

EVALUACIÓN FINANCIERA Y TÉCNICA DE LA LIOFILIZACIÓN DEL AGUACATE

Isabella Villegas Monsalve^a, Sara Lievano Londoño^a

Diego A. Acosta^b

^a Estudiante de Ingeniería de Procesos, Universidad EAFIT, Medellín Colombia

^b Profesor, Asesor del Proyecto de Grado, Departamento de Ingeniería de Procesos, Universidad EAFIT, Medellín, Colombia

Resumen

Para evaluar técnicamente la liofilización del aguacate se establecieron como variables la temperatura de congelamiento (-5 y -80°C) y el tiempo de congelamiento (2, 3 y 4 horas) a una presión de liofilización constante de 10 milibar. Para la selección de las condiciones óptimas se realizó un análisis infrarrojo en el cual se observan los grupos funcionales presentes en las muestras liofilizadas y se realizó una comparación con un aguacate sin liofilizar donde se observó la presencia de los mismos grupos funcionales en todas las muestras, además, se midió la humedad presente en las seis muestras liofilizadas, siendo más cercano a 1% los resultados de las muestras congeladas a -5°C. Para la medición de las condiciones organolépticas se realizaron encuestas sensoriales a seis personas en las cuales se preguntó la semejanza en cuanto a color, olor y sabor con un aguacate en estado natural. De estas pruebas anteriormente mencionadas se obtuvo que la muestra con mejores resultados fue la de -5°C con 2 horas de tiempo de congelación la cual se encuentra más cercana a la temperatura eutéctica (-21.5°C) a la cual se congelan todos los componentes. Con esta muestra se calculó el costo de liofilizar 100 gr de aguacate a escala de laboratorio, dando como resultado \$ 17 845.04 COP en la cual con una ganancia del 30% su precio final sería de \$ 23 200 COP. Además de esto se calculó el costo de liofilizar 1875Kg de aguacate al mes, 500 Kg de aguacate por día (lote), dando como resultado \$ 29 796 532.10 COP, lo que equivale a 4687 unidades de aguacate liofilizado de 400gr cada una, su costo por unidad es \$ 6 357.28 COP y obteniendo una ganancia del 30% su precio final es de \$8200 COP.

1. Introducción

El consumo de alimentos y productos naturales, o mínimamente procesados cada vez aumenta más, y con ellos la demanda de frutos altamente nutritivos como el aguacate, el cual se caracteriza por su excelente composición nutricional y complemento en la alimentación diaria. Este fruto no solo se usa en el sector alimenticio, también es usado en sectores como el cosmético, debido a que sus principales componentes son los ácidos grasos, de los cuales 66-72% son monoinsaturados, 12-22% saturados y 8-11% poliinsaturados, estos componentes fomentan la construcción de membranas, la producción de hormonas y la regulación de funciones orgánicas [1]

Al tener un alimento con tantas propiedades nutricionales, de buen sabor, y apto para la preparación de diversos alimentos como salsas, jugos, sopas y más, o para su uso como tintes textiles naturales, materias primas para cosméticos y suplementos para productos farmacéuticos. Se presenta la problemática de la conservación de este fruto ya que su vida útil es reducida, lo cual causa desperdicios, por razones como: momento inadecuado para realizar la recolección, mala manipulación del fruto, disponibilidad y condiciones de transporte, temperatura de almacenamiento y transporte y distancia entre el cultivo y los distribuidores [2]. Además, la cosecha de este fruto es en épocas específicas del año por lo que la disponibilidad varía mucho.

El problema principal de la pulpa de aguacate es su oxidación enzimática, esta ocurre debido a que al procesar la pulpa se rompen los compartimientos que tienen enzimas y esto pone en contacto el sustrato con el oxígeno

lo cual causa la oxidación de compuestos fenólicos incoloros a o-quinonas los cuales producen pigmentos marrones por reacción con las antocianinas. Con el fin de combatir el pardeamiento enzimático se utilizan diversos tratamientos que se encargan de la inactivación del polifenol oxidasa, estos tratamientos son: refrigeración. Congelación y secado, sin embargo, estos tratamientos modifican las propiedades nutricionales y organolépticas del producto [3-4]; la adición de conservantes, tecnologías de barrera que aumentan el tiempo de vida útil pero no garantizan la conservación de las características y algunas tecnologías como radiaciones, microondas y altas presiones hidrostáticas, que aún están en estudios [5].

La liofilización es otra opción de conservación del aguacate, este proceso se basa en la sublimación, donde el agua pasa de sólido a vapor sin pasar por el estado líquido [6]. En la liofilización el aspecto de la fruta pierde interés, lo principal es que este en condiciones de ser consumida, y a diferencia de otros procesos brinda beneficios de alto rendimiento, larga vida útil y evita la oxidación de aceites y grasas presentes, así como la mayoría de las propiedades organolépticas a excepción de la textura que debido a la extracción del agua y la molienda cambia. Por otro lado, con la liofilización se puede extraer más del 95% del agua contenida en un alimento [7] creando una protección ante las bacterias y microorganismos, los cuales necesitan agua para crecer [8].

Durante los últimos años se han desarrollado estudios sobre la liofilización del aguacate, principalmente en la exportación, y en el comportamiento del aguacate en polvo rehidratado. En [9] se presenta el comportamiento del aguacate Hass liofilizado durante la rehidratación, mostrando como afecta la madurez del fruto la cual mientras mayor sea, el producto tenderá a ser más higroscópico, también evaluaron el tiempo de congelación definiendo que a tiempos mayores a diez horas los poros serán demasiado grandes causando debilidad en la estructura. En la rehidratación del aguacate liofilizado, el autor de [10] presenta el proyecto de un plan de negocio para el diseño y desarrollo de una empresa dedicada a la exportación de pasta y liofilizado de aguacate a Estados Unidos, el autor realizó el Estudio técnico donde presenta el proceso productivo para el aguacate liofilizado, la ficha técnica del producto y las tecnologías requeridas y también presenta la viabilidad financiera de este proyecto, donde concluyó que esta técnica es una gran oportunidad de negocio la cual ofrece una rentabilidad del 29% además de que impulsa el crecimiento del sector agrícola.

