

**Influencia de la concentración de Azúcares Reductores Totales “ART” de “brácteas” de *Cynara scolymus* L. var. *lorca* (Asteraceae) “alcachofa” en la producción de biomasa de *Candida utilis* var. *major* CECT 1430**

**Influence of the concentration of Sugar Total Reducers “ART” of “bracts” of *Cynara scolymus* L. var. *lorca* (Asteraceae) “alcachofa” in the production of biomass of *Candida utilis* var. *major*. CECT 1430**

***Gladys Guevara Peralta, Luisa Mendoza Yamashiro, Yulissa Moreno Córdova, Esteban Portilla Calvinapon & Carlos Alberto León Torres***

Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Nacional de Trujillo. La Libertad, PERÚ

[gladysguevara02@gmail.com](mailto:gladysguevara02@gmail.com) // <https://orcid.org/0000-0002-7155-9085>

[luisamy\\_18@hotmail.com](mailto:luisamy_18@hotmail.com) // <https://orcid.org/0000-0002-7699-5142>

[yuliz.cm@gmail.com](mailto:yuliz.cm@gmail.com) // <https://orcid.org/0000-0003-0836-5453>

[ecalvanaponp@gmail.com](mailto:ecalvanaponp@gmail.com) // <https://orcid.org/0000-0003-2584-1546>

[cartaviolabs@hotmail.com](mailto:cartaviolabs@hotmail.com) // <https://orcid.org/0000-0002-9808-186X>

***Cecilia Betzabet Bardales Vásquez***

Universidad Privada Antenor Orrego. Trujillo, La Libertad, PERÚ

[cbardalesv@upao.edu.pe](mailto:cbardalesv@upao.edu.pe) // <https://orcid.org/0000-0002-7811-3676>

## Resumen

Esta investigación tuvo como objetivo determinar la influencia de la concentración de azúcares reductores totales (ART) de las brácteas de *Cynara scolymus* L. var. *lorca* (Asteraceae) "alcachofa" en la producción de biomasa de *Candida utilis* var. *major*. Para ello se construyeron cuatro biorreactores tipo tanque agitado y aireado de 1L de capacidad. Las brácteas de "alcachofa" se cortaron, pesaron, secaron, molieron, y tamizaron a un tamaño de 0,5 mm. Posteriormente se extrajeron los "ART" con soluciones de NaOH y H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> al 1,25% y agua en un sistema en caliente por 30 minutos en autoclave. El caldo fermentativo se suplementó con sulfato de amonio. El cultivo se reactivó en Agar Sabouraud y el inóculo se dispuso en caldo Sabouraud estandarizándose a una concentración de 3,3×10<sup>7</sup> cel/mL. A cada biorreactor se adicionó 630 mL del caldo fermentativo a las concentraciones de 1, 2 y 3 g/L de ART y 70 mL de inóculo; además se dispuso un biorreactor testigo con caldo Sabouraud e inóculo. El proceso se realizó a un pH de 5,0-5,5 durante 36 horas a 25 ± 1 °C. Finalizado el proceso se determinó el peso seco de la biomasa y los azúcares reductores totales residuales. Obteniéndose que la producción de biomasa de *Candida utilis* var. *major* C.E.C.T. 1430 aumentó progresivamente tal como se incrementa las concentraciones de azúcares reductores totales de *Cynara scolymus* var. *lorca*

**Palabras clave:** Azúcares reductores totales, *Cynara scolymus*, *Candida utilis*.

## Abstract

This research aimed to determine the influence of the concentration of total reducing sugars (ART) of the bracts of *Cynara scolymus* L. var. *lorca* (Asteraceae) "artichoke" biomass production in *Candida utilis* var. *major*. For this purpose built four stirred tank bioreactors and capacity 1L aerated. The bracts of artichoke were cut, weighed, dried, ground, and sieved to a size of 0.5 mm. Subsequently extracted "ART" with solutions of NaOH and 1.25% H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> and water in a hot system in autoclave for 30 minutes. The fermentation broth was supplemented with ammonium sulfate. The cultivation was reactivated in Sabouraud Agar and inoculum broth was placed in standardizing Sabouraud at a concentration of 3.3 × 10<sup>7</sup> cells / mL. Each bioreactor was added 630 mL of fermentation broth at concentrations of 1, 2 and 3 g / L and 70 mL of ART inoculum addition was provided a bioreactor witnessed with Sabouraud broth and inoculum. The process was carried out at pH 5.0-5.5 for 36 hours at 25 ± 1 ° C. Once the process is to determine dry weight biomass and residual total reducing sugars. Obtaining the biomass production of *Candida utilis* var. *major* C.E.C.T. 1430 gradually increased as increasing the concentration of total reducing sugars var. globe "artichoke" *lorca*

