



Incidencia de las variables de proceso en el rendimiento de la obtención del almidón de avena (avena sativa)

Incidence of the process variables in the performance of obtaining oat starch (avena sativa)

Incidência das variáveis de processo no rendimento de la obtención del almidón de avena (avena sativa)

Adriana Isabel Rodríguez-Basantes ^I

adriana.rodriguez@epoch.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0002-2532-6504>

César Arturo Puente-Guijarro ^{II}

cesarpuenteguijarro@epoch.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0002-2459-6182>

Carlos Enrique Novillo-Yaguarshungo ^{III}

cnovillo@ueb.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0001-7146-8098>

Correspondencia: adriana.rodriguez@epoch.edu.ec

Ciencias de la salud
Artículo de investigación

***Recibido:** 30 de enero de 2021 ***Aceptado:** 17 de febrero de 2021 * **Publicado:** 20 de marzo de 2021

- I. Magister en Agroindustria Mención en Sistemas Agroindustriales, Bioquímica Farmacéutica, Docente Investigador Facultad de Ciencias, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.
- II. Magister en Protección Ambiental, Doctor en Ingeniería Industrial, Ingeniero Químico, Tecnólogo Químico Industrial, Técnico Superior En Gerencia De Marketing, Docente Investigador Grupo de Investigación Ambiental y Desarrollo de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (GIADE), Riobamba, Ecuador.
- III. Magister en Gestión Industrial y Sistemas Productivos, Ingeniero de Mantenimiento, Tecnólogo en Mantenimiento Industrial, Docente Investigador Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente, Universidad Estatal de Bolívar, Guaranda, Ecuador.

Resumen

El trabajo de investigación se enfocó en la incidencia que tienen las variables de proceso de velocidad del equipo y tiempo de residencia en el mejor rendimiento conseguido para la obtención del almidón extraído de avena sativa, para lo cual, se recurrió al diseño experimental 2K, con 2 variables la velocidad y el tiempo de residencia, con un total de 4 tratamientos, posteriormente se inició el proceso con el pesado de una masa inicial de avena, la cual se remojó durante 24 horas, se homogeneizó, filtró y se dejó decantar, a continuación se filtró y se secó a temperatura ambiente promedio de 12,9 °C por un tiempo de 72 horas, obteniendo almidón en forma de láminas de capas gruesas que con la ayuda de un molido tradicional se homogeneizó el producto, y se estableció que el tratamiento 3 es el mejor con un rendimiento del 18,50 %; además se determinó luego del análisis proximal y análisis organoléptico que el producto cumple con las normas establecidas para el consumo humano y uso en otras aplicaciones industriales.

Palabras claves: Avena; Operaciones Unitarias; almidón; rendimiento; análisis proximal.

Abstract

The research work focused on the impact that the process variables of the equipment speed and residence time have in the best performance achieved for obtaining the starch extracted from avena sativa, for which, the 2K experimental design was used, with 2 variables speed and residence time, with a total of 4 treatments, later the process began with the weighing of an initial mass of oats, which was soaked for 24 hours, it was homogenized, filtered and allowed to settle, then filtered and dried at an average room temperature of 12.9 °C for a time of 72 hours, obtaining starch in the form of sheets of thick layers that with the help of a traditional grinding the product was homogenized, and it was established that treatment 3 is the best with a yield of 18,50 %; Furthermore, it was determined after the proximal analysis and organoleptic analysis that the product complies with the standards established for human consumption and use in other industrial applications.

Keywords: Oats; starch; treatment; yield; analysis.

Resumo

O trabalho de pesquisa focou no impacto que as variáveis de processo de velocidade do equipamento e tempo de residência têm no melhor desempenho alcançado para obtenção do amido extraído de aveia sativa, para o qual, foi utilizado o planejamento experimental 2K, com 2 variáveis a velocidade e a tempo de residência, com um total de 4 tratamentos, posteriormente iniciou-se o processo com a pesagem de uma massa inicial de aveia, a qual foi embebida por 24 horas, homogeneizada, filtrada e deixada sedimentar, em seguida foi filtrada e seca em sala média temperatura de 12,9 °C por um tempo de 72 horas, obtendo-se amido em forma de lâminas de camadas grossas que com o auxílio de uma trituração tradicional o produto foi homogeneizado, sendo estabelecido que o tratamento 3 é o melhor com rendimento de 18,50 %; Além disso, foi determinado após a análise proximal e análise organoléptica que o produto atende aos padrões estabelecidos para consumo humano e uso em outras aplicações industriais.