El objetivo de este proyecto es evaluar las condiciones óptimas de proceso a las que se debe liofilizar para obtener mejores resultados organoléptica y nutricionalmente en el aguacate liofilizado para el consumo directo o como materia prima para otros procesos, así como evaluar el mercado de este producto y el costo de producirlo a estas condiciones.

2. Materiales y métodos

Inicialmente se seleccionaron aguacates maduros y aptos para el consumo, posteriormente se desinfecta la fruta con hipoclorito de sodio y se procede a la separación de la pulpa, la cascara y la semilla, una vez separadas estas, se procede a macerar la pulpa hasta obtener una textura cremosa y sin grumos. Con la pulpa ya macerada se pesan 6 beakers de 600mL marcados del 1 al 6 y se anota el peso de cada uno, luego en cada beaker se pesan 100 gr de la pulpa macerada. Cada beaker es cubierto con varias capas de papel stretch hasta obtener una tapa tensa, y luego se procede a hacer múltiples agujeros en esta tapa templada con un implemento filudo, esto es con el fin de que al momento de introducir los beakers en la liofilizadora la pulpa no se rebose por efecto de la presión y se salga del recipiente, estos agujeros lo que harán es permitir que la presión haga efecto en el agua congelada y logre retirarla evaporándola sin derramar la pulpa. Una vez cubiertos y perforados se procede a ingresar los beaker 1, 2 y 3 al congelador el cual se encuentra a -5°C durante 2, 3 y 4 horas respectivamente y los beakers 4, 5 y 6 al freezer el cual se encuentra a -80°C durante 2, 3 y 4 horas respectivamente. Cuando finaliza el tiempo de congelación de cada muestra se ingresan inmediatamente al liofilizador durante 24 horas, el cual cuenta con una presión de 10 mbar. Pasadas las horas de liofilización se procede a pesar cada beaker restándole el peso del beaker vacío para registrar el peso final de la pulpa liofilizada, y posteriormente se realiza una molienda por 2 minutos en un molino de cuchilla.

Temperatura	-5°C			-80°C		
Peso Inicial (gr)	100.18	100.09	100.07	100.36	100.02	100.07
Peso Final (gr)	15.4540	15.57	15.3632	14.9266	14.8993	14.9083
Tiempo (horas)	2	3	4	2	3	4

Tabla 1 Peso inicial y final de cada muestra.

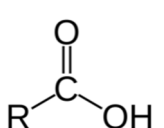
A cada muestra se le realizó un análisis de humedad y análisis infrarrojo. El primero se realizó en una balanza de humedad en la cual se ponían 10 gr de la muestra hasta que la balanza diera el aviso de que ya estaba el resultado. El análisis infrarrojo se realizó en un espectrómetro infrarrojo, para las muestras sólidas se prepara una mezcla con bromuro de potasio, se tritura y se prensa con el fin de formar una pastilla por la que pase la luz, esta pastilla se ubica en el equipo, y se procede a realizar la lectura, donde el equipo va mostrando los enlaces químicos que se encuentran en las sustancias.

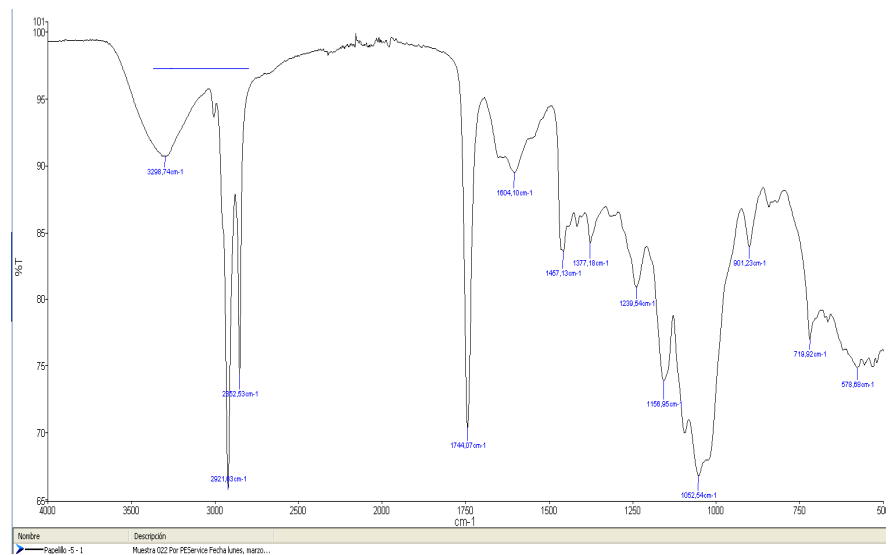
Para el cálculo del costo de este proceso se investigó los KW necesarios de cada equipo (Congelador o Freezer, liofilizadora y molino de cuchillas) a nivel laboratorio y para el cálculo del costo a nivel industrial se tuvieron en cuenta los equipos especificados en la tabla 5 y 6, además, se tuvo en cuenta el costo por KW en la Universidad EAFIT y el del sector donde se ubicaría la planta, el pago a los operarios requeridos, el costo de la materia prima y del empaque, por último se multiplicaron y sumaron estos valores tanto para la escala de laboratorio como para la industrial.

