54	4.89833807	4.63921795	4.10693375	3.95802545	3.37688774	3.17230917	2.8970699	2.79118023	0.99245076
1.87	0.0495345	0.05489719	0.06912757	0.07412866	0.10009542	0.11265392	0.13375037	0.1435091	0.9923716
0.53	5.07048865	4.79659119	4.23501584	4.07818804	3.46741733	3.25293192	2.96484204	2.85416398	0.99229355
1.88	0.04785273	0.05309604	0.06703691	0.07194448	0.09748207	0.10986184	0.13069302	0.14034224	0.99222213
0.52	5.24868942	4.95930291	4.36709239	4.20199868	3.56037388	3.33560366	3.0341996	2.91856897	0.99213402
1.89	0.04622806	0.051354	0.06500947	0.06982466	0.09493694	0.10713895	0.12770556	0.13724526	0.99207072
0.51	5.433153	5.1275342	4.50328799	4.32956812	3.65582248	3.42037647	3.10517967	2.98442729	0.99197215
1.9	0.04465855	0.0496691	0.06304335	0.0677673	0.09245826	0.10448355	0.12478639	0.13421663	0.99191736
0.5	5.62409949	5.30147228	4.64373109	4.46101046	3.75382991	3.50730373	3.17782019	3.05177171	0.99180797
1.91	0.04314233	0.04803949	0.06113669	0.06577055	0.0900443	0.10189396	0.12193395	0.13125483	0.99176208
0.49	5.82175674	5.48131076	4.78855416	4.59644329	3.85446478	3.59644021	3.25216002	3.12063578	0.99164147
1.92	0.04167758	0.04646334	0.0592877	0.06383264	0.08769337	0.09936856	0.11914671	0.12835838	0.99160487
0.48	6.0263606	5.66724979	4.9378938	4.73598776	3.95779754	3.68784205	3.3282389	3.19105379	0.99147266
1.93	0.04026256	0.04493891	0.05749463	0.06195183	0.08540381	0.09690574	0.11642318	0.12552586	0.99144574
0.47	6.23815519	5.85949631	5.09189086	4.87976869	4.0639005	3.78156683	3.40609753	3.2630608	0.99130154
1.94	0.03889559	0.04346449	0.05575578	0.06012644	0.08317403	0.09450397	0.11376191	0.12275584	0.99128471
0.46	6.45739324	6.05826428	5.25069059	5.0279147	4.17284792	3.87767358	3.48577753	3.33669266	0.99112812
1.95	0.03757503	0.04203845	0.05406953	0.05835483	0.08100247	0.09216172	0.11116147	0.12004695	0.99112178
1.96	0.0362993	0.04065919	0.05243427	0.05663543	0.07888761	0.08987753	0.10862048	0.11739783	0.99095696
0.45	6.68433634	6.26377494	5.41444278	5.1805583	4.28471608	3.97622283	3.5673215	3.41198605	0.9909524
1.97	0.03506689	0.03932519	0.05084847	0.05496668	0.07682796	0.08764995	0.10613756	0.11480718	0.99079026
0.44	6.91925529	6.476257	5.58330188	5.33783605	4.39958326	4.07727667	3.65077307	3.48897846	0.99077439
1.98	0.03387631	0.03803495	0.04931063	0.0533471	0.07482208	0.08547757	0.10371141	0.11227369	0.99062169
0.43	7.16243039	6.69594696	5.75742715	5.49988863	4.51752987	4.18089875	3.73617685	3.56770822	0.99059409
1.99	0.03272616	0.03678705	0.0478193	0.05177525	0.07286858	0.08335904	0.10134071	0.10979611	0.99045125
0.42	7.41415181	6.92308932	5.93698282	5.666861	4.63863846	4.28715433	3.8235785	3.64821454	0.99041151
2	0.03161506	0.03558009	0.04637307	0.05024971	0.07096608	0.08129302	0.0990242	0.1073732	0.99027897
0.41	7.6747199	7.15793688	6.12213827	5.83890252	4.7629938	4.39611035	3.91302477	3.73053751	0.99022665
2.01	0.03054168	0.03441273	0.04497058	0.04876911	0.06911325	0.0792782	0.09676065	0.10500377	0.99010484
0.4	7.94444557	7.40075103	6.31306811	6.0161671	4.89068294	4.50783543	4.00456349	3.81471811	0.99003952
2.02	0.02950475	0.03328367	0.04361051	0.04733215	0.0673088	0.07731332	0.09454884	0.10268661	0.98992887

0.39	8.22365067	7.65180201	6.50995245	6.19881328	5.02179523	4.62239995	4.09824361	3.90079828	0.98985013
2.03	0.02850302	0.03219165	0.04229157	0.04593752	0.06555146	0.07539713	0.09238758	0.1004206	0.98975108
0.38	8.51266835	7.91136924	6.71297697	6.38700446	5.15642247	4.73987608	4.19411521	3.98882087	0.98965848
2.04	0.0275353	0.03113546	0.04101253	0.04458398	0.06384	0.07352844	0.09027573	0.09820458	0.98957147
0.37	8.81184347	8.17974159	6.92233318	6.58090899	5.29465887	4.86033781	4.29222958	4.07882971	0.98946457
2.05	0.02660043	0.03011392	0.03977216	0.04327033	0.06217322	0.07170607	0.08821215	0.09603747	0.98939005
0.36	9.121533	8.45721778	7.13821854	6.7807003	5.43660119	4.98386102	4.39263916	4.17086963	0.98926841
2.06	0.02569731	0.02912591	0.03856931	0.04199538	0.06054996	0.06992886	0.08619575	0.09391818	0.98920684
0.35	9.44210648	8.74410661	7.36083667	6.98655712	5.58234878	5.11052351	4.49539767	4.26498645	0.98907001
2.07	0.02482485	0.0281703	0.03740283	0.040758	0.05896908	0.0681957	0.08422543	0.09184566	0.98902183
0.34	9.77394641	9.04072739	7.59039755	7.1986636	5.73200366	5.24040507	4.60056003	4.36122705	0.98886938
2.08	0.02398201	0.02724605	0.03627164	0.03955708	0.05742948	0.06650549	0.08230016	0.08981887	0.98883505
0.33	10.1174488	9.34741024	7.82711769	7.41720947	5.88567058	5.3735875	4.7081825	4.45963934	0.98866651
2.09	0.02316778	0.02635212	0.03517465	0.03839154	0.05593007	0.06485718	0.08041889	0.08783681	0.98864649
0.32	10.4730234	9.66449651	8.07122037	7.64239021	6.04345709	5.51015471	4.81832261	4.56027233	0.98846143
2.1	0.0223812	0.02548753	0.03411084	0.03726034	0.05446982	0.06324971	0.07858063	0.08589849	0.98845617
2.11	0.02162133	0.0246513	0.03307921	0.03616248	0.05304768	0.06168209	0.07678438	0.08400294	0.98826411
0.31	10.8410946	9.99233909	8.32293583	7.87440728	6.20547363	5.65019271	4.93103927	4.66317613	0.98825412
2.12	0.02088725	0.0238425	0.03207878	0.03509696	0.05166268	0.06015332	0.0750292	0.08214922	0.98807029
0.3	11.2221015	10.3313029	8.58250149	8.1134682	6.37183361	5.79378971	5.04639275	4.76840199	0.9880446
2.13	0.0201781	0.02306025	0.0311086	0.03406284	0.05031384	0.05866245	0.07331414	0.0803364	0.98787475
0.29	11.6164988	10.6817651	8.85016217	8.35978683	6.54265346	5.94103616	5.16444473	4.87600229	0.98783288
2.14	0.01949302	0.02230365	0.03016776	0.03305919	0.04900021	0.05720852	0.07163828	0.07856359	0.98767748
0.28	12.0247571	11.0441158	9.12617033	8.6135835	6.71805276	6.09202481	5.28525834	4.98603063	0.98761896
2.15	0.01883121	0.02157188	0.02925538	0.03208511	0.04772088	0.05579063	0.07000073	0.07682991	0.98747849
0.27	12.4473635	11.4187584	9.41078629	8.87508524	6.89815426	6.24685076	5.40889819	5.09854178	0.98740285
2.16	0.01819186	0.02086412	0.02837059	0.03113973	0.04647495	0.05440788	0.06840061	0.07513448	0.9872778
0.26	12.8848223	11.8061097	9.70427852	9.14452597	7.08308402	6.40561154	5.53543039	5.21359178	0.98718455
2.17	0.01757422	0.02017958	0.02751256	0.03022221	0.04526155	0.0530594	0.06683707	0.07347646	0.98707542
0.25	13.3376554	12.2066008	10.0069238	9.42214672	7.2729715	6.56840716	5.66492259	5.33123792	0.98696408
2.18	0.01697755	0.0195175	0.02668049	0.02933172	0.04407984	0.05174434	0.06530927	0.07185503	0.98687135
0.24	13.8064032	12.6206776	10.3190077	9.70819581	7.46794958	6.73534015	5.79744405	5.45153877	0.98674143
2.19	0.01640113	0.01887715	0.02587357	0.02846747	0.04292897	0.05046187	0.06381639	0.07026938	0.9866656
0.23	14.291625	13.0488008	10.6408244	10.0029291	7.66815476	6.90651566	5.93306563	5.57455425	0.98651663
2.2	0.01584429	0.0182578	0.02509106	0.02762869	0.04180815	0.04921119	0.06235763	0.06871873	0.98645819
0.22	14.7938998	13.491447	10.9726776	10.3066103	7.87372715	7.08204152	6.07185985	5.7003456	0.98628966
2.21	0.01530635	0.01765877	0.02433222	0.02681461	0.0407166	0.04799151	0.06093223	0.06720229	0.98624912
0.21	15.3138268	13.9491088	11.3148802	10.6195111	8.08481064	7.26202828	6.21390094	5.82897547	0.98606055
2.22	0.01478668	0.0170794	0.02359632	0.02602453	0.03965354	0.04680206	0.0595394	0.06571931	0.9860384
0.2	15.8520266	14.4222956	11.667755	10.9419112	8.30155299	7.44658933	6.35926483	5.96050791	0.9858293
2.23	0.01428465	0.01651903	0.02288269	0.02525772	0.03861824	0.04564209	0.05817841	0.06426906	0.98582605
2.24	0.01379967	0.01597705	0.02219063	0.02451351	0.03760997	0.04451086	0.05684854	0.06285082	0.98561206

