



DOI: <http://dx.doi.org/10.23857/dc.v8i3>

Ciencias Técnicas y Aplicadas
Artículo de Investigación

Obtención de una biopelícula a partir de almidón de melloco rosado (*Ullucus tuberosus*)

Obtaining a biofilm from pink melloco starch (*Ullucus tuberosus*)

Obtenção de um biofilme de amido de melloco rosa (*Ullucus tuberosus*)

Daniela Mishell Mora-Campana ^I
Mishell.mora@esPOCH.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0003-3946-9642>

Sandra Elizabeth López-Sampedro ^{II}
linda.flores@esPOCH.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0003-0209-2087>

Marco Raúl Chuiza-Rojas ^{III}
mchuiza@esPOCH.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0003-1908-8033>

Lourdes Cumandá Carrera-Beltrán ^{IV}
lcarrera_b@esPOCH.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0002-0266-4893>

Correspondencia: Mishell.mora@esPOCH.edu.ec

***Recibido:** 29 de mayo del 2022 ***Aceptado:** 02 de junio de 2022 * **Publicado:** 04 de julio de 2022

- I. Investigador Independiente, Ecuador.
- II. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias Pecuarias, Ecuador
- III. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias, Ecuador.
- IV. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias, Ecuador.

Obtención de una biopelícula a partir de almidón de melloco rosado (*Ullucus tuberosus*)

Resumen

El objetivo de la presente investigación fue obtener una biopelícula a partir de almidón de melloco rosado (*Ullucus tuberosus*). Inicialmente se procedió con la extracción de almidón del melloco rosado, para lo cual se usó el método húmedo, que consiste en clasificar el producto, limpiar, trocear, licuar, filtrar, sedimentar, decantar y secar. Para identificar cual fue el tratamiento óptimo en la extracción del almidón se aplicó el diseño Factorial 2^2 tomando como variables independientes: la velocidad de la trituradora (RPM) y el tiempo de licuado medido en segundos. Luego de la extracción se procedió a la caracterización del almidón, para lo cual se determinaron las propiedades físico químicas y microbiológicas como: el pH, ceniza, humedad, solubilidad, densidad, viscosidad, fibra, proteína, temperatura de gelatinización, carbohidratos totales, amilosa, amilopectina, contenido de mohos y levaduras, coliformes totales y coliformes fecales. Posterior a esta caracterización se formuló las biopelículas aplicando el diseño Factorial 2^2 tomando como variables independientes: la cantidad en mililitros de glicerina (de 0,5 a 1 ml) y agua (de 30 a 40 ml), finalmente se determinó algunas características de la biopelícula como: el espesor, análisis sensorial, humedad, solubilidad en agua, permeabilidad al vapor de agua, tracción, Biodegradabilidad. Se realizó un análisis de varianza (ANOVA) a cada uno de los resultados obtenidos en cada diseño, determinando que el mejor tratamiento de extracción de almidón fue con velocidad baja (RPM baja) y 45 s de tiempo de licuado, mientras que la formulación óptima de la biopelícula fue la que contiene 0,5 ml de glicerina y 40 ml de agua; la caracterización del almidón afirmó la factibilidad para la formulación de la biopelícula. A partir de los analizados y comparando con el trabajo de otros autores, se estableció que la biopelícula obtenida es fiable en la aplicación en embalaje demostrando una adecuada de permeabilidad al vapor de agua y propiedades adecuadas.

Palabras Claves: Melloco rosado; Almidón; Formulaciones.

Abstract

The objective of the present investigation was to obtain a biofilm from pink melloco starch (*Ullucus tuberosus*). Initially, the starch was extracted from the pink melloco, for which the wet method was used, which consists of classifying the product, cleaning, chopping, liquefying, filtering, sedimenting, decanting and drying. To identify the optimal treatment for starch extraction, the 2^2 Factorial design was applied, taking as independent variables: the speed of the crusher (RPM) and the blending time

Obtención de una biopelícula a partir de almidón de melloco rosado (*Ullucus tuberosus*)

measured in seconds. After the extraction, the characterization of the starch was carried out, for which the physical, chemical and microbiological properties were determined, such as: pH, ash, humidity, solubility, density, viscosity, fiber, protein, gelatinization temperature, total carbohydrates, amylose, amylopectin, content of molds and yeasts, total coliforms and fecal coliforms. After this characterization, the biofilms were formulated by applying the 2^2 Factorial design, taking as independent variables: the amount in milliliters of glycerin (from 0.5 to 1 ml) and water (from 30 to 40 ml), finally some characteristics were determined. of the biofilm such as: thickness, sensory analysis, humidity, water solubility, water vapor permeability, traction, Biodegradability. An analysis of variance (ANOVA) was performed on each of the results obtained in each design, determining that the best starch extraction treatment was with low speed (low RPM) and 45 s of blending time, while the optimal formulation of the biofilm was the one containing 0.5 ml of glycerin and 40 ml of water; the characterization of the starch affirmed the feasibility for the formulation of the biofilm. From those analyzed and compared with the work of other authors, it was established that the biofilm obtained is reliable in the application in packaging, demonstrating adequate permeability to water vapor and adequate properties.

Keywords: pink melloco; Starch; formulations.

Resumo

O objetivo da presente investigação foi obter um biofilme de amido de melloco rosa (*Ullucus tuberosus*). Inicialmente, o amido foi extraído do melloco rosa, para o qual foi utilizado o método úmido, que consiste em classificar o produto, limpar, picar, liquefazer, filtrar, sedimentar, decantar e secar. Para identificar o tratamento ideal para a extração do amido, foi aplicado o planejamento fatorial 2^2 , tomando como variáveis independentes: a velocidade do britador (RPM) e o tempo de mistura medido em segundos. Após a extração, foi realizada a caracterização do amido, para o qual foram determinadas as propriedades físicas, químicas e microbiológicas, tais como: pH, cinzas, umidade, solubilidade, densidade, viscosidade, fibra, proteína, temperatura de gelatinização, carboidratos totais, amilose, amilopectina, teor de bolores e leveduras, coliformes totais e coliformes fecais. Após essa caracterização, os biofilmes foram formulados aplicando o desenho fatorial 2^2 , tomando como variáveis independentes: a quantidade em mililitros de glicerina (de 0,5 a 1 ml) e água (de 30 a 40 ml), por fim foram determinadas algumas características do biofilme tais como:

Obtención de una biopelícula a partir de almidón de melloco rosado (*Ullucus tuberosus*)

espesura, análisis sensorial, umidade, solubilidad en agua, permeabilidad al vapor de agua, tracción, biodegradabilidad. Una análisis de variación (ANOVA) fue realizada en cada uno de los resultados obtenidos en cada delineamiento, determinando que el mejor tratamiento de extracción de almidón fue con baja velocidad (bajo RPM) y 45 s de tiempo de mezcla, mientras la formulación óptima del biofilm fue a un contenido 0,5 ml de glicerina y 40 ml de agua; la caracterización del almidón confirmó la viabilidad para la formulación del biofilm. A partir de los analizados y comparados con el trabajo de otros autores, establecióse que el biofilm obtenido es confiable en la aplicación en empaques, demostrando permeabilidad adecuada al vapor de agua y propiedades adecuadas.

Palabras-clave: rosa melloco; Almidón; formulaciones.

Introducción

La utilización de plásticos sintéticos genera la acumulación de los mismos lo que es un problema, debido a que la vida útil de un plástico sintético va desde menos de un año hasta 50 años o más, haciendo que los plásticos se mantengan en la superficie, dañando de esta manera la vista del paisaje, contaminando mares, océanos; la quema de los mismos genera gases tóxicos lo que provoca el daño en la capa de ozono.

Aproximadamente el 4% de las reservas totales de petróleo del mundo son destinadas a la producción de plásticos, pero los volátiles precios del petróleo en los últimos años que se deben a las tensiones políticas en Medio Oriente y África, por lo que las principales regiones productoras de crudo han impulsado la investigación en el área de los bioplásticos. Los cuales se derivan de recursos biológicos como almidón de maíz, tapioca, mandioca, trigo, arroz, etc., que están fácilmente disponibles en grandes cantidades (Saraswat, y otros, 2017 págs. 385-386). Aunque generados a partir de recursos biodegradables, los bioplásticos podrían ser biodegradables o no biodegradables dependiendo de los diferentes métodos de fabricación y propósitos de aplicación.