3. Resultados y análisis

Análisis infrarrojo

Temperatura: -5°C, Tiempo: 2h

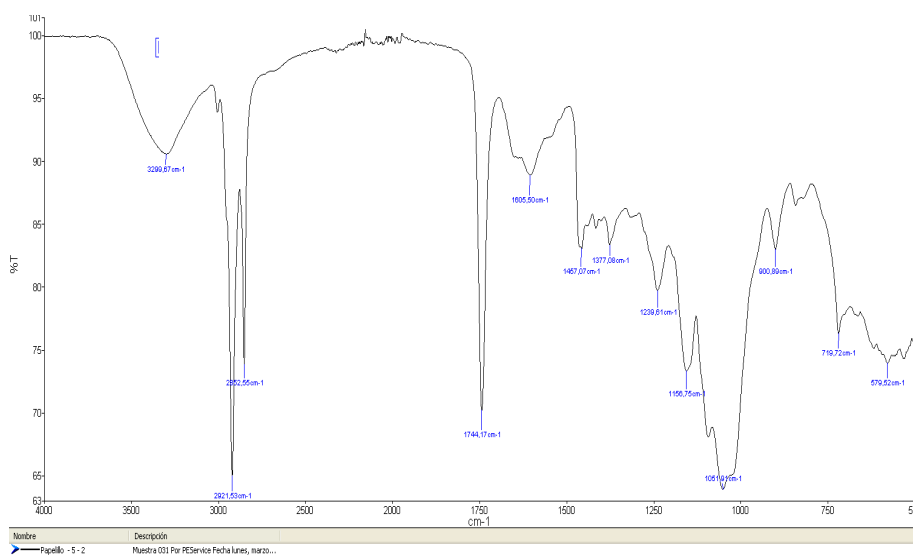
Temperatura -5° y tiempo 2h		
Frecuencia Cm-1	Grupo funcional	Nombre del grupo funcional
3298,74	H-O-H	Ester
2921,63	CH ₂	Alcano
2852,53		Ácido carboxílico
1744,07	C=O	Carbonil ester
1604,10	NH ₂	Amina I
1457,13	CH ₂	Alcano
1377,18	CH ₃	Metilo



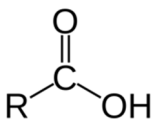
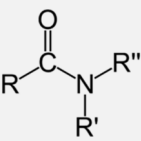
1239,54		Amida III
1156,95	C-O	Carbonilo
1052,54	CH ₂ -OH	Alcohol primario

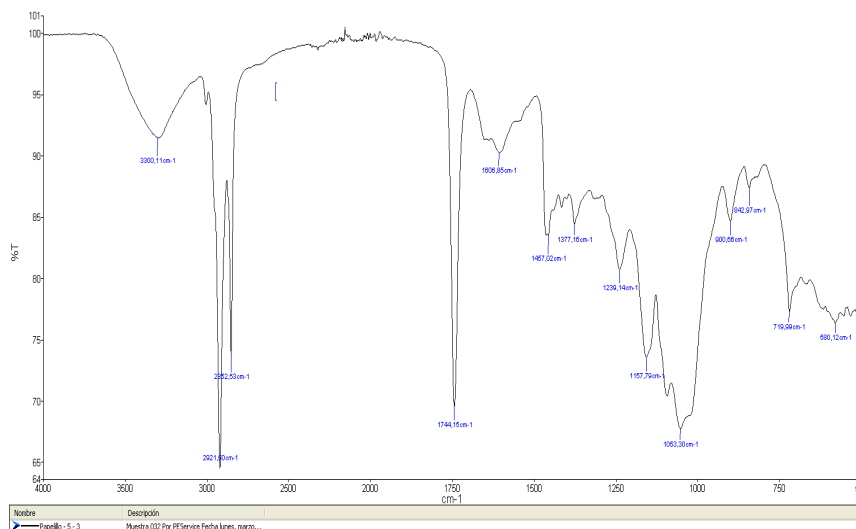
Temperatura: -5°C, Tiempo: 3h

Temperatura -5° y tiempo 3h		
Frecuencia Cm-1	Grupo funcional	Nombre del grupo funcional
3299,67	H-O-H	Ester
2921,53	CH ₂	Alcano
2852,55		Ácido carboxílico
1744,17	C=O	Carbonil ester
1605,50	NH ₂	Amina I
1457,07	CH ₂	Alcano
1377,08	CH ₃	Metilo
1239,61		Amida III
1156,75	C-O	Carbonilo
1051,91	CH ₂ -OH	Alcohol primario



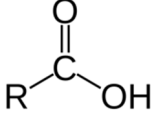
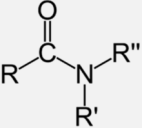
Temperatura: -5°C, Tiempo: 4h

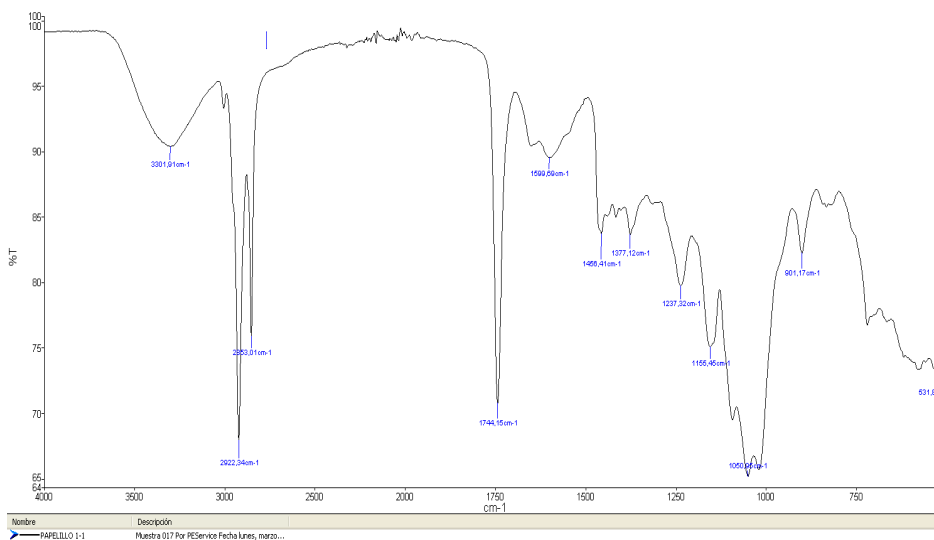
Temperatura -5° y tiempo 4h		
Frecuencia Cm-1	Grupo funcional	Nombre del grupo funcional
3300,11	H-O-H	Ester
2921,50	CH ₂	Alcano
2852,53		Ácido carboxílico
1744,15	C=O	Carbonil ester
1606,85	NH ₂	Amina I
1457,02	CH ₂	Alcano
1377,16	CH ₃	Metilo
1239,14		Amida III
1157,79	C-O	Carbonilo
1053,30	CH ₂ -OH	Alcohol primario



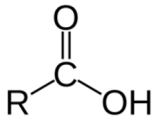
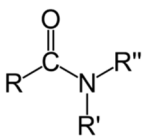
Nombre: Descripción: Muestra 022 Por FEService Fecha lunes, marzo...

