



DOI: <http://dx.doi.org/10.23857/dc.v7i4.2114>

Ciencias técnicas y aplicadas
Artículo de investigación

Caracterización físico química y mecánica de bioplásticos obtenidos a partir del trigo y cebada

Physical-chemical and mechanical characterization of bioplastics obtained from wheat and barley

Caracterização físico-química e mecânica de bioplásticos obtidos de trigo e cevada

María Cruz Morocho-Pilataxi ^I
mariac.morocho@esPOCH.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0002-8032-9134>

Linda Mariuxi Flores-Fiallos ^{III}
linda.flores@esPOCH.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0003-4516-6963>

Violeta Maricela Dalgo-Flores ^{II}
violeta.dalgo@esPOCH.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0002-4004-5938>

Gabriela Cristina Chango-Lescano ^{IV}
gabriela.chango@esPOCH.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0003-0228-7095>

Correspondencia: violeta.dalgo@esPOCH.edu.ec

***Recibido:** 08 de junio de 2021 ***Aceptado:** 08 de julio de 2021 * **Publicado:** 05 de agosto de 2021

- I. Ingeniera Química, Facultad de Ciencias, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.
- II. Máster Universitario en Técnicas Experimentales en Química, Ingeniera Bioquímica, Facultad de Ciencias, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.
- III. Máster Universitario en Química Orgánica, Ingeniera Química, Facultad de Ciencias, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.
- IV. Máster Universitario en Ciencia y Tecnología Química, Ingeniera Química, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.

Resumen

El objetivo principal de la investigación fue obtener bioplásticos a partir del trigo (*Triticum*) y cebada (*Hordeum vulgare*) y la evaluación de sus propiedades físico químicas y mecánicas. Para esto se extrajo almidón por vía seca mediante la molienda de las gramíneas de trigo y cebada, realizando seis tratamientos con cuatro repeticiones, obteniendo el mejor rendimiento de almidón de trigo con la formulación TRT3 y TRC6 para la cebada. A continuación, se realizó la caracterización físico química de la materia prima en base a la norma INEN 1456, en donde existió cumplimiento de los valores establecidos. Se procedió a la obtención de los bioplásticos de trigo y cebada empleando el diseño factorial "2k", utilizando para los dos casos concentraciones de almidón de (7,31% y 7,62%), plastificante (7,317% y 6,097%), agua (90ml y 105ml) y valores constantes del volumen de vinagre, tiempo y temperatura de secado; sintetizándose así bioplásticos de 0,195mm de espesor. La caracterización fisicoquímica de los bioplásticos de trigo y cebada incluyó ensayos de humedad (34,23% y 36,72%), solubilidad (57,73% y 47,41%), entre otros. La caracterización mecánica se evaluó mediante el módulo de elasticidad (5,161E-01MPa y 1,41E+00MPa), esfuerzo máximo (0,08MPa y 0,26MPa) y esfuerzo de fluencia (0,07MPa y 0,25MPa). En cuanto a las pruebas de biodegradabilidad, el medio aerobio es bastante óptimo puesto que los bioplásticos se degradaron desde la tercera semana casi en su totalidad, demostrando que el producto obtenido es biodegradable y compostable por ello es recomendable realizar esta evaluación con base en la norma EN 13432.

Palabras clave: Trigo; Cebada; Bioplástico; Biodegradabilidad.

Abstract

The main objective of the research was to obtain bioplastics from wheat (*Triticum*) and barley (*Hordeum vulgare*) and the evaluation of their physical-chemical and mechanical properties. For this, starch was extracted by dry means by grinding wheat and barley grasses, carrying out six treatments with four repetitions, obtaining the best performance of wheat starch with the TRT3 and TRC6 formulation for barley. Next, the physical-chemical characterization of the raw material was carried out based on the INEN 1456 standard, where there was compliance with the established values. The wheat and barley bioplastics were obtained using the "2k" factorial design, using starch concentrations of (7.31% and 7.62%), plasticizer (7.317% and 6.097%), for both cases. water (90ml and 105ml) and constant values of vinegar volume, drying time and temperature, thus synthesizing

Caracterización físico química y mecánica de bioplásticos obtenidos a partir del trigo y cebada

0.195mm thick bioplastics. The physicochemical characterization of wheat and barley bioplastics included moisture tests (34.23% and 36,72%), solubility (57.73% and 47.41%), among others. The mechanical characterization was evaluated by the modulus of elasticity (5.161E-01MPa and 1.41E + 00MPa), maximum stress (0.08MPa and 0.26MPa) and yield stress (0.07MPa and 0.25MPa). Regarding the biodegradability tests, the aerobic environment is quite optimal since the bioplastics degraded almost completely from the third week, showing that The product obtained is biodegradable and compostable, therefore it is advisable to carry out this evaluation with ba It is in the EN 13432 standard.

