

CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA Y FUNCIONAL DE ALMIDÓN DE PAPA SUPERCHOLA Y SU UTILIZACIÓN EN LA FORMULACIÓN DE SALCHICHA TIPO FRANKFURT

**PHYSICOCHEMICAL AND FUNCTIONAL CHARACTERIZATION OF
SUPERCHOLA POTATO STARCH AND USE IT IN FORMULATION OF
FRANKFURTER-TYPE SAUSAGES**

Recibido: 29/03/2021 - Aceptado: 13/06/2022

FREDDY ANDRÉS POZO CHAMORRO

Investigador Independiente
Tulcán - Ecuador

Ingeniero en Alimentos
Universidad Politécnica Estatal del Carchi

freddypozochamorro@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-2876-7145>

BYRON ALCIDES LECHÓN QUILUMBAQUIN

Investigador Independiente
Tulcán - Ecuador

Ingeniero en Alimentos
Universidad Politécnica Estatal del Carchi

byronleo_94@hotmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-5730-7041>



MIGUEL ÁNGEL ANCHUNDIA LUCAS

Docente en la Universidad Politécnica Estatal del Carchi
Tulcán - Ecuador

Magíster Scientiarum Mención Ciencia y Tecnología de Alimentos
Universidad Central de Venezuela

miguel.anchundia@upec.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0003-3445-7757>

Cómo citar este artículo:

Pozo, F., Lechón, B. & Anchundia, M. (Julio-diciembre de 2022). Caracterización fisicoquímica y funcional de almidón de papa Superchola y su utilización en la formulación de salchicha tipo Frankfurt. *Sathiri* (17),2 160-176. <https://doi.org/10.32645/13906925.1137>

Resumen

La sobreproducción de papa Superchola que se cultiva en la provincia del Carchi-Ecuador posee una importante fuente de almidón, este tubérculo es subutilizado ya que aún no ha logrado ser industrializado con el fin de darle valor agregado. El presente trabajo tuvo como objetivo caracterizar fisicoquímicamente el almidón mediante la determinación de humedad, cenizas, proteína y grasa de acuerdo con las metodologías oficiales, también se estudiaron las propiedades funcionales; índice de absorción, la solubilidad y el poder de hinchamiento. Los resultados obtenidos fueron, humedad 11,74%, cenizas 0,44%, proteína 0,63% y grasa 0,63%; para medir el índice de absorción, la solubilidad y el poder de hinchamiento se utilizó una centrifugadora y estos mostraron estar correlacionados con el incremento de la temperatura a 90°C, el gel mostró valores de; absorción de agua (20,68%), una solubilidad de (18,45%) y poder de hinchamiento de (23,30%). La viscosidad aparente del gel fue de 33500 y 22560 cp a 25°C y 50°C respectivamente, y en cuanto a la claridad del gel, el porcentaje de transmitancia tiende a bajar con el paso de los días y la disminución de la temperatura con valores de 15,8% a (16°C) y 10,7% a (4°C). Se realizaron tres formulaciones utilizando el almidón obtenido en la fabricación de una salchicha tipo Frankfurt, los análisis realizados en el alimento, mostraron diferencias estadísticamente significativas ($p \leq 0,05$) en el contenido de pH, grasa, cenizas, proteína, humedad y en el análisis sensorial. Los resultados obtenidos mostraron que la utilización de 5% de almidón fue adecuada para la elaboración de salchichas que presentaron buena calidad fisicoquímica y sensorial.

Palabras claves: *Papa Superchola, Ecuador, almidón, salchicha Frankfurt*

Abstract

The overproduction of "Superchola" potato grown in the province of Carchi has an important source of starch, this tuber is underutilized as it has not yet been industrialized in order to give a benefit. This work aimed to physically characterize starch by determining moisture, ash, protein and fat according to the official methodologies, functional properties, absorption rate, solubility and swelling power. The results obtained were, humidity 11.74%, ash 0.44%, protein 0.63% and fat 0.63%. To measure the absorption rate, solubility and swelling power a centrifuge was used and these were shown to be correlated with the increase in temperature at 90°C, the gel showed values of; water absorption (20.68%), a solubility of (18.45%) and swelling power of (23.30%). The apparent viscosity of the gel was 33500 and 22560 cp at 25°C and 50°C respectively, and as for the clarity of the gel, the percentage of transmittance tends to decrease with the passage of days and the decrease in temperature with values of 15.8% at (16°C) and 10.7% at (4°C). Three formulations were made using the starch obtained in the manufacture of a Frankfurt type sausage, the analyses carried out on the food, showed statistically significant differences ($p \leq 0.05$) in the content of pH, fat, ash, protein, moisture and in the sensory analysis. The results obtained showed that the use of 5% starch was adequate for the production of sausages that presented good physicochemical and sensory quality.

Keywords: *"Superchola" potato, starch, Ecuador, Frankfurt sausage.*

Introducción

El almidón es un carbohidrato de reserva de los vegetales, el cual se obtiene de los granos de cereales, de raíces y de tubérculos. Este polisacárido se encuentra constituido por dos moléculas, las cuales son amilosa y la amilopectina. Existen dos tipos de almidones; nativos y modificados (Charro, 2015).

Zárate et al. (2014) señalan que los almidones nativos son aquellos que no han sido sometidos a procesos de modificación química, física o microbiológica durante su obtención, son utilizados como ingredientes en diversas formulaciones de alimentos para regular y estabilizar la textura debido a sus propiedades espesantes y gelificantes. En los sistemas alimenticios donde son incorporados, proporcionan tolerancia a diferentes tratamientos industriales; por ejemplo, la resistencia a un pH de 2,4, resistencia a esterilización de dos horas a 121 °C, congelación, entre otros.