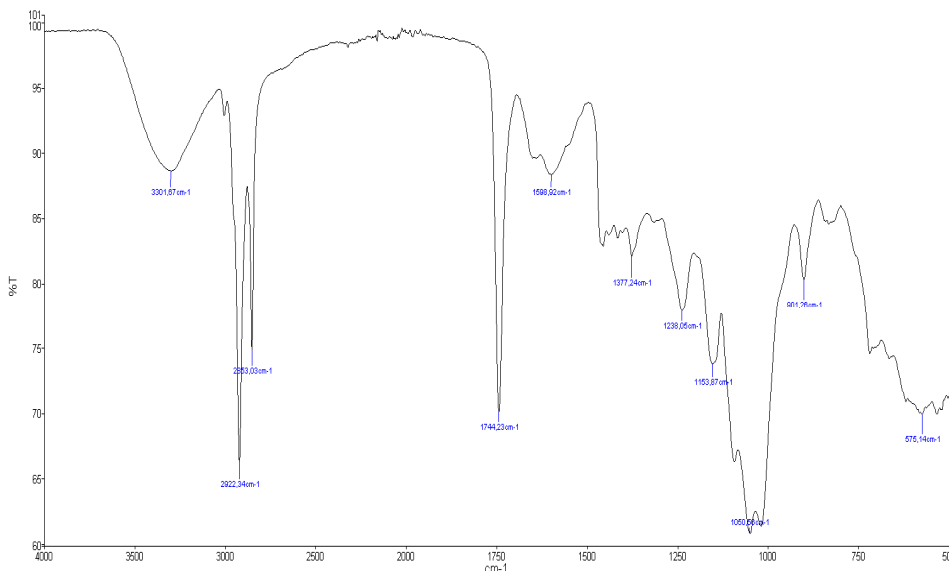
Temperatura: -80°C, Tiempo: 2h

Temperatura -80° y tiempo 2h		
Frecuencia Cm-1	Grupo funcional	Nombre del grupo funcional
3301,91	H-O-H	Ester
2922,34	CH ₂	Alcano
2853,01		Ácido carboxílico
1744,15	C=O	Carbonil ester
1599,69	NH ₂	Amina I
1456,41	CH ₂	Alcano
1377,12	CH ₃	Metilo
1237,32		Amida III
1155,45	C-O	Carbonilo
1050,95	CH ₂ -OH	Alcohol primario



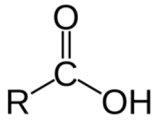
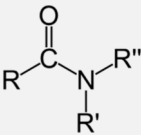
Temperatura: -80°C, Tiempo: 3h

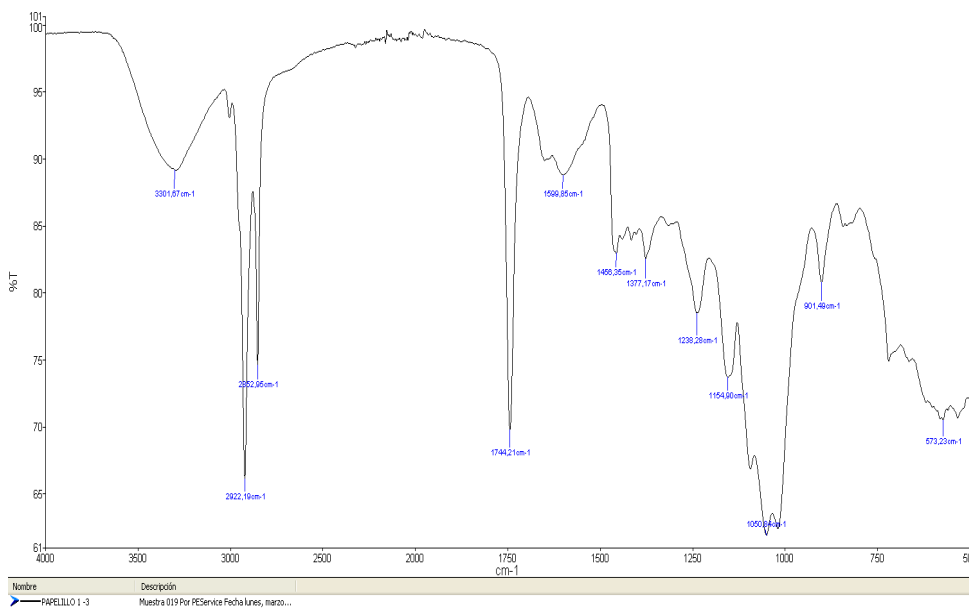
Temperatura -80° y tiempo 3h		
Frecuencia Cm-1	Grupo funcional	Nombre del grupo funcional
3301,67	H-O-H	Ester
2922,34	CH ₂	Alcano
2853,03		Ácido carboxílico
1744,23	C=O	Carbonil ester
1598,92	NH ₂	Amina I
1377,24	CH ₃	Metilo
1238,05		Amida III
1153,87	C-O	Carbonilo
1050,56	CH ₂ -OH	Alcohol primario
901,26	NH	Amina I y II



Nombre	Descripción
PAPELILLO 1-2	Muestra 018 Por PEService Fecha lunes, marzo...

Temperatura: -80°C, Tiempo: 4h

Temperatura -80° y tiempo 4h		
Frecuencia Cm-1	Grupo funcional	Nombre del grupo funcional
3301,67	H-O-H	Ester
2922,19	CH ₂	Alcano
2852,95		Ácido carboxílico
1744,21	C=O	Carbonil éster
1599,85	NH ₂	Amina I
1456,35	CH ₂	Alcano
1377,17	CH ₃	Metilo
1238,28		Amida III
1154,90	C-O	Carbonilo
1050,84	CH ₂ -OH	Alcohol primario



Al realizar el análisis comparativo de los infrarrojos para el aguacate has, se encontró que las diferencias entre las frecuencias de cada prueba eran mínimas, en todos los ensayos se encontraron los mismos grupos funcionales.