0.19	16.4091412	14.911534	12.0316348	11.2740992	8.52410589	7.6358409	6.50802928	6.09500842	0.98559591
2.25	0.01333115	0.01545286	0.02151951	0.02379123	0.03662803	0.04340768	0.05554906	0.06146387	0.98539646
0.18	16.9858354	15.4173685	12.4068629	11.6163721	8.75262513	7.82990222	6.66027382	6.23254396	0.98536039
2.26	0.01287853	0.01494586	0.02086868	0.02309023	0.03567172	0.04233183	0.05427928	0.06010753	0.98517925
0.17	17.5827974	15.9403621	12.7937931	11.9690362	8.98727064	8.02889551	6.81607987	6.37318304	0.98512276
2.27	0.01244129	0.01445549	0.02023754	0.02240988	0.03474038	0.04128266	0.05303854	0.05878111	0.98496044
0.16	18.2007394	16.4810969	13.1927905	12.3324069	9.22820666	8.23294613	6.97553075	6.51699567	0.98488302
2.28	0.01201889	0.01398122	0.01962548	0.02174958	0.03383335	0.04025948	0.05182615	0.05748397	0.98474005
0.15	18.8403988	17.0401747	13.6042313	12.7068093	9.47560184	8.44218259	7.13871171	6.66405347	0.98464117
2.29	0.01161083	0.0135225	0.01903194	0.02110874	0.03295001	0.03926166	0.05064148	0.05621545	0.98451807
0.14	19.5025388	17.6182177	14.0285036	13.0925782	9.72962933	8.65673671	7.30571002	6.81442968	0.98439723
2.3	0.01121663	0.01307884	0.01845634	0.02048677	0.03208973	0.03828858	0.04948388	0.05497493	0.98429453
0.13	20.1879496	18.2158693	14.4660076	13.4900587	9.99046694	8.87674361	7.47661498	6.96819916	0.98415119
2.31	0.0108358	0.01264973	0.01789816	0.01988314	0.03125191	0.03733961	0.04835275	0.05376178	0.98406942
0.12	20.8974489	18.8337947	14.917156	13.8996065	10.2582972	9.10234189	7.65151798	7.1254385	0.98390308
2.32	0.01046791	0.0122347	0.01735685	0.01929729	0.03043597	0.03641416	0.04724747	0.0525754	0.98384277
0.11	21.6318833	19.4726816	15.3823742	14.3215878	10.5333077	9.33367364	7.83051254	7.28622598	0.9836529
2.33	0.01011251	0.01183328	0.01683192	0.0187287	0.02964132	0.03551165	0.04616746	0.0514152	0.98361457
0.1	22.3921292	20.133241	15.8621011	14.7563802	10.8156908	9.57088458	8.01369438	7.45064168	0.98340066
2.34	0.00976918	0.01144504	0.01632286	0.01817686	0.02886743	0.0346315	0.04511214	0.05028061	0.98338485
2.35	0.0094375	0.01106954	0.0158292	0.01764129	0.02811374	0.03377317	0.04408094	0.04917105	0.9831536
0.09	23.1790937	20.8162081	16.3567891	15.2043725	11.1056442	9.81412413	8.20116146	7.61876746	0.98314636
2.36	0.00911708	0.01070635	0.01535047	0.01712149	0.02737973	0.03293612	0.04307331	0.04808598	0.98292085
0.08	23.9937158	21.5223431	16.8669049	15.6659655	11.4033708	10.0635455	8.39301402	7.79068705	0.98289001
2.37	0.00880754	0.01035508	0.01488621	0.01661701	0.02666488	0.03211981	0.04208871	0.04702485	0.98268659
0.07	24.8369676	22.2524319	17.3929295	16.1415721	11.709079	10.3193058	8.58935465	7.96648605	0.98263163
2.38	0.00850851	0.01001534	0.014436	0.0161274	0.0259687	0.03132373	0.04112663	0.04598714	0.98245085
0.06	25.7098552	23.0072871	17.9353591	16.6316177	12.0229829	10.5815661	8.79028834	8.146252	0.98237122
2.39	0.00821964	0.00968674	0.0139994	0.01565221	0.02529069	0.03054738	0.04018653	0.04497232	0.98221362
0.05	26.6134202	23.7877487	18.4947054	17.1365408	12.3453021	10.8504916	8.99592255	8.33007443	0.98210878
2.4	0.00794057	0.00936893	0.01357601	0.01519102	0.02463038	0.02979028	0.03926792	0.0439799	0.98197493
0.04	27.5487406	24.5946854	19.071496	17.6567929	12.6762622	11.1262518	9.20636722	8.51804485	0.98184434
2.41	0.00767097	0.00906154	0.01316543	0.01474342	0.02398732	0.02905194	0.03837031	0.04300939	0.98173477
0.03	28.5169327	25.4289953	19.6662747	18.1928395	13.0160949	11.4090203	9.4217349	8.71025688	0.98157789
2.42	0.00741053	0.00876423	0.01276726	0.01430901	0.02336104	0.02833189	0.03749322	0.04206028	0.98149316
0.02	29.5191515	26.2916069	20.2796027	18.7451601	13.365038	11.6989752	9.64214075	8.90680623	0.98130944
2.43	0.00715894	0.00847668	0.01238113	0.0138874	0.02275111	0.0276297	0.03663618	0.04113213	0.98125012
0.01	30.556593	27.1834804	20.9120584	19.3142487	13.7233358	11.9962991	9.86770263	9.10779077	0.98103901
2.44	0.00691588	0.00819857	0.01200668	0.01347821	0.02215711	0.02694491	0.03579872	0.04022445	0.98100564
0	31.6304951	28.1056084	21.5642384	19.9006143	14.091239	12.3011795	10.0985412	9.31331058	0.98076661
2.45	0.00668107	0.00792958	0.01164355	0.01308108	0.02157862	0.02627709	0.03498042	0.0393368	0.98075974
2.46	0.00645424	0.00766941	0.01129141	0.01269565	0.02101523	0.02562582	0.03418081	0.03846875	0.98051243