**Keywords:** Sugars total reducers, *Cynara scolymus*, *Candida utilis*

**Citación:** Guevara, G.; L. Mendoza; Y. Moreno; E. Portilla; C. León & C. Bardales. 2019. Influencia de la concentración de Azúcares Reductores Totales "ART" de "brácteas" de *Cynara scolymus* L. var. *lorca* (Asteraceae) "alcachofa" en la producción de biomasa de *Candida utilis* var. *major*. CECT 1430. Arnaldoa 26 (3): 1007-1016 2019.

<http://doi.org/10.22497/arnaldoa.263.26310>

## Introducción

Actualmente las fuentes convencionales como la agricultura, ganadería y pesca, no satisfacen la demanda de alimentos, esta situación se ve agravada por el incremento alarmante de la población mundial (Páez

*et al.*, 2008). El problema no sólo involucra a seres humanos, sino en especial a sus animales domésticos, por lo que la proteína de origen animal puede presentar una marcada escasez en el futuro, dado que se necesitará más ganado para suplir la abru-

madora demanda (Giraldo & López, 2008).

La masa de microorganismos o biomasa obtenida de levaduras, mohos, bacterias y algas posee un alto contenido proteico aproximadamente de 30 a 50%, por lo que recibe el nombre de proteína unicelular. (Zumbado *et al.*, 2006; Gutiérrez & Gómez, 2008). Estos se han convertido en fuentes no convencionales de mucha importancia en la alimentación animal (Lanes *et al.*, 2009), en especial de animales de granja tales como “cerdos”, “pollos” y “pavos” (Péz *et al.*, 2008). Por tal motivo, se ha estudiado la posibilidad de incorporarlos también en la dieta humana, siendo una gran alternativa para reemplazar algunas de las fuentes tradicionales de proteína (“soya”, harina de “pescado”, suero descremado de leche) en piensos para el consumo humano (Chacón, 2004).

La capacidad que presentan estos microorganismos de reproducirse en medios muy variados hace posible pensar en la producción de organismos unicelulares a partir de desechos agroindustriales (Díaz *et al.*, 2003), constituyendo una alternativa recurrente para convertir estas fuentes de contaminación en materiales útiles desde el punto de vista económico, nutricional e industrial (Giraldo & López, 2008), con lo que se aprovecharía el uso de substratos baratos o de desecho industrial que se utilizan como fuente energética para que microorganismos seleccionados sinteticen nuevos compuestos de valor comercial (Chacón, 2004).

Estos residuos son también llamados “residuos lignocelulósicos” y representan el mayor componente de los residuos agrícolas, desechos agroindustriales y una fuente abundante y segura de recursos renovables (Urbaneja *et al.*, 1997), pero, a pesar de que son potencialmente buenos

para ser utilizados como materia prima en la producción de azúcares, alimento para animales, biomasa microbiana, producción de ácidos orgánicos, entre otros; pueden causar serios problemas de contaminación ambiental (Mejía *et al.*, 2009).

La lignocelulosa producida por la fotosíntesis y como principal componente de la pared celular de las plantas, es la fuente de carbono renovable más prometedora para solucionar los problemas actuales de energía (Cueva *et al.*, 2009), siendo el material más abundante de nuestro planeta. En cuanto a su composición presenta celulosa, hemicelulosa y lignina cuyas proporciones en las plantas varían de la siguiente manera: 20-55% de celulosa, 16-85% de hemicelulosa y 15-40% de lignina. Sin embargo, ambas fracciones, la hemicelulosa y la celulosa, son una fuente potencial de azúcares y están protegidos por la lignina (González *et al.*, 2005).

Para poder liberar los azúcares presentes en los materiales lignocelulósicos, se han establecido diferentes métodos de pre-tratamientos. Estos incluyen métodos físicos, físico-químicos, químicos y biológicos, los cuales presentan eficiencia variada de acuerdo a la composición de la materia prima. Sin embargo, se han establecido diferentes variables que facilitan los procesos de hidrólisis, como cortar y moler el material lignocelulósico hasta obtener partículas muy pequeñas de 0,5 mm, facilitando de este modo su degradación (Bardales *et al.*, 2009).

