

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA**

FACULTAD DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS



**“EFECTO ESTABILIZANTE DEL ALMIDÓN DE CAÑIHUA
(*Chenopodium pallidicaule*) NATIVO Y MODIFICADO POR
ESTERIFICACIÓN CON ÁCIDO CÍTRICO EN EMULSIONES TIPO
PICKERING”**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**

SANDRA ROCIO PARI CHOQUE

LIMA-PERÚ

2023

**La UNALM es titular de los derechos patrimoniales de la presente investigación
(Art. 24 – Reglamento de Propiedad Intelectual)**

Tesis de Pregrado

INFORME DE ORIGINALIDAD

4%

INDICE DE SIMILITUD

4%

FUENTES DE INTERNET

0%

PUBLICACIONES

0%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

pt.scribd.com

Fuente de Internet

2%

2

repositorio.unal.edu.co

Fuente de Internet

1%

3

es.scribd.com

Fuente de Internet

1%

4

bdigital.unal.edu.co

Fuente de Internet

1%

5

fcai.uncuyo.edu.ar

Fuente de Internet

1%

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 1%

Excluir bibliografía

Activo

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA**

FACULTAD DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

**“EFECTO ESTABILIZANTE DEL ALMIDÓN DE CAÑIHUA
(*Chenopodium pallidicaule*) NATIVO Y MODIFICADO POR
ESTERIFICACIÓN CON ÁCIDO CÍTRICO EN EMULSIONES TIPO
PICKERING”**

Presentado por:

SANDRA ROCIO PARI CHOQUE

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERA EN INDUSTRIAS
ALIMENTARIAS

Sustentada y aprobada ante el siguiente jurado:

Ritva Ann Mari Repo de Carrasco, PhD.

PRESIDENTE

Laura Linares García, PhD.

MIEMBRO

Mg.Sc. Silvia Melgarejo Cabello

MIEMBRO

Marianela Inga Guevara, PhD.

ASESORA

Dra. Indira Betalleluz Pallardel

CO-ASESORA

Lima – Perú

2023

RESUMEN

Una emulsión es un sistema coloidal, producto de la homogenización de dos fases líquidas inmiscibles; una de estas fases se encuentra dispersa en la otra, en forma de pequeñas gotas esféricas y cuya estabilidad es lograda por la incorporación de agentes tensoactivos. En los últimos años el uso de partículas de origen vegetal como estabilizante de emulsiones ha atraído mucho interés debido a la baja toxicidad, alta estabilidad y biodegradabilidad, con respecto a los agentes tensoactivos. A estas emulsiones se les llama *pickering* y se caracterizan por la adsorción de partículas en la interfase que idealmente retardan y previenen la coalescencia y separación de fases en la emulsión. Almidones de diversas FUENTES han sido estudiados como alternativas por sus ventajas comparativas, identificándose dos propiedades ideales para esta aplicación: el tamaño de los gránulos y su hidrofobicidad. Aunque los almidones nativos no son hidrofóbicos, esta se puede incorporar mediante modificaciones químicas, como la esterificación con ácido cítrico. Investigaciones destacan en el grano cañihua interesantes propiedades que lo hace adecuado para esta aplicación entre ellas: el alto contenido de almidón, el tamaño muy pequeño y rango estrecho de sus gránulos. Por lo tanto, los objetivos planteados en la presente investigación fueron: caracterizar fisicoquímicamente y funcionalmente el almidón nativo de cañihua (AN) y modificado por esterificación con ácido cítrico al 10% y 20% (AC10 y AC20) y evaluar el efecto estabilizante de éstos en emulsiones (aceite/agua: 30/70) elaboradas a partir de ellas (EAN, EAC10 y EAC20) bajo una concentración de 200 mg almidón/mL aceite. El almidón de cañihua (AN) fue extraído por el método húmedo con lavados con solución alcalina de NaOH al 0,25% obteniéndose un rendimiento de 37,76%, presentó una alta pureza por el bajo contenido de proteína (0,69%), lípido y fibra no detectados, alta luminosidad (95,77%) e índice de blancura (96,46%). El contenido de amilosa fue 14,94%. En el grado de sustitución, AC20 (0,125) fue significativamente ($p < 0.05$) mayor a AC10 (0,065). AN tuvo altos valores en el poder de hinchamiento y solubilidad, reduciéndose significativamente en los almidones modificados. Los tratamientos AC10 y AC20 no exhibieron temperaturas de gelatinización, a diferencia de AN. La transmitancia del gel de AN fue baja y no varió de manera significativa ($p > 0.05$) desde el día 1 (1.5-1.3) presentándose como un gel opaco. La sinéresis en refrigeración del gel de AN aumentó de manera significativa ($p < 0.05$) (de 1,90 a 5,81%). El gel de AN presentó un comportamiento de flujo no newtoniano de naturaleza pseudoplástica. En la caracterización de las emulsiones *pickering* se observó que la modificación mejora la funcionalidad emulsionante. Existen diferencias significativas