2.47	0.00623511	0.00741779	0.01094992	0.01232158	0.02046655	0.02499069	0.03339949	0.03761984	0.98026372
2.48	0.00602342	0.00717441	0.01061875	0.01195852	0.0199322	0.02437131	0.03263602	0.03678968	0.98001362
2.49	0.00581892	0.00693902	0.0102976	0.01160617	0.0194118	0.02376727	0.03189001	0.03597783	0.97976213
2.5	0.00562136	0.00671136	0.00998617	0.0112642	0.01890498	0.02317821	0.03116105	0.03518389	0.97950928
2.51	0.0054305	0.00649116	0.00968415	0.0109323	0.0184114	0.02260375	0.03044875	0.03440748	0.97925507
2.52	0.00524613	0.00627819	0.00939127	0.01061018	0.0179307	0.02204352	0.02975273	0.0336482	0.9789995
2.53	0.00506801	0.00607221	0.00910724	0.01029756	0.01746255	0.02149718	0.02907263	0.03290567	0.9787426
2.54	0.00489595	0.00587298	0.0088318	0.00999414	0.01700663	0.02096438	0.02840807	0.03217953	0.97848436
2.55	0.00472972	0.00568029	0.0085647	0.00969967	0.01656261	0.02044478	0.0277587	0.03146941	0.9782248
2.56	0.00456914	0.00549393	0.00830567	0.00941387	0.01613018	0.01993807	0.02712417	0.03077497	0.97796393
2.57	0.00441401	0.00531368	0.00805448	0.0091365	0.01570905	0.01944391	0.02650415	0.03009585	0.97770176
2.58	0.00426415	0.00513934	0.00781088	0.00886729	0.0152989	0.018962	0.02589831	0.02943171	0.9774383
2.59	0.00411938	0.00497072	0.00757465	0.00860602	0.01489947	0.01849203	0.02530631	0.02878223	0.97717356
2.6	0.00397952	0.00480763	0.00734557	0.00835245	0.01451046	0.01803371	0.02472784	0.02814709	0.97690755
2.61	0.00384441	0.0046499	0.00712341	0.00810634	0.01413162	0.01758676	0.0241626	0.02752596	0.97664027
2.62	0.00371388	0.00449734	0.00690797	0.00786749	0.01376266	0.01715087	0.02361027	0.02691853	0.97637175
2.63	0.00358779	0.00434978	0.00669905	0.00763568	0.01340333	0.0167258	0.02307057	0.02632451	0.97610198
2.64	0.00346598	0.00420707	0.00649645	0.0074107	0.01305339	0.01631125	0.02254321	0.0257436	0.97583098
2.65	0.00334831	0.00406904	0.00629997	0.00719234	0.01271258	0.01590698	0.02202791	0.02517551	0.97555876
2.66	0.00323463	0.00393553	0.00610944	0.00698042	0.01238068	0.01551274	0.02152438	0.02461995	0.97528533
2.67	0.00312481	0.00380641	0.00592467	0.00677475	0.01205743	0.01512826	0.02103236	0.02407666	0.97501069
2.68	0.00301871	0.00368153	0.00574548	0.00657513	0.01174263	0.01475331	0.02055159	0.02354535	0.97473487
2.69	0.00291622	0.00356074	0.00557172	0.0063814	0.01143605	0.01438765	0.02008181	0.02302577	0.97445786
2.7	0.00281721	0.00344391	0.00540321	0.00619337	0.01113747	0.01403106	0.01962277	0.02251765	0.97417968
2.71	0.00272157	0.00333092	0.0052398	0.00601088	0.01084668	0.01368331	0.01917422	0.02202075	0.97390034
2.72	0.00262916	0.00322163	0.00508133	0.00583377	0.01056349	0.01334417	0.01873593	0.02153481	0.97361984
2.73	0.0025399	0.00311593	0.00492765	0.00566188	0.01028769	0.01301344	0.01830765	0.02105959	0.9733382
2.74	0.00245367	0.0030137	0.00477862	0.00549506	0.01001909	0.01269091	0.01788916	0.02059486	0.97305543
2.75	0.00237036	0.00291482	0.0046341	0.00533315	0.00975751	0.01237637	0.01748024	0.02014039	0.97277154
2.76	0.00228988	0.00281919	0.00449395	0.00517601	0.00950275	0.01206962	0.01708067	0.01969594	0.97248653
2.77	0.00221214	0.00272669	0.00435803	0.0050235	0.00925465	0.01177048	0.01669023	0.01926131	0.97220042
2.78	0.00213703	0.00263723	0.00422623	0.00487548	0.00901302	0.01147875	0.01630871	0.01883626	0.97191322
2.79	0.00206448	0.00255071	0.00409841	0.00473183	0.0087777	0.01119426	0.01593592	0.0184206	0.97162493
2.8	0.00199439	0.00246702	0.00397446	0.00459241	0.00854853	0.01091681	0.01557164	0.0180141	0.97133557
2.81	0.00192667	0.00238608	0.00385426	0.00445709	0.00832534	0.01064624	0.0152157	0.01761658	0.97104514
2.82	0.00186126	0.00230779	0.0037377	0.00432577	0.00810798	0.01038238	0.01486789	0.01722783	0.97075366
2.83	0.00179807	0.00223208	0.00362465	0.00419831	0.00789629	0.01012506	0.01452803	0.01684766	0.97046113
2.84	0.00173702	0.00215884	0.00351503	0.00407461	0.00769013	0.00987411	0.01419594	0.01647587	0.97016756
2.85	0.00167805	0.00208801	0.00340872	0.00395455	0.00748935	0.00962938	0.01387144	0.0161123	0.96987297
2.86	0.00162107	0.00201951	0.00330563	0.00383803	0.00729381	0.00939072	0.01355436	0.01575674	0.96957737
2.87	0.00156604	0.00195325	0.00320566	0.00372494	0.00710338	0.00915798	0.01324452	0.01540903	0.96928076
2.88	0.00151287	0.00188916	0.00310871	0.00361519	0.00691792	0.008931	0.01294177	0.015069	0.96898315