Keywords: Wheat; Barley; Bioplastic; Biodegradability.

Resumo

O objetivo principal da pesquisa foi a obtenção de bioplásticos de trigo (*Triticum*) e cevada (*Hordeum vulgare*) e a avaliação de suas propriedades físico-químicas e mecânicas. Para isso, o amido foi extraído por via seca por meio da moagem de gramíneas de trigo e cevada, realizando-se seis tratamentos com quatro repetições, obtendo-se o melhor desempenho do amido de trigo com a formulação TRT3 e TRC6 para cevada. Em seguida, foi realizada a caracterização físico-química da matéria-prima com base na norma INEN 1456, onde houve atendimento aos valores estabelecidos. Os bioplásticos de trigo e cevada foram obtidos pelo planejamento fatorial "2k", utilizando concentrações de amido de (7,31% e 7,62%), plastificante (7,317% e 6,097%), para ambos os casos. Água (90ml e 105ml) e valores constantes. Do volume do vinagre, tempo de secagem e temperatura, sintetizando bioplásticos de 0,195 mm de espessura. A caracterização físico-química dos bioplásticos de trigo e cevada incluiu testes de umidade (34,23% e 36,72%), solubilidade (57,73% e 47,41%), entre outros. A caracterização mecânica foi avaliada pelo módulo de elasticidade (5,161E-01MPa e 1,41E + 00MPa), tensão máxima (0,08MPa e 0,26MPa) e tensão de escoamento (0,07MPa e 0,25MPa). Quanto aos testes de biodegradabilidade, o ambiente aeróbio é bastante ideal visto que os bioplásticos se degradaram quase completamente a partir da terceira semana, mostrando que O produto obtido é biodegradável e compostável, portanto é aconselhável realizar esta avaliação com ba Está na norma EN 13432.

Palavras-chave: Trigo; Cevada; Bioplástico; Biodegradabilidade.

Introducción

En la actualidad el plástico representa uno de los mayores problemas de contaminación ambiental, debido a que su tiempo de degradación es mayor a 100 años, y a pesar de diferentes programas y campañas de concientización dentro del tema entorno a reciclaje, no se ven resultados que favorezcan al medio ambiente. Los plásticos derivados de petróleo constituyen una industria creciente a nivel mundial. Sin embargo, esta industria conlleva una problemática ambiental; una vez que un plástico es utilizado, este se desecha y pasa a formar parte de los desechos producidos mundialmente (Trabzon, 2010). De ahí la importancia de impulsar investigaciones de nuevos biopolímeros elaborados a partir de recursos renovables que sean biodegradables, como una alternativa para disminuir el impacto ambiental que se viene dando por el uso de plásticos provenientes de derivados de petróleo. Por ello desde diferentes frentes, la empresa privada, la academia y organizaciones no gubernamentales, se plantean como solución para este problema utilizar materiales biodegradables como almidones, cereales, fibras de caña de azúcar, salvado de trigo, cáñamo y raíces (Kucharek, 2015).

Cuando se requiere biodegradabilidad, el almidón puede ser un material alternativo para el reemplazo de muchos productos a base de petróleo (Wang & Yang, 2011). Por tal motivo, este polisacárido forma parte de uno de los biopolímeros con más usos en la elaboración de bioplásticos, que pueden reemplazar a los materiales convencionales derivados del petróleo, debido a que es más accesible, se produce en gran cantidad y se obtiene de recursos naturales. Además, al ser compostadas pueden producir abono orgánico que sirve para la fertilización de suelos que producirán plantas con contenido de almidón (Biodegradáveis & Amido, 2012).

Debido a las características mencionadas, la materia prima utilizada en la investigación constituye trigo (*Triticum*) y cebada (*Hordeum vulgare*), debido a que son productos agrícolas andinos pertenecientes a sectores rurales propios de la provincia de Chimborazo (Avérous, 2017). La ventaja de estos cereales es que contienen gran porcentaje de almidón, sin embargo, debido a su estructura, es difícil la extracción del producto que se necesita, por lo que se aplicó el método de vía seca para la extracción, y así dar cumplimiento con los parámetros requeridos por la Norma NTE INEN 1456. La síntesis de bioplásticos además de almidón debe contener plastificante como la glicerina, agua, entre otros para obtener un producto con adecuadas características físico químicas y mecánica, puesto que se requiere de un producto de alta resistencia para su uso en diferentes áreas de la industria.