En la frecuencia de 1744 (la cual no varía significativamente en ninguno de los ensayos) se encuentra el grupo funcional carbonilo lo que se traduce en la presencia de triglicéridos y fosfolípidos, los cuales son características de los aceites y particularmente del aguacate, al igual que las frecuencias que se encuentran en el rango de 1153,87 a 1157,79 las cuales son una extensión del grupo éster que también se encuentra presente en la molécula de los triglicéridos. Además, según la literatura la región espectral que va de 1400 a 1000 representan ácidos nucleicos, lípidos y proteínas.

En los rangos de 1237,32 a 1239,61 encontramos el grupo de amida terciaria con extensión del grupo fosfato, lo que indica la presencia de ácidos nucleicos, así como sales inorgánicas de fosfatos comunes en los tejidos biológicos. Por otra parte, las amidas representan las proteínas. [11]

Según un estudio de la caracterización química foliar de los arboles de aguacate realizado en México, en las hojas jóvenes de aguacate se encuentran 64 compuestos químicos, entre ellos 12 alcanos [12]. Los alcanos se encuentran presentes en la frecuencia de aproximadamente 2921-2922 y según otro estudio realizado en México en la unidad de investigaciones avanzadas en agrobiotecnología hacen referencia a la identificación uno de los 16 nuevos metabolitos presentes en el tejido foliar de este tipo. [13]

Las frecuencias abarcan los valores de 1598,92 a 1606,85 se relacionan con el grupo Amina primaria, dónde podemos encontrar aminas biogénicas, que se definen como compuestos nitrogenados de bajo peso molecular que se forman por la descarboxilación de aminoácidos [14] tales como la tiramina, la cual es un aminoácido que ayuda a regular la presión arterial.

En la frecuencia de 2852 se encuentra el ácido carboxílico y se deduce que son los ácidos tartárico y oleico, este último siendo predominante en el aguacate con hasta un 80 por ciento del total de los ácidos grasos en el aceite de este fruto y utilizado en la dieta para la disminución del riesgo vascular y la prevención de tratamiento de la arterioesclerosis, ayudando a disminuir la necesidad de usar medicamentos antihipertensivos [15]. Finalmente, el ácido tartárico es un acidificante y conservante natural,

Encuestas Sensoriales

Análisis Humedad

Temperatura	-5°C			-80°C		
Peso Inicial (gr)	100.18	100.09	100.07	100.36	100.02	100.07
Peso Final (gr)	15.4540	15.57	15.3632	14.9266	14.8993	14.9083
Humedad	1.48%	1.61%	1.62%	2.13%	2.32%	2.24%

Tabla 2. Humedad de cada muestra

En la Tabla 2 se muestra la humedad respectiva a cada temperatura y tiempo, para la temperatura de -5°C se observa que las humedades son menores a 2% mostrando un mejor desempeño en el proceso de sublimación con respecto a la temperatura de -80°C la cual obtuvo humedades mayores a 2%. Lo cual es coherente, ya que la velocidad de congelación condiciona la estructura de la matriz congelada, si esta se realiza de forma lenta (mayor temperatura en un transcurso del tiempo específico) se obtendrán cristales mayores lo cual causa una estructura porosa mayor, generando una menor resistencia al flujo de vapor de agua, por ende, una mayor evaporación de esta. Mientras que si se realiza una velocidad de congelación rápida se obtienen cristales pequeños, creando una estructura porosa más fina, la cual presenta una mayor resistencia al flujo de vapor de agua evitando la fácil liberación de las partículas de agua congeladas, por lo que la muestra quedará con mayor humedad. Con esto se verifica que es mejor realizar una liofilización con una temperatura de -5°C que con una de -80°C, ya que mientras más cercana a 1% la humedad mejor, además, la temperatura ideal a la que se debe trabajar en una liofilización debe ser inferior al punto eutéctico (Temperatura mínima a la que se congelan todos los componentes -21,5°C) ya que una temperatura mayor puede causar la generación de mezclas homogéneas de sólidos (eutéticos), que al unirse su punto de vaporización es inferior al correspondiente a cada componente en estado puro y se pueden evaporar elementos nutricionales importantes de la fruta junto al vapor de agua por arrastre de sustancias de cargas. [16]

De acuerdo con los resultados obtenidos se seleccionan las condiciones de Temperatura -5°C y 2 horas de congelación para el calcular el costo de producir 100 gr a estas condiciones. Ya que a nivel nutricional los resultados fueron muy similares, organolépticamente obtuvo el mayor puntaje y las humedades dieron más cercanas a 1%. Además, es la temperatura más cercana al punto eutéctico.

Análisis Costos

A nivel de laboratorio, con la temperatura de -5°C y a 2 horas de congelación. Se calculó el costo de liofilizar 100.18gr de aguacate, los cuales se convirtieron en 15.4540 gr de aguacate liofilizado, con los Kw utilizados en el congelador, la liofilizadora y la licuadora.

EAFIT \$/Kwh
625.49

	LABORATORIO			
	Congelador	Liofilizadora	Molino Cuchillas	Aguacates MP
Potencia (Kw)	0.3	0.97	0.4	
\$/h	187.647	606.7253	250.196	
Horas de uso	2	24	0.03333333	
Días del Mes	1	1	1	
Costo Mes	\$ 375.29	\$ 14 561.41	\$ 8.34	\$2900
Total Mes	\$ 17 845.04			
30% Total	\$ 5 353.51			
Precio Final	\$ 23 198.55			

Tabla 3. Parámetros para el cálculo del costo a nivel de Laboratorio

Para calcular la cantidad a producir se estableció que se liofilizaran 500 Kg de pulpa de aguacate al día lo cual producirá 75 Kg de aguacate liofilizado. El producto se ofrece en una presentación de 400gr, lo cual equivaldría a 4687 unidades al mes, contando 25 días laborales.