Las materias primas agrícolas comunes recomendadas para la utilización en síntesis de bioplásticos, deben ser ricas en ingredientes principales como el almidón, proteínas y celulosa, con lo que mediante el uso de tecnologías químicas y biológicas serán destinados para diversas aplicaciones.

El almidón es un carbohidrato biodegradable, renovable y de bajo costo, que podría extraerse de varios productos agrícolas de manera sencilla y económicamente, se usa ampliamente en alimentos, fabricación de papel y muchas otras industrias (Xu, y otros, 2012 págs. 113-114).

Obtención de una biopelícula a partir de almidón de melloco rosado (*Ullucus tuberosus*)

Mediante la adición de plastificantes, como glicerol y sorbitol, se puede termoprocesar el almidón. No necesariamente necesitamos que sea un producto agrícola también se puede utilizar subproductos y desechos de industrias agrícolas aprovechando así y reduciendo costos en la producción de bioplásticos.

Materiales y métodos

Materiales

Para la extracción del almidón a partir del melloco rosado se aplicó el método húmedo, el cual consiste en seleccionar la muestra en este caso el melloco rosado (*Ullucus tuberosus*), limpiar la superficie con el fin de eliminar impurezas, trocear el melloco para facilitar el licuado, se licua, se deja sedimentar por más de 8 horas, se elimina el sobrenadante y finalmente se deja secar el almidón a temperatura ambiente, para aplicar proceso a una cantidad de 25 kg de materia primas se va aplicar el diseño factorial 2^2 el que nos va a ayudar a identificar las condiciones adecuadas para el triturado y tiempo de trituración, este método consiste en realizar 4 tratamientos con 4 repeticiones en total serian 16 experimentaciones en muestras de 200, teniendo en cuenta que vamos a tener 2 variables importantes que son las revoluciones por minuto que va desde 2000 a 6800 y el tiempo de licuado desde 45 s hasta 60 s, como se muestra en la Tabla 1, para esto se procede a utilizar el tratamiento optimo, el cual viene a ser el T4 de acuerdo con su rendimiento en porcentaje de almidón obtenido que supera al resto de tratamientos observados en la tabla. En la Tabla 2 podemos evidenciar el análisis de varianza utilizado para analizar los datos planteados para la extracción de almidón en la Tabla 3

Tabla 1: Aplicación del diseño experimental 2^2 para la determinación del tratamiento óptimo según el rendimiento del almidón

N o .	TRAT AMIE NTO	VARIABL ES	REPE TICIÓN	VOLUM EN AGUA(mL)	PESO(g)			RENDIMIENTO %		TIEMPO SECADO (H)	
					MELLO CO	ALMIDÓN	TOTAL	R	PROMEDIO		
1	T1	RPM A:45	R1	500	200	17,2	3	16,19	64,77	8,62	48
2			R2			14,8				7,40	

Obtención de una biopelícula a partir de almidón de melloco rosado (*Ullucus tuberosus*)

3			R3	15,6 4			7,82		
4			R4	17,1 0			8,55		
5			R1	18,9 8			9,49		
6			R2	16,2 6	16,63	66,53	8,13	8,32	
7	T2	RPM A:60	R3	15,2 4			7,62		
8			R4	16,0 4			8,02		
9			R1	13,4 1			6,70		
10			R2	16,7 4	16,34	65,37	8,37	8,17	54
11	T3	RPM B:45	R3	17,2 6			8,63		
12			R4	17,9 7			8,98		
13			R1	16,8 0			8,40		
14			R2	17,6 7	17,33	69,32	8,84	8,66	60
15	T4	RPM B:60	R3	17,5 5			8,77		
16			R4	17,2 9			8,65		

Realizado por: Los autores, 2022

Tabla 1: Análisis de resultados ANOVA de la extracción de almidón.

ANÁLISIS DE VARIANZA

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Muestra	0,18	1,00	0,18	0,35	0,57	4,75
Columnas	0,51	1,00	0,51	0,98	0,34	4,75
Interacción	0,08	1,00	0,08	0,15	0,71	4,75
Dentro del grupo	6,21	12,00	0,52			
Total	6,97	15,00				

Realizado por: Los autores, 2022

Obtención de una biopelícula a partir de almidón de melloco rosado (*Ullucus tuberosus*)

Figura 1: Tratamientos en la obtención de almidón de melloco rosado.



Realizado por: Los autores, 2022

Luego de haber obtenido el almidón con el tratamiento óptimo, se realizó la caracterización correspondiente, en la cual se determinó el análisis químico proximal del almidón de melloco rosado, las experimentaciones en su mayoría se realizaron en el laboratorio de investigaciones y de aguas de la institución, mientras que el análisis de determinación de amilosa se realizó en un laboratorio externo a la institución como lo es INIAP. En la Tabla 3 se muestra el resultado del análisis físico químico y microbiológico proximal obtenido del almidón de melloco rosado.

Tabla 2: Análisis físico químico y microbiológico proximal del almidón de melloco rosado.

PARÁMETROS	UNIDADES	VALOR	ESTÁNDAR	NORMA / INSTITUCIÓN
Humedad	%	12,44	10 - 13 %	ISO 1666 (1996)
Ceniza	%	0,45	máx.: 3,0 %	ISO 2171 (1980)
Solubilidad	%	0,46	0,27 - 12,32 %	(Anderson, Conway y Peplinski, 1970, pp. 130-135)
pH		5,65	6 - 6,5	AOAC 943.02 (1943)
Fibra	%	0,29	máx.: 2,0 %	ISO 5498 (1981)
Proteína	%	0,52	mín.: 7,0 %	ISO 1871 (1975)
Densidad	g/ml	1,19	máx.: 1,560 g/ml	NTE INEN 524:2013
Viscosidad	mPa.s	1.959,30	7202	Grace (2002) Concentración 5% m/m a 25 °C y una velocidad de 10RPM
Temperatura de gelatinización	°C	63,00	62 -70	Grace (1977)

Obtención de una biopelícula a partir de almidón de melloco rosado (*Ullucus tuberosus*)

Carbohidratos	%	70,40	57,5 - 70	Tomado de la Guía técnica para producción y análisis de almidón de yuca (FAO)
Totales				
Amilosa	%	25,06	17 – 26	ISO 6647-1 (2014)
Amilopectina	%	74,94	74 – 83	ISO 6647-1 (2014)
Mohos	y UPC/g	-	500	NTE INEN 2051:95 (1995)
Levaduras				
Coliformes fecales	UPC/g	-	0	NTE INEN 2051:95 (1995)
Coliformes totales	UPC/g	600,00	1000-5000	NTE INEN 2051:95 (1995)

Realizado por: Los autores, 2022

Se ha elegido el método húmedo debido a su facilidad de manejo, económico, buena eficiencia y según (Mogrovejo, 2019, pp. 50-52) el método húmedo ha presentado un nivel de contaminación menor al método seco, este último método mencionado representa una cantidad de cenizas superior a lo establecido esto quiere decir que existe contaminación, el resto de propiedades físico químicas en el método húmedo y seco han sido similares para almidones nativos de tubérculos.