Caracterización físico química y mecánica de bioplásticos obtenidos a partir del trigo y cebada

La funcionalidad que presentan los bioplásticos en cuanto a su biodegradabilidad y compostabilidad ofrece ventajas tangibles y sustanciales para diferentes sectores de la industria. Uno de los sectores industriales beneficiados es el sector del empaque, con la síntesis de productos biodegradables provenientes de materia primas propias, de bajo costo de ser posible. Se puede considerar a la industria alimenticia como el mayor consumidor de empaque, seguido por la industria farmacéutica y de cosméticos (García, 2015).

Materiales y métodos

Selección de la materia prima

Esta investigación tuvo como base la utilización de la variedad (Triticum) de trigo y variedad (Hordeum vulgare) de cebada, de las cuales se extrajo el almidón. La selección de la materia prima se realizó mediante muestreo probabilístico aleatorio simple en diferentes sectores del Cantón Riobamba, de la provincia de Chimborazo. Se consideró diferentes criterios de inclusión como grado de madurez, uniformidad del color, bajo contenido de humedad, grano grueso y libre de cáscara en el caso del trigo.

Extracción de los almidones de trigo y cebada

El método que se utilizó para obtener el almidón de trigo y cebada fue vía seca. A partir de una cantidad de 4,5 kg de cada una de las materias primas, se extrajeron 1,90 kg de almidón de trigo y 1,10 kg de almidón de cebada. Determinando el porcentaje de rendimiento mediante la ecuación (1).

$$\% \text{ Rendimiento} = \frac{\text{Peso del almidón obtenido (g)}}{\text{Peso de la muestra (g)}} \times 100 \quad (1)$$

El proceso de extracción se inició con maceración, para lo cual se pesó 100g de trigo y 100g de cebada, luego se mezcló cada muestra con 500ml de agua destilada y posteriormente se colocó en una estufa a una temperatura de 60°C por 40mins. Después de este tiempo se procedió a filtrar y moler, de esta manera el grano soltó el contenido de almidón por lo cual se retiró el agua residual con una pipeta y se lavó el almidón con 100ml de agua destilada a 40°C para favorecer la precipitación, según indica (Rodríguez, Aguilar, & Morfa, 2015). Finalmente se colocó el almidón en una placa de vidrio a una temperatura de 60°C por 24h y se procedió a la molienda de la muestra con un mortero y pistilo

Caracterización físico química y mecánica de bioplásticos obtenidos a partir del trigo y cebada

para reducir hasta una granulometría de 106µm. El almidón obtenido se almacenó en recipientes herméticos manteniendo una temperatura de 20°C. (Antonieta & Mendoza, 2019)

Síntesis de bioplásticos

En base al diseño factorial 2k se plantearon 4 formulaciones diferentes para la obtención de bioplásticos a partir de trigo y de cebada, considerando cantidades óptimas de glicerina y ácido acético para alcanzar buena elasticidad y resistencia de la biopelícula. En cambio, las cantidades de almidón y agua destilada aportan una mejor homogenización de la mezcla con el fin de conseguir un material firme.

Una vez establecidas las concentraciones planteadas bajo el diseño factorial 2k se prepararon las soluciones para ser vertidas en las cajas como menciona (R, U, & C, 2019). Se pesó el almidón de maíz y quinua en base a las formulaciones planteadas en el diseño factorial y se hidrató. La mezcla se colocó a baño maría dentro de un vaso de precipitación de 500ml sobre un reverbero a una temperatura de 85°C. Posteriormente se añadió 3ml de glicerina y 5ml de vinagre manteniendo agitación constante hasta alcanzar la temperatura de gelatinización. La mezcla se vertió en una placa de vidrio, y se colocó en la estufa por 24 horas a una temperatura de 50°C. Finalmente se retiró el bioplástico obtenido de las placas para su respectiva caracterización.

Ensayos de caracterización de los bioplásticos

Espesor

El espesor de cada una de las láminas de 2,5 cm x 2,5 cm se midió empleando el pie de rey digital (Escobar, D., Sala, A., Silvera, C., Harispe, R., Márquez, 2009).