Palavras-chave: Aveia; Operações unitárias; amido; rendimento; análise proximal.

Introducción

El Ecuador es un país rico en la producción de múltiples productos agropecuarios por sus condiciones naturales aptas para el cultivo, especialmente la avena, con una producción de alrededor de 2000 toneladas anuales para el año 2020, es por este motivo, que este producto debe ser aprovechado al máximo en aplicaciones para la alimentación humana, así como el uso a nivel industrial (Taco Nieto, 2014). Uno de los componentes más utilizados es el almidón (Brito & et al, 2019) que es un compuesto orgánico que se los extrae principalmente de cereales como la avena (*Avena sativa*) que por cada 100 gramos de este material se tiene de 3 a 4 gramos de almidón resistente, su composición se caracteriza por la presencia de amilosa (20 – 30 %) y amilopectica (80 – 70 %) sustancias que son utilizadas como agentes espesantes y estabilizantes en alimentos o en la producción de bio materiales, debido a su versatilidad de uso, bajos costos en producción y sus propiedades nutricionales, físicas, químicas y mecánicas, es por este motivo, que es muy utilizado en la industria alimentaria potencializando los alimentos para el consumo diario de los habitantes (Cobana & Antezana, 2007).

Además, debido a las propiedades físicas y mecánicas que presenta el almidón pueden no ser muy utilizables para la elaboración de productos industriales, esto debido, a que la estructura de la fécula resulta poco eficaz al someter este compuesto orgánico a procesos térmicos, variación de

presión y cambios de pH; esto ocasiona que sus propiedades físico – mecánicas disminuyan su resistencia a esfuerzos de corte. La reestructuración del material termoplástico se efectúa por la descomposición del material al contacto con el calor y la probabilidad de que exista retrogradación y sinéresis es alta. Sin embargo, estas restricciones pueden ser superadas modificando la estructura nativa del almidón a través de métodos químicos, físicos o enzimáticos cuya consecuencia será obtener almidones modificados a las condiciones específicas que exige cada proceso a nivel industrial (Chuiza & Brito, 2020).

Por lo expuesto, es importante que la extracción del almidón de avena se lo realiza mediante la ruptura de las paredes celulares del cereal, de tal manera, que se libera los gránulos de este hidrato de carbono, para esto se procede con la utilización de 4 tratamientos y se procede con la homogeneización de un peso establecido de avena con una cantidad de agua, luego se filtra (Brito H. , 2001), se deja sedimentar y se separa el líquido sobrenadante, para posteriormente secarlo (Brito H. , Texto Básico de Operaciones Unitarias III, 2001), a continuación, se seca, se reduce el tamaño y se tamiza hasta obtener una granulometría homogénea (Brito H. , Texto Básico de Operaciones Unitarias I, 2000), se realiza el análisis proximal y se determina que el mejor rendimiento obtenido de acuerdo al tratamiento realizado mediante el análisis Anova es el 3.

Metodología

Se procedió con el pesado de 800 gramos de avena (Avena sativa) en estado seco, materia prima que fue obtenida en el mercado Mayorista de la ciudad de Riobamba, provincia de Chimborazo, posteriormente se remojó en agua por un lapso de 24 horas, luego se lava con una cantidad abundante de agua sobre un tamiz hasta eliminar la mayor cantidad de impurezas, a continuación, se alimenta en el reactor de mezclado 200 g con 1,2 L de agua y se homogeneiza, este proceso se lo efectúa de acuerdo al diseño experimental 2k propuesto (dos variables la velocidad y el tiempo), es decir, 4 tratamientos con 4 repeticiones cada una, cabe mencionar, que el tiempo de mezclado a controlar es de uno y dos minutos, por consiguiente, la solución obtenida se saca del reactor para filtrar, obteniendo como resultado un líquido blanquecino con los gránulos de almidón de avena, a continuación se deja en reposo por 12 horas para que pueda precipitar, una vez transcurrido este tiempo, se elimina el líquido y se deja el almidón precipitado para luego colocarlo en bandejas para el secado al ambiente con la ayuda de los flujos de aire, tomando en cuenta que la temperatura