Para los valores determinados tenemos un valor de humedad de 12,44 % mientras que para almidones nativos extraídos de tubérculos se tiene un rango de 10,1 hasta 12,5 % según (Yungán Pinda, 2015, pp. 20-23) observando que el valor determinado en este estudio es aceptable. Para la ceniza un valor aceptable de 0,45 % que está dentro del rango máx.: $1,26 \pm 0,001$ establecido según (Pinto, 2020, p. 18). El índice de solubilidad determinado es de 0,46 % siendo aceptable ya que pertenece al rango máximo de $2,5 \pm 0,7$ % establecido por (Anderson, Conway y Peplinski, 1970, pp. 130-135). El pH establecido para almidones es de 6 – 6,5 establecido por la AOAC 943.02 (1943) que corresponde a un almidón de yuca, se evidencia que el almidón de melloco no entra en el rango establecido, pero según (Mogrovejo, 2019, p. 38) para el almidón de maíz se establece un rango de pH de 5,0 – 7,0 estableciendo que está dentro del rango el valor del almidón obtenido. La fibra se ha determinado por la norma establecida ISO 5498 (1981) encontrando un valor de 0,29 % al compararlo con los valores establecidos por (Yungán Pinda, 2015, p. 21) que son de 0,1 – 0,3 % cumpliendo de esta manera con

Obtención de una biopelícula a partir de almidón de melloco rosado (*Ullucus tuberosus*)

el correspondiente a fibra contenida en el almidón de melloco, mientras que el porcentaje de proteína determinado es de 0,52 no cumple con el valor de proteína en almidón de maíz ni de yuca que tienen valores de 0,45 y 0,35 % respectivamente establecidos por (Yungán Pinda, 2015, p. 5), esto se debe a que el melloco es un tubérculo con una cantidad baja de proteína, es por eso que el almidón contiene un porcentaje muy bajo de proteína. La densidad con la norma NTE INEN 524: 2013 determina un valor máximo de 1,56 g/ml para almidones nativos y el valor determinado en el laboratorio para el almidón de melloco es de 1,19 siendo aceptable según la norma mencionada. La viscosidad presenta un valor 1.959,30 cP siendo un valor aceptable para almidones según (Montoya y Quintero, 2014, p. 1) se han determinado valores 1121 cP – 2530 cP, según los valores se ha determinado que el valor determinado es aceptable para los almidones de tubérculos. La temperatura de gelatinización varía de acuerdo al tipo de almidón para los tubérculos tales como la papa, yuca y camote de entre 60 - 70 °C según lo afirma (Mogrovejo, 2019, p. 40) correspondiente al rango hemos determinado una temperatura de gelatinización de 63°C para el almidón de melloco rosado. La determinación de amilosa y amilopectina como se ha mencionado anteriormente se realizó en un laboratorio externo al cual se envió una muestra de 500 g al INIAP, en donde para la determinación de amilosa se usó el método MO-LSAIA-04 y la amilopectina se ha diferenciado de la cantidad de amilosa obteniendo valores de 25,06 % de amilosa y amilopectina de 74,94 %, según estudios realizados a diferentes almidones se ha determinado que según la norma ISO 7954 (2014) los almidones deben contener entre 17 – 26 % de amilosa y 74 – 83 de amilopectina, afirmando de tal manera que el almidón de melloco rosado corresponde a estos rangos.

Luego de haber caracterizado el almidón de melloco rosado se procede a realizar la obtención de la biopelícula, para lo cual se aplica el diseño factorial 2^2 en el cual tenemos 2 variables que en este caso van a ser la concentración de glicerina que va desde 0,5 a 1ml y la concentración de agua que va desde 30 a 40 ml, de esta manera se realizaron 4 tratamientos diferentes con 4 repeticiones cada uno. Se muestra en la tabla 4 la aplicación del diseño factorial 2^2 para la obtención de la biopelícula.

Obtención de una biopelícula a partir de almidón de melloco rosado (*Ullucus tuberosus*)

Tabla 3: Resultado de las cantidades totales a usar en cada formulación para las biopelículas.

Formulaciones	Cantidad			
	Almidón (g)	Glicerina (ml)	Agua (ml)	Ácido acético (ml)
F1	2	0,5	30	6
F2	2	0,5	40	6
F3	2	1	30	6
F4	2	1	40	6

Realizado por: Los autores, 2022

En la siguiente Tabla 4 se muestra la aplicación del diseño factorial 2^2 en el cual se identifican las variables independientes y la variable dependiente a usar. Para lo cual en la Tabla 5 se muestra el análisis de varianza aplicado a la obtención de la biopelícula.

Tabla 5: Resultado del análisis factorial 2^2 de la obtención de las biopelículas.

N o.	TRATAM IENTO	VARI ABLE	REPETI CIÓN	TEMPER ATURA (°C)	TIEMPO (min)	SECADO			ESPE SOR (mm)		
						ELABOR ACIÓN	LUGAR	MÉT ODO		TEMPER ATURA (°C)	TIE MPO (h)
1	F1	CG1 : CA1	R1	63	3	LABORAT ORIO DE INVESTIG ACIONES	SECA DO NATU RAL	25°C	24	0,1	0,
2			R2		3					7	16
3			R3		4					9	
4			R4		5					0,1	
5	F2	CG1 : CA2	R1	63	4	LABORAT ORIO DE INVESTIG ACIONES	SECA DO NATU RAL	25°C	24	0,1	0,
6			R2		5					9	15
7			R3		4					0,1	
8			R4		5					0,1	
9	F3	CG2 : CA1	R1	63	2	LABORAT ORIO DE INVESTIG ACIONES	SECA DO NATU RAL	25°C	24	0,1	0,
10			R2		4					0	15
11			R3		5					0,1	
12			R4		5					0,1	
13										9	
14										0,1	
15										7	

Obtención de una biopelícula a partir de almidón de melloco rosado (*Ullucus tuberosus*)

1			R1	4	0,1	0,	
3					7	15	
1			R2	5	0,1		
4	F4	CG2 : CA2	R3	3	3		
1			R3	3	0,1		
5					3	3	
1			R4	3	0,1		
6					8		

Realizado por: Los autores, 2022

Tabla 4: Análisis ANOVA de resultados de la formulación de la biopelícula.

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Muestra	0,00	1,00	0,00	0,04	0,85	4,75
Columnas	0,00	1,00	0,00	0,00	0,97	4,75
Interacción	0,00	1,00	0,00	0,24	0,63	4,75
Dentro del grupo	0,01	12,00	0,00			
Total	0,01	15,00				

Realizado por: Realizado por: Los autores, 2022

Figura 3: Biopelícula obtenida aplicando el F4.



Realizado por: Los autores, 2022

Obtención de una biopelícula a partir de almidón de melloco rosado (*Ullucus tuberosus*)

Los ensayos de caracterización se realizaron para cada tratamiento mencionado en la Tabla 7 luego de haber sido analizados sensorialmente se realizó la elaboración de nuevos bioplásticos en diferentes moldes con tamaños adecuados para tomar muestras que van a usarse para cada prueba, para determinar las características sobresalientes físicas y mecánicas del bioplástico. La siguiente Tabla 7 muestra el resultado del análisis sensorial realizado a las formulaciones de las biopelículas.

Tabla 5: Resultados del análisis sensorial de las biopelículas en las 4 formulaciones.

Formulación	Parámetros			
	Aspecto	Textura	Flexibilidad	Resistencia
F1	Traslúcido	Áspera	Poco flexible	Débil
F2	Traslúcido	Áspera	Flexible	Fuerte
F3	Traslúcido	Lisa	Flexible	Débil
F4	Traslúcido	Lisa	Flexible	Fuerte

Realizado por: Los autores, 2022

En la Tabla 8 se describen los resultados obtenidos luego de medir el espesor para cada una de las formulaciones.

Tabla 6: Resultados del ensayo de determinación de espesor de las biopelículas.

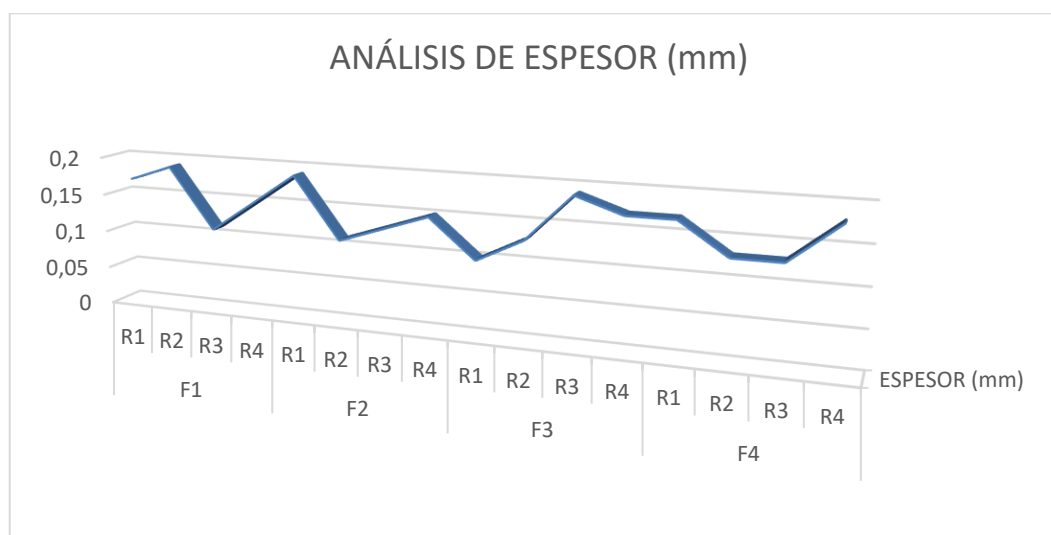
TRATAMIENTO	VARIABLE	REPETICIÓN	ESPESOR (mm)	LÍMITE DE REFERENCIA
F1	CG1 : CA1	R1	0,17	0,140 ± 0,010 mm
		R2	0,19	
		R3	0,11	
		R4	0,15	
F2	CG1 : CA2	R1	0,19	(Escobar et al., 2009, pp. 33-36)
		R2	0,11	
		R3	0,13	
		R4	0,15	
F3	CG2 : CA1	R1	0,10	