Humedad

El porcentaje de humedad se determinó de forma gravimétrica en estufa a temperatura de 105 °C por 24 horas (Sun et al., 2017)

$$\% \text{ Humedad} = \frac{\text{Peso inicial del bioplástico} - \text{Peso final del bioplástico}}{\text{Peso inicial del bioplástico}} \times 100 \quad (2)''$$

Caracterización físico química y mecánica de bioplásticos obtenidos a partir del trigo y cebada

Solubilidad en agua

Se colocaron los bioplásticos secos en 80mL de agua desionizada con agitación constante dentro de un Shaker con una programación de 100rpm durante 60min, pasado este tiempo fueron filtrados y colocados en la estufa a una temperatura de 40°C hasta que las muestras estén completamente secas, luego se incrementó la temperatura a 105 °C donde se consiguió un peso constante (Guamán, 2019).

$$\% \text{Solubilidad} = \frac{\text{Peso inicial de lámina seca} - \text{Peso final de lámina seca}}{\text{Peso inicial de lámina seca}} \times 100 \quad (3)''$$

Transmisión de vapor de agua

Para determinar la transmisión de vapor de agua se utilizó sílice gel previamente activada a una temperatura de 200°C durante 24h. Las muestras de bioplásticos de 2,5 cm x 2,5 cm fueron colocadas en la boca del tubo de ensayo en donde se encontraba la sílice gel, y se sellaron de manera hermética con cinta de embalaje para evitar daños adversos. Las muestras fueron ubicadas en una gradilla. Por último, se colocaron las muestras en un desecador a temperatura ambiente durante 5 días, el ensayo concluyó cuando el bioplástico obtuvo un peso constante (PARRA, 2019).

Ecuación para la Permeabilidad de Vapor de Agua

$$WVP = \frac{WVTR \cdot e}{\Delta p}; \Delta p = s'(HR_2 - HR_1) \quad (4)''$$

Donde:

WVP: permeabilidad al vapor de agua expresada en (g*h-1 *m-1 * MPa-1).

WVTR: tasa de transmisión de vapor de agua (g/h*m2).

s': presión de vapor de agua a la temperatura de ensayo (MPa) T=21°C.

e: espesor (m).

HR2: Humedad relativa de la cámara con solución de cloruro de sodio saturada (HR2 = 75%).

HR1: Humedad relativa en el interior de la celda (HR1= 0%).

El valor de presión del vapor es proporcionado por la Tabla A-4; Agua saturada. Tabla de temperaturas página 914, del libro de CENGEL YUNUS.

Ensayos de Tracción

Este ensayo se realizó en base a la norma NTE INEN 2635:2012 Método de Ensayo para las propiedades de tracción de láminas plásticas delgadas. Se basa en deformar una probeta a lo largo de su eje con una velocidad constante, empleando una fuerza definida, con el propósito de romper la probeta y poder verificar su resistencia (INEN 2043, 2013, p. 3).

Biodegradabilidad

Se realizó un monitoreo de la biodegradación del bioplástico durante 5 semanas, realizando un análisis de pH del suelo para comprobar que este sea apropiado para la degradación. Para llevar a cabo el proceso de biodegradación se ejecutó el método de biodegradación aerobia ya que se produce una oxidación completa del material descompuesto. El porcentaje de pérdida de peso se efectuó mediante la siguiente fórmula.

$$\% \text{Pérdida de peso} = \frac{\text{Peso inicial seco de la lámina} - \text{Peso final seco de la lámina}}{\text{Peso inicial seco de la lámina}} \times 100 \quad (5)''$$

Resultados y Discusión

Análisis de resultados de la extracción de los almidones

A través del diseño factorial 2k se determinó 6 tratamientos con 4 réplicas cada una, en donde se determinó el tratamiento que otorga un mayor rendimiento. En el caso del trigo, el tratamiento TP3T presentó un resultado del 42,58% y en el caso de la cebada, el tratamiento TP6C produjo un resultado de 23,57%. En comparación con estudios previos realizados sobre la extracción del almidón; según Lescano, (2010. p.58) de acuerdo a su estudio, en la tabla de rendimiento del almidón obtenido en la elaboración de las harinas, señala un 30,5% para el trigo y 20,7% para la cebada; por lo tanto se puede evidenciar que los valores obtenidos superan a los valores que presenta el estudio de Lescano, con respecto a la obtención de almidón de estos granos.