2.89	0.0014615	0.00182718	0.00301469	0.00350867	0.0067373	0.00870965	0.01264594	0.01473646	0.96868455
2.9	0.00141188	0.00176723	0.00292351	0.00340529	0.0065614	0.00849378	0.01235687	0.01441127	0.96838497
2.91	0.00136395	0.00170925	0.0028351	0.00330495	0.00639009	0.00828327	0.01207441	0.01409325	0.96808443
2.92	0.00131764	0.00165317	0.00274935	0.00320757	0.00622325	0.00807797	0.01179841	0.01378225	0.96778292
2.93	0.0012729	0.00159893	0.0026662	0.00311306	0.00606077	0.00787776	0.01152871	0.01347811	0.96748047
2.94	0.00122969	0.00154647	0.00258557	0.00302134	0.00590254	0.00768251	0.01126518	0.01318069	0.96717707
2.95	0.00118794	0.00149573	0.00250737	0.00293231	0.00574843	0.0074921	0.01100768	0.01288983	0.96687275
2.96	0.0011476	0.00144666	0.00243154	0.00284591	0.00559834	0.00730642	0.01075606	0.01260538	0.9665675
2.97	0.00110864	0.00139919	0.002358	0.00276206	0.00545218	0.00712533	0.01051019	0.01232721	0.96626134
2.98	0.001071	0.00135329	0.00228669	0.00268068	0.00530983	0.00694873	0.01026994	0.01205519	0.96595428
2.99	0.00103464	0.00130889	0.00221753	0.00260169	0.0051712	0.00677651	0.01003518	0.01178916	0.96564632
3	0.00099951	0.00126594	0.00215046	0.00252503	0.00503618	0.00660855	0.00980579	0.01152901	0.96533748
3.01	0.00096558	0.00122441	0.00208542	0.00245063	0.0049047	0.00644476	0.00958165	0.01127459	0.96502777
3.02	0.00093279	0.00118424	0.00202235	0.00237843	0.00477664	0.00628503	0.00936262	0.01102579	0.96471718
3.03	0.00090112	0.00114538	0.00196119	0.00230835	0.00465193	0.00612926	0.00914861	0.01078248	0.96440575
3.04	0.00087053	0.0011078	0.00190188	0.00224033	0.00453047	0.00597735	0.00893948	0.01054454	0.96409346
3.05	0.00084097	0.00107146	0.00184436	0.00217432	0.00441219	0.0058292	0.00873514	0.01031185	0.96378034
3.06	0.00081242	0.0010363	0.00178858	0.00211026	0.00429699	0.00568473	0.00853547	0.0100843	0.96346638
3.07	0.00078484	0.0010023	0.00173448	0.00204808	0.0041848	0.00554383	0.00834036	0.00986176	0.96315161
3.08	0.00075819	0.00096942	0.00168203	0.00198773	0.00407555	0.00540643	0.00814971	0.00964414	0.96283602
3.09	0.00073245	0.00093761	0.00163116	0.00192916	0.00396914	0.00527244	0.00796342	0.00943132	0.96251964
3.1	0.00070758	0.00090685	0.00158182	0.00187232	0.00386551	0.00514176	0.00778138	0.0092232	0.96220246
3.11	0.00068356	0.0008771	0.00153398	0.00181715	0.00376459	0.00501432	0.00760351	0.00901966	0.96188449
3.12	0.00066035	0.00084832	0.00148759	0.00176361	0.0036663	0.00489005	0.00742971	0.00882062	0.96156575
3.13	0.00063793	0.00082049	0.0014426	0.00171165	0.00357058	0.00476885	0.00725987	0.00862598	0.96124624
3.14	0.00061627	0.00079357	0.00139897	0.00166121	0.00347735	0.00465065	0.00709392	0.00843562	0.96092598
3.15	0.00059535	0.00076753	0.00135666	0.00161227	0.00338656	0.00453539	0.00693177	0.00824947	0.96060497
3.16	0.00057514	0.00074235	0.00131563	0.00156476	0.00329815	0.00442298	0.00677332	0.00806743	0.96028322
3.17	0.00055561	0.00071799	0.00127584	0.00151866	0.00321204	0.00431336	0.00661849	0.0078894	0.95996073
3.18	0.00053675	0.00069443	0.00123726	0.00147391	0.00312817	0.00420645	0.0064672	0.0077153	0.95963753
3.19	0.00051852	0.00067165	0.00119984	0.00143048	0.0030465	0.0041022	0.00631937	0.00754505	0.95931361
3.2	0.00050092	0.00064961	0.00116355	0.00138833	0.00296696	0.00400053	0.00617492	0.00737855	0.95898899
3.21	0.00048391	0.0006283	0.00112836	0.00134743	0.0028895	0.00390137	0.00603377	0.00721572	0.95866367
3.22	0.00046748	0.00060769	0.00109423	0.00130772	0.00281406	0.00380468	0.00589584	0.00705649	0.95833766
3.23	0.00045161	0.00058775	0.00106114	0.00126919	0.00274059	0.00371038	0.00576107	0.00690078	0.95801097
3.24	0.00043628	0.00056846	0.00102905	0.0012318	0.00266903	0.00361842	0.00562938	0.00674849	0.95768362
3.25	0.00042147	0.00054981	0.00099793	0.0011955	0.00259935	0.00352874	0.0055007	0.00659957	0.9573556
3.26	0.00040716	0.00053177	0.00096774	0.00116028	0.00253148	0.00344128	0.00537496	0.00645394	0.95702693
3.27	0.00039333	0.00051433	0.00093848	0.00112609	0.00246539	0.00335599	0.0052521	0.00631152	0.95669761
3.28	0.00037998	0.00049745	0.00091009	0.00109291	0.00240102	0.00327281	0.00513204	0.00617224	0.95636765
3.29	0.00036708	0.00048113	0.00088257	0.00106071	0.00233833	0.0031917	0.00501473	0.00603603	0.95603707
3.3	0.00035461	0.00046535	0.00085588	0.00102945	0.00227728	0.00311259	0.0049001	0.00590283	0.95570587

3.31	0.00034257	0.00045008	0.00082999	0.00099912	0.00221783	0.00303545	0.00478809	0.00577257	0.95537406
3.32	0.00033094	0.00043531	0.00080489	0.00096968	0.00215992	0.00296022	0.00467864	0.00564519	0.95504164
3.33	0.00031971	0.00042103	0.00078055	0.00094111	0.00210353	0.00288685	0.0045717	0.00552062	0.95470863
3.34	0.00030885	0.00040722	0.00075694	0.00091338	0.00204861	0.0028153	0.00446719	0.00539879	0.95437503
3.35	0.00029837	0.00039386	0.00073405	0.00088647	0.00199512	0.00274552	0.00436508	0.00527965	0.95404086
3.36	0.00028824	0.00038093	0.00071185	0.00086035	0.00194303	0.00267748	0.0042653	0.00516315	0.95370611
3.37	0.00027845	0.00036843	0.00069032	0.000835	0.0018923	0.00261112	0.0041678	0.00504921	0.9533708
3.38	0.000269	0.00035635	0.00066944	0.0008104	0.0018429	0.0025464	0.00407253	0.00493779	0.95303494
3.39	0.00025986	0.00034466	0.0006492	0.00078652	0.00179478	0.00248329	0.00397944	0.00482882	0.95269853
3.4	0.00025104	0.00033335	0.00062956	0.00076334	0.00174792	0.00242174	0.00388847	0.00472226	0.95236158
3.41	0.00024252	0.00032241	0.00061052	0.00074085	0.00170229	0.00236172	0.00379959	0.00461806	0.9520241
3.42	0.00023428	0.00031183	0.00059206	0.00071902	0.00165784	0.00230319	0.00371274	0.00451615	0.9516861
3.43	0.00022633	0.0003016	0.00057415	0.00069784	0.00161456	0.0022461	0.00362787	0.00441649	0.95134758
3.44	0.00021865	0.00029171	0.00055679	0.00067728	0.0015724	0.00219043	0.00354494	0.00431903	0.95100856
3.45	0.00021122	0.00028214	0.00053995	0.00065732	0.00153135	0.00213614	0.00346391	0.00422372	0.95066904
3.46	0.00020405	0.00027288	0.00052362	0.00063795	0.00149137	0.0020832	0.00338473	0.00413051	0.95032903
3.47	0.00019712	0.00026393	0.00050778	0.00061916	0.00145243	0.00203157	0.00330736	0.00403936	0.94998854
3.48	0.00019043	0.00025527	0.00049242	0.00060091	0.00141451	0.00198122	0.00323176	0.00395023	0.94964756
3.49	0.00018397	0.00024689	0.00047753	0.00058321	0.00137758	0.00193211	0.00315788	0.00386305	0.94930613
3.5	0.00017772	0.00023879	0.00046309	0.00056602	0.00134161	0.00188423	0.0030857	0.00377781	0.94896423

9 Referencias

[1] R. Corley y P. Tinker, El origen y desarrollo de la industria de la palma de aceite, Bogotá: Fedepalma, 2009.

[2] H. B. Fletes Ocón, F. Rangel, A. Oliva Velas y G. Ocampo Guzmán, «Pequeños productores, reestructuración y expansión de la palma africana en Chiapas,» *Región y sociedad,* vol. 25, nº 57, pp. 203-239, 2013.

[3] M. M. Aguilera Díaz, «PALMA AFRICANA EN LA COSTA CARIBE: UN SEMILLERO DE EMPRESAS SOLIDARIAS,» Economista de Estudios Económicos del Banco de la República – Sucursal Cartagena, Cartagena de Indias, 2002.

[4] S. M. Rincón M. y D. M. Martínez C., «Análisis de las propiedades del aceite de palma en el desarrollo de su industria,» *Palmas,* vol. 30, nº 2, pp. 11-24, 2009.

[5] L. H. Jones y W. A. Hughes, «Oil Palm (Elaeis guineensis Jacq.),» de *Trees II. Biotechnology in Agriculture and Forestry*, vol. 5, Springer, Berlin, Heidelberg, 1989, pp. 176-202.

[6] L. Oi-Ming, T. Chin-Ping y C. C. Akoh, Palm Oil: Production, Processing, Characterization, and Uses, AOCS Press, 2012.

[7] N. J. v. Jacquin. [En línea]. Disponible: https://pfaf.org/User/Plant.aspx?LatinName=Elaeis+guineensis. [Último acceso: 20 Noviembre 2019].

[8] C. A. Borrero, «infoagro,» [En línea]. Disponible: https://www.infoagro.com/herbaceos/oleaginosas/palma_aceite2.htm. [Último acceso: 8 Junio 2020].

[9] Y. Basiron, «Palm oil production through sustainable plantations,» *European Journal of Lipid Sciencie and Technology,* vol. 4, nº 109, pp. 289-295, 2007.

[10] T. Choon-Hui, H. M. Ghazali, A. Kuntom, T. Ching-Ping y A. A. Ariffin, «Extraction and physicochemical properties of low free fatty acid crude palm oil,» *Food Chemistry,* vol. 2, nº 113, pp. 645-650, 2009.