promedio de Julio en Riobamba fue de 12,9 °C con temperaturas mínimas de 7,1 °C y máximas de 18,7 °C, una vez seco el material se utilizó un molino para reducir el tamaño (Aristizábal & Sánchez, 2007). Tanto los almidones con la materia prima son sometidos a un análisis físico, químico y microbiológico para determinar su humedad, ceniza, fibra, proteína y sólidos totales, además el almidón obtenido será sometido a análisis de caracterización y análisis organoléptico. También se procedió con el análisis estadístico para determinar si existen o no diferencias significativas entre los tratamientos mediante el análisis Anova y Tukey.

Resultados y discusión

Tabla 1: Características organolépticas de la materia prima (avena)

No.	Avena	
	Característica	
1	Olor	Sin aroma
2	Sabor	Ligeramente dulce
3	Color	Café claro
4	Textura interna	Rugosa
5	Textura externa	Rugosa

Fuente: Rodríguez A./et al, Laboratorio de Investigación, Facultad de Ciencias, ESPOCH, 2021.

En el análisis de características organolépticas de la avena que se muestra en este estudio tiene ciertas variaciones en el color con el análisis mencionado por (Austral Granos, 2010) que reporta en su trabajo, donde al comparar se conoce variaciones en el color que presenta con un café más intenso y oscuro, con respecto a los resultados obtenidos en esta investigación, siendo la única característica que varía para el organoléptico de la materia prima, eso se debe a ciertos factores como el tiempo de almacenamiento de la materia prima, la forma de cosecha y la zona de producción agrícola.

Tabla 2: Análisis proximal de la avena

No.	Análisis técnico	Unidad	Resultados
1	Humedad	(%)	11,21
2	Ceniza	(%)	3,09
3	Fibra	(%)	1,27
4	Proteína	(%)	11,37
5	Sólidos totales	(%)	68,71

Fuente: Rodríguez A./et al, Laboratorio de Investigación, Facultad de Ciencias, ESPOCH, 2021.

El análisis proximal es muy importante en vista de que da información relevante para su uso posterior es, por este motivo, que (Vera, 2007) reporta resultados similares a los obtenidos en esta investigación con pequeñas diferencias a los obtenidos como son: la humedad con el 11,21 %, proteína 11,37 % y comparando con (Vera, 2007) para el primer parámetro se tiene 12,45% y en proteína 15%, (Ramírez & Acosta , 2015) reporta una humedad igual a la presentada en este trabajo y en los demás parámetros al igual que en el autor anterior con cierta incertidumbre pero que no varía. Haciendo una comparación entre estos autores se puede estimar que los valores del resultado para este estudio están dentro de los rangos establecidos y que estas diferencias se dan por las características de la materia prima utilizada y los métodos de análisis proximal que se aplican en cada uno de las investigaciones.

Tabla 3: Caracterización organoléptica del almidón de avena

No.	Almidón de avena	
1	Característica	
2	Olor	harina
3	Sabor	Dulce ligeramente
4	Color	beige
5	Textura	Granular

Fuente: Rodríguez A./et al, Laboratorio de Investigación, Facultad de Ciencias, ESPOCH, 2021.

Las características organolépticas del almidón analizadas son similares a las reportadas por (Vera, 2007), tanto en olor a harina, textura granular y sabor ligeramente dulce, con la diferencia en el color del almidón que el autor menciona es un color blanco claro y en este estudio se da a conocer un color beige, que en si se diferencia por el método de extracción, en comparación con el utilizado por (Vera, 2007) que usa distintos reactivos para su extracción, lo que indica que en la investigación se tiene la presencia de impurezas.

Tabla 4: Análisis proximal del almidón

No.	Análisis técnico	Unidad	Resultados
1	Humedad	(%)	6,35
2	Ceniza	(%)	0,78
3	Lípidos	(%)	3,51
4	Proteína	(%)	5,77
5	Almidón total	(%)	87,00
6	Fibra	(%)	2,32
7	Carbohidratos	(%)	70,19

Fuente: Rodríguez A./et al, Laboratorio de Investigación, Facultad de Ciencias, ESPOCH, 2021.