Análisis de resultados de la caracterización físico química de los almidones de trigo y cebada

Con respecto al contenido de amilosa y amilopectina, en el caso del trigo fue de 44,97% y 55,03%, respectivamente; mientras que en la cebada se evidencia un 24,23% y 75,77%, respectivamente. De acuerdo a (Méndez et al., 2009, p.67) indican que en el caso del trigo se evidencia un 25% y 75%; de tal manera que los valores encontrados en el estudio realizado es superior en el caso de la amilosa

Caracterización físico química y mecánica de bioplásticos obtenidos a partir del trigo y cebada

e inferior con respecto a la amilopectina; mientras que para el caso de la cebada, según el estudio de Martínez (2005, p. 24) señala un porcentaje de 22% y 78%, lo que indica que los resultado obtenidos se encuentra dentro de los límites de referencia.

Tabla 1: Resultados obtenidos de la caracterización físico-química de los almidones de trigo y cebada.

N°	Parámetros físico químicos del almidón de Trigo				
	Parámetro físico químico	Norma	Rango estándar	Resultado obtenido del Trigo	Resultado obtenido de la Cebada
1	Humedad (%)	(Owolabi, B/Olayinka, 2014)	10,0-13,0	10,23	11,83
2	Ceniza (%)	(INEN, 2012)	< 0,40	0,22	0,19
3	Contenido de Materia seca (%)	(FAO, 2007)	87-90	89,77	88,17
4	Solubilidad	(INEN, 2012)	Presencia de opalescencia	Leve	Leve
5	Densidad Aparente (g/ml)	(Owolabi, B/Olayinka, 2014)	1,51-1,67	1,55	1,53
6	Densidad Empacada (g/ml)	(Owolabi, B/Olayinka, 2014)	1,34-156	1,29	1,43
7	Tamaño de granulo (% de malla 100)	(FAO, 2007)	99	79,50	77
8	Temperatura de gelatinización (°C)	(INEN, 2012)	58,5-70,0	69,60	69,97
9	pH	(INEN, 2012)	5,0 -7,0	5,48	5,51

Tabla 2: Resultados de contenido de amilosa y amilopectina en las muestras de trigo y cebada

N°	Prueba	Metodo de referencia	Limite de referencia	Almidon de trigo	Almidon de cebada	Institucion
1	Amilosa	Metodo colorimétrico de Morrison & Laignelet. 1983,p-26	(17 - 25)%	44,97%	24,23%	INIAP
2	Amilopectina	Metodo colorimetrico de Morrison & Laignelet. 1983,p-26	(75-83)%	55,03%	75,77%	INIAP

Análisis de resultados de la caracterización físico-química y mecánica de los bioplásticos de trigo y cebada

En cuanto al análisis de humedad que poseen los bioplásticos, el tratamiento TP3T R2, aplicado al trigo, fue el que produjo una mayor cantidad de humedad, ya que arrojó un resultado de 36,3%; mientras que, para la cebada, el tratamiento TP2C R1 presentó una humedad de 40,48%. Cabe resaltar que no existen datos o estudios previos realizados con trigo y cebada, pero Ruiloba (et al., 2018, p.

Caracterización físico química y mecánica de bioplásticos obtenidos a partir del trigo y cebada

30) en su investigación realizada con cáscaras de mango, señala que se puede tener una humedad de $(33,5 \pm 0,8)\%$. El aumento de porcentaje de humedad puede contribuir para una formación de flora bacteriana que se pueda dar en el bioplástico.

La investigación de Trujillo (2014, pp.71-76) con respecto a la solubilidad de los bioplásticos como alternativa de envoltura, establece que cuando un bioplástico tiene un porcentaje menor al 70% de solubilidad puede ser utilizado como recubrimiento soluble en cápsulas para píldoras medicinales. Por lo que en ambos casos pueden ser considerados de esta manera ya que se encuentran dentro del rango.

Tabla 3: Resultados obtenidos de los porcentajes de humedad y solubilidad de los bioplásticos de trigo y cebada

Resultados de los análisis físico-químicos de los bioplásticos		
Trigo		
	Límite estándar	Resultados obtenidos
Humedad (%)	(Sun et al., 2017) 25,95 - 42,71	33,37 - 35,10
Solubilidad (%)	(Guamán, 2019) 40 -65	54,52 - 60,94
Cebada		
	Limite estándar	Resultados obtenidos
Humedad (%)	(Sun et al., 2017) 25,95 - 42,71	34,8 - 38,63
Solubilidad (%)	(Guamán, 2019) 40-65	44,05 - 50,77

Los bioplásticos obtenidos además fueron evaluados mediante pruebas mecánicas, de las cuales se obtuvo el módulo de elasticidad; de la misma forma se obtuvo el esfuerzo máximo. Ambos resultados se encuentran representados en la tabla 4. Para este ensayo se dimensionaron probetas representativas (P-TR1; P-TR2; P-TR3 y P-CEB1; P-CEB2; P-CEB3) de los tratamientos; siendo tres probetas por cada materia prima, porque el cuarto tratamiento no formó bioplástico. De acuerdo a Parra (2019, p.70) los valores hallados en su investigación oscilan entre los valores hallados en esta investigación.