Producción por lote Kg	kg por unidad		
75	0.4		
Días al mes	Kg por mes		
25	1875		
Kg aguacate producción	Unidades mes		
500	4687		

EAFIT \$/Kwh
\$625.49
SUELDO OPERARIO \$/ope.
\$980657

Tabla 4. Parámetros respectivos para el cálculo del costo a nivel industrial.

	INDUSTRIAL			
	Triturador	Secador	Enfriador	Congelador
Potencia	0.5	0.25	0.3	1.5
\$/h	312.745	156.3725	187.647	938.235
horas de uso	8	8	8	8
Días del Mes	25	25	25	25
Costo Mes	\$ 62 549.00	\$ 31 274.50	\$ 37 529.40	\$ 187 647.00

Tabla 5. Cálculo del costo a nivel industrial.

INDUSTRIAL					
Liofilizador	Calentador	Empacadora	Operarios	Aguacates MP	Empaque
12	0.2	0.7	3	1250 unidades	
7505.88	125.098	437.843	2941971	\$2900 x unidad	\$150 xunidad
8	8	8	8		
25	25	25	25		
\$ 1 501 176.00	\$ 25 019.60	\$ 87 568.60	\$ 23 535 768.00	\$ 3 625 000.00	\$ 703 050

Tabla 6. Continuación Cálculo del costo a nivel industrial.

Total Mes	\$ 29 796 582.10
Unidades Mes	4687

Tabla 7. Producción total en \$ y unidades.

Por lo tanto, al mes se producirán 1875 Kg de aguacate liofilizado los cuales cuestan \$29 093 532.10 COP, equivalentes a 4687 unidades. El costo por unidad es de \$6207.28 COP, y con el fin de ganarle un 30% aproximadamente se venderán a \$8200 COP.

4. Conclusiones

- Por medio del análisis infrarrojo se pudo demostrar que el proceso de la liofilización no afecta en absoluto las propiedades nutricionales del fruto estudiado, debido a que en este estudio se presentaron grupos funcionales predominante y de mucha importancia presentes en él, como lo es el ácido oléico. Si bien el aguacate es consumido por su rico sabor, una de las principales causas de consumo son sus aportes nutricionales como lo son los ácidos grasos monoinsaturados. Por último, la presencia del ácido tartárico nos demuestra que el aguacate se seguirá conservando sin la necesidad del uso de conservantes
- Los tiempos de congelamiento cortos (2 horas) presentaron una hidratación menor para cada temperatura, en comparación de los otros tiempos. Esto debido a que en los tiempos de congelación superiores los poros son más grandes, lo que causa una absorción mayor del agua y mayor dificultad de su desprendimiento.
- Todas las muestras presentaron, organoléptica y nutricionalmente, resultados muy cercanos a los del aguacate natural, evidenciando la eficacia del proceso de liofilización y capacidad de conservación.
- De acuerdo con los resultados, el mejor producto se obtiene en un medio de congelación de -5°C , con un tiempo de congelación de 2 horas.
- La temperatura recomendada para realizar liofilizaciones es la del punto eutéctico (21.5°C) la cual garantiza que todos los componentes estén congelados, sin embargo, mediante el análisis infrarrojo pudimos observar que entre -5°C y -80°C no se presentó diferencias significativas en cuanto a grupos funcionales, al igual que con el análisis de humedad y encuestas sensoriales, por lo que trabajar con una temperatura superior a la eutéctica puede ser igual de eficaz y mucho más económico.
- Este proyecto aporta a la reducción de desempleo en el sector rural, mejorando las condiciones de vida de este grupo social.
- Colombia tiene gran potencial en la producción de aguacate, pero debido a la alta demanda interna se ve obligado a importar en ciertas temporadas del año, esta demanda puede ser atendida con la liofilización ya que evita el desperdicio de frutos aptos para consumo y se conserva por más tiempo.
- El aguacate liofilizado aporta a la calidad de vida del consumidor ya que tiene una propuesta alimenticia con excelentes características nutricionales y además es de fácil consumo y conservación.
- El proyecto ofrece una rentabilidad de 44.3% al cabo de 5 años, lo cual es atractivo en términos de inversión.

Referencias

- [1] Ortega Tovar, 2003
- [2]FAO,2015
- [3] Ceballos Peñaloza, 2008
- [4] Uribe hernandez, 2010
- [5] Pauker, Bernstein, Poelf, & Rosenthal, 1992
- [6] G. Nireesha, L. Divya, C. Sowmya, N. Venkateshan, M. Niranjan Babu and V. Valakumar, "Lyophilization/Freeze Drying - An Review". INTERNATIONAL JOURNAL OF NOVEL TRENDS IN PHARMACEUTICAL SCIENCES, pp. 87-89, 2013
- [7] "Empaque y conservación del Aguacate Hass – WAC", *Worldavocadocongress.co*
- [8] E. Diaz Garcia, J. Hernandez, R. Dueñas and S. Cervantes, "Proceso para la obtención de aguacate en polvo", 2006
- [9] Arriol-Guevara E, Garcia-Herrera T, Guatemala-Morales G.M, Nungaray-Arellano O, González-Reynoso O, Ruíz-Gómez J.C." Comportamiento del aguacate Hass liofilizado durante la operación de rehidratación" Revista Mexicana de Ingeniería Química, vol. 5, núm. 1, noviembre, 2006, pp. 51-56 Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa Distrito Federal, México
- [10] Universidad distrital Francisco José de Caldas, "Proyecto formulación de plan de negocio para el diseño y desarrollo de una empresa dedicada a la exportación de pasta liofilizada de aguacate a estados unidos", Bogotá FC, 2020.
- [11] G. Barraza Garza, L. De la Rosa, A. Martínez Martínez, H. Castillo Michel, M. Cotte and E. Alvarez Parrilla, "LA MICROESPECTROSCOPIA DE INFRARROJO CON TRANSFORMADA DE FOURIER (FTIRM) EN EL ESTUDIO DE SISTEMAS BIOLÓGICOS". 2013.
- [12] C. Rincon Hernández, J. Sánchez Pérez and F. Espinosa Gacía, "Caracterización química foliar de los árboles de aguacate criollo (persea americana var. drymifolia) en los bancos de germoplasma de Michoacán, México", *Revista mexicana de biodiversidad*. México, 2011.
- [13] H. Guillén Andrade, A. Escalera Ordaz, G. Torres Gurrola, Y. García Rodríguez, F. Espinosa García and L. Tapia Vargas, "Identificación de nuevos metabolitos secundarios en Persea americana Miller variedad Drymifolia", *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. Mexico, 2019.
- [14] M. Fernandez and M. Alvarez, "Las aminos biógenas en los alimentos". Asturias, p. 2.
- [15] R. Pérez Rosales, S. Villanueva Rodríguez and R. Cosío Rmaírez, "El aceite de aguacate y sus propiedades nutricionales", *Red de revistas científicas de América Latina, el caribe, España y Portugal*. México, 2005.
- [16] E. Diaz Garcia, J. Hernandez, R. Dueñas and S. Cervantes, "Proceso para la obtención de aguacate en polvo", 2006