De acuerdo al análisis proximal del almidón los resultados obtenidos arrojan valores muy diferentes a los reportados por (Flores, 2015), pero en si esto se debe a que la avena utilizada en el análisis es de una región diferente al reportado en este trabajo y también se debe al método de extracción que reporta este autor (microondas), en cambio en esta investigación el secado se lo realizó al ambiente donde hay factores que afectan como la presencia de impurezas al momento de eliminar la humedad, pero aun así los valores son aceptables y están dentro del rango establecido para los almidones procedentes de cereales reportado por (FEDNA, 2016) que abarca un rango de entre ± 7 en cada valor de los parámetros estudiados.

Tabla 5: Análisis del almidón (amilosa y amilopectina)

No.	Análisis técnico	Unidad	Resultados
1	Amilosa	(%)	25,77
2	Amilopectina	(%)	73,65

Fuente: Rodríguez A./et al, Laboratorio de Investigación, Facultad de Ciencias, ESPOCH, 2021.

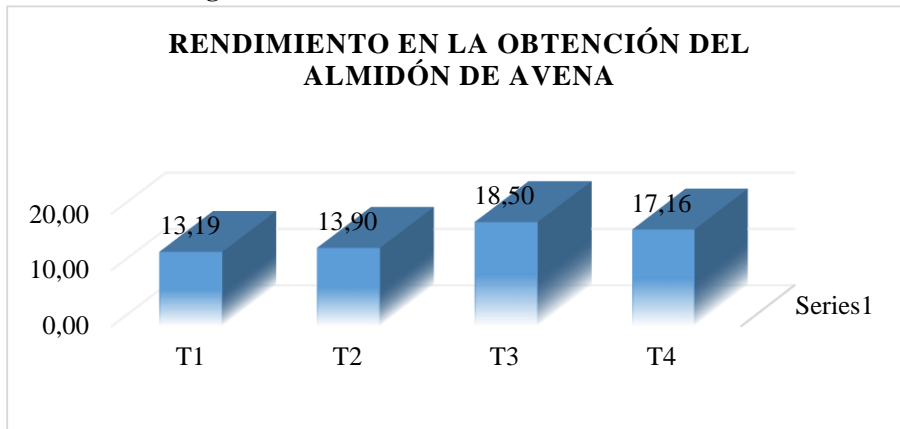
En el análisis de amilosa y amilopectina obtenidos en esta investigación cuentan con un porcentaje que se encuentra en el rango establecido por la norma de la FAO, y al realizar una comparación con la bibliografía que menciona (Gallegos, 2015) donde reporta resultados similares a los obtenidos, es decir, en el caso de la amilosa este autor menciona un rango de 24,55 a 27,12 en porcentaje y contrastando con los resultados arrojados de amilosa 25,77 % este valor está dentro de estos valores mencionados y para el caso de la amilopectina se muestra un valor igual que 73,65 %.

Tabla 6: Rendimiento del almidón de avena

No.	Tratamiento	Peso (g)		Rendimiento (%)
		Avena	Almidón	
1	T1	200	26,38	13,19
2	T2		27,79	13,90
3	T3		36,99	18,50
4	T4		34,32	17,16

Fuente: Rodríguez A./et al, Laboratorio de Investigación, Facultad de Ciencias, ESPOCH, 2021.

Diagrama 1: Rendimiento en la obtención del almidón de avena



Fuente: Autores, 2021

Los resultados muestran que el rendimiento obtenido en la extracción del almidón del tratamiento 3 es el mejor con el 18,50 %, que al ser comparado con los datos reportados por (Gallegos, 2015) con un rendimiento del 55,2 al 63,5 %, diferencias muy altas, esto debido a, que en este investigación la extracción se lo hizo de forma rudimentaria, con operaciones de triturado, filtrado, sedimentado y secado, que a diferencia del método usado por (Gallegos, 2015) usa diferentes reactivos para obtener un mejor rendimiento y eficacia en el proceso, donde se hace una selectividad para la operación de extracción del almidón libre de otras sustancias e impurezas.