[11] Y. B. Che Man, T. Haryati, H. M. Ghazali y B. A. Asbi, «Composition and Thermal Profile of Crude Palm Oil and Its Products,» *Journal of the American Oil Chemists' Society,* vol. 2, nº 76, pp. 237-242, 1999.

[12] S. d. Almeida Rios, M. C. Dias Paes, W. S. Cardoso, A. Borém y F. F. Teixeira, «Color of Corn Grains and Carotenoid Profile of Importance for Human Health,» *American Journal of Plant Sciences,* vol. 5, nº 6, pp. 857-862, 2014.

[13] A. L. Ahmad, C. Y. Chan, S. R. Abd Shukor, M. D. Mashitah y A. R. Sunarti, «Isolation of carotenes from palm oil mill effluent and its use as a source of carotenes,» *Desalination and Water Treatment,* vol. 7, nº 1-3, pp. 251-256, 2009.

[14] H. A. Tyler, D. H. Buss y M. E. Knowles, «THE NUTRITIONAL IMPORTANCE OF VEGETABLES,» *Acta Horticulturae,* nº 244, pp. 201-208, 1989.

[15] L. Masson S., «CRITERIO DE CALIDAD PARA MATERIAS GRASAS UTILIZADAS FRECUENTEMENTE EN LA NUTRICION ANIMAL Y DE PECES,» CONTROL DE CALIDAD DE INSUMOS Y DIETAS ACUICOLAS, Santiago de Chile, 2013.

[16] B. Peng Lim, T. Guat Bee y J. Terao, «Oxidative Stability of Malaysian Palm Oil and its Blends,» *Journal of Japan Oil Chemists' Society,* vol. 39, nº 12, pp. 1045-1049, 1990.

[17] D. Teixeira de ALMEIDA, T. V. VIANA, M. M. COSTA, C. S. SILVA y S. FEITOSA, «Effects of different storage conditions on the oxidative stability of crude and refined palm oil, olein and stearin (Elaeis guineensis),» *Food Science and Technology,* vol. 39, nº Suplemento 1, pp. 211-217, 2019.

[18] D. Teixeira de ALMEIDA, F. M. CURVELO, M. M. COSTA, T. V. VIANA y P. Condé de LIMA, «Oxidative stability of crude palm oil after deep frying akara (Fried Bean Paste),» *Food Science and Technology,* vol. 38, nº 1, pp. 142-147, 2018.

[19] X. Ting-ting, L. Jing, F. Ya-Wei, Z. Tian-wen y D. Ze-Yuan, «Comparison of Oxidative Stability among Edible Oils under Continuous Frying Conditions,» *International Journal of Food Properties,* vol. 18, nº 7, pp. 1478-1490, 2014.

[20] C. H. Tan, H. M. Ghazali, A. Kuntom, C. P. Tan y A. A. Ariffin, «Extraction and physicochemical properties of low free fatty acid crude palm oil,» *Food Chemistry,* vol. 113, nº 2, pp. 645-650, 15 3 2009.

[21] S. H. Goh, Y. M. Choo y S. H. Ong, «Minor Constituents of Palm Oil,» *Journal of the American Oil Chemists' Society,* vol. 62, nº 2, pp. 237-240, 1985.

[22] A. J. Clegg, «Composition and related nutritional and organoleptic aspects of palm oil,» *Journal of the American Oil Chemists Society,* vol. 50, nº 8, pp. 321-324, 1973.

[23] T. Verleyen, M. Forcades, R. Verhe, K. Dewettinck, A. Huyghebaert y W. De Greyt, «Analysis of free and esterified sterols in vegetable oils,» *JAOCS, Journal of the American Oil Chemists' Society,* vol. 79, nº 2, pp. 117-122, 2002.

[24] B. Nagendran, U. R. Unnithan, Y. M. Choo y K. Sundram, «Characteristics of red palm oil, a carotene- and vitamin E-rich refined oil for food uses,» *Food and Nutrition Bulletin,* vol. 21, nº 2, pp. 189-194, 2000.

[25] C. Y. May, «Palm Oil Carotenoids,» *Food and Nutrition Bulletin,* vol. 15, nº 2, pp. 1-8, 6 1994.

[26] J. H. Ng y B. Tan, «Analysis of Palm Oil Carotenoids By HPLC with Diode-Array Detection,» *Journal of Chromatographic Science,* vol. 26, nº 9, pp. 463-469, 1988.

[27] S. C. Yap, Y. M. Choo, C. K. Ooi, A. S. H. Ong y S. H. Goh, *Quantitative analysis of carotenes in the oil from different palm species,* vol. 3, 1991, pp. 369-378.

[28] M. L. Wong, R. E. Timms y E. M. Goh, «Colorimetric Determination of Total Tocopherols in Palm Oil, Olein and Stearin,» *Journal of the American Oil Chemists' Society,* vol. 65, nº 2, pp. 258-261, 1988.

[29] K. Sundram, R. Sambanthamurthi y Y. A. Tan, «Palm fruit chemistry and nutrition,» de *Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition*, 2003.

[30] S. H. Goh, N. F. Hew, A. W. Norhanom y M. Yadav, «Inhibition of tumour promotion by various palm-oil tocotrienols,» *International Journal of Cancer,* vol. 57, nº 4, pp. 529-531, 1994.

[31] D. O. Edem, *Palm oil: Biochemical, physiological, nutritional, hematological, and toxicological aspects: A review,* vol. 57, 2002, pp. 319-341.

[32] H. N. Mei, M. C. Yuen, N. M. Ah, H. C. Cheng y M. A. Hashim, «Separation of vitamin E (tocopherol, tocotrienol, and tocomonoenol) in palm oil,» *Lipids,* vol. 39, nº 10, pp. 1031-1035, 10 2004.

[33] Y. M. Choo, S. C. Yapa, C. K. Ooi, A. N. Ma, S. H. Goh y A. S. H. Ong, «Recovered oil from palm-pressed fiber: A good source of natural carotenoids, vitamin E, and sterols,» *JAOCS, Journal of the American Oil Chemists' Society,* vol. 73, nº 5, pp. 599-602, 1996.

[34] E. Fedeli, A. Lanzani, P. Capella y G. Jacini, «Triterpene alcohols and sterols of vegetable oils,» *Journal of the American Oil Chemists' Society,* vol. 43, nº 4, pp. 254-256, 1966.

[35] K. J. Goh, C. K. Wong y P. H. Ng, «Oil Palm,» de *Encyclopedia of Applied Plant Sciences*, vol. 3, Elsevier Inc., 2016, pp. 382-390.

[36] M. C. Chow y C. C. Ho, «Chemical Composition of Oil Droplets From Palm Oil Mill Sludge,» *Journal of Oil Palm Research,* vol. 14, nº 1, pp. 25-34, 2002.

[37] R. Sambanthamurthi, K. Sundram y Y. A. Tan, *Chemistry and biochemistry of palm oil,* vol. 39, 2000, pp. 507-558.

[38] H. L. N. Lau, Y. M. Choo, A. N. Ma y C. H. Chuah, «Quality of residual oil from palm-pressed mesocarp fiber (Elaeis guineensis) using supercritical CO2 with and without ethanol,» *JAOCS, Journal of the American Oil Chemists' Society,* vol. 83, nº 10, pp. 893-898, 10 2006.

[39] W. F. Cheong, M. R. Wenk y G. Shui, «Comprehensive analysis of lipid composition in crude palm oil using multiple lipidomic approaches,» *Journal of Genetics and Genomics,* vol. 41, nº 5, pp. 293-304, 20 5 2014.

[40] S. George y C. Arumughan, «Lipid profile of process streams of palm oil mill,» *Journal of the American Oil Chemists Society,* vol. 69, nº 3, pp. 283-287, 1992.

[41] S. H. Goh, S. L. Tong y P. T. Gee, «Total phospholipids in crude palm oil: Quantitative analysis and correlations with oil quality parameters,» *Journal of the American Oil Chemists Society,* vol. 61, nº 10, pp. 1597-1600, 10 1984.

[42] P. T. Gee, «Analytical characteristics of crude and refined palm oil and fractions,» *European Journal of Lipid Science and Technology,* vol. 109, nº 4, pp. 373-379, 2007.

[43] M. Kumar, U. R. Moon y A. Mitra, «Rapid separation of carotenes and evaluation of their in vitro antioxidant properties from ripened fruit waste of Areca catechu – A plantation crop of agro-industrial importance,» *Industrial Crops and Products,* vol. 40, pp. 204-209, 2012.