Peña (2017) menciona que las propiedades funcionales del almidón dependen de una serie de factores integrados que incluyen la composición del polímero, la estructura molecular, la organización entre cadenas y constituyentes menores tales como lípidos, grupos fosfato éster

(típicas de amilopectina de papa) y proteínas. Los almidones de diferentes orígenes botánicos difieren en sus propiedades físicas, debido a lo antes señalado.

El almidón obtenido de la papa es un polvo fino y sin sabor, que proporciona una excelente textura y mayor viscosidad en las formulaciones donde se lo incorpora, cuando es comparado con los almidones de trigo o cereales que son los más utilizados en procesos de fabricación de alimentos, estas características hacen que sean útiles en la formulación y desarrollo de productos cárnicos ya que además de lo señalado ayudan a aumentar el rendimiento en la etapa de cocción y retención de la humedad, dando como resultado alimentos cárnicos con mejor textura y mayor viscosidad (Villavicencio & Zavala, 2014).

En los últimos años se han realizado algunas investigaciones de almidones nativos de papa y su utilización en alimentos de origen cárnico. En el Ecuador existen pocas investigaciones en almidones y no existe específicamente un estudio realizado en almidón de papa variedad Superchola, es por ello que se tomó en cuenta referencias de autores como: Marroquín (2011); Zárate et al. (2014); Córdova (2014); Peña (2017); Martínez et al. (2016); Martínez et al. (2015) y Vivas y Morillo (2017), para llevar a cabo esta investigación con la que se buscó caracterizar fisicoquímica y funcionalmente el almidón proveniente de la papa variedad Superchola y con ello realizar formulaciones para elaborar un producto cárnico.

El Telégrafo (2017) menciona que la preocupación de los papicultores de la provincia del Carchi es la sobreproducción de papa que existe en la provincia, especialmente de la variedad Superchola, que ocupa el 80% de la producción nacional. Así mismo, Monteros (2016) menciona que la provincia del Carchi es uno de los principales productores de papa a nivel nacional y que es importante explorar formas de industrialización, tales como la obtención de almidón con la finalidad de incrementar la demanda de la papa Superchola (*Solanum Tuberosum L.*).

Con base al planteamiento realizado, esta investigación se realizó con la finalidad de buscar una alternativa de industrialización de la papa variedad Superchola, se plantea realizar la caracterización fisicoquímica y funcional del almidón nativo extraído, y su utilización en la fabricación de una salchicha tipo Frankfurt, así como su caracterización fisicoquímica y sensorial.

Materiales y métodos

El almidón nativo se obtuvo de 45 kg de papa variedad Superchola que fue comprada a un solo proveedor en el Mercado "San Miguel", de la ciudad de Tulcán- Ecuador, para su posterior procesamiento y con la finalidad de garantizar un tamaño uniforme de corte, los tubérculos fueron trasladados a los Laboratorios de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi, donde se llevó a cabo toda la investigación.

Extracción del almidón de papa variedad Superchola. La extracción del almidón nativo de papa variedad Superchola, se realizó siguiendo la metodología descrita por Zárate et al. (2014), inició con el proceso de selección de las papas, de donde se seleccionaron las de mejor calidad, luego pasaron a una etapa de lavado con una solución de hipoclorito de sodio a una concentración de 200 ppm, con la ayuda de un cuchillo se procedió a retirar la cáscara y reducir el tamaño de la papa en forma de cuadros pequeños, posteriormente fueron sometidas a un tratamiento químico con ácido cítrico al 3% con el fin de evitar su pardeamiento enzimático, para luego realizar la operación del triturado, después se colocó agua en una relación de 3:1 y se licuó a 3500 r.p.m. durante cinco minutos, posteriormente con la ayuda de un lienzo (tamiz de tela) se procedió a realizar el filtrado, lavando varias veces con agua destilada, una vez terminado este proceso se procedió a la sedimentación durante 30 minutos, después se recuperó el sedimento mediante el decantado del agua, el almidón resultante fue colocado en bandejas de aluminio para proceder al secado en una estufa durante 22 horas a 60°C, el material seco fue molido en un molino tipo ciclón marca LEM hasta obtener un polvo fino que fue tamizado con una malla de 65 mesh, el almidón resultante fueron partículas muy finas que se empacaron en fundas de polipropileno para ser almacenado en un ambiente fresco y seco de 13 a 18°C.

Características fisicoquímicas. La caracterización fisicoquímica se desarrolló de acuerdo a las metodologías oficial de la AOAC (2016):

La humedad se estableció según el método (925.10), donde se determinó la pérdida de peso de la muestra, al someterla a calentamiento en una estufa a 103 °C, por 3 horas, para luego obtener el resultado por gravimetría.

El contenido de cenizas de acuerdo al método (923.03), se determinó mediante la destrucción de la materia orgánica presente en la muestra por calcinación y determinación gravimétrica del residuo

La Grasa total se fijó mediante el método de Soxhlet realizando con éter de petróleo, de acuerdo al método (920.39).

La Proteína se determinó mediante el método (954.01), que consistió digestión de la muestra, posterior destilación y titulación del amoniaco formado. El factor de conversión de nitrógeno a proteína fue de 6,25.

Propiedades funcionales. Las propiedades evaluadas fueron poder de hinchamiento, índice de solubilidad e índice de absorción de agua, según la metodología descrita por Zárate et al. (2014):

Inicialmente se pesó 1,25 g de almidón y se agregaron 30 ml de agua destilada a 60, 70, 80 y 90 °C, agitando la suspensión. Posteriormente, se calentó en baño termostático a 60°C durante 30 minutos y luego se centrifugaron las suspensiones en una centrífuga a temperatura ambiente a 4900 r.p.m. durante 30 minutos, logrando la separación del sobrenadante. El volumen del sobrenadante se midió y el gel del tubo de centrifuga se pesó. Enseguida se dispusieron 10 ml del sobrenadante y se secaron en una estufa a 70°C durante 24 horas. Finalmente se pesaron los insolubles.