Caracterización físico química y mecánica de bioplásticos obtenidos a partir del trigo y cebada

Tabla 4: Resultados obtenidos de las propiedades mecánicas de los bioplásticos de trigo y cebada

N°	Muestra	Probetas	Módulo de elasticidad (MPa)	Esfuerzo máximo (MPa)	Esfuerzo de fluencia (MPa)
TRIGO					
1	TRIGO	P-TR1	5,29E-01	0,05	0,04
2		P-TR2	5,16E-01	0,06	0,05
3		P-TR3	6,62E-01	0,08	0,07
CEBADA					
1	CEBADA	P-CEB1	1,32E+00	0,23	0,22
2		P-CEB2	1,41E+00	0,26	0,25
3		P-CEB3	1,23E+00	0,24	0,23

Análisis de resultados de la biodegradabilidad de los bioplásticos de trigo y cebada

Los bioplásticos obtenidos en esta investigación se degrada en menor tiempo que los plásticos convencionales y son una alternativa ecológica en la industria de alimentos. Los bioplásticos de trigo y cebada fueron sometidos a una biodegradación aerobia donde los principales actores de la biodegradación fueron los microorganismos psicótrofos que crecen en temperaturas de 5°C y 20°C. La norma EN 13432 señala que el periodo de prueba es de 30 días mínimo, por lo que para un mejor monitoreo se evaluó durante 5 semanas, abarcando resultados bastante favorables.

La norma utilizada para esta experimentación indica que el bioplástico debe degradarse como mínimo en un 90% de su estructura por un periodo de 6 meses, por lo que al comparar con el resultado de la investigación en medio aerobio se observó que los resultados se encuentran en un 90% de degradación a partir de las 3 semanas, por lo que se encuentra dentro de los parámetros establecidos por la norma. Queiroz (2009, p.65) indica que los bioplásticos constituyen un segmento industrial emergente e innovador, caracterizado por nuevas sinergias y colaboraciones entre los sectores químico, biotecnológico, agrícola y de consumo, lo que conlleva a desarrollar nuevas alternativas para la sustitución de plásticos derivados del petróleo de esta manera incursionando como una alternativa ecológica en el campo de la industria de alimentos.

Caracterización físico química y mecánica de bioplásticos obtenidos a partir del trigo y cebada

Figura 1: Análisis de biodegradabilidad del Bioplástico de Trigo

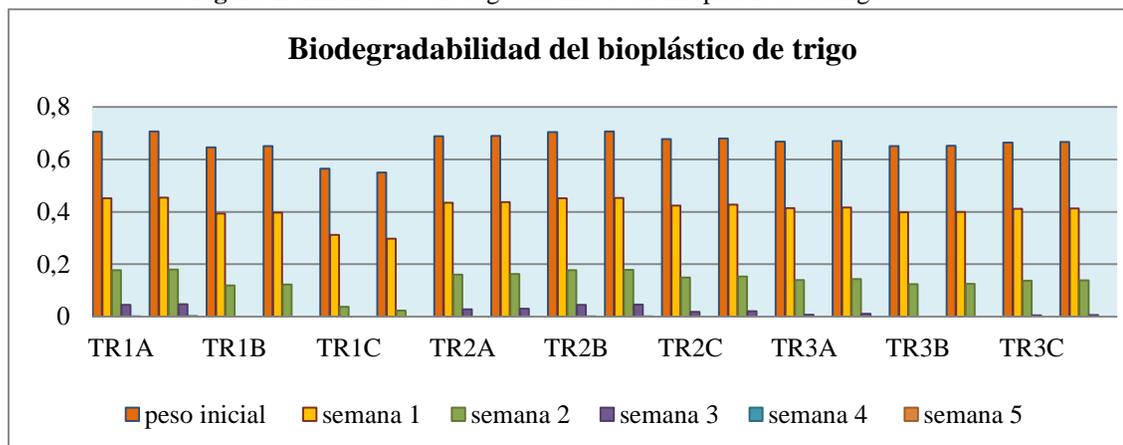
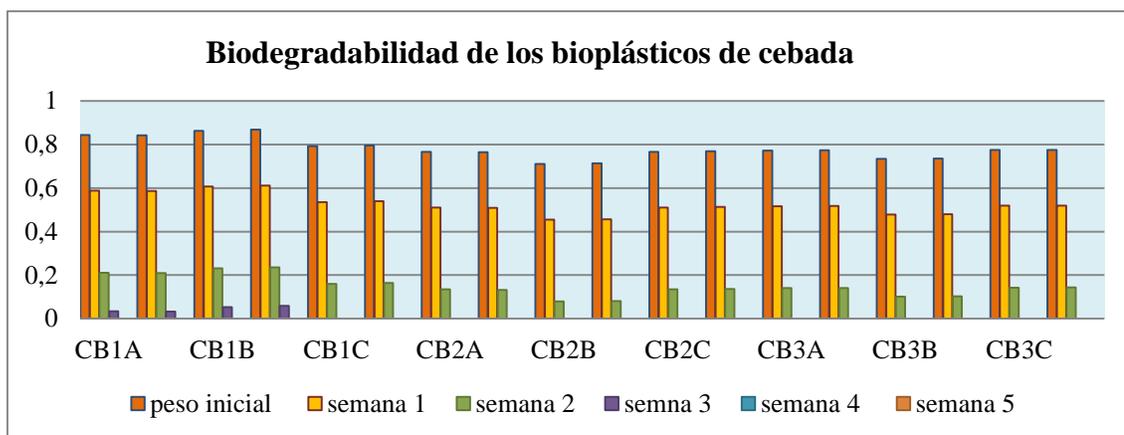