[44] A. Mortensen y L. H. Skibsted, «Importance of Carotenoid Structure in Radical-Scavenging Reactions,» *Journal of Agricultural and Food Chemistry,* vol. 45, nº 8, pp. 2970-2977, 1997.

[45] C. N. Rao y B. S. N. Rao, «Absorption of Dietary Carotenes in Human Subjects,» *The American Journal of Clinical Nutrition,* vol. 23, nº 1, pp. 105-109, 1970.

[46] D. Prakash y G. Sharma, Phytochemicals of nutraceutical importance, Oxfordshire: UK: CAB International, 2014.

[47] G. Lietz y C. J. Henry, «A modified method to minimise losses of carotenoids and tocopherols during HPLC analysis of red palm oil,» *Food Chemistry,* vol. 60, nº 1, pp. 109-117, 9 1997.

[48] R. Manorama y C. Rukmini, «Effect of processing on β-carotene retention in crude palm oil and its products,» *Food Chemistry,* vol. 42, nº 3, pp. 253-264, 1991.

[49] S. A. Desobry, F. M. Netto y T. P. Labuza, «Comparison of spray-drying, drum-drying and freeze-drying for β-carotene encapsulation and preservation,» *Journal of Food Science,* vol. 62, nº 6, pp. 1158-1162, 1997.

[50] L. A. Howard, A. D. Wong, A. K. Perry y B. P. Klein, «β-Carotene and ascorbic acid retention in fresh and processed vegetables,» *Journal of Food Science,* vol. 64, nº 5, pp. 929-936, 1999.

[51] T. Anguelova y J. Warthesen, «Degradation of lycopene, α-carotene, and β-carotene during lipid peroxidation,» *Journal of Food Science,* vol. 65, nº 1, pp. 71-75, 2000.

[52] S. K. Chang, K. Nagendra Prasad y I. Amin, «Carotenoids retention in leafy vegetables based on cooking methods,» *International Food Research Journal,* vol. 20, nº 1, pp. 457-465, 2013.

[53] H. -. CHOU y W. M. BREENE, «OXIDATIVE DECOLORATION OF β-CAROTENE IN LOW-MOISTURE MODEL SYSTEMS,» *Journal of Food Science,* vol. 37, nº 1, pp. 66-68, 1972.

[54] D. Dutta, A. Dutta, U. Raychaudhuri y R. Chakraborty, «Rheological characteristics and thermal degradation kinetics of beta-carotene in pumpkin puree,» *Journal of Food*

Engineering, vol. 76, nº 4, pp. 538-546, 10 2006.

[55] A. F. STEFANOVICH y M. KAREL, «KINETICS OF BETA-CAROTENE DEGRADATION AT TEMPERATURES TYPICAL OF AIR DRYING OF FOODS,» *Journal of Food Processing and Preservation,* vol. 6, nº 4, pp. 227-242, 1982.

[56] A. M. Goula y K. G. Adamopoulos, «Kinetic models of β-carotene degradation during air drying of carrots,» *Drying Technology,* vol. 28, nº 6, pp. 752-761, 6 2010.

[57] T. V. Ramakrishnan, P. L. Sawant y U. S. Kumta, «Radiation sensitivity studies of plant pigments. III. in vitro stability of β-carotene in aqueous dispersions,» *Radiation Botany,* vol. 10, nº 5, pp. 395-399, 1970.

[58] Y. Liu, Z. Hou, J. Yang y Y. Gao, «Effects of antioxidants on the stability of β-Carotene in O/W emulsions stabilized by Gum Arabic,» *Journal of Food Science and Technology,* vol. 52, nº 6, pp. 3300-3311, 29 6 2015.

[59] J. H. Shin, H. L. Chung, J. K. Seo, J. H. Sim, C. S. Huh, S. K. Kim y Y. J. Baek, «Degradation kinetics of capsanthin in paprika (Capsicum annuum L.) as affected by heating,» *Journal of Food Science,* vol. 66, nº 1, pp. 15-19, 2001.

[60] N. Achir, V. A. Randrianatoandro, P. Bohuon, A. Laffargue y S. Avallone, «Kinetic study of β-carotene and lutein degradation in oils during heat treatment,» *European Journal of Lipid Science and Technology,* vol. 112, nº 3, pp. 349-361, 2010.

[61] B. H. Chen y J. H. Huang, «Degradation and isomerization of chlorophyll a and β-carotene as affected by various heating and illumination treatments,» *Food Chemistry,* vol. 62, nº 3, pp. 299-307, 7 1998.

[62] D. Rodriguez, A Guide to Carotenoid Analysis in Foods, 2001, p. 64.

[63] A. Bechoff, C. Dhuique-Mayer, M. Dornier, K. I. Tomlins, R. Boulanger, D. Dufour y A. Westby, «Relationship between the kinetics of β-carotene degradation and formation of norisoprenoids in the storage of dried sweet potato chips,» *Food Chemistry,* vol. 121, nº 2, pp. 348-357, 15 7 2010.

[64] N. Koca, H. S. Burdurlu y F. Karadeniz, «Kinetics of colour changes in dehydrated carrots,» *Journal of Food Engineering,* vol. 78, nº 2, pp. 449-455, 1 2007.

[65] C. Dhuique-Mayer, M. Tbatou, M. Carail, C. Caris-Veyrat, M. Dornier y M. J. Amiot, «Thermal degradation of antioxidant micronutrients in Citrus juice: Kinetics and newly formed compounds,» de *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2007.

[66] S. Avallone, J. A. Rojas-Gonzalez, G. Trystram y P. Bohuon, «Thermal sensitivity of some plantain micronutrients during deep-fat frying,» *Journal of Food Science,* vol. 74, nº 5, 2009.

[67] A. Fratianni, L. Cinquanta y G. Panfili, «Degradation of carotenoids in orange juice during

microwave heating,» *LWT - Food Science and Technology,* vol. 43, nº 6, pp. 867-871, 7 2010.

[68] S. Baldermann, M. Naim y P. Fleischmann, «Enzymatic carotenoid degradation and aroma formation in nectarines (Prunus persica),» de *Food Research International*, 2005.

[69] L. Q. Zepka, C. D. Borsarelli, M. A. A. P. Da Silva y A. Z. Mercadante, «Thermal degradation kinetics of carotenoids in a cashew apple juice model and its impact on the system color,» *Journal of Agricultural and Food Chemistry,* vol. 57, nº 17, pp. 7841-7845, 9 9 2009.

[70] S. Limbo, L. Torri y L. Piergiovanni, «Light-induced changes in an aqueous β-carotene system stored under halogen and fluorescent lamps, affected by two oxygen partial pressures,» *Journal of Agricultural and Food Chemistry,* vol. 55, nº 13, pp. 5238-5245, 27 6 2007.

[71] R. C. Mordi, *Mechanism of β-carotene degradation [2],* vol. 292, 1993, pp. 310-312.

[72] B. Hiranvarachat, P. Suvarnakuta y S. Devahastin, «Isomerisation kinetics and antioxidant activities of β-carotene in carrots undergoing different drying techniques and conditions,» *Food Chemistry,* vol. 107, nº 4, pp. 1538-1546, 15 4 2008.

[73] X. D. Wang, N. I. Krinsky, G. Tang y R. M. Russell, «Retinoic acid can be produced from excentric cleavage of β-carotene in human intestinal mucosa,» *Archives of Biochemistry and Biophysics,* vol. 293, nº 2, pp. 298-304, 1992.

[74] X. D. Wang, G. W. Tang, J. G. Fox, N. I. Krinsky y R. M. Russell, «Enzymatic conversion of β-carotene into β-apo-carotenals and retinoids by human, monkey, ferret, and rat tissues,» *Archives of Biochemistry and Biophysics,* vol. 285, nº 1, pp. 8-16, 15 2 1991.

[75] M. Marx, M. Stuparic, A. Schieber y R. Carle, «Effects of thermal processing on trans-cis-isomerization of β-carotene in carrot juices and carotene-containing preparations,» *Food Chemistry,* vol. 83, nº 4, pp. 609-617, 2003.

[76] L. K. Henry, G. L. Catignani y S. J. Schwartz, «Oxidative degradation kinetics of lycopene, lutein, and 9-cis and all-trans β-carotene,» *JAOCS, Journal of the American Oil Chemists' Society,* vol. 75, nº 7, pp. 823-829, 1998.