Para la interpretación de los resultados se utilizaron las siguientes ecuaciones:

Índice de absorción de agua IAA= (Peso del gel (g))/(Peso de muestra g)

Índice de solubilidad de agua ISA= (Peso solubles (g)*V*10)/(Peso de muestra g)

Poder de hinchamiento PH= (Peso del gel (g))/(Peso de muestra g-Peso solubles g)

Determinación de la viscosidad. Se realizó de acuerdo al método propuesto por Bello et al. (2002), el cual se detalla brevemente a continuación:

Se utilizó un viscosímetro de Brookfield PCE-RVI 1- Ecuador, para ello se pesaron 5,0 g de almidón en agua destilada y se completó a 500 mL. La suspensión se colocó en un vaso de precipitación y se procedió a calentar con agitación, hasta el punto de ebullición por 15 minutos aproximadamente. Se enfrió el gel a 25 °C y se tomó una alícuota de 15 mL. Se midió la viscosidad, introduciendo una aguja No. 64 del viscosímetro en la muestra a 25 °C y 50 °C, a una velocidad de 6, 12, 30 y 60 r.p.m.

Determinación de la claridad y opacidad. Se realizó de acuerdo al método propuesto por Bello et al. (2002), se preparó una suspensión de 0,2 g de una muestra de almidón en 5 ml de agua utilizando tubos de ensayos con tapa, los mismos fueron colocados en un baño de agua a ebullición por 30 min. Los tubos se agitaron con la mano vigorosamente cada 5 min. Después se enfriaron a temperatura ambiente y se determinó el porcentaje de transmitancia (%T) a 650 nm en un espectrofotómetro marca UV VIS-1000-Ecuador utilizando agua como testigo. Tres muestras fueron almacenadas a temperatura ambiente y otras tres a 4 °C, se midió el % T a las 24, 48 y 72 h.

Formulación y elaboración de la salchicha tipo Frankfurt. Para el proceso de elaboración de la salchicha tipo Frankfurt se realizaron 3 formulaciones, tomando como referencia las proporciones indicadas por Marroquín (2011), con adición de almidón en 1, 3 y 5 % y también tomando en cuenta las cantidades permitidas por la normativa INEN 1338, así mismo, se indica como ingredientes, carne de cerdo, tocino, tripolifosfato de sodio, sal curante de nitrito, orégano, sal, agua, humo líquido, paprika, ajo y nuez moscada, estas proporciones son mostradas en la Tabla 1. Se realizaron tres tratamientos con las proporciones de almidón indicadas y fueron denominados T1 (5%), T2 (3%) y T3 (1%) respectivamente.

Tabla 1
Ingredientes utilizados para elaborar salchicha.

Ingredientes	T1 %	T2 %	T3 %
Almidón de papa	5	3	1
Carne de cerdo	68,3	68,3	68,3
Tocino	20	20	20
Tripolifosfato de sodio	0,30	0,30	0,30
Condimento para Salchicha	0,80	0,80	0,80
Sal curante de nitrito	0,33	0,33	0,33
Orégano	0,40	0,40	0,40
Sal	2	2	2
Agua	2,3	2,3	2,3
Humo líquido	0,1	0,1	0,1
Paprika	0,3	0,3	0,3
Ajo	0,16	0,16	0,16
Nuez Moscada	0,1	0,1	0,1

Nota. Porcentajes de peso en la formulación.

Evaluación sensorial del producto. La evaluación sensorial de cada uno de los tratamientos se realizó mediante un panel no entrenado de 50 personas, establecido por la carrera de Ingeniería en Alimentos, entre docentes y estudiantes de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi. Se aplicó una prueba afectiva para determinar la aceptabilidad del producto utilizando una escala hedónica de cinco puntos donde la escala 1 significa “me disgusta mucho”, la escala 2 “me disgusta”, la escala 3 “no me gusta ni me disgusta”, la escala 4 “me gusta” y la escala 5 “me gusta mucho”. Los parámetros evaluados fueron: color, olor, sabor, textura y aceptación global.

Características fisicoquímicas de la salchicha tipo Frankfurt. Se determinó el pH mediante la metodología indicada en la Norma INEN 83 (2012), se tomaron 10 g de muestra, que fue colocado en un vaso de precipitación, se agregó 90 mL de agua destilada, mediante el potenciómetro marca Mettler Toledo y se procedió a tomar lectura.

Se utilizaron las metodologías oficiales de la AOAC (2015), para la determinación del contenido de grasa (Método No. 920.39), cenizas (Método No. 923.03:2015), proteína (Método No. 954.01:2012)

Sinéresis. La sinéresis, que es toda el agua liberada por el producto durante el almacenamiento, se determinó mediante el método de Romero (2012):

$$\% = \frac{(\text{peso inicial}) - (\text{peso final})}{\text{peso inicial}} \times 100$$

Perdida de cocción. La pérdida de cocción es una medida que se usó para determinar la pérdida de peso producida por el tratamiento térmico. Se determinó al día siguiente de realizar cada tratamiento. Se pesó el producto antes de la cocción y luego del enfriamiento. La diferencia que existió entre estos dos valores se denominó rendimiento o pérdida de cocción, se realizó utilizando la metodología descrita por Romero (2012).

Diseño de experimento y análisis estadístico. Se utilizó un Diseño Completamente al azar, donde el factor fue los porcentajes de almidón, con tres tratamientos 5%, 3% y 1 % de almidón de papa y tres repeticiones respectivamente. Las diferencias entre las características de cada uno de los tratamientos formulados y los resultados de la evaluación sensorial fueron realizadas mediante un análisis de varianza ANOVA seguido de test de Tukey, para determinar diferencias estadísticamente significativas entre las muestras con un nivel de confianza del 95%, y determinar las medias diferentes entre los tratamientos. Los datos fueron analizados mediante el programa MINITAB versión 2018.