Anexos

Anexo 1. Encuestas sensoriales

ENCUESTA SENSORIAL AGUACATE LIOFILIZADO

Nombre encuestado: *MARTHA LUCIA LONDOÑO*

PRUEBA 1. OLFATO

Tome la muestra con una mano acérquela hasta quedar a 5 cm de su nariz, haga círculos suavemente agitando la muestra, cierre los ojos y olfatee la muestra. Califique de 1 a 3 que tan parecido es el olor al aguacate natural, siendo 3 Muy parecido, 2 medio parecido y 1 no parecido. Olfatee su brazo para neutralizar su olfato y prosiga con la siguiente muestra.

Muestra	1	2	3	4	5	6
Calificación	3	3	3	2	2	2

PRUEBA 2. COLOR

Califique de 1 a 3 que tan parecido es el color al aguacate natural, siendo 3 Muy parecido, 2 medio parecido y 1 no parecido.

Muestra	1	2	3	4	5	6
Calificación	2	2	1	3	3	3

PRUEBA 3. SABOR

1. Por favor enjuague su boca con agua antes de empezar.

Ante usted se presentan 6 muestras marcadas de 1 a 6 de izquierda a derecha. Pruebe cada una de las muestras codificadas en la secuencia presentada. Tome la muestra completa en su boca. No re-pruebe. Califique de 1 a 3 que tan parecido es el sabor al aguacate natural, siendo 3 Muy parecido, 2 medio parecido y 1 no parecido. Enjuague su boca y prosiga a la siguiente muestra.

Muestra	1	2	3	4	5	6
Calificación	3	2	2	3	2	2

2. Por favor enjuague su boca con agua antes de empezar.

Seleccione las muestras con mayor puntuación en la PRUEBA 1. Realice el mismo procedimiento y marque con una la muestra que mas se asemeja al sabor del aguacate natural. Solo seleccionar una muestra.

Muestra	1	4	
Calificación	3	2	

ENCUESTA SENSORIAL AGUACATE LIOFILIZADO

Nombre encuestado: *Santiago A. Llavano*

PRUEBA 1. OLFATO

Tome la muestra con una mano acérquela hasta quedar a 5 cm de su nariz, haga círculos suavemente agitando la muestra, cierre los ojos y olfatee la muestra. Califique de 1 a 3 que tan parecido es el olor al aguacate natural, siendo 3 Muy parecido, 2 medio parecido y 1 no parecido. Olfatee su brazo para neutralizar su olfato y prosiga con la siguiente muestra.

Muestra	1	2	3	4	5	6
Calificación	2	2	3	1	2	3

PRUEBA 2. COLOR

Califique de 1 a 3 que tan parecido es el color al aguacate natural, siendo 3 Muy parecido, 2 medio parecido y 1 no parecido.

Muestra	1	2	3	4	5	6
Calificación	3	3	3	3	3	3

PRUEBA 3. SABOR

1. Por favor enjuague su boca con agua antes de empezar.

Ante usted se presentan 6 muestras marcadas de 1 a 6 de izquierda a derecha. Pruebe cada una de las muestras codificadas en la secuencia presentada. Tome la muestra completa en su boca. No re-pruebe. Califique de 1 a 3 que tan parecido es el sabor al aguacate natural, siendo 3 Muy parecido, 2 medio parecido y 1 no parecido. Enjuague su boca y prosiga a la siguiente muestra.

Muestra	1	2	3	4	5	6
Calificación	2	3	2	2	3	2

2. Por favor enjuague su boca con agua antes de empezar.

Seleccione las muestras con mayor puntuación en la PRUEBA 1. Realice el mismo procedimiento y marque con una la muestra que mas se asemeja al sabor del aguacate natural. Solo seleccionar una muestra.

Muestra	2	5	
Calificación	2	3	

ENCUESTA SENSORIAL AGUACATE LIOFILIZADO

Nombre encuestado:

Felipe Santiago Luvano E.

PRUEBA 1. OLFATO

Tome la muestra con una mano acérquela hasta quedar a 5 cm de su nariz, haga círculos suavemente agitando la muestra, cierre los ojos y olfatee la muestra. Califique de 1 a 3 que tan parecido es el olor al aguacate natural, siendo 3 Muy parecido, 2 medio parecido y 1 no parecido. Olfatee su brazo para neutralizar su olfato y prosiga con la siguiente muestra.

Muestra	1	2	3	4	5	6
Calificación	3	3	3	3	3	3

PRUEBA 2. COLOR

Califique de 1 a 3 que tan parecido es el color al aguacate natural, siendo 3 Muy parecido, 2 medio parecido y 1 no parecido.

Muestra	1	2	3	4	5	6
Calificación	2	2	1	3	3	3

PRUEBA 3. SABOR

1. Por favor enjuague su boca con agua antes de empezar.

Ante usted se presentan 6 muestras marcadas de 1 a 6 de izquierda a derecha. Pruebe cada una de las muestras codificadas en la secuencia presentada. Tome la muestra completa en su boca. No re-pruebe. Califique de 1 a 3 que tan parecido es el sabor al aguacate natural, siendo 3 Muy parecido, 2 medio parecido y 1 no parecido. Enjuague su boca y prosiga a la siguiente muestra.