Obtención de una biopelícula a partir de almidón de melloco rosado (*Ullucus tuberosus*)

		R2	0,13
		R3	0,19
		R4	0,17
F4	CG2 : CA2	R1	0,17
		R2	0,13
		R3	0,13
		R4	0,18

Realizado por: Los autores, 2022

Gráfico 1: Análisis gráfico del espesor en las biopelículas obtenidas.



Realizado por: Los autores, 2022

Tabla 7: Resultados del ensayo de humedad de las biopelículas para los 4 tratamientos.

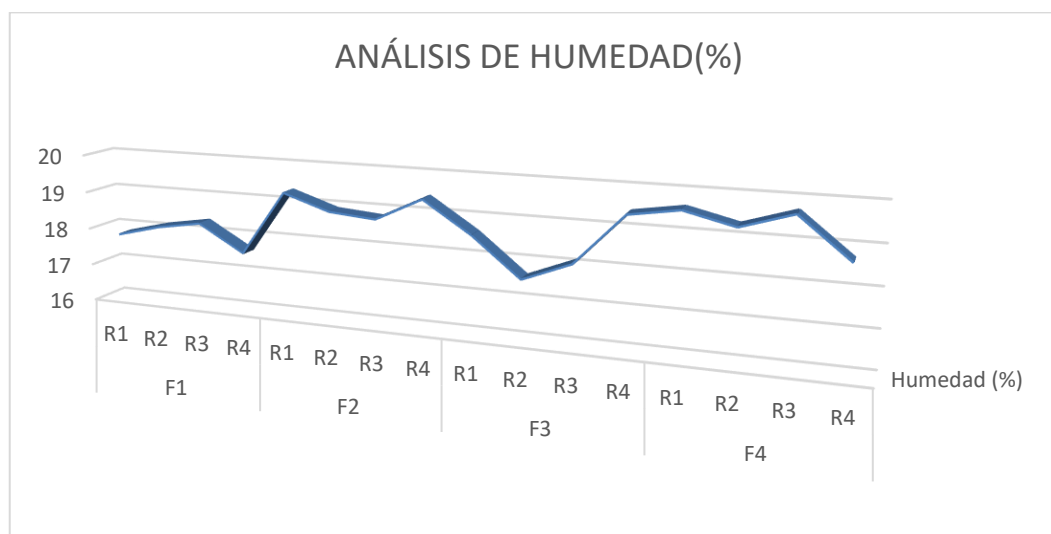
TRATAMIENTO	VARIABLE	REPETICIÓN	HUMEDAD (%)	LÍMITE DE REFERENCIA
F1	CG1 : CA1	R1	17,8	16,64 – 26,33 % (Buensuceso, 2010, p. 52)
		R2	18,1	
		R3	18,3	
		R4	17,6	
F2	CG1 : CA2	R1	19,3	

Obtención de una biopelícula a partir de almidón de melloco rosado (*Ullucus tuberosus*)

		R2	18,9
		R3	18,8
		R4	19,4
F3	CG2 : CA1	R1	18,6
		R2	17,6
		R3	18,1
		R4	19,4
F4	CG2 : CA2	R1	19,6
		R2	19,3
		R3	19,7
		R4	18,7

Realizado por: Los autores, 2022

Gráfico 2: Análisis gráfico de la humedad obtenida en las diferentes biopelículas.



Realizado por: Los autores, 2022

La **Tabla 10** muestra el resultado del análisis de solubilidad realizado para las diferentes formulaciones obtenidas.

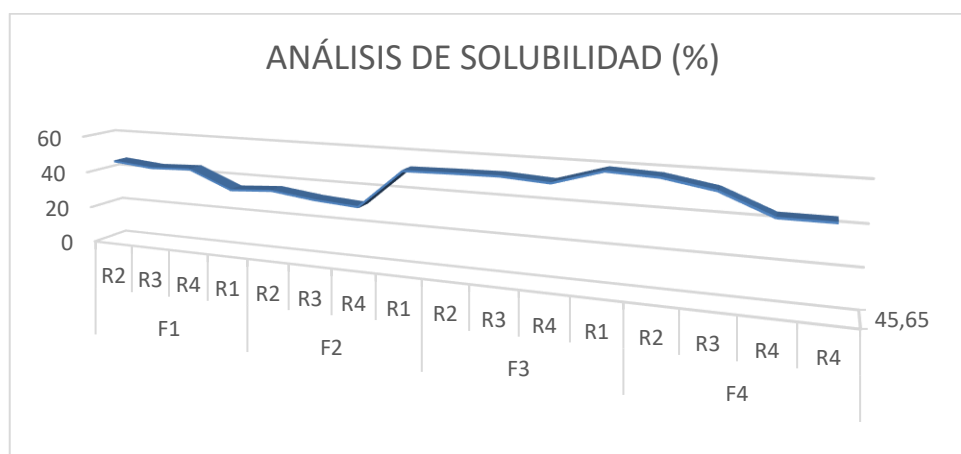
Obtención de una biopelícula a partir de almidón de melloco rosado (*Ullucus tuberosus*)

Tabla 8: Resultados del ensayo de solubilidad para las biopelículas.

TRATAMIENTO	VARIABLE	REPETICIÓN	SOLUBILIDAD (%)	LÍMITE DE REFERENCIA
F1	CG1 : CA1	R1	45,65	30,19 - 57,78 % (Alvarenga et al., 2018, p. 93)
		R2	45,65	
		R3	43,50	
		R4	44,39	
F2	CG1 : CA2	R1	34,84	
		R2	36,36	
		R3	33,42	
		R4	31,74	
F3	CG2 : CA1	R1	52,09	
		R2	52,61	
		R3	52,93	
		R4	51,42	
F4	CG2 : CA2	R1	58,79	
		R2	57,67	
		R3	53,43	
		R4	43,40	

Realizado por: Los autores, 2022

Gráfico 3: Análisis gráfico de la solubilidad obtenida en las diferentes biopelículas.



Realizado por: Los autores, 2022

Obtención de una biopelícula a partir de almidón de melloco rosado (*Ullucus tuberosus*)

El análisis de solubilidad ha arrojado los datos presentados en la Tabla 10, que se encuentran dentro del rango establecido por (Alvarenga et al., 2018, p. 93) de entre 30,19 – 57,78 % , estableciendo que los valores que contienen un valor menor de solubilidad es porque en su formulación posee una cantidad menor de glicerol , afirmando de tal manera que este componente ayuda a aumentar o disminuir la solubilidad dependiendo sea el caso. Los valores obtenidos de manera experimental están dentro del rango del análisis realizado a una biopelícula de almidón de yuca que es un tubérculo como el melloco rosado; y rectificando la teoría mediante el análisis puesto que las formulaciones que contienen una mayor cantidad de glicerol en este caso F3 Y F4 con 1 ml de glicerina tienen mayor porcentaje de solubilidad que las formulaciones F1 Y F2 que contienen 0,5 ml de glicerina. El Gráfico 3 nos ayuda a comprender de mejor manera la expresión de los valores obtenidos en la tabla para la solubilidad de las biopelículas.

En la tabla 11 se muestran los resultados de permeabilidad realizadas a las diferentes biopelículas.

Tabla 9: Resultados del ensayo de permeabilidad para las biopelículas obtenidas.