Resultados y discusión

Caracterización fisicoquímica del almidón de papa variedad Superchola. En la Tabla 2, se indican los resultados obtenidos en la caracterización fisicoquímica del almidón de papa variedad súper chola, tales como humedad, cenizas, proteína y grasa cruda, donde se observa que el valor más alto en los parámetros evaluados fue la humedad con 11,74%, y valor más bajo fue el contenido de cenizas con 0,44%.

Tabla 2
Caracterización fisicoquímica del almidón de papa variedad súper chola

Muestra	Humedad (%)	Cenizas (%)	Proteína (%)	Grasa (%)
Almidón de papa súper chola	11,74 ± 0,10	0,44 ± 0,03	0,63 ± 0,03	0,63 ± 0,05

Nota. El valor corresponde al promedio de tres determinaciones ± desviación estándar, en base húmeda. Columnas con letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas con un 95% de confianza.

El almidón de la papa variedad súper chola presentó un porcentaje de humedad de 11,74%, el cual se encuentra entre los rangos obtenidos por Zárate et al. (2014) quienes reportaron valores entre 7,14 y 21,16 en almidones de papa criolla colombiana. Según indican Leyva y Obando (2014), el rango establecido de humedad no debe alcanzar un máximo de 20%, porque si se llega a almacenar por encima de este valor permite el crecimiento de mohos y levaduras y por ende el deterioro del mismo.

El contenido de cenizas fue de 0,44%, menor que el obtenido por Zárate et al. (2014), quienes obtuvieron un valor de 0,50 %, es similar al reportado por Martínez et al., (2016) quienes obtuvieron 0,43% en almidón de papa.

El contenido de cenizas representa la cantidad de minerales y sales provenientes de la papa y que quedan remanentes luego del proceso de extracción del almidón (Martínez et al., 2015).

El contenido de proteína fue 0,63%, está dentro de los valores reportados por Peña (2017) quien encontró un rango entre 0,58-0,76%, en almidones de cinco variedades de papas nativas y fue mayor que el obtenido por Martínez et al. (2016), quienes reportaron un contenido de 0,47% en almidón de papa criolla.

Cómo citar este artículo:

Pozo, F., Lechón, B. & Anchundia, M. (Julio - diciembre de 2022). Caracterización fisicoquímica y funcional de almidón de papa Superchola y su utilización en la formulación de salchicha tipo Frankfurt. *Sathiri* (17),2 160-176. <https://doi.org/10.32645/13906925.1137>

Melian (2010) afirma que un almidón que tiene un alto contenido de proteína, cambia sus propiedades fisicoquímicas influyendo en su viscosidad, además le confiere una tendencia a formar espuma.

El contenido de grasa fue de 0,63%, es mayor al reportado por Martínez et al. (2016) quienes encontraron 0,30% en almidón de papa, y de igual manera superior a los valores reportados por Peña (2017), quien obtuvo 0,07 y 0,09% en contenido de grasa en cinco variedades de papas nativas.

El almidón que posee un contenido inferior a 0,80% de grasa es de gran ventaja sobre el comportamiento reológico, ya que facilita su uso en la industria de alimentos, además de ser estable en los procesos de oxidación de las grasas presentes (Waterschoot et al., 2014)

Propiedades funcionales

Absorción y Solubilidad de agua, poder de hinchamiento. Las propiedades funcionales se muestran en la Tabla 3, donde se observan que los valores se incrementan a medida que aumenta la temperatura del gel en cada una de estas propiedades.

Tabla 3
Propiedades funcionales del almidón de papa variedad súper chola

Propiedades funcionales	Temperatura			
	60°C	70°C	80°C	90°C
Absorción de agua	11,80 ± 0,05 ^a	14,26 ± 0,30 ^b	18,73 ± 0,34 ^c	20,68 ± 0,23 ^d
Solubilidad en agua	6,70 ± 0,05 ^a	10,66 ± 0,11 ^b	14,23 ± 0,12 ^c	18,45 ± 0,05 ^d
Poder de hinchamiento	12,30 ± 0,13 ^a	16,74 ± 0,22 ^b	20,90 ± 0,09 ^c	23,30 ± 2,54 ^d

Nota. El valor corresponde al promedio de tres determinaciones ± desviación estándar. Filas con letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas con un 95% de confianza.

La capacidad de absorción de agua estuvo entre 11,80-20,68 g gel/g de muestra de 60 °C a 90 °C respectivamente. Los valores están dentro de los rangos reportados por Martínez et al. (2015) que van desde 10,6 a 22,7g gel/g de muestra en nueve variedades de almidones nativos; así mismo, son similares a los reportados por Peña (2017), los cuales fueron entre 10,17- 23,48 g gel/ g de muestra en almidones de cinco variedades de papas nativas.

Los resultados encontrados se debe a que a medida que aumenta la temperatura los puentes de hidrógeno se rompen, lo cual conlleva que las moléculas de agua se unen a los grupos hidrofílicos que van a retener agua y el gránulo de almidón se expande (Lalaleo, 2017).

El índice de solubilidad del almidón en agua estuvo entre 6,70 a 18,45g de gel/g de muestra, estos valores son inferiores a los de Martínez et al. (2015), quienes reportaron 10,6 a 22,7g de gel/g de muestra en nueve variedades de almidones, los valores de esta investigación son mayores a los reportados por Peña (2017), quien registro valores de 5,75-12,74 g gel/g de muestra de almidón.

El poder de hinchamiento fue de 12,30 - 23,30 g gel/ g de muestra, valores similares a los indicados por Martínez et al. (2015) que van desde 12,7 a 28,5 g de gel/g de muestra en

almidones nativos de papa, también estos valores están por debajo de los reportados por Peña (2017) que estuvieron entre 9,47-29,51g gel/g de muestra.

Cuando el almidón se calienta en exceso de agua, la estructura cristalina se altera debido a la rotura de enlaces de hidrógeno, y las moléculas de agua se vinculan por enlaces de hidrógeno a los grupos hidroxilo expuestas de amilosa y amilopectina. Esto provoca un aumento en el hinchamiento de los gránulos y la solubilidad (Peña, 2017).

Sing & Kaur (2009) señalan que el poder de hinchamiento del almidón se lo correlaciona con el tamaño del gránulo del almidón, este hinchamiento es la cantidad de agua que un almidón puede absorber por gramo de almidón a una temperatura determinada ya que la energía cinética de las moléculas de agua caliente rompe los puentes de hidrógeno y el agua es capaz de penetrar en el gránulo y tiene lugar el hinchamiento.

Viscosidad aparente. Los resultados obtenidos de la viscosidad aparente del gel de almidón de papa variedad súper chola son presentados en la Tabla 4, en donde se observa que la viscosidad máxima fue de 33500 cp a 25°C y la mínima de 6200 cp a 50°C. En ambos casos la tendencia de la viscosidad aparente tiende a disminuir a medida que aumenta la velocidad de corte y disminuye la temperatura.

Tabla 4
Viscosidad aparente (Cp) del almidón de papa variedad Superchola.

Velocidad de corte (r.p.m.)	Viscosidad aparente (cp*)	
	50°C	25°C
6	22560 ± 603 ^a	33500 ± 1500 ^b
12	17150 ± 764 ^c	28200 ± 551 ^d
30	10630 ± 321 ^e	25300 ± 330 ^f
60	6200 ± 200 ^g	16760 ± 252 ^h

Nota. El valor corresponde al promedio de tres determinaciones ± desviación estándar, en base húmeda. Filas y columnas con letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas con un 95% de confianza.

*cp: Centipoise.

La viscosidad de gel de almidón de papa Superchola fue de 22560 cps a 50°C y 33500 cps a 25°C a una tasa de corte de 6 r.p.m., estos valores son superiores a los reportados por Martínez et al. (2016), quienes indicaron 5000 cps a 25°C, y cercanos a los reportados por Martínez (2015), quien obtuvo 9107 cps hasta 33080 cps en almidones nativos de nueve variedades de papa. Los gels de almidón de papa Superchola mostraron un comportamiento no newtoniano, específicamente pseudoplástico, ya que disminuyen su viscosidad al aumentar la velocidad de deformación aplicada.

Según Aprianita, Purwandari & Watson (2009) afirman que la viscosidad puede variar dependiendo de la zona donde fue cultivada y la especie a la que pertenece, la alta viscosidad que presentan los almidones, es favorable en la industria alimentaria, donde muchos productos son sometidos a la acción del calor durante el procesamiento, el almidón experimenta cambios físicos y estructurales. El almidón de papa variedad Superchola se caracterizó por poseer una alta consistencia en la gelificación seguida por una disminución en la viscosidad después de un calentamiento y agitación adicional; además, de presentar una excelente formación de película flexible. Este tipo de almidón capaz de formar pastas altamente viscosas ayudan a dispersar eficazmente los ingredientes en la formulación de alimentos impartiendo textura y consistencia, favoreciendo su empleo en la elaboración de productos cárnicos, gelatinas y pudines.

Cómo citar este artículo:

Pozo, F., Lechón, B. & Anchundia, M. (Julio - diciembre de 2022). Caracterización fisicoquímica y funcional de almidón de papa Superchola y su utilización en la formulación de salchicha tipo Frankfurt. *Sathiri* (17),2 160-176. <https://doi.org/10.32645/13906925.1137>

Claridad y Opacidad de los geles de almidón. En la Tabla 5, se indica el porcentaje de transmitancia de los geles del almidón de papa variedad Superchola, en donde se observa que el mayor valor en porcentaje fue de 18,9% a un tiempo de 0 horas y el menor valor fue de 15,8% a 72 horas, a una temperatura de 16°C, por otro lado, se obtuvo un valor de 17,9% a un tiempo de 0 horas y 10,7% a 72 horas a temperatura de 4°C.

Tabla 5
Transmitancia del almidón de papa variedad Superchola.

Tiempo (h)	T Ambiente 16°C (%)	T 4°C (%)
0	18,9 ± 0,45 ^b	17,9 ± 0,20 ^a
24	17,6 ± 0,30 ^b	16,8 ± 0,20 ^a
48	16,16 ± 0,32 ^b	13,31 ± 0,55 ^a
72	15,8 ± 0,10 ^b	10,7 ± 0,17 ^a

Nota. El valor corresponde al promedio de tres determinaciones ± desviación estándar.

El valor de claridad del gel de almidón fue de 17,9% a las cero horas y 10,7% a las 72 horas, valores que son menores a los reportados por Martínez et al. (2015), los cuales oscilaron entre 57,4% a cero horas y 1,7% a 72 horas y 4°C, también son menores a los reportados por Peña (2017), quien obtuvo valores de 50,2% a las 0 horas y 9,8% a las 72 horas.

Las diferencias entre los valores de transmitancia del gel de almidón de papa súper chola, podrían deberse a diversos factores como el contenido de amilosa, lípidos y proteínas, el tamaño de partículas de los gránulos, la concentración total de sólidos, el grado de dispersión de los gránulos. Aprianita et al. (2009) y Ayucitra (2012) afirman que la claridad de geles es una propiedad de gran importancia al momento de elaborar alimentos como aderezos de ensaladas y productos de confitería, mientras que los más opacos, como los del almidón de papa Superchola pueden ser utilizados en alimentos poco transparentes, como las mayonesas, los productos cárnicos, las bebidas concentradas tipo néctar o los productos de panificación.

Parámetros fisicoquímicos de la salchicha tipo Frankfurt. En la Tabla 6, se muestran los parámetros fisicoquímicos evaluados a la salchicha tipo Frankfurt.

Tabla 6
Propiedades fisicoquímicas de la salchicha tipo Frankfurt.

Tratamiento	pH	Grasa	Cenizas	Proteína	Humedad
1 (5% almidón)	6,19 ± 0,00100 ^a	14,50 ± 0,05 ^a	3,00±0,02 ^a	15,47 ± 0,36 ^a	60,24 ± 1,23 ^a
2 (3% almidón)	6,20 ± 0,00058 ^b	14,31 ± 0,05 ^b	2,95±0,03 ^b	14,66 ± 0,15 ^b	57,65 ± 0,90 ^b
3 (1% almidón)	6,20 ± 0,00058 ^b	14,16 ± 0,02 ^c	2,93 ±0,01 ^c	14,46 ± 0,15 ^b	56,41 ± 0,46 ^b

Nota. El valor corresponde al promedio de tres determinaciones ± desviación estándar, en base húmeda. Columnas con letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas con un 95% de confianza.

El pH presentado en los tres tratamientos fue de 6,19; 6,20 y 6,20, estos valores son mayores a los reportados por Marroquín (2011), quien obtuvo valores de 6,12 y 6,10. Estos valores se encuentran dentro de los rangos permitidos por el Servicio Ecuatoriano de Normalización [INEN 1338] (2012), donde indica que el valor máximo de pH debe ser de 6,20. Además, Vivas y Morillo (2017) mencionan que el almidón garantiza una mejor estabilidad en el producto elaborado,

también los valores bajos de pH (ácido) pueden ayudar en la conservación de dos maneras: impedir el crecimiento microbiano, y disminuir la resistencia al calor de los microorganismos.

El porcentaje de cenizas fue de 3,00; 2,95 y 2,93; estos valores son mayores a los reportados por Marroquín (2011) quien obtuvo valores entre 2,47 y 2,77, e inferiores a los de Calderón (2018) que reportó valores de 0,21 a 1,06. Estos valores se encuentran dentro de los rangos permitidos indicados en la Norma INEN 1338 (2012), donde indica que el valor máximo de cenizas debe ser 5 % por lo tanto, los valores obtenidos cumplieron con lo establecido en la normativa, también Méndez et al. (2015) señalan que la diferencia que existe entre tratamientos puede ser producto de la incorporación de los diferentes porcentajes de almidón y los otros ingrediente utilizados como la carne.

El contenido de proteína fue de 15,47; 14,66 y 14,46, estos valores son mayores a los reportados por Calderón (2018) el cual obtuvo valores entre 10,49 a 10,70, y a los de de Marroquín (2011), cuyos valores fueron de 11,20 a 11,61; e inferiores a los de Ramos et al. (2014) que reportaron valores entre 16,74 y 19,03. Estos valores se encuentran dentro de los rangos permitidos por el Servicio Ecuatoriano de Normalización [INEN 1338] (2012), donde indica que el valor mínimo de proteína debe ser 12% y un máximo no establecido. Por lo tanto, los valores obtenidos cumplieron con lo establecido en la normativa.

El contenido de grasa fue de 14,50; 14,31 y 14,16; estos valores son mayores a los reportados por Marroquín (2011) los cuales fueron 4,63; 6,55; y 16,06; e inferiores a los reportados por Calderón (2018) quien reportó valores de 21,05 y 26,0. Estos valores se encuentran dentro de los rangos permitidos por la Norma INEN 1338 (2012) donde indica que el valor máximo de grasa debe ser 30% y un mínimo no establecido por lo tanto, los valores obtenidos cumplieron con la la normativa.

Los valores obtenidos de humedad fueron de 60,24; 57,65 y 56,41%, los cuales fueron similares a los reportados por Calderón (2018), quien registró valores de 58,70 y 56,97%.

Seo et al. (2015) y Aguiar (2009) exponen que los valores de humedad pueden variar dependiendo de las cantidades de materias primas utilizadas en la formulación como es el caso del almidón que actúa como agente de adhesión, unión, estabilización de la emulsión, gelificación y retención de humedad de productos cárnicos.

Sinéresis. En la Tabla 7, se muestran los porcentajes obtenidos de los análisis de sinéresis realizada a la salchicha durante tres ciclos (3 días).

Tabla 7
Porcentajes de sinéresis en la salchicha tipo Frankfurt.

Tratamiento	Sinéresis Ciclo		
	Día 1	Día 2	Día 3
1 (5% almidón)	1,96 ± 0,03 ^a	3,27 ± 0,22 ^b	4,31 ± 0,10 ^c
2 (3% almidón)	2,25 ± 0,02 ^d	3,73 ± 0,12 ^e	4,88 ± 0,08 ^f
3 (1% almidón)	2,34 ± 0,03 ^g	4,04 ± 0,06 ^h	5,13 ± 0,04 ⁱ

Nota. El valor corresponde al promedio de tres determinaciones ± desviación estándar, en base húmeda. Filas y columnas con letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas con un 95% de confianza.

Los resultados de sinéresis fueron de 4,31; 4,88 y 5,13%; al tercer ciclo, estos valores son menores a los de Zárate et al. (2014), quienes reportaron valores de 7,32 a 9,79%. Según Delgado (2018) cuando los almidones se calientan, se gelatinizan, ya que las moléculas absorben agua y se hinchan; posteriormente, al enfriarse las moléculas de amilosa se vuelven a juntar, a este fenómeno se le conoce como retrogradación, la sinéresis expresa el grado de retrogradación del almidón a baja temperatura y se cuantifica como el porcentaje de agua liberada de los geles durante el almacenamiento refrigerado, esta pérdida de agua que se produce en esta etapa afecta las características sensoriales, funcionales, microbiológicas y fisicoquímicas del producto.

Perdida de cocción. En la Tabla 8, se muestran los porcentajes obtenidos de los análisis de sinéresis realizada a la salchicha durante tres ciclos (3 días).

Tabla 8
Porcentajes de pérdida de cocción en la salchicha tipo Frankfurt.

Tratamiento	Pérdida por cocción
1 (5% almidón)	8,46 ± 0,626 ^a
2 (3% almidón)	9,056 ± 0,245 ^b
3 (1% almidón)	11,40 ± 0,583 ^c

Nota. El valor corresponde al promedio de tres determinaciones ± desviación estándar. Columnas con letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas con un 95% de confianza.

Los valores de pérdida por cocción fueron 8,46; 9,05 y 11,40% estos datos son inferiores a los obtenidos por Marroquín (2011), quién reportó valores entre 6,57 a 18,78%, los valores de los tres tratamientos se encuentran dentro del rango indicado en la Norma INEN 1338 (2012). Los resultados mostraron que la menor pérdida fue en la formulación uno (5%) de almidón, lo que demuestra que las salchichas que tienen menor contenido de almidón en su formulación tienden a tener mayor pérdida de cocción.

Evaluación sensorial del producto. En la Tabla 9, se indican los resultados obtenidos para el análisis sensorial realizado, en los parámetros de color, olor, sabor, textura y aceptación general de la salchicha tipo Frankfurt.

El tratamiento uno con 5% de almidón en su formulación obtuvo una media de 4 en todos los parámetros evaluados por parte del panel sensorial que en la escala significa me gusta. Marroquín (2011) indicó que los tratamientos en donde utilizó mayor porcentaje de almidón en sus formulaciones fueron los que tuvieron mayor aceptabilidad confirmando que el uso de almidón permitió obtener una salchicha con mejores características para el panel sensorial.

Tabla 9
Resultados del análisis sensorial de la salchicha tipo Frankfurt.

Tratamiento	Color	Olor	Sabor	Textura	Aceptación global
1(5% almidón)	4a (Me gusta)	4a (Me gusta)	4a (Me gusta)	4a (Me gusta)	4b (Me gusta)
2(3% almidón)	(Me gusta)	4a (Me gusta)	3a (No me gusta ni me disgusta)	4a (Me gusta)	4a (Me gusta)
3(1% almidón)	4a (Me gusta)	3a (No me gusta ni me disgusta)	4a (Me gusta)	4a (Me gusta)	3a (No me gusta ni me disgusta)

Nota. Los valores de los parámetros sensoriales que se describen en la tabla son el promedio de 50 evaluaciones, columnas con letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas con un 95% de confianza.

Para determinar la aceptabilidad del producto, se utilizó una escala hedónica de cinco puntos donde la escala 1 significa “me disgusta mucho”, la escala 2 “me disgusta”, la escala 3 “no me gusta ni me disgusta”, la escala 4 “me gusta” y la escala 5 “me gusta mucho” y los parámetros evaluados fueron color, olor, sabor, textura y aceptación global.

Conclusiones

- La característica fisicoquímica del almidón de papa Superhola permitió conocer su composición, obteniendo los siguientes rangos: humedad 11,74%, cenizas 0,44%, proteína 0,63% y grasa 0,63%.
- Las propiedades funcionales permitieron conocer el comportamiento del almidón de papa súper chola para su aplicación en un producto cárnico, es así que obtuvieron resultados positivos en cuanto al poder de hinchamiento y muy buena absorción y solubilidad en agua.
- La formulación de salchicha Frankfurt con mayor aceptación por parte del panel sensorial fue el tratamiento T1 (5% de almidón de papa) ya que se obtuvo 6,19% de pH, 15,47% de proteína, 14,50% de grasa, 3% de cenizas y 60,24% de humedad, además cumple con los requisitos de la norma INEN 1338.
- El tratamiento T1 (5% de almidón de papa), presentó mejor textura en el producto terminado ya que el almidón incorporado en el producto ayudó a aumentar el rendimiento en la etapa de cocción y retuvo mejor la humedad.
- Los resultados obtenidos permiten ofrecer una alternativa de industrialización de la papa variedad Superchola para obtener almidón como materia prima y posteriormente utilizarlos en la elaboración de productos cárnicos.

Recomendaciones

- Ampliar las investigaciones fisicoquímicas y funcionales correspondientes a los almidones de papas nativas de la provincia del Carchi para comparar y observar su comportamiento en productos cárnicos y otros tipos de alimentos.
- Analizar sustituciones parciales de almidón de papa en la elaboración de embutidos, tomando en cuenta y respetando los porcentajes máximos establecidos por las normativa INEN correspondientes.

Referencias

- Aguiar, E. (2009). *Evaluación de diferentes niveles de jugo de pimiento, como antioxidante natural en la elaboración de salchicha de pollo*. Riobamba: Repositorio digital Escuela Superior Politécnica del Chimborazo. <http://dSPACE.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/2091>.
- AOAC . (2016). *Official methods of analysis of AOAC International*. Washington, USA: Gaithersburg [ESTADOS UNIDOS] : AOAC International 20 ed.
- Aprianita, A., Purwandari, U., & Watson , B. (2009). Physico-chemical properties of flours and starches from selected commercial tubers available in Australia. *International Food Research Journal* , 507-520.
- Ayucitra, A. (2012). Preparation and characterization of acetylated corn starches. *Journal of Chemical Engineering and Application*, 156-159.<http://dx.doi.org/10.18178/IJCEA>.
- Calderón, L. (2018). *Aprovechamiento integral de banana de rechazo en la elaboración de salchicha tipo Frankfurt*. Ambato: Repositorio digital Univeridad Técnica de Ambato. pdf. <http://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/29059>.
- Charro, M. (2015). *Obtención de plástico biodegradable a partir de almidón de papa*. Quito: Universidad Central del Ecuador. Facultad de Ingeniería Química. Tesis de pregrado. <http://www.dSPACE.uce.edu.ec/handle/25000/3788>.
- Córdova, V. (2014). *Estudio de los aportes funcionales de la papa (solanum Tuberosum) y desarrollo de dos productos alimenticios*. Quito: Repositorio digital Universidad de las Américas UDLA. <http://dSPACE.udla.edu.ec/handle/33000/703>.
- Delgado, Y. (2018). *Aplicaciones de almidones nativos y modificados en la industria láctea y cárnica*. Lima: Repositorio digital Universidad Nacional Agraria La Molina. <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/3294>.
- El Telégrafo. (17 de Julio de 2017). Los papicultores sufren por la sobreproducción. *Economía*, pág. 8. <https://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/economia/4/los-papicultores-sufren-por-la-sobreproduccion>
- Lalaleo, D. (2017). *Caracterización reológica de suspensiones elaboradas a partir harina y residuos de banana de rechazo*. Ambato: Repositorio digital Universidad Técnica de Ambato.pdf. <http://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/24739>.

Cómo citar este artículo:

Pozo, F., Lechón, B. & Anchundia, M. (Julio - diciembre de 2022). Caracterización fisicoquímica y funcional de almidón de papa Superchola y su utilización en la formulación de salchicha tipo Frankfurt. *Sathiri* (17),2 160-176. <https://doi.org/10.32645/13906925.1137>

- Leiva, C., & Obando, R. (2014). *Extracción de almidón de variedades de papa cultivados en Nicaragua*. Managua: Universidad Nacional de Ingeniería. Facultad de Ingeniería Química. <http://ribuni.uni.edu.ni/1472/1/40038.pdf>.
- Marroquín, T. (2011). *Elaboración de salchicha tipo frankfurt utilizando carne de pato (pekín) y pollo (broiler) con almidón de papa (Solanum Tuberosum)*. Ibarra: Repositorio digital Universidad Técnica del Norte. <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/745>.
- Martínez, P., Málaga, A., Betalleluz, I., & Velezmoro, C. (2015 de Noviembre de 2015). Caracterización funcional de almidones nativos obtenidos de papas (*Solanum phureja*) nativas peruanas. *Scientia Agropecuaria*, 12.
- Martínez, P., Vargas, G., & Velezmoro, C. (2016). Propiedades funcionales de almidón de papa (*Solanum tuberosum*) y su modificación química por acetilación. *Scientia Agropecuaria*, 223-230.
- Melian, D. (2010). *Ensayo comparativo de dos metodologías de extracción de almidón de papa usando muestras de diez variedades nativas de Chile y dos variedades comerciales*. Valdivia: Universidad Austral de Chile. Escuela de Ingeniería de los Alimentos. <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2010/fam522e/doc/fam522e.pdf>.
- Méndez, G., García, J., Santellano, E., Durán, L., Silva, R., & Quintero, A. (2015). Fat reduction in the formulation of frankfurter sausages using inulin and pectin. *Food Science and Technology*, 25-31 <https://doi.org/10.1590/1678-457X.6417>.
- Monteros, A. (Junio de 2016). RENDIMIENTOS DE PAPA EN EL ECUADOR SEGUNDO CICLO 2015. *Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuicultura y Pesca*, 1-9. http://sipa.agricultura.gob.ec/descargas/estudios/rendimientos/papa/rendimiento_papa_2015.pdf
- Peña, E. (2017). *Extracción y caracterización fisicoquímica y funcional de almidones de cinco variedades de papas nativas procedentes de ilave (puno) (Tesis de grado)*. Obtenido de Universidad Nacional Agraria, Lima-Perú: <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/2655/Q02-P45-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Ramos, D., San Martín, V., Rebatatta, M., Arbaiza, T., Salva, B., & Caro, I. (2014). Características fisicoquímicas de la salchicha de cerdo del departamento de Tumbes, Perú. *Salud Tecnol*, 120-128.
- Romero, E. T. (2012). *Efecto de la temperatura del medio de cocción en las características físicas, microbiológicas y sensoriales de una mortadela (Tesis de pregrado)*. Honduras: Zamorano. <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/953/1/AGI-2012-T019.pdf>
- Seo, H., Kang, G., Cho, S., Ba, H., & Seong, P. (2015). Quality Properties of Sausages Made with Replacement of Pork with Corn Starch, Chicken Breast and Surimi during Refrigerated Storage. *Korean Journal for Food Science of Animal Recources*, 638-645 doi:10.5851/kosfa.2015.35.5.638 638-645.
- Servicio Ecuatoriano de Normalización [INEN 1338]. (2012). *Carne y productos cárnicos. Productos cárnicos crudos, productos cárnicos curados-madurados y productos cárnicos precocidos-cocidos.Requisitos*. Quito, Ecuador. <https://studylib.es/doc/4439333/n-te-inen-1338--carne-y-productos-c%C3%A1rnicos.-productos-c%C3%A1rn...>

- Sing, J., & Kaur, L. (2009). *Advances in potato chemistry and technology*. Burlington: Academic Press.
- Villavicencio, D., & Zavala, J. (2014). *Obtención de la harina de papa como sustituto parcial en la elaboración de papa Tipo Enrollado*. Guayaquil: Repositorio digital Escuela Politécnica del Litoral. [Tesis de Pregrado] <http://www.dspace.espol.edu.ec/xmlui/handle/123456789/30758>.
- Vivas, Á., & Morillo, M. (2017). *Efecto del almidón de papa y tiempo de cutterizado sobre las características físicas-químicas y organolépticas en una salchicha de calamar*. Calceta. Manabí: Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí [Tesis de grado de Ingeniero Agroindustrial. <http://repositorio.espam.edu.ec/handle/42000/658>. <http://repositorio.espam.edu.ec/bitstream/42000/658/1/TAI133.pdf>
- Waterschoot, J., Gomand, S., Fierens, E., & Delcour, J. (2014). Production, structure, physicochemical and functional properties of maize, cassava, wheat, potato and rice starches. *Starch-Stärke*, 1-16.
- Zárate, L., Ramírez, L., Otólor, N., Prieto, L., Garnica, A., Cerón, M., & Arguelles, J. (2014). Extracción y caracterización de almidón nativo de clones promisorios de papa criolla (*Solanum tuberosum*, Grupo Phureja). *Revista latinoamericana de la papa*, 1-24.