Tabla 7: Análisis de la varianza- Resultado prueba Tukey

	T1	T2	T3	T4
T1			0,71	5,31
T2			4,60	3,27
T3				1,33
T4				

Fuente: Rodríguez A./et al, Laboratorio de Investigación, Facultad de Ciencias, ESPOCH, 2021.

T1 - T2	No hay diferencias significativas entre los tratamientos
T1 - T3	Si hay diferencias significativas entre los tratamientos
T1 - T4	Si hay diferencias significativas entre los tratamientos
T2 - T3	Si hay diferencias significativas entre los tratamientos
T2 - T4	Si hay diferencias significativas entre los tratamientos
T3 - T4	Si hay diferencias significativas entre los tratamientos

Fuente: Autores, 2021

En cuanto al análisis de varianza realizó un análisis Anova con un 95% de confiabilidad, en el cual, se obtiene un valor de 0,0008 que es menor al 0,05; lo que indica que al menos existe diferencias significativas en al menos un tratamiento, por lo que fue necesario trabajar con el test de Tukey, para identificar entre que grupos existe diferencia significativa y determinando que entre el T1 – T2 no existe diferencias significativas, al contrario entre los otros tratamientos si existe diferencias significativas.

Conclusiones

Se concluye que el tratamiento 3 tiene el mejor rendimiento con el 18,5 %.

De acuerdo a los parámetros de la norma NTE INEN 1755 se refleja que el almidón obtenido de la avena se encuentra dentro de los valores establecidos de humedad, ceniza, fibra y proteína.

Del análisis realizado se concluye que el almidón de avena obtenido puede ser destinado para el área alimenticia, farmacéutica e incluso para la fabricación de nuevos materiales.

De la prueba Tukey se determina que no existe diferencias significativas entre el tratamiento 1 y 2, al contrario, entre los otros tratamientos si tienen diferencias significativas.

Referencias

1. Angeles, P. (2015). Diseño de un proceso industrial para obtener plástico biodegradable (TPS) a partir de almidón de yuca manihot sculenta. Lambayeque: Universidad Nacional Pedro Luis Gallo. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/273699367_DISENO_DE_UN_PROCESO_INDUSTRIAL_PARA_OBTENER_PLASTICO_BIODEGRADABLE_A_PARTIR_DE_ALMIDON_DE_YUCA_manihot_sculenta
2. Aristizábal, J., & Sánchez, T. (2007). Guía técnica para producción y análisis de almidón de yuca. Roma: ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN. Obtenido de <http://www.fao.org/3/a-a1028s.pdf>
3. Auatral Granos. (2010). Hojuela de Avena Grano Entero. AUSTRAL GRANOS, 2-3.
4. Brito, H. (2000). Texto Básico de Operaciones Unitarias I. Riobamba, Chimborazo, Ecuador: Docucentro ESPOCH.

5. Brito, H. (2001). Texto Básico de Operaciones Unitarias II. Riobamba: Docucentro ESPOCH.
6. Brito, H. (2001). Texto Básico de Operaciones Unitarias III. Riobamba, Ecuador: Docucentro, ESPOCH.
7. Brito, H., & et al. (2019). Diseño de un proceso de producción industrial de almidón a partir de mashua (*Tropaeolum tuberosum*). *La Ciencia al Servicio de la Salud y la Nutrición*, 202-209.
8. Brito, H., Borja, D., & Chango, G. (2019). Obtaining yacon Flour (*Smallanthus sonchifolius*).
9. Ceballos, H., & de la Cruz, G. (2004). Taxonomía y morfología de la yuca. En: *La yuca en el tercer Milenio. Sistemas Modernos de Producción , Procesamiento, Utilización y Comercialización*. Cali: CIAT; CLAYUCA; Ministerio de Agricultura y Desarrollo; FENAVi. Obtenido de http://books.google.com.pe/books/about/La_Yuca_en_el_Tercer_Milenio_Sistemas_M.html?id=I18dZ9sYZO8C
10. Chuiza, M., & Brito, H. (2020). Producción de láminas de plástico biodegradables a partir del almidón de arracacia xanthorrhiza. 6.
11. Cobana, M., & Antezana, R. (2007). PROCESO DE EXTRACCION DE ALMIDON DE YUCA POR VIA SECA. *Revista Boliviana de Quimica*.
12. Eggleston, G., Omoaka, P., & Arowshegbe, A. (1993). Flour, starch and composite breadmaking quality of various cassava clones (Vol. 62). *Journal of the Science of Food and Agriculture*.
13. FEDNA. (2016). Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición. Obtenido de http://www.fundacionfedna.org/ingredientes_para_piensos/avena
14. Flores, P. (2015). Caracterización fisicoquímica, mecánica y estructural de películas de almidones oxidados de avena y plátano adicionadas con betalaínas. Scielo.
15. Fritz, H. (1994). Study on production of thermoplastics and fibers based mainly on biological material. Stuttgart: European Commission.