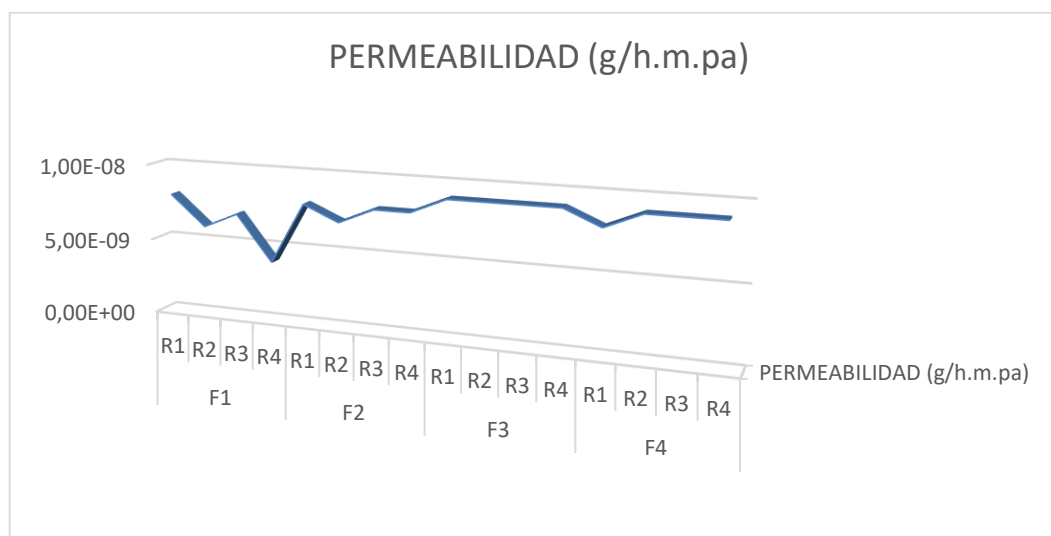
TRATAMIENTO	VARIABLE	REPETICIÓN	PERMEABILIDAD (g/h.m.pa)	LÍMITE DE REFERENCIA
F1	CG1 : CA1	R1	8,00E-09	(9,81E-13 – 2,17E-8 (g/h.m.pa)) (Joaqui y Villada, 2013, pp. 59- 68)
		R2	6,00E-09	
		R3	7,00E-09	
		R4	4,00E-09	
F2	CG1 : CA2	R1	8,00E-09	
		R2	7,00E-09	
		R3	8,00E-09	
		R4	8,00E-09	
F3	CG2 : CA1	R1	9,00E-09	
		R2	9,00E-09	
		R3	9,00E-09	
		R4	9,00E-09	
F4	CG2 : CA2	R1	8,00E-09	
		R2	9,00E-09	

Obtención de una biopelícula a partir de almidón de melloco rosado (*Ullucus tuberosus*)

R3	9,00E-09
R4	9,00E-09

Realizado por: Los autores, 2022

Gráfico 4: Análisis gráfico de la permeabilidad obtenida en las diferentes biopelículas.



Realizado por: Los autores, 2022

Para el análisis de permeabilidad al igual que los ensayos de solubilidad y humedad se argumenta que para un contenido mayor de glicerina se obtendrá un porcentaje mayor de permeabilidad debido a que el glicerol es un componente hidrófilo lo que hace que enlace de manera adecuada con el polímero usado generando de tal manera el paso de moléculas de agua provocando el envejecimiento del producto a embalar, (Joaqui y Villada, 2013, pp. 59-68) estable valores de permeabilidad para películas de almidón de entre $9,81E-13 - 2,17E-8$ (g/h.m.pa), verificando que los datos recolectados en la Tabla 11 de manera experimental para determinar la permeabilidad del almidón de melloco rosado se verifica que los valores están dentro del rango establecido y que cumplen mientras mayor cantidad de glicerol poseen en su formulación mayor permeabilidad al vapor como es en los casos de F3 Y F4 con 1 ml de glicerina. En el Gráfico 4 podemos identificar que la primera parte de experimentaciones de la formulación F1 Y F2 están en un rango bajo al momento que empiezan las formulaciones F3 la curva empieza a ascender demostrando que su permeabilidad aumenta debido al contenido de glicerina.

Obtención de una biopelícula a partir de almidón de melloco rosado (*Ullucus tuberosus*)

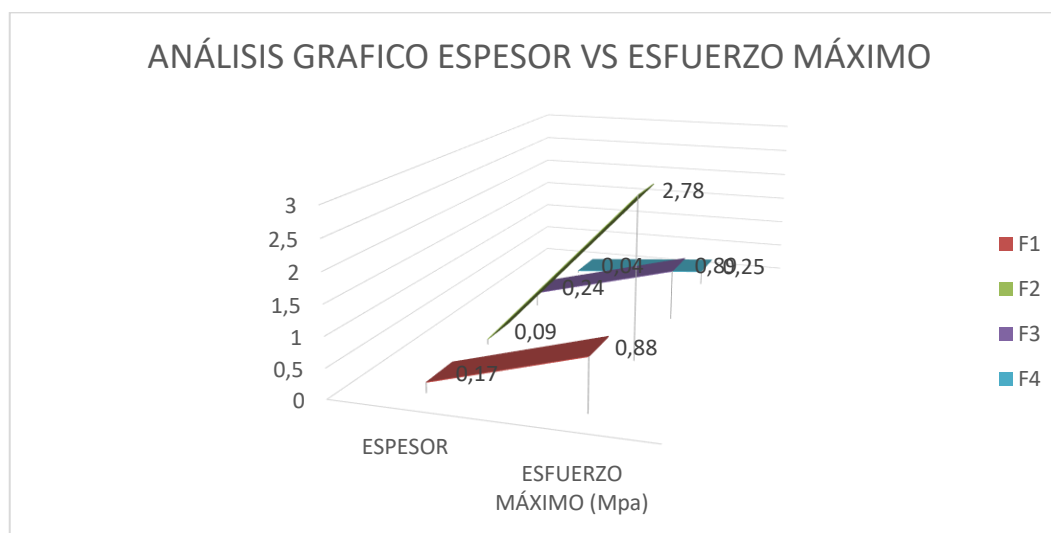
El ensayo de tracción se muestra en la tabla 12 siendo los siguientes resultados

Tabla 10: Resultados del ensayo de tracción para cada tratamiento.

TRATAMI ENTO	ESPE SOR	MÓDULO ELASTICI DAD (Mpa)	CARGA DE FLUEN CIA (N)	ESFUE RZO DE FLUEN CIA (MPa)	CARG A MÁXI MA (N)	ESFUE RZO MÁXIM O (Mpa)	ELONGA CIÓN (%)
F1	0,17	6,50E+00	1,44	0,86	1,47	0,88	17,06
F2	0,09	1,91E+01	1,94	2,2	2,44	2,78	27,46
F3	0,24	1,03E+01	1,82	0,82	1,97	0,89	15,42
F4	0,04	1,15E+00	0,08	0,24	0,09	0,25	14,69

Realizado por: Los autores, 2022

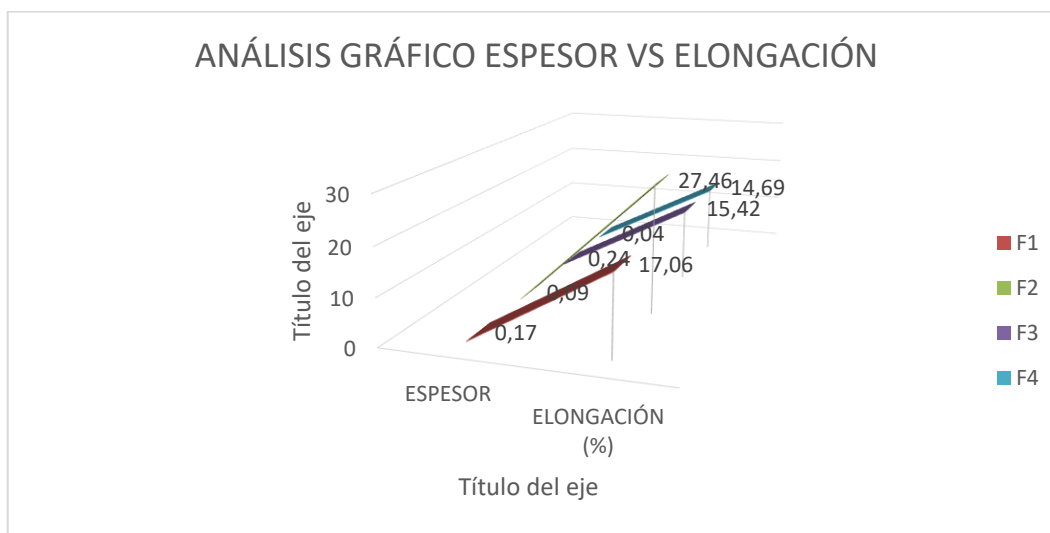
Gráfico 5: Análisis gráfico del espesor vs esfuerzo máximo.