Muestra	1	2	3	4	5	6
Calificación	3	2	2	2	1	3

2. Por favor enjuague su boca con agua antes de empezar.

Seleccione las muestras con mayor puntuación en la PRUEBA 1. Realice el mismo procedimiento y marque con una la muestra que mas se asemeja al sabor del aguacate natural. Solo seleccionar una muestra.

Muestra	1	6	
Calificación	3	2	

ENCUESTA SENSORIAL AGUACATE LIOFILIZADO

Nombre encuestado: Alejandra Liberos

PRUEBA 1. OLFATO

Tome la muestra con una mano acérquela hasta quedar a 5 cm de su nariz, haga círculos suavemente agitando la muestra, cierre los ojos y olfatee la muestra. Califique de 1 a 3 que tan parecido es el olor al aguacate natural, siendo 3 Muy parecido, 2 medio parecido y 1 no parecido. Olfatee su brazo para neutralizar su olfato y prosiga con la siguiente muestra.

Muestra	1	2	3	4	5	6
Calificación	3	3	3	3	3	3

PRUEBA 2. COLOR

Califique de 1 a 3 que tan parecido es el color al aguacate natural, siendo 3 Muy parecido, 2 medio parecido y 1 no parecido.

Muestra	1	2	3	4	5	6
Calificación	3	2	3	3	2	3

PRUEBA 3. SABOR

1. Por favor enjuague su boca con agua antes de empezar.

Ante usted se presentan 6 muestras marcadas de 1 a 6 de izquierda a derecha. Pruebe cada una de las muestras codificadas en la secuencia presentada. Tome la muestra completa en su boca. No re-pruebe. Califique de 1 a 3 que tan parecido es el sabor al aguacate natural, siendo 3 Muy parecido, 2 medio parecido y 1 no parecido. Enjuague su boca y prosiga a la siguiente muestra.

Muestra	1	2	3	4	5	6
Calificación	3	3	3	3	3	3

2. Por favor enjuague su boca con agua antes de empezar.

Seleccione las muestras con mayor puntuación en la PRUEBA 1. Realice el mismo procedimiento y marque con una la muestra que mas se asemeja al sabor del aguacate natural. Solo seleccionar una muestra.

Muestra	1	3	4
Calificación	3	1	2

ENCUESTA SENSORIAL AGUACATE LIOFILIZADO

Nombre encuestado: *Carla María Villegas*

PRUEBA 1. OLFATO

Tome la muestra con una mano acérquela hasta quedar a 5 cm de su nariz, haga círculos suavemente agitando la muestra, cierre los ojos y olfatee la muestra. Califique de 1 a 3 que tan parecido es el olor al aguacate natural, siendo 3 Muy parecido, 2 medio parecido y 1 no parecido. Olfatee su brazo para neutralizar su olfato y prosiga con la siguiente muestra.

Muestra	1	2	3	4	5	6
Calificación	3	3	3	3	3	3

PRUEBA 2. COLOR

Califique de 1 a 3 que tan parecido es el color al aguacate natural, siendo 3 Muy parecido, 2 medio parecido y 1 no parecido.

Muestra	1	2	3	4	5	6
Calificación	3	3	3	3	3	3

PRUEBA 3. SABOR

1. Por favor enjuague su boca con agua antes de empezar.

Ante usted se presentan 6 muestras marcadas de 1 a 6 de izquierda a derecha. Pruebe cada una de las muestras codificadas en la secuencia presentada. Tome la muestra completa en su boca. No re-pruebe. Califique de 1 a 3 que tan parecido es el sabor al aguacate natural, siendo 3 Muy parecido, 2 medio parecido y 1 no parecido. Enjuague su boca y prosiga a la siguiente muestra.

Muestra	1	2	3	4	5	6
Calificación	3	3	2	2	3	2

2. Por favor enjuague su boca con agua antes de empezar.

Seleccione las muestras con mayor puntuación en la PRUEBA 1. Realice el mismo procedimiento y marque con una la muestra que mas se asemeja al sabor del aguacate natural. Solo seleccionar una muestra.

Muestra	1	2	5
Calificación	3	2	1

ENCUESTA SENSORIAL AGUACATE LIOFILIZADO

Nombre encuestado: Claudia Monsalve

PRUEBA 1. OLFATO

Tome la muestra con una mano acérquela hasta quedar a 5 cm de su nariz, haga círculos suavemente agitando la muestra, cierre los ojos y olfatee la muestra. Califique de 1 a 3 que tan parecido es el olor al aguacate natural, siendo 3 Muy parecido, 2 medio parecido y 1 no parecido. Olfatee su brazo para neutralizar su olfato y prosiga con la siguiente muestra.

Muestra	1	2	3	4	5	6
Calificación	3	3	3	3	3	3

PRUEBA 2. COLOR

Califique de 1 a 3 que tan parecido es el color al aguacate natural, siendo 3 Muy parecido, 2 medio parecido y 1 no parecido.

Muestra	1	2	3	4	5	6
Calificación	3	3	2	3	2	2

PRUEBA 3. SABOR

1. Por favor enjuague su boca con agua antes de empezar.

Ante usted se presentan 6 muestras marcadas de 1 a 6 de izquierda a derecha. Pruebe cada una de las muestras codificadas en la secuencia presentada. Tome la muestra completa en su boca. No re-pruebe. Califique de 1 a 3 que tan parecido es el sabor al aguacate natural, siendo 3 Muy parecido, 2 medio parecido y 1 no parecido. Enjuague su boca y prosiga a la siguiente muestra.

Muestra	1	2	3	4	5	6
Calificación	3	3	2	2	2	3

2. Por favor enjuague su boca con agua antes de empezar.

Seleccione las muestras con mayor puntuación en la PRUEBA 1. Realice el mismo procedimiento y marque con una la muestra que mas se asemeja al sabor del aguacate natural. Solo seleccionar una muestra.

Muestra	1	2	6
Calificación	3	2	1

Anexo 2. Plan de negocio.

<https://drive.google.com/file/d/18kWrIZIHPFo2wIPUwBajMHABF417AQKt/view?usp=sharing>