[77] A. L. Vásquez-Caicedo, S. Schilling, R. Carle y S. Neidhart, «Effects of thermal processing and fruit matrix on β-carotene stability and enzyme inactivation during transformation of mangoes into purée and nectar,» *Food Chemistry,* vol. 102, nº 4, pp. 1172-1186, 2007.

[78] A. Schieber, M. Marx y R. Carle, «Simultaneous determination of carotenes and tocopherols in ATBC drinks by high-performance liquid chromatography,» *Food Chemistry,* vol. 76, nº 3, pp. 357-362, 2002.

[79] U. Kidmose, R. Y. Yang, S. H. Thilsted, L. P. Christensen y K. Brandt, «Content of carotenoids in commonly consumed Asian vegetables and stability and extractability during frying,» *Journal of Food Composition and Analysis,* vol. 19, nº 6-7, pp. 562-571, 9 2006.

[80] N. Mohamed, R. Hashim, N. A. Rahman y S. M. Zain, «An insight to the cleavage of β-carotene to vitamin A: A molecular mechanics study,» *Journal of Molecular Structure: THEOCHEM,* vol. 538, nº 1-3, pp. 245-252, 30 3 2001.

[81] C. Qian, E. A. Decker, H. Xiao y D. J. McClements, «Physical and chemical stability of β-carotene-enriched nanoemulsions: Influence of pH, ionic strength, temperature, and emulsifier type,» *Food Chemistry,* vol. 132, nº 3, pp. 1221-1229, 1 6 2012.

[82] C. Pénicaud, N. Achir, C. Dhuique-Mayer, M. Dornier y P. Bohuon, «Degradation of β-carotene during fruit and vegetable processing or storage: Reaction mechanisms and kinetic aspects: A review,» *Fruits,* vol. 66, nº 6, pp. 417-440, 11 2011.

[83] E. Demiray, Y. Tulek y Y. Yilmaz, «Degradation kinetics of lycopene, β-carotene and ascorbic acid in tomatoes during hot air drying,» *LWT - Food Science and Technology,* vol. 50, nº 1, pp. 172-176, 1 2013.

[84] R. Aparicio-Ruiz, M. I. Mínguez-Mosquera y B. Gandul-Rojas, «Thermal degradation kinetics of lutein, β-carotene and β-cryptoxanthin in virgin olive oils,» *Journal of Food Composition and Analysis,* vol. 24, nº 6, pp. 811-820, 9 2011.

[85] V. Aquilanti, K. C. Mundim, M. Elango, S. Kleijn y T. Kasai, «Temperature dependence of chemical and biophysical rate processes: Phenomenological approach to deviations from Arrhenius law,» *Chemical Physics Letters,* vol. 498, nº 1-3, pp. 209-213, 30 9 2010.

[86] K. J. Laidler, «Unconventional applications of the arrhenius law,» *Journal of Chemical Education,* vol. 49, nº 5, pp. 343-344, 1972.

[87] L. M. Cunha, F. A. Oliveira, T. R. Brandão y J. C. Oliveira, «Optimal experimental design for estimating the kinetic parameters of the Bigelow model,» *Journal of Food Engineering,* vol. 33, nº 1-2, pp. 111-128, 7 1997.

[88] H. S. RAMASWAMY, F. R. VAN DE VOORT y S. GHAZALA, «An Analysis of TDT and Arrhenius Methods for Handling Process and Kinetic Data,» *Journal of Food Science,* vol. 54, nº 5, pp. 1322-1326, 1989.

[89] V. B. Vikram, M. N. Ramesh y S. G. Prapulla, «Thermal degradation kinetics of nutrients in orange juice heated by electromagnetic and conventional methods,» *Journal of Food Engineering,* vol. 69, nº 1, pp. 31-40, 7 2005.

[90] D. Chung, S. E. Papadakis y K. L. Yam, «Thermal processing of packaged foods,» de *Handbook of Food Science, Technology, and Engineering - 4 Volume Set*, CRC Press, 2005, pp. 2396-2404.

[91] J. Ahmed, U. S. Shivhare y K. S. Sandhu, «Thermal degradation kinetics of carotenoids and visual color of papaya puree,» *Journal of Food Science,* vol. 67, nº 7, pp. 2692-2695, 2002.

[92] H. Tsuchihashi, M. Kigoshi, M. Iwatsuki y E. Niki, «Action of β-carotene as an antioxidant against lipid peroxidation,» *Archives of Biochemistry and Biophysics,* vol. 323, nº 1, pp. 137-147, 1995.

[93] R. C. Mordi, J. C. Walton, G. W. Burton, L. Hughes, I. U. Keith, L. A. David y M. J. Douglas, «Oxidative degradation of β-carotene and β-apo-8′-carotenal,» *Tetrahedron,* vol. 49, nº 4, pp. 911-928, 22 1 1993.

[94] F. Ramel, S. Birtic, S. Cuiné, C. Triantaphylidès, J. L. Ravanat y M. Havaux, «Chemical quenching of singlet oxygen by carotenoids in plants,» *Plant Physiology,* vol. 158, nº 3, pp. 1267-1278, 3 2012.

[95] G. W. Burton y K. U. Ingold, «β-Carotene: An unusual type of lipid antioxidant,» *Science,* vol. 224, nº 4649, pp. 569-573, 1984.

[96] A. Krieger-Liszkay, C. Fufezan y A. Trebst, *Singlet oxygen production in photosystem II and related protection mechanism,* vol. 98, Springer Netherlands, 2008, pp. 551-564.

[97] A. Pérez-Gálvez y M. I. Mínguez-Mosquera, «Structure-reactivity relationship in the oxidation of carotenoid pigments of the pepper (Capsicum annuum L.),» *Journal of Agricultural and Food Chemistry,* vol. 49, nº 10, pp. 4864-4869, 2001.

[98] A. Takahashi, N. Shibasaki-Kitakawa y T. Yonemoto, «Kinetic model for autoxidation of β-carotene in organic solutions,» *JAOCS, Journal of the American Oil Chemists' Society,* vol. 76, nº 8, pp. 897-903, 1999.

[99] A. Takahashi, J. i. Suzuki, N. Shibasaki-Kitakawa y T. Yonemoto, «A kinetic model for co-oxidation of β-carotene with oleic acid,» *JAOCS, Journal of the American Oil Chemists' Society,* vol. 78, nº 12, pp. 1203-1207, 2001.

[100] R. García-Torres, N. R. Ponagandla, R. L. Rouseff, R. M. Goodrich-Schneider y J. I. Reyes-De-Corcuera, *Effects of dissolved oxygen in fruit juices and methods of removal,* vol. 8, 2009, pp. 409-423.

[101] R. A. Chapman y K. Mackay, «The estimation of peroxides in fats and oils by the ferric thiocyanate method,» *Journal of the American Oil Chemists' Society,* vol. 26, nº 7, pp. 360-363, 7 1949.

[102] S. G. HARALAMPU y M. KAREL, «Kinetic Models for Moisture Dependence of Ascorbic Acid and β-Carotene Degradation in Dehydrated Sweet Potato,» *Journal of Food Science,* vol. 48, nº 6, pp. 1872-1873, 1983.

[103] C. S. Boon, D. J. McClements, J. Weiss y E. A. Decker, «Role of iron and hydroperoxides in the degradation of lycopene in oil-in-water emulsions,» *Journal of Agricultural and Food Chemistry,* vol. 57, nº 7, pp. 2993-2998, 8 4 2009.

[104] A. Mortensen y L. H. Skibsted, «Kinetics and mechanism of the primary steps of degradation of carotenoids by acid in homogeneous solution,» *Journal of Agricultural and Food Chemistry,* vol. 48, nº 2, pp. 279-286, 2 2000.

[105] N. K. Sian y S. Ishak, «Carotenoid and anthocyanin contents of papaya and pineapple: Influence of blanching and predrying treatments,» *Food Chemistry,* vol. 39, nº 2, pp. 175-185, 1991.

[106] S. J. Schwartz y M. Patroni-Killam, «Detection of Cis-Trans Carotene Isomers by Two-Dimensional Thin-Layer and High-Performance Liquid Chromatography,» *Journal of Agricultural and Food Chemistry,* vol. 33, nº 6, pp. 1160-1163, 1985.

[107] B. H. Chen y M. H. Liu, «Relationship between chlorophyll a and β-carotene in a lipid-containing model system during illumination,» *Food Chemistry,* vol. 63, nº 2, pp. 207-213, 10 1998.