Realizado por: Los autores, 2022

Obtención de una biopelícula a partir de almidón de melloco rosado (*Ullucus tuberosus*)

Gráfico 6: Análisis gráfico espesor vs % elongación.



Realizado por: Los autores, 2022

Para la biodegradabilidad se tomaron en cuenta 3 medios diferentes los cuales son en el agua, el suelo y el aire. Se partió de una muestra de cada tratamiento las cuales tenían un área inicial de 3x3, y se realizó la medición del área con un programa de pixeles cada 5 días durante 30 días, se recolectaron dichos datos para determinar el porcentaje de degradación final según el medio para cada formulación como se muestran en la Tabla 13, Tabla 14 y Tabla 15.

Se realizó el análisis de biodegradabilidad en 3 diferentes medios que son acuoso, aerobio y en el suelo considerado como anaerobio, para este análisis se recolectó una serie de datos realizados de manera experimental durante 30 días para lo cual se plasmaron en las Tablas 13, 14, y 15 para los cuales se midió cada 5 días y se determinó el porcentaje de degradación en base a la pérdida de área que se presenta, para el análisis de biodegradación en el suelo en primer lugar se determinó el pH del suelo siendo un pH de 6,89, el agua usada fue el agua potable con un pH neutro. En donde se terminaron valores de una degradación en 30 días para el medio acuoso de 93,57 a 97,11 % de degradación, para el medio aerobio tenemos una degradación del 20,67 a 28,33 % en el suelo se determinaron los valores de 87,33 a 96,22 % y se han comparado con (González, Montes y Carlos, 2016, pp. 83) determinó valores de degradación del 90,03 a 99,35 % en el suelo, observando que los valores de degradación en el suelo y en el agua están similares a los rangos determinados para la comparación, este análisis se adaptó a realizarse fuera del laboratorio pero se han determinado valores certeros y similares a

Obtención de una biopelícula a partir de almidón de melloco rosado (*Ullucus tuberosus*)

valores estudiados en otras investigaciones, mientras tanto a la biodegradación en medio aerobio se determinaron valores fueran del rango asumiendo que a condiciones ambientales normales sin factores externos su degradación demora un poco más, podría durar hasta 3 meses en degradarse. Para el análisis de los gráficos para la biodegradabilidad se tienen gráficos similares en cada gráfico, ya que a degradación para cada película no se diferencia de acuerdo con la cantidad de cada componente, esto hace que la degradación sea independiente de la formulación.

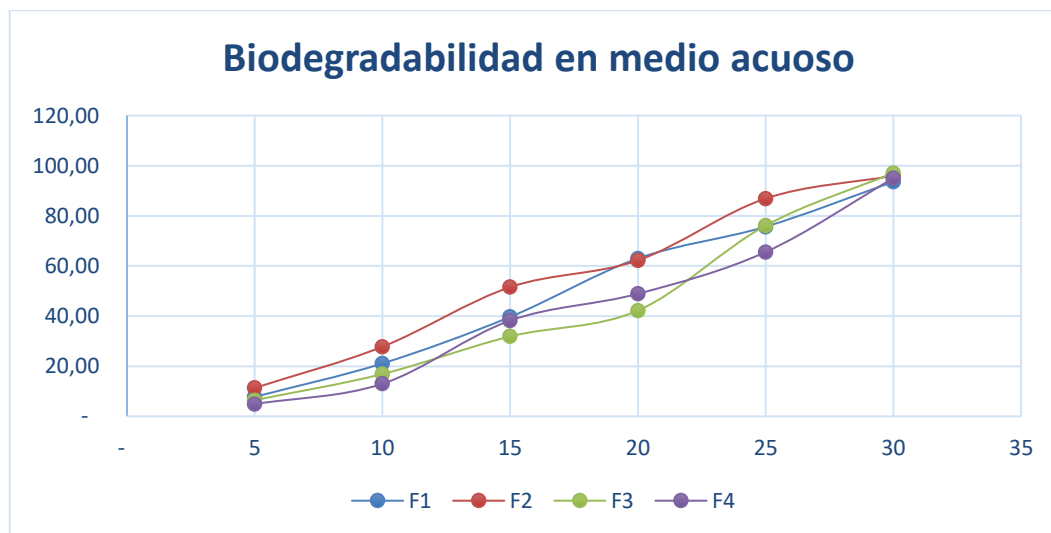
Demostrando la existencia de evidencia experimental para afirmar que estas características satisfacen a la hipótesis general.

Tabla 11: Resultados de biodegradabilidad en medio acuoso.

N°	AGUA													
	0,00	5	%	10	%	15	%	20	%	25	%	30	%	
F1	9,00	8,30	7,78	7,10	21,11	5,43	39,67	3,33	63,00	2,19	75,67	0,58	93,56	
F2	9,00	7,98	11,33	6,50	27,78	4,36	51,56	3,40	62,22	1,18	86,89	0,36	96,00	
F3	9,00	8,42	6,44	7,48	16,89	6,13	31,89	5,20	42,22	2,15	76,11	0,26	97,11	
F4	9,00	8,56	4,89	7,83	13,00	5,56	38,22	4,60	48,89	3,10	65,56	0,45	95,00	

Realizado por: Los autores, 2022

Gráfico 7: Análisis gráfico de la biodegradabilidad en medio acuoso.



Realizado por: Los autores, 2022

Obtención de una biopelícula a partir de almidón de melloco rosado (*Ullucus tuberosus*)

Tabla 12: Resultados de la apariencia de la biodegradación en medio acuoso.



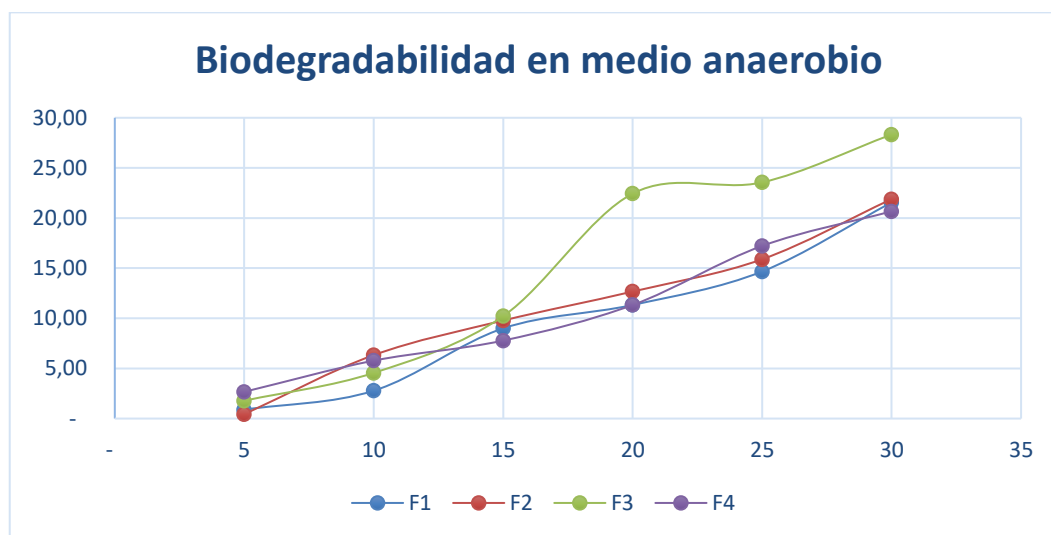
Realizado por: Los autores, 2022

Tabla 13: Resultados de biodegradabilidad en el suelo.