Figura 2: Análisis de biodegradabilidad del Bioplástico de Cebada.



Conclusiones

Por medio del ensayo vía seca se logra obtener almidón de trigo con un porcentaje de rendimiento de 43,17% y 23,57% para la cebada. Los resultados de los análisis de estos polisacáridos reportaron contenido de amilosa y amilopectina de 44,97% y 55,03% para el trigo, y para la cebada 24,23% y 75,77% respectivamente, cumpliendo así con las especificaciones de la Norma INEN 1456 para ser utilizados en la síntesis de bioplásticos. Los mejores resultados se presentan al utilizar porcentaje de almidón de 7,31% y de plastificante 7,624%, de esta manera se obtienen láminas de fácil moldeo y adecuada transparencia.

La calidad de los bioplásticos sintetizados se determina en base al análisis físico químico y mecánico de sus propiedades, resultados que se encuentran dentro de los parámetros establecidos en la normativa. Para el trigo y cebada, los porcentaje de humedad obtenidos son 34,23% y 36,72%,

Caracterización físico química y mecánica de bioplásticos obtenidos a partir del trigo y cebada

solubilidad 57,73% y 47,41%, Los resultados de espesor también demostraron que se encuentran en los límites establecidos (0.195mm). En cuanto a los ensayos de tracción, se evaluaron de acuerdo a la norma INEN 2635(Método de ensayo para las propiedades de Tracción de Laminas Plásticas Delgadas) obteniendo como resultados para el trigo y cebada; esfuerzo máximo de las láminas 0,08MPa y 0,26MPa, módulo de elasticidad de 5,161E-01MPa y 1,41E+00MPa y esfuerzo de fluencia de 0,07MPa y 0,25MPa respectivamente. Se puede concluir que de acuerdo al análisis efectuado, el de mejor calidad constituyen las probetas de cebada.

La biodegradación de los bioplásticos en medio anaerobio fue muy satisfactoria, considerando además que el suelo en donde se efectúa la degradación debe encontrarse apto, es decir con pH óptimo y rico en minerales, condiciones que se comprobaron con la germinación de semillas del rábano. Considerando los criterios de la norma EN 13432 se establece que el tiempo de degradación de estos bioplásticos ocurre a partir de la semana 3 en donde se observa una degradación del 90%.

Referencias

1. Antonieta, M., & Mendoza, A. (2019). ALMIDÓN DE MAÍZ (*Zea mays L.*) (Obtaining bioplastic from corn starch (*Zea mays L.*). *Revista Colón Ciencias, Tecnología Y Negocios*, 7, 11. <https://doi.org/2313-7819>
2. Conley, R. . (1972). Infrared spectroscopy. *Infrared spectroscopy*.
3. Escobar, D., Sala, A., Silvera, C., Harispe, R., Márquez, R. (2009). Películas biodegradables y comestibles desarrolladas en base a aislado de proteínas de suero lácteo : estudio de dos métodos de elaboración y del uso de sorbato de potasio como conservador. *REVISTA DEL LABORATORIO TECNOLÓGICO DEL URUGUAY*, (4), 33–36.
4. Guamán, J. (2019). OBTENCION DE ALMIDÓN DE CASCARAS DE PAPA PARA SU APLICACIÓN INDUSTRIAL ”. ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO. Retrieved from <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/11069>
5. Martinez, J. (2005). Utilización de [alfa]-amilasas en la formulación de detergentes industriales. Reserchgate. Universidad de Granada. Retrieved from https://www.academia.edu/29983586/Utilización_de_alfa_amilasas_en_la_formulación_de_detergentes_industriales