16. Gallegos, T. (2015). DIGESTIBILIDAD in vitro Y PROPIEDADES TERMICAS, MORFOLOGICAS Y FUNCIONALES DE HARINAS Y ALMIDONES DE AVENAS DE DIFERENTES VARIEDADES. Scielo .
17. Hernández, M., & et al. (2008). Caracterización fisicoquímica de almidones de tubérculos cultivados en Yucatán, México. Scielo. Obtenido de https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0101-20612008000300031&script=sci_arttext
18. Hinostroza, F., Cárdenas, F., Álvarez, H., & Cobeña, G. e. (1995). Manual de la yuca. Manabí, Ecuador, Ecuador: EC. INIAP.
19. Huang, J. (2006). Function-Structure Relationships of Acetylated Pea Starches. Netherlands: Wageningen Univerity.
20. Montoya, H. (2007). Industrialización de la Yuca: Obtención de Almidón Nativo y sus Aplicaciones. Cauca, Colombia: Universidad del Valle.
21. Pérez, E., Lares, M., Gonzáles, Z., & Tovar, J. (2007). Production and Characterization of Cassava (*Manihot esculenta* CRANTZ) Flour using different thermal treatments (Vol. 32). *interciencia*.
22. Peroni, F. (2003). Características estruturais e físico-químicas de amidos obtidos de deferentes fontes botânicas. Sao José do Rio Preto: Universidade Estadual Paulista "Julio de MesquitaFilho".
23. Puchicela , G. (2015). Extracción de Almidón de Arroz. Universidad de las Fuerzas Armadas (ESPE), Departamento de Ciencias de la Vida y la agricultura , Sangolquí. Recuperado el 15 de 06 de 2020, de <https://es.scribd.com/doc/312008062/Extraccion-de-Almidon-de-Arroz>
24. Ramírez, L., & Acosta , S. (2015). Análisis proximales y estudio de mercado de las morelianas de avena, alimento funcional de A. Sativa, aplicado en Valle de Santiago, Guanajuato. *Revista de Desarrollo Económico*.
25. Surco, F. (2004). Caracterización de almidones aislados de tubérculos andinos: Mashua (*tropaeolum tuberosum*), Oca (*Oxalis tuberosa*), olluco (*Ullucus Tuberosus*) para su aplicación tecnológica. Lima.
26. Taco Nieto, L. (2014). Estudio de la “Avena” y propuesta gastronómica. Quito: Universidad Tecnológica Equinoccial.

27. Trujillo, C. (2014). OBTENCION DE PELICULAS BIODEGRADABLES A PARTIR DE ALMIDON DE YUCA (Manihot esculenta Crantz) DOBLEMENTE MODIFICADO PARA USO EN EMPAQUE DE ALIMENTOS. Puerto Maldonado, Perú: Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios.
28. Vera, A. C. (2007). Composición química de la avena, tallo y hojas cultivadas en Hidalgo y Tlaxcala. Recuperado el 25 de julio de 2020, de <http://dgsa.uaeh.edu.mx:8080/bibliotecadigital/bitstream/handle/231104/1740/Estudio%20de%20la%20composici%C3%B3n%20qu%C3%ADmica%20de%20espigas,%20hojas%20y%20tallos%20de%20avenas%20cultivadas%20en%20Hidalgo%20y%20Tlaxcala%20en%20los%20ciclos%20de%20cultiv>
29. Waliszweski, K., García Alvarado, M., & De la Cruz Medina, J. (2007). Kinetics of enzymic hydrolysis of cassava flour starch - optimization modelling (Vol. 27). International journal of Food Science & Technology.