N°	SUELO												
	0,00	5	%	10	%	15	%	20	%	25	%	30	%
F1	9,00	7,43	17,44	6,98	22,44	5,43	39,67	4,23	53,00	3,45	61,67	1,14	87,33
F2	9,00	7,56	16,00	6,34	29,56	5,67	37,00	4,16	53,78	3,47	61,44	0,34	96,22
F3	9,00	8,67	3,67	6,79	24,56	4,34	51,78	4,02	55,33	3,12	65,33	0,97	89,22
F4	9,00	8,02	10,89	6,98	22,44	5,26	41,56	4,78	46,89	2,18	75,78	1,02	88,67

Realizado por: Los autores, 2022

Gráfico 8: Análisis gráfico de la biodegradabilidad en medio anaerobio.



Realizado por: Los autores, 2022

Obtención de una biopelícula a partir de almidón de melloco rosado (*Ullucus tuberosus*)

Tabla 14: Resultados de la apariencia de la biodegradación en medio anaerobio.

Día 1	Día 5	Día 10	Día 15	Día 20	Día 25	Día 30
						

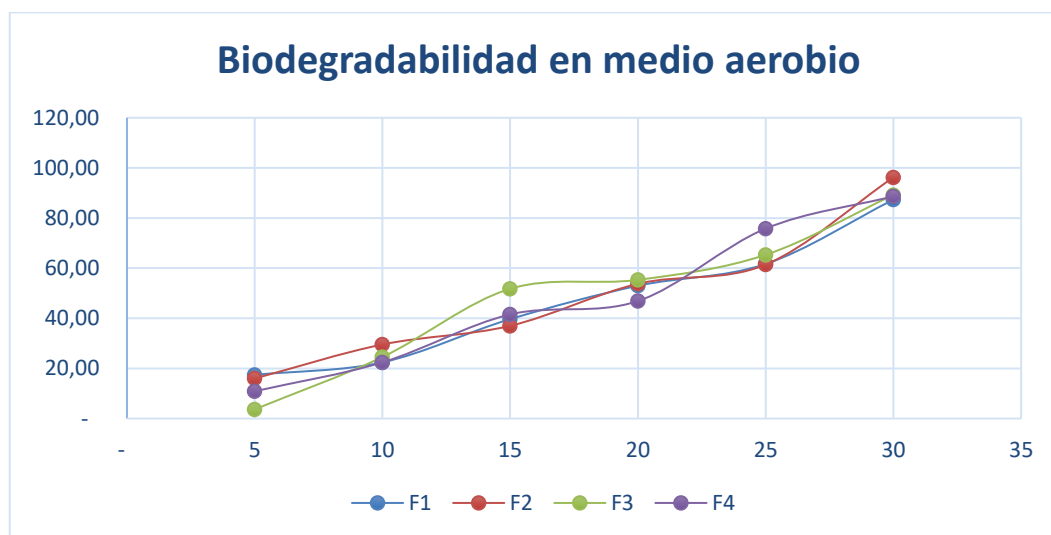
Realizado por: Los autores, 2022

Tabla 15: Resultados de biodegradabilidad en medio aerobio.

N°	AIRE												
	0,00	5	%	10	%	15	%	20	%	25	%	30	%
F1	9,00	8,92	0,89	8,75	2,78	8,19	9,00	7,98	11,33	7,68	14,67	7,06	21,56
F2	9,00	8,96	0,44	8,43	6,33	8,12	9,78	7,86	12,67	7,57	15,89	7,03	21,89
F3	9,00	8,84	1,78	8,59	4,56	8,08	10,22	6,98	22,44	6,88	23,56	6,45	28,33
F4	9,00	8,76	2,67	8,48	5,78	8,30	7,78	7,98	11,33	7,45	17,22	7,14	20,67

Realizado por: Los autores, 2022

Gráfico 9: Análisis gráfico de la biodegradabilidad en medio aerobio.



Realizado por: Los autores, 2022

Obtención de una biopelícula a partir de almidón de melloco rosado (*Ullucus tuberosus*)

Conclusiones

La utilización del método húmedo en la extracción del almidón de melloco rosado ha sido muy conveniente debido a que este obtuvo un rendimiento del 8,10 % siendo aceptable para tubérculos debido a que optimiza recursos energéticos ya que las condiciones de RPM baja y tiempo de licuado de 45 s hacen que sea óptimo como también económico, ya que no hubo cambio en los diversos análisis proximal destacando el porcentaje de amilosa y amilopectina de 25,06 % y 74,94 % respectivamente se observó que estos valores se encuentran dentro del rango de almidones nativos según la norma ISO 6647-1 (2014) para amilosa se establece un rango 17 - 26 % y amilopectina 74 – 83 %. Al igual que las características microbiológicas son muy importantes debido a que es un producto que va a tener relación con alimentos, obteniendo valores aceptables según la norma NTE INEN 2051:95 (1995) de mohos y levaduras 0 UPC/g, califormes fecales 0 UPC/g y coliformes totales con 600 UPC/g siendo aceptable en el almidón.

El almidón obtenido de melloco rosado se usó como materia prima para la formulación de biopelículas, para las cuales se utilizó un diseño factorial 2^2 el cual ayuda a la determinación de la formulación óptima mediante el análisis de varianza ANOVA el cual afirmó que no hay diferencia significativa entre las formulaciones que tienen variables independientes que son glicerina entre 0,5 y 1 ml y el contenido de agua entre 30 y 40 ml, y se ha elegido una formulación como la más adecuada tomando en cuenta factores como el ensayo de tracción de dicha biopelícula en el cual sobresale el F2 con 0,5 ml de glicerina, 40 ml de agua, 6 ml de ácido acético y 2 g de almidón de melloco y con características correspondientes al espesor de 0,09 mm, esfuerzo máximo 2,78 Mpa y elongación de 27,46 %, mientras que las formulaciones F1, F3 Y F4 han sido descartadas en cuanto al ensayo de tracción, debido al contenido de glicerina y al contenido de agua en su formulación.

Referencias

1. ACOSTA, M., 2005. “ Propuesta para la Gestión Integral de Residuos Sólidos en la Ciudad de Vinces, Provincia de los Ríos- Ecuador” [en línea]. S.l.: s.n. Disponible en: <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/827/1/T-ESPE-025065.pdf>.
2. ALVARENGA, A., LISSETTE, V., PEÑA, A., ARNOLDO, G., AMAYA, L. y ELISA, S., 2018. “Formulación y caracterización de una biopelícula comestible elaborada a partir de

Obtención de una biopelícula a partir de almidón de melloco rosado (*Ullucus tuberosus*)

- almidón de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) y yuca (*Manihot esculenta*)". Uviversidad del Salvador, pp. 93.
3. ALVES, I., COELHO, L., JOSÉ, L., ALMEIDA, A., KARDEC, A., FILHO, D.B. y AMORIM, A., 2020. Elaboration and characterization of biopolymer films with alginate and babassu coconut mesocarp. *Carbohydrate Polymers* [en línea], vol. 234, no. December 2019, pp. 1-2. ISSN 0144-8617. DOI 10.1016/j.carbpol.2019.115747. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2019.115747>.
 4. ANDERSON, A.R., CONWAY, F.H. y PEPLINSKI, J.A., 1970. Gelatinization of Corn Grits by Roll Cooking , Extrusion Cooking and Steaming. *Peoria*, vol. 22, no. 4, pp. 130-135.
 5. ARISTIZÁBAL, J. y SÁNCHEZ, T., 2007. Guía técnica para producción y análisis de almidón de yuca. *Fao* [en línea], vol. 163, pp. 33. ISSN 1944-8244. DOI 9253056770-9789253056774. Disponible en: <http://www.fao.org/3/a-a1028s.pdf>.
 6. ASROFI, M., SAPUAN, S.M., ILYAS, R.A. y RAMESH, M., 2020. Materials Today : Proceedings Characteristic of composite bioplastics from tapioca starch and sugarcane bagasse fiber : Effect of time duration of ultrasonication. *Materials Today: Proceedings* [en línea], pp. 1-2. ISSN 2214-7853. DOI 10.1016/j.matpr.2020.07.254. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.07.254>.
 7. BARRERA, V., TAPIA, C. y MONTEROS, A., 2003. Raíces y Tubérculos Andinos : Alternativas [en línea]. 4. QUITO: INIAP. ISBN 9290602317. Disponible en: [https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/19045/5/TESIS SOPA DE MELLOCO - MARJORIE VANESSA VELASQUEZ FIGUEROA.pdf](https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/19045/5/TESIS_SOPA_DE_MELLOCO_-_MARJORIE_VANESSA_VELASQUEZ_FIGUEROA.pdf).
 8. BENELLI, FEDERICO, GIANNA, VICENTE Y CALANDRI, EDGARDO. 2019. Determinación de amilosa en almidones mediante el método. *Determinación de amilosa en almidones mediante el método*. s.l. : FCFYN, 2019. Vol. 6, 1.
 9. BUENSUCESO, V., 2010. "ELABORACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE BIOPELÍCULAS A PARTIR DE ALMIDÓN DE YUCA (MANIHOT ESCULENTA CRANTZ)". S.l.: s.n.
 10. CAICEDO, C., NIETO, C., MONTEROS, C., YÁNEZ, C., RIVERA, M., VIMOS, C. y HARO, M., 1994. «PUCA MELLOCO» Y QUILLU MELLOCO" PRIMERAS

Obtención de una biopelícula a partir de almidón de melloco rosado (*Ullucus tuberosus*)

- VARIEDADES MEJORADAS DE MELLOCO PARA ECUADOR. [en línea]. S.l.: s.n.
Disponibile en: <http://181.112.143.123/bitstream/41000/2827/1/iniapsc322est.pdf>.
11. CANALES SECTORIALES PLÁSTICOS, 1996. La poliesteramida, nuevo plástico biodegradable. Canales Sectoriales [en línea]. [Consulta: 29 enero 2021]. Disponible en: <https://www.interempresas.net/Plastico/Articulos/3734-La-poliesteramida-nuevo-plastico-biodegradable.html>.
 12. CHANDRA, R. y RUSTGI, R., 1998. Biodegradable polymers. Progress in Polymer Science (Oxford), vol. 23, no. 7, pp. 1274. ISSN 00796700. DOI 10.1016/S0079-6700(97)00039-7.
 13. CHARPENTIER, GRACE. 2019. OBTENCIÓN DE ALIMENTOS FUNCIONALES DE *Manihot esculenta* (YUCA). OBTENCIÓN DE ALIMENTOS FUNCIONALES DE *Manihot esculenta* (YUCA). Perú : ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE BROMATOLOGIA Y NUTRICION, 2019.
 14. CHASILOA, N. y TOAQUIZA, S., 2017. «NUTRÍ-COLADA». S.l.: s.n.
 15. CHUQUILIN, R.C., CAROLIM, M. y TEODORO, J., 2021. Propiedades funcionales de productos tradicionales congelados y secados al sol de oca (*Oxalis tuberosa* Molina) y olluco (*Ullucus tuberosus* Caldas): Una revisión. HAL. S.l.:
 16. FATIMAH, N., SULTAN, K., LUTFI, W. y JOHARI, W., 2017. BIOREMEDIATION SCIENCE AND TECHNOLOGY The Development of Banana Peel / Corn Starch Bioplastic Film : A Preliminary Study. HIBISCUS, vol. 5, no. 1, pp. 1-17.
 17. FAO. 2015. FAO. [En lea] 2015.
<http://www.fao.org/tempref/docrep/fao/010/a1028s/a1028s03.pdf>. ín
 18. GONZÁLEZ, F.P., ENRÍQUEZ, E.M. y CENTENO, M.I., 2015. Manual de prácticas de los laboratorios de alimentos. Dríos [en línea], pp. 61. ISSN 0096-882X, 0096-882X.
Disponibile en: http://www.archivos.ujat.mx/2015/div_rios/MP-DAMR-LBR-R01.pdf.
 19. GUTIÉRREZ, H. y SALAZAR, R., 2008. Análisis y diseño de experimentos. S.l.: s.n. ISBN 9789701065266.
 20. ISI, T., 1999. Análisis físicoquímico del almidón. , vol. 140.
 21. JOAQUI, D. y VILLADA, S., 2013. PROPIEDADES ÓPTICAS Y PERMEABILIDAD PRODUCIDAS A PARTIR DE ALMIDÓN OPTICAL PROPERTIES AND WATER

Obtención de una biopelícula a partir de almidón de melloco rosado (*Ullucus tuberosus*)

- VAPOR PERMEABILITY IN FILMS PRODUCED FROM STARCH PROPIEDADES ÓPTICAS E PERMEABILIDADE. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, vol. 2, no. 2, pp. 59-68.
22. LI, C., HU, Y., HUANG, T., GONG, B. y YU, W.W., 2020. A combined action of amylose and amylopectin fine molecular structures in determining the starch pasting and retrogradation property. *International Journal of Biological Macromolecules* [en línea], vol. 164, no. (2020) 2717–2725, pp. 1. ISSN 18790003. DOI 10.1016/j.ijbiomac.2020.08.123. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2020.08.123>.
23. MANCHENO, M., ASTUDILLO, S., ARÉVALO, P., MALO, I., NARANJO, T. y ESPINOZA, J., 2016. Aprovechamiento energético de residuos plásticos obteniendo combustibles líquidos, por medio del proceso de pirólisis. *La Granja*, vol. 23, no. 1, pp. 53-59. ISSN 1390-3799. DOI 10.17163/lgr.n23.2016.06.
24. MAULIDA, L., MARA, B.H., MUHAMMAD, H.S., MORA, S. y HIDAYATUL, A., 2018. PRODUCTION OF BIOPLASTIC FROM AVOCADO SEED STARCH REINFORCED WITH MICROCRYSTALLINE CELLULOSE FROM SUGAR PALM FIBERS. *Engineering Science and Technology*, vol. 13 (2), no. 2(2018), pp. 382.
25. MOGROVEJO, G., 2019. Determinación de la influencia de dos métodos distintos en la obtención de almidón a partir de la oca (*Oxalis tuberosa* Molina) variedad amarilla. S.l.: s.n.
26. PINTO, M., 2020. Hidrogeles y aerogeles con almidón oxidado de melloco entrecruzado con quitosano para la liberación controlada de fármacos. S.l.: s.n.
27. PROCEDIMIENTOS, L. de A.I., 2003. Laboratorio de Alimentos I. Procedimientos. Laboratorio de Alimentos I. Procedimientos [en línea], vol. TOMO 1, no. México, pp. 7. Disponible en: http://depa.fquim.unam.mx/amyd/archivero/PROCEDIMIENTOS13-I_20566.pdf.
28. VALCÁRCEL-YAMANI, B., RONDÁN-SANABRIA, G.G. y FINARDI-FILHO, F., 2013. The physical, chemical and functional characterization of starches from andean tubers: Oca (*Oxalis tuberosa* molina), olluco (*Ullucus tuberosus* caldas) and mashua (*Tropaeolum tuberosum* ruiz & pavón). *Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences*, vol. 49, no. 3, pp. 453-464. ISSN 19848250. DOI 10.1590/S1984-82502013000300007.

Obtención de una biopelícula a partir de almidón de melloco rosado (*Ullucus tuberosus*)

29. XU, HELAN Y YANG, YIQI. 2012. Bioplastics from Waste Materials and Low-Value Byproducts. American Chemical Society. Washington : CORNELL UNIV, 2012, págs. 113-115.
30. YUNGÁN PINDA, Á.I., 2015. “EFECTO DEL MÉTODO DE EXTRACCIÓN DEL ALMIDON DE MASHUA (*Tropaeolum tuberosum* Ruiz & Pav.) EN LAS CARACTERISTICAS FISICO- QUIMICAS Y REOLOGICAS”. S.l.: s.n.
31. ZOUNGRANAN, Y., LYNDIA, E., DOBI-BRICE, K.K., TCHIRIOUA, E., BAKARY, C. y DANIEL, D., 2020. Journal of Environmental Chemical Engineering Influence of natural factors on the biodegradation of simple and composite bioplastics based on cassava starch and corn starch. Journal of Environmental Chemical Engineering [en línea], vol. 8, no. 5, pp. 1-2. ISSN 2213-3437. DOI 10.1016/j.jece.2020.104396. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jece.2020.104396>.

©2022 por los autores. Este artículo es de acceso abierto y distribuido según los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0) (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).