

## INTRODUCCIÓN

En Uruguay se realiza la transformación de grano de sorgo en etanol desde hace varios años, pero es a partir del 2010 cuando la producción de bioetanol participa de manera importante en la producción de biocombustibles del país. Este agregado de valor al grano de sorgo, genera además, residuos o subproductos agro-industriales conocidos con el nombre de "granos de destilería" (DG) que pueden ser usados en la alimentación animal (Figura 1) [Bruni, 2014]. La empresa ALLUR inauró en octubre del 2014, en Paysandú, una planta con capacidad de producir 70 millones de litros de bioetanol al año, que demandarán alrededor de 200.000 toneladas de grano, equivalentes a 50.000 hectáreas de cultivos (Figura 2) [ALUR, 2014 a].

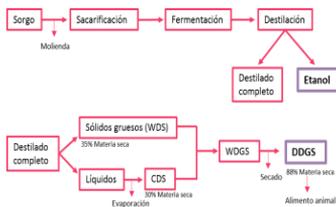


Figura 1. Proceso de producción de la planta de ALUR. A- producción de etanol. B- producción de DDGS [ALUR, 2014 b].

Los DDGS son una forma seca con los siguientes componentes, materia seca, proteínas, grasas y fibras, que está disponible como un ingrediente para alimentos para ganado y aves [U.S Grains Council, 2012]. Una de las proteínas presentes son las prolaminas (kafirinas) las cuales han sido estudiadas debido a sus propiedades funcionales, principalmente la extensibilidad y la elasticidad, además por su relación con la patología gastrointestinal crónica denominada Enfermedad Celíaca (EC) [Hernández 2015].

Como objetivo del trabajo se planteó realizar una revisión bibliográfica sobre la aplicabilidad de las proteínas (kafirinas) del sorgo y la extracción de proteínas del subproducto DDGS, derivado de la producción de alcohol de la empresa Uruguaya ALUR.

## PERSPECTIVAS

REALIZAR EL PROCESO A ESCALA INDUSTRIAL

PROFUNDIZAR LAS ÁREAS:

- INDUSTRIA ALIMENTARIA  
- MICROPARTÍCULAS

Elaboración de un producto innovador a nivel nacional e internacional mediante la aplicación tecnológica innovadora.



Figura 2. Planta de producción de bioetanol de ALUR en Paysandú [ALUR, 2014 b].

## PROCEDIMIENTO

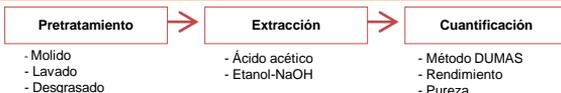


Figura 3. Pretratamiento del DDGS sorgo. a) sin moler, b) molido 0.5 mm, c) desgrasado.



Figura 4. Pretratamiento DDGS sorgo. a) lavado con agua destilada, b) molido con 0.5 mm.



Figura 5. Etapas de la extracción de proteínas.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### APLICACIONES

#### ADHESIVOS

- Productos químicos a base de petróleo vs adhesivos a base biológica
- Resistencia al agua
- Estudio de obtención de adhesivos (Tabla 1) [Li, 2011].

Tabla 1. Parámetros óptimos para la obtención de adhesivos con kafirinas.

Fuente proteína	Método de extracción	Concentración de proteína	Temperatura de prensado	Resistencia de unión
DDGS	Ácido acético	12%	150°C	3,15 MPa

#### FILMS

- Biopolímeros de proteínas como alternativa al plástico sintético.
- Hidrofóbicos
- Baja solubilidad en agua.
- Formulación film [Gitonga, 2015].  
Kafirina 13.8%  
Plastificante 5.6%  
Etanol 96: 80.6 %

#### MICROPARTÍCULAS

- Kafirinas son más hidrófobo y menor digestibilidad que las zeínas.
- Lau et al. 2015 cargaron con éxito micropartículas de kafirina con la droga prednisolona (Figura 6).
- Potencial como un sistema de administración de fármacos de liberación retardada [Lau, 2015].

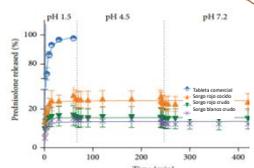


Figura 6. Liberación in vitro de prednisolona, simulando condiciones gástricas e intestinales, presencia de enzima pepsina y pancreatina [Lau, 2015].

### CUANTIFICACIÓN DE PROTEÍNAS

Tabla 2. Caracterización química de DDGS de ALUR.

Humedad %	11.05
Proteína total (bs) (g/100g)	32.6
Materia grasa (g/100g)	9.9
Cenizas (g/100g)	5.3
Fibra (g/100g)	8

Tabla 3. Rendimiento y pureza

Método de extracción	Pretratamiento DDGS	Rendimiento (%)	Pureza (%)
AA	ND	21.6	72.2
AA	D	30.1	64.9
EtOH-NaOH	ND	30.1	98.6
EtOH-NaOH	ND	28.6	91.6
EtOH-NaOH	D	26.6	87.6

AA- Protocolo con ácido acético  
EtOH-NaOH- Protocolo con etanol-NaOH  
ND- DDGS no desgrasado, molido 0.5 mm  
D- DDGS desgrasado

## CONCLUSIONES

Se realizó la revisión bibliográfica, definiendo tres aplicaciones principales de los DDGS: adhesivos, films y micropartículas para administración oral de drogas.

Se evaluaron dos protocolos para la extracción de proteínas, una basada en extracción con ácido acético y otro con etanol-NaOH. El mayor rendimiento obtenido fue la extracción con etanol-NaOH y sorgo no desgrasado: rendimiento 30.1% y pureza 98.6%.

## Agradecimientos

- ALUR- Alcoholes del Uruguay
- LATU

## REFERENCIAS

- Bruni M et al. 2014. Evaluación nutricional para ruminantes de la burlanda de sorgo húmedo obtenida de la producción de etanol de ALUR Paysandú.  
a ALUR. 2014. Convenio ALUR-CUTCSA [Internet]. Uruguay.  
b ALUR. 2014. Nuevos productos para la ganadería Uruguaya [Internet]. Uruguay.  
U.S Grains Council. 2012. Tabla de contenidos del manual de DDGS, United States.  
Hernández et al. 2015. Importancia de las proteínas de almacenamiento en cereales (prolaminas).  
Li N et al. 2011. Adhesive Performance of Sorghum Protein Extracted from Sorghum DDGS and Flour.  
Gitonga et al. 2015. Physicochemical and antimicrobial properties of citral and quercetin incorporated kafirin-based bioactive films.  
Lau et al. 2015. Preparation and in vitro release of drug-loaded microparticles for oral delivery using wholegrain sorghum kafirin protein.