($p < 0.05$) entre los tratamientos, EAN presentó el tamaño de gota más alto (D 4,3), disminuyendo con el tiempo (de 353,98 a 294,28 μm), contrariamente a EAC10 (de 47,89 a 57,56 μm) y EAC20 (de 92,03 a 111,77 μm). En el índice de emulsificación (IE), todas las emulsiones presentaron disminución, teniendo EAN el menor IE hasta el día 14 (39,93%), seguido de EAC20 (49,58%) y EAC10 (63,51%). En las propiedades viscoelásticas, EAC10 presentó aumento de G' con el tiempo (más rigidez). Se evidenció que AC10 mostró mejores resultados en la estabilidad física, pudiéndose aplicar como estabilizador de emulsiones *pickering* en diversas industrias.

Palabras clave: Emulsiones *pickering*, almidón, cañihua, esterificación, ácido cítrico.

ABSTRACT

An emulsion is a colloidal system, product of the homogenization of two immiscible liquid phases; one of these phases is dispersed in the other, in the form of small spherical droplets whose stability is achieved by the incorporation of surface-active agents. In recent years, the use of particles of plant origin has attracted much interest as stabilizer due to their low toxicity, high stability and biodegradability compared to surface-active agents. These emulsions are called pickering and are characterized by the adsorption of particles at the interface that ideally retard and prevent coalescence and phase separation in the emulsion. Starches from various sources have been studied as alternatives due to their comparative advantages, identifying two ideal properties for this application: the size of the granules and their hydrophobicity. Although native starches are not hydrophobic, this can be incorporated through chemical modifications, such as esterification with citric acid. Research highlights interesting properties in the cañihua grain that make it suitable for this application, among them: the high content of starch, the very small size and the narrow range of its granules. Therefore, the objectives of the present investigation were: to characterize physicochemically and functionally the native starch of cañihua (AN) and modified by esterification with citric acid at 10% and 20% (AC10 and AC20) and to evaluate the stabilizing effect of these in emulsions (oil/water: 30/70) made from them (EAN, EAC10 and EAC20) under a concentration of 200 mg starch/ml oil. The cañihua starch (AN) was extracted by the wet method with washings with an alkaline solution of NaOH at 0,25%, obtaining a yield of 37,76%, it presented a high purity due to the low content of protein (0,69%), lipid and fiber not detected., high luminosity (95,77%) and whiteness index (96,46%). Amylose content was 14,94%. In the degree of substitution, AC20 (0,125) was significantly ($p < 0.05$) higher than AC10 (0,065). AN had high values in swelling power and solubility, being significantly reduced in modified starches. AC10 and AC20 treatments did not exhibit gelatinization temperatures, unlike AN. The AN gel transmittance was low and did not vary significantly ($p > 0.05$) from day 1 (1,5-1,3) presenting as an opaque gel. The cooling syneresis of the AN gel increased significantly ($p < 0.05$) (from 1,90 to 5,81%). The AN gel exhibited non-newtonian flow behavior of a pseudoplastic nature. In the characterization of the pickering emulsions, it was observed that the modification improves the emulsifying functionality. There are significant differences ($p < 0.05$) between the treatments, EAN presented the highest droplet size (D 4,3), decreasing with time (from 353,98 to 294,28 μm), contrary to EAC10 (from 47,89 to 57,56 μm) and EAC20 (from 92,03

to 111,77 μm). In the emulsification index (IE), all emulsions showed a decrease, with EAN having the lowest IE up to day 14 (39,93%), followed by EAC20 (49,58%) and EAC10 (63,51%). In the viscoelastic properties, EAC10 presented an increase in G' over time (more stiffness). It was evidenced that AC10 showed better results in physical stability, being able to be applied as pickering emulsion stabilizer in various industries.

Keywords: Pickering emulsions, starch, cañihua, esterification, citric acid.