[108] P. Budowski y A. Bondi, «Autoxidation of carotene and vitamin A. Influence of fat and antioxidants,» *Archives of Biochemistry and Biophysics,* vol. 89, nº 1, pp. 66-73, 1960.

[109] M. J. Goulson y J. J. Warthesen, «Stability and antioxidant activity of beta carotene in conventional and high oleic canola oil,» *Journal of Food Science,* vol. 64, nº 6, pp. 996-999, 1999.

[110] M. Laguerre, J. Lecomte y P. Villeneuve, *Evaluation of the ability of antioxidants to counteract lipid oxidation: Existing methods, new trends and challenges,* vol. 46, 2007, pp. 244-282.

[111] P. Zhang y S. T. Omaye, «β-Carotene and protein oxidation: Effects of ascorbic acid and α-tocopherol,» *Toxicology,* vol. 146, nº 1, pp. 37-47, 20 4 2000.

[112] P. Palozza, G. Calviello y G. M. Bartoli, «Prooxidant activity of β-carotene under 100% oxygen pressure in rat liver microsomes,» *Free Radical Biology and Medicine,* vol. 19, nº 6, pp. 887-892, 1995.

[113] L. PACKER, «Antioxidant Action of Carotenoids in Vitro and in Vivo and Protection against Oxidation of Human Low-Density Lipoproteins,,» *Annals of the New York Academy of Sciences,* vol. 691, nº 1, pp. 48-60, 1993.

[114] A. Takahashi, N. Shibasaki-Kitakawa y T. Yonemoto, «A Rigorous Kinetic Model for β-Carotene Oxidation in the Presence of an Antioxidant, α-Tocopherol,» *JAOCS, Journal of the American Oil Chemists' Society,* vol. 80, nº 12, pp. 1241-1247, 2003.

[115] N. E. Polyakov, T. V. Leshina, T. A. Konovalova y L. D. Kispert, «Carotenoids as scavengers of free radicals in a Fenton reaction: Antioxidants or pro-oxidants?,» *Free Radical Biology and Medicine,* vol. 31, nº 3, pp. 398-404, 1 8 2001.

[116] Y. d. Xiao, W. y. Huang, D. j. Li, J. f. Song, C. q. Liu, Q. y. Wei, M. Zhang y Q. m. Yang, «Thermal degradation kinetics of all-trans and cis-carotenoids in a light-induced model system,» *Food Chemistry,* vol. 239, pp. 360-368, 15 1 2018.

[117] A. W. Williams, T. W. Boileau y J. W. Erdman, «Factors influencing the uptake and absorption of carotenoids,» de *Proceedings of the Society for Experimental Biology and Medicine*, 1998.

[118] D. J. Simpson, M. R. Baqar y T. H. Lee, «Fine structure of the chromoplasts of fruit of Solanum aviculare forth. var. brisbanense,» *Australian Journal of Botany,* vol. 26, nº 6, pp. 783-792, 1978.

[119] A. L. Vásquez-Caicedo, A. Heller, S. Neidhart y R. Carle, «Chromoplast morphology and β-carotene accumulation during postharvest ripening of mango Cv. 'Tommy Atkins',» *Journal of Agricultural and Food Chemistry,* vol. 54, nº 16, pp. 5769-5776, 9 8 2006.

[120] D. Qiu, Z. R. Chen y H. R. Li, «Effect of heating on solid β-carotene,» *Food Chemistry,* vol. 112, nº 2, pp. 344-349, 15 1 2009.

[121] A. A. Abushita, H. G. Daood y P. A. Biacs, «Change in carotenoids and antioxidant vitamins in tomato as a function of varietal and technological factors,» *Journal of Agricultural and Food Chemistry,* vol. 48, nº 6, pp. 2075-2081, 6 2000.

[122] M. Nguyen, D. Francis y S. Schwartz, «Thermal isomerisation susceptibility of carotenoids in different tomato varieties,» de *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 2001.

[123] Hondupalma, «hondupalmahn,» 2018. [En línea]. Available: http://www.hondupalmahn.com/products.html. [Último acceso: 5 Noviembre 2019].

[124] Summa Industrial, S.A. de C.V., « Summa Industrial, S.A. de C.V.,» [En línea]. Available: https://1286-sv.all.biz/. [Último acceso: 5 Noviembre 2019].

[125] A. C. JACQUES, B. D. F. ANTUNES y L. G. D. SANTOS, «DETERMINAÇÃO DE CAROTENÓIDES E CLOROFILAS EM FARINHA DE FOLHA DE OLIVEIRA (Olea europaea L.) OBTIDA POR LIOFILIZAÇÃO,» *Revista da Jornada de Pós-Graduação e Pesquisa - congrega urcamp - 2017,* vol. 0, nº 0, pp. 1311-1319, 2017.

[126] N. B. Ventrera, L. Vignoni, M. S. Alessandro, M. Césari, R. Césari, V. Guinle, A. Giménez y O. Tapia, «Caracterización por contenido de β-carotenos de ocho cultivares de zanahoria (Daucus carota L.) y su relación con el color,» *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias,* vol. 45, nº 2, pp. 211-218, 2013.

[127] C. M. Matos, F. Schweigert, G. S. Sintes, G. P. Rodríguez, A. Hurtienne, D. Reyes y E. A. Jiménez, «Carotenoides séricos y su relación con la dieta en un grupo de adultos cubanos,» *Rev Cubana Aliment Nutr,* vol. 16, nº 2, pp. 105-13, 2002.

[128] A. Pérez-Gálvez, M. Isabel Minguez-Mosquera, J. Garrido-Fernández, M. Mercedes Lozano-Ruiz y V. Montero-de-Espinosa, «Correlación entre unidades asta-concentración carotenoide

en pimentones. Predicción de la estabilidad del color durante el almacenamiento,» *Grasas y Aceites,* vol. 55, nº 3, pp. 213-218, 2004.

[129] D. Marinova y F. Ribarova, «HPLC determination of carotenoids in Bulgarian berries,» *Journal of Food Composition and Analysis,* vol. 20, nº 5, pp. 370-374, 8 2007.

[130] N. I. Krinsky, M. D. Russett, G. J. Handelman y D. M. Snodderly, «Structural and geometrical isomers of carotenoids in human plasma,» *Journal of Nutrition,* vol. 120, nº 12, pp. 1654-1662, 1990.

[131] M. Murkovic, U. Mülleder y H. Neunteufl, «Carotenoid content in different varieties of pumpkins,» *Journal of Food Composition and Analysis,* vol. 15, nº 6, pp. 633-638, 2002.

[132] T. Kay Holt y D. W. Krogmann, «A carotenoid-protein from cyanobacteria,» *BBA - Bioenergetics,* vol. 637, nº 3, pp. 408-414, 12 10 1981.

[133] J. E. Johansen, W. A. Svec, S. Liaaen-Jensen y F. T. Haxo, «Carotenoids of the dinophyceae,» *Phytochemistry,* vol. 13, nº 10, pp. 2261-2271, 1974.

[134] K. W. Miller y C. S. Yang, «An isocratic high-performance liquid chromatography method for the simultaneous analysis of plasma retinol, α-tocopherol, and various carotenoids,» *Analytical Biochemistry,* vol. 145, nº 1, pp. 21-26, 15 2 1985.

[135] N. C. Hairston, «Photoprotection by carotenoid pigments in the copepod Diaptomus nevadensis.,» *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America,* vol. 73, nº 3, pp. 971-974, 1976.

[136] A. C. Kurilich y J. A. Juvik, «Simultaneous quantification of carotenoids and tocopherols in corn kernel extracts by HPLC,» *Journal of Liquid Chromatography and Related Technologies,* vol. 22, nº 19, pp. 2925-2934, 1999.

[137] J. E. House, Principles of Chemical Kinetics, Segunda ed., Illinois: ELSEVIER, 2007, pp. 15, 81.

[138] S. R. Logan, Fundamentos de Cinética Química, Madrid: Addison Wesley Iberoamericana, 2000, p. 14.

[139] S. Perni, Inhaler Devices: Fundamentals, Design and Drug Delivery, Birmingham: Elsevier, 2013, pp. 51-74.

[140] J. Van Doornmalen y K. Kopinga, «Temperature dependence of F-, D- and z-values used in steam sterilization processes,» *Journal of Applied Microbiology,* vol. 107, nº 3, 2009.