Caracterización físico química y mecánica de bioplásticos obtenidos a partir del trigo y cebada

6. Méndez, P., Hinojosa, R., Carmen, U., Gutiérrez, R., Alma, D., Marzo, M., ... García, P. (2009). Degradación física del almidón de cebada (*Hordeum sativum* Jess). Correlación entre la gelatinización y el tamaño de gránulos. *Multiciencias*, 115–125. Retrieved from <https://www.redalyc.org/pdf/904/90411687002.pdf>
7. Meré, J. (2009). Estudio del procesado de un polímero termoplástico basado en almidón de patata amigable con el medio ambiente. UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID. Retrieved from https://e-archivo.uc3m.es/bitstream/handle/10016/10823/PFC_Javier_Mere_Marcos.pdf?sequence=1&isAllowed=y
8. NTE INEN 2043:2013. (2013). NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN 2043 : 2013 Primera revisión, First Edit, 1–18.
9. PARRA, J. B. (2019). “OBTENCIÓN DE BIOFILM A PARTIR DEL ALMIDÓN DE ZANAHORIA BLANCA (*Arracacia xanthorrhiza*) Y DE CAMOTE (*Ipomoea batatas*) COMO ALTERNATIVA AL USO DE MATERIAL PLÁSTICO DERIVADO DE PETRÓLEO.” ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO.
10. Queiroz, A. U., & Collares-Queiroz, & F. P. (2009). Innovation and Industrial Trends in Bioplastics. *Polymer Reviews*, (July 2013), 64–78. <https://doi.org/10.1080/15583720902834759>
11. R, P. M., U, L. Q., & C, V. M. (2019). Elaboración de bioplásticos y determinación de su biodegradabilidad - Proyecto de laboratorio Elaboration of bioplastics and determination of their biodegradability - Laboratory proyect. INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN FIGMMG-UNMSM (Vol. 22). Retrieved from [file:///C:/Users/Dell 5ta Generación/Downloads/16691-Texto del artículo-58242-1-10-20190911 \(2\).pdf](file:///C:/Users/Dell 5ta Generación/Downloads/16691-Texto del artículo-58242-1-10-20190911 (2).pdf)
12. Rodríguez, L. R., Aguilar, I. G., & Morfa, C. N. (2015). Evaluación de dos variedades de sorgo para la obtención de almidón. *Revista Centro Azúcar*, 42(2223–4861), 88–95. Retrieved from http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2223-48612015000100009
13. Ruiloba, I., Li, M., Quintero, R., & Correa, J. (2018). Elaboración de bioplástico a partir de almidón de semillas de mango (Vol. 4). Panamá.

Caracterización físico química y mecánica de bioplásticos obtenidos a partir del trigo y cebada

14. Sun, L., Sun, J., Chen, L., Niu, P., Yang, X., & Guo, Y. (2017). Preparation and characterization of chitosan film incorporated with thinned young apple polyphenols as an active packaging material. *Carbohydrate Polymers*, 8617(17). <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2017.01.016>
15. Trujillo, C. (2014). “OBTENCIÓN DE PELÍCULAS BIODEGRADABLES A PARTIR DE ALMIDÓN DE YUCA (*Manihot esculenta* Crantz) TITULO DE LA TESIS : ” OBTENCIÓN DE PELÍCULAS BIODEGRADABLES A PARTIR DE ALMIDÓN DE YUCA (*Manihot esculenta* Crantz) DOBLEMENTE MODIFICADO PARA USO EN EMPAQUE. UNIVERSIDAD NACIONAL AMAZONICA DE MADRE DE DIOS FACULTAD. Retrieved from <https://docplayer.es/64206300-Obtencion-de-peliculas-biodegradables-a-partir-de-almidon-de-yuca-manihot-esculenta-crantz-doblemente-modificado-para-uso-en-empaque-de-alimentos.html>

©2020 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)

[\(https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/\)](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).