Uno de los vegetales más utilizados por las industrias tanto para producción nacional o para exportación son las “alcachofas” quienes muestran rendimientos de 5 hasta 7 toneladas por hectárea y que generalmente se desarrollan bien en todo tipo de suelos, excepto aquellos muy ar-

cillosos, todo el contenido de material de reserva de las “alcachofas” se encuentran no en forma de almidón si no en forma de inulina cuyo principal componente es la fructosa, los contenidos de inulina son variables según la región y la modalidad de cultivo (Chacón, 2006).

Teniendo en cuenta la producción y el porcentaje de residuos producidos en la elaboración de conservas de “alcachofa”, que oscila entre el 65 y 70%, así como, la extensión de superficie dedicada a los correspondientes cultivos, se ha considerado de interés el estudio del aprovechamiento de los residuos de “alcachofa” (Lázaro & Arauzo, 1994). a fin de evitar la contaminación que generarían en el ambiente con una mala disposición final.

En la naturaleza el deterioro de materiales celulósicos es causado por la actividad metabólica de un número limitado de Ascomycetos y hongos imperfectos que degradan simultáneamente una reducida fracción de lignina, se han citado diversos hongos celulolíticos, como *Aspergillus*, *Cyathus*, *Fusarium*, *Hypoxylon*, *Trichoderma*, *Candida*, *Candida utilis* (Delfín & Durán, 2003; Gualtieri et al., 2007).

*Candida utilis* es una levadura que tiene una alta tasa de crecimiento, que ninguna especie ha logrado superar, que requiere de un sustrato rico en azúcares o fuentes de carbono, para su crecimiento o cultivo (Gualtieri & Sánchez, 2003). Presenta un mayor rendimiento, debido en gran parte a su gran capacidad de asimilación de nutrientes. (Serguera et al., 2000). Por poseer grandes cualidades, y no sólo asimilar hexosas y pentosas, sino también algunos compuestos orgánicos no azucarados; se utiliza la levadura *C. utilis* para la obtención de proteína celular (Chacón et al., 1999).

Debido a que en nuestra localidad existe gran cantidad de residuos agrícolas y deshechos agroindustriales que contribuyen en gran manera a la contaminación ambiental, es necesario el aprovechamiento de éstos para convertirlos en fuentes utilizables. Además, al considerar que *C. utilis* es una levadura que degrada estos compuestos hidrolizados para producir biomasa; se presenta este trabajo de investigación, el cual está orientado a estudiar la influencia de las concentraciones de azúcares reductores totales de *Cynara scolymus* L. var. *lorca* (Asteraceae) en la producción biomasa de *Candida utilis* var. *major* CECT 1430; se espera que incremente de forma proporcional al aumento de las concentraciones de azúcares reductores totales.

## Material y métodos

### 1. Material

#### 1.1. Material Biológico

Se utilizó una cepa liofilizada de *Candida utilis* var. *major*. Proveniente de la Colección Española de Cultivos Tipo (CECT) 1430.

Residuos agroindustriales de *Cynara scolymus* L. var *lorca* (Asteraceae) “alcachofa” proveniente de la Empresa Agroindustrial JOSYMAR SAC. Provincia de Trujillo. Departamento de La Libertad, Perú

### 2. Métodos y técnicas

#### 2.1 Acondicionamiento de los biorreactores.

Se construyeron cuatro biorreactores tipo tanque agitado de 1L de capacidad; cada biorreactor fue equipado con un sistema de agitación previamente desinfectado en la cámara UV durante tres tiempos de 1 hora con un descanso de 5 minutos entre ellos.

El aire insuflado a los biorreactores fue esterilizado a través de una solución de bisulfito de sodio al 20% y suministrado a 20 mL/seg. Los biorreactores fueron colocados en un ambiente cerrado a una temperatura de 25-30°C.

## 2.2. Tratamiento del sustrato.

Las brácteas de alcachofa se fragmentaron en pequeños trozos, se pesaron y se secaron 300 g a 60°C durante 4 horas y finalmente se procedió a moler y tamizar a un tamaño de 0,5 mm. Se hidrolizó el tamizado obtenido con NaOH 1,25% como solvente en una relación alcachofa-solvente de 1:10 en un sistema de decocción por 30 minutos y posteriormente en autoclave a 120 °C, 1 atm por 30 minutos.

## 2.3. Preparación del caldo fermentativo.

Se prepararon las concentraciones siguientes: 1, 2, 3(g/L de ART), las mismas que constituyeron el caldo fermentativo. A éste caldo fermentativo se le adicionó 0,70 g de sulfato de amonio q.p. (Bailón, 2001), posteriormente, este fue esterilizado en autoclave a 121°C durante 15 minutos.

## 2.4. Reactivación del cultivo de *Candida utilis*

El cultivo de *C. utilis* se reactivó en Agar Sabouraud.

## 2.5. Preparación del inóculo.

El cultivo de la cepa de *Candida utilis* var. *major* fue sembrado en el medio de mantenimiento (agar Sabouraud) y se incubó durante 24 horas a 37°C. Del desarrollo de este cultivo se hizo un traspaso al medio de propagación compuesto por 290 mL de caldo Sabouraud el cual se incubó a 35°C  $\pm$ 2 durante 24 horas. La pureza del cultivo se verificó por observación microscópica con coloración Gram. El inóculo tuvo una

concentración celular de  $3,3 \times 10^7$  cel/mL.

## 2.6. Proceso de producción de biomasa (fermentación).

En cada biorreactor se adicionó 630 mL del caldo fermentativo a las concentraciones de estudio (1, 2, 3 g/L ART), la fuente nitrogenada (sulfato de amonio al 1%) y 70 mL del inóculo previamente preparado. El proceso se realizó a un pH de 5,0-5,5. Se fermentó por un período de 36 horas a temperatura de 25°C  $\pm$  2°C. Además, se realizó un ensayo testigo (630 mL de caldo Sabouraud y 70 mL de inóculo).

## 2.7. Determinación de la influencia de la concentración de azúcares reductores totales de *Cynara scolymus* var. *lorca* en la producción de biomasa de *Candida utilis* var. *Major*

### 2.7.1. Determinación del peso seco de la biomasa

La producción de biomasa de *Candida utilis* var. *major* se realizó durante 36 horas. Transcurrido dicho tiempo, se centrifugó los medios fermentativos a 3000 rpm durante 5 minutos, eliminándose el sobrenadante, el sedimento se lavó 2 veces con agua destilada estéril. Los sedimentos fueron colocados en placas Petri de peso conocido y llevados a la estufa a 60°C hasta peso constante, las cuales luego fueron pesadas con la finalidad de obtener el peso seco de la biomasa.

### 2.7.2. Cuantificación de los azúcares reductores totales residuales

Finalizado el proceso de fermentación, se centrifugó 5 mL del caldo fermentativo a 3500 rpm por 20 minutos, y en el sobrenadante se determinó la concentración de azúcares reductores totales residuales mediante el método de Folin-Wu.

## Resultados

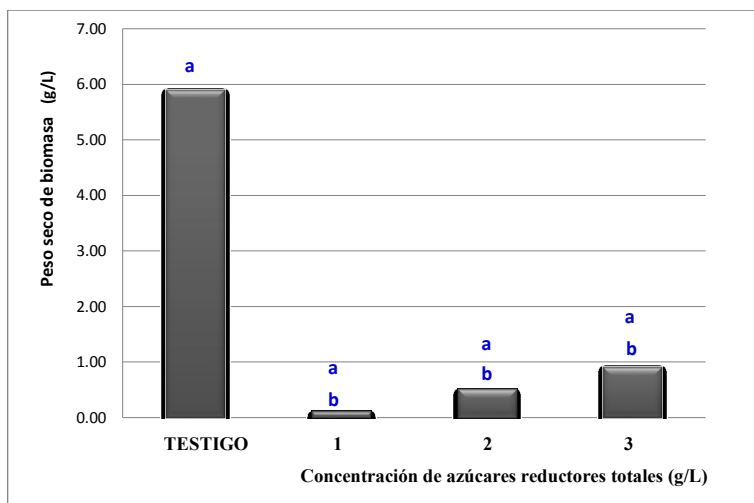


Fig. 1. Producción de biomasa neta de *Candida utilis* var. *major* CECT 1430 con respecto a la concentración de azúcares reductores totales suministrados evaluado en un lapso de 36 horas. (a=P<0.05 b=P>0.05)

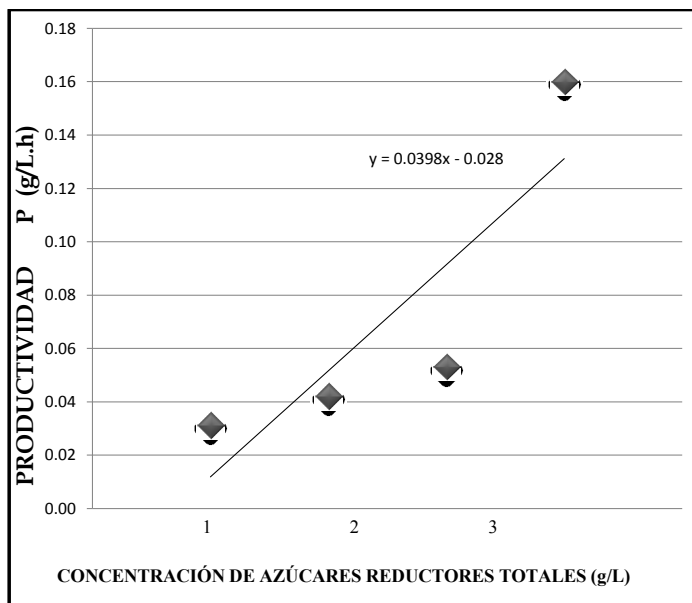
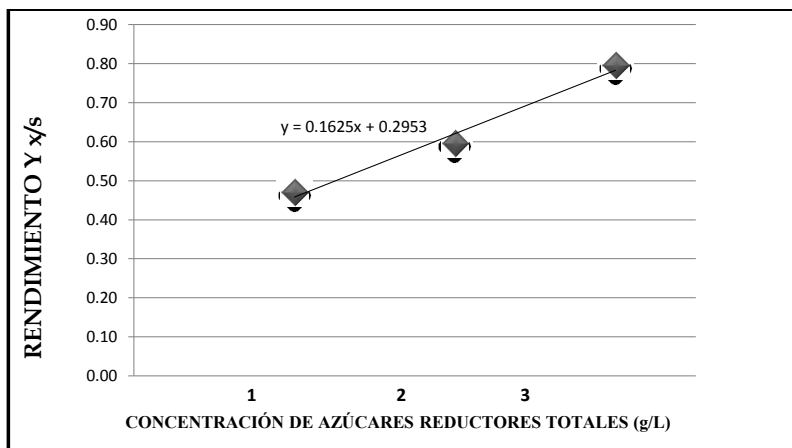


Fig. 2. Relación entre la concentración de azúcares reductores totales (ART) suministrados de *Cynara scolymus* var. *lorca* "alcachofa" y la productividad de *Candida utilis* var. *major*



CECT 1430.

**Fig. 3.** Relación entre la concentración de azúcares reductores totales (ART) suministrados de *Cynara scolymus* var. *lorca* "alcachofa" y el rendimiento de *Candida utilis* var. *major* CECT 1430.

ART iniciales (g/L)				
N° Biorreactor	R1	R2	R3	Promedio
2 (1g/L)	3	2,9	3	3
3 (2g/L)	3	2,9	3	3
4 (3g/L)	3	2,9	3	3

**Fig. 4.** Concentración de Azúcares Reductores Totales extraídos de brácteas de *Cynara scolymus* var. *lorca* mediante hidrólisis química, física y químico-físico.

ART residuales (g/L)				
N° Biorreactor	R1	R2	R3	Promedio
2 (1g/L)	0,08	0,06	0,09	0,076
3 (2g/L)	0,24	0,22	0,24	0,233
4 (3g/L)	0,54	0,58	0,52	0,546

**Fig. 5.** Concentración de azúcares reductores totales residuales al concluir el proceso de producción de biomasa de *C. utilis* var. *major*

### Discusión

En la producción de biomasa de *Candida utilis* var. *major* es necesaria la adición de sustancias nitrogenadas debido a que algunas fuentes utilizadas para este fin pueden ser pobres en nitrógeno y en minerales por lo cual es necesaria una suplementación con sales de amonio u

otra fuente de nitrógeno (Chacón, 2004), por este motivo en el presente trabajo de investigación se usó sulfato de amonio al 1%<sup>20</sup>; así mismo, la cantidad de azúcares presentes en el medio es un factor influyente en el rendimiento de biomasa de *C. utilis* var. *major* (Estevez & Almazán, 1998).

En la fig. 1 es posible observar que la biomasa neta producida de *C. utilis* var. *major* aumenta proporcionalmente al incremento de la concentración de azúcares reductores totales de brácteas de *C. scolymus* var. *lorca*. Similar comportamiento ocurre con la productividad, debido a que existe una buena homogenización y disponibilidad del sustrato en el medio (Estevez & Almazán, 1998).

Sin embargo, la fig. 1 también muestra que no existe diferencia significativa entre los tratamientos problema, pero si hay diferencia significativa entre la muestra testigo y cada uno de los tratamientos problema; es decir, que la levadura incrementó su biomasa en mayor cantidad en el tratamiento testigo debido a que éste presenta mayor cantidad de azúcares, esta relación de producción de biomasa y cantidad de azúcares es corroborado por (Cajo *et al.*, 2011), quien obtuvo 7,667 g/L de biomasa de *C. utilis* usando 30g/L de azúcares de melaza de caña; Además, existe dependencia entre la biomasa neta producida y la productividad así como, dependencia entre el rendimiento de *C. utilis* var. *major* y la concentración de azúcares reductores totales de brácteas de *C. scolymus* var. *lorca* (fig. 2 y 3). Trabajos realizados han demostrado que la producción de proteína unicelular de *C. utilis* está en función de la composición del medio de cultivo, de las condiciones ambientales y del tipo de microorganismo. (Estevez & Almazán, 1998), sin embargo en la presente investigación los parámetros utilizados, condiciones ambientales y tipo de microorganismo, fueron mantenidos constantes durante el proceso; por lo que la producción de proteína unicelular de *C. utilis* var. *major* dependió únicamente del medio de cultivo; por tal motivo, el obtener una producción baja de biomasa, depende

únicamente de la concentración inicial de azúcares en el medio de crecimiento (Zumbado *et al.*, 2006).

Esto se justifica, pues *C. utilis* es una levadura que tiene una alta tasa de crecimiento, que ninguna especie ha logrado superar, como lo demuestra (Ferrer *et al.*, 2004), en su trabajo de hidrolizado de bagacillo de “caña de azúcar”, que en la misma concentración de azúcares *C. utilis* supera a *Saccharomyces cerevisiae* en la producción de biomasa en un 48%. Además, en la presente investigación se obtuvo baja cantidad de azúcares reductores totales de *C. scolymus* var. *lorca* en el hidrolizado previo al tratamiento (Fig. 4 y 5), comparándose a trabajos realizados en diferentes sustratos; tal como. (Bardales *et al.*, 2009), que obtuvo como máxima concentración 7,00 g/L de ART de “peladilla” de *Asparagus officinalis*; y en pulpa de “café” se obtuvo 21,81 g/L de ART (Urbaneja *et al.*, 1997).

Si bien es cierto, la concentración de azúcares reductores totales de brácteas de *C. scolymus* var. *lorca* influyó aumentando la producción de biomasa de *C. utilis* var. *major*, sin embargo, la cantidad de biomasa obtenida es insuficiente para ser producida a escala industrial, porque conllevaría a pérdidas económicas.

## Conclusiones

La producción de biomasa de *Candida utilis* var. *major* CECT 1430 aumenta progresivamente tal como se incrementa las concentraciones de azúcares reductores totales de *Cynara scolymus* var. *lorca*.

## Agradecimientos

Al Dr. Carlos Alberto León Torres, por facilitarnos la realización del trabajo en su laboratorio de investigación docente



así como los ambientes de la estación experimental de bioquímica aplicada de la Facultad de Ciencias Biológicas y al Dr. Carlos Nomberto Rodríguez exdocente del departamento de Química Biológica y Fisiología Animal de la facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de Trujillo, por facilitarnos equipos y reactivos para la realización de la presente investigación.

### Contribución de los autores

G.G. coordinadora del grupo de investigación y apoyo logístico. L.M. recolección y tratamiento de la muestra de alcachofa. Y.M. apoyo logístico en la preparación de reactivos y soluciones buffers. E.P. encargado de la reactivación y desarrollo de inóculo de la levadura *Candida utilis*. M.R. evaluación de la curva de crecimiento microbiano. C.L. determinación de los azúcares reductores totales. C.B. análisis de los resultados e interpretación estadística.

### Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflicto de interés

### Literatura citada

- Bailón, S.** 2001. Influencia del sulfato de amonio, nitrato de potasio y urea en la producción unicelular de *Candida utilis* var. *Major*. [Tesis]. Universidad Nacional de Trujillo.
- Bardales, C.; C. León; N. Rodríguez & J. Arellano.** 2009. Extracción de azúcares reductores totales de "peladilla" de *Asparagus officinalis* "esparrago". *Arnaldoa* 16(1): 69-73.
- Cajo, L.; L. Nizama & C. Carreño.** 2011. Efecto de la concentración del inóculo y la melaza como suplemento de la vinaza de destilería para la producción de biomasa de *Candida utilis* nativa. *Rev. Scientia Agropecuaria*. 2 (2011): 65-72.
- Cuervo, L.; J. Folch & R. Quiroz.** 2009. Lignocelulosa como fuente de azúcares para la producción de etanol. *Biotecnolog* 13(3): 11-25.
- Chacón, A.** 2004. Perspectivas actuales de la proteína unicelular (SCP) en la Agricultura y la Industria. *Agronomía Mesoamericana* 15(1): 93-106.
- Chacón, A.** 2006. Perspectivas agroindustriales actuales de los oligofruetosacáridos (FOS). *Rev. Agronomía Mesoamericana* 17(2): 265-286.
- Chacón, D.; M. Serguera; W. Suárez & Y. Rodríguez.** 1999. Aumento en los rendimientos para la obtención de levadura torula (*Candida utilis* Y-660) con aplicación de campos electromagnéticos. *Tecnolog. Quim.* 19(1): 79-82.
- Delfín, I. & C. Durán.** 2003. Biodegradación de residuos urbanos lignocelulósicos por *Pleurotus*. *Rev. Int. Contam. Ambient.* 19(1): 37-45.
- Díaz, M.; A. Semprún & M. Gualtieri.** 2003. Producción de proteína unicelular a partir de desechos de vinaza. *Rev. Fac. Farmacia.* 45(2): 23-26.
- Estévez, R. & O. Almazán.** 1998. Influencia de la concentración de azúcares sobre la producción de levadura torula. *Rev. ICIDCA.* 7 (3): 60-67.
- Ferrer, R.; C. Davalillo; C. Chandler; G. Páez; Z. Mármol & E. Ramones.** 2004. Producción de proteína microbiana a partir de los desechos del procesamiento de la "caña de azúcar" (bagacillo). *Alpa.* 12(2): 59-65.
- Giraldo, V. & L. López.** 2008. Producción de proteína unicelular a partir de desechos agroindustriales. *Rev. Virtual Pro.* 65: 1-18.
- González, Y.; O. González & J. Nungaray.** 2005. Potencial del bagazo de agave tequilero para la producción de biopolímeros y carbohidrasas por bacterias celulolíticas y para la obtención de compuestos fenólicos. *Revista Digital Científica y Tecnológica.* 3: 1-18.
- Gualtieri, M. & J. Sánchez.** 2003. Producción de proteína unicelular de levaduras crecidas en desechos de harina de "maíz" precocida (*Zea mays*). *Rev. Fac. Farmacia.* 45 (2): 17-22.
- Gualtieri, M.; C. Villalta; L. Díaz; G. Medina; E. Lapenna & M. Rondón.** 2007. Producción de biomasa de *Saccharomyces cerevisiae* y *Candida utilis* usando residuos de pulpa de *Coffea arabica* L. *Rev. Inst. Nac. Hig. Rafael Rangel.* 38 (2).
- Gutiérrez, L. & A. Gómez.** 2008. Determinación de proteína total de *Candida utilis* y *Saccharomces cerevisiae* en bagazo de caña. *Rev. Lasallista de Invest.* 5 (1): 61-64.

- Lázaro, L. & J. Arauzo.** 1994. Aprovechamiento de residuos de la industria de conservas vegetales. Hidrólisis enzimática. Zurbia. 12: 227-240.
- Llanes, J.; J. Toledo & J. Lazo de la Vega.** 2009. Evaluación de la levadura de la vinazas (Torula) en la alimentación de alevines de *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822). Rev. Zootecnia Trop. 27(1): 91-96.
- Mejía, L.; C. Albán; N. Murcia; R. Cuervo & J. Durán.** 2009. Hidrólisis y fermentación alcohólica simultánea (HFS) del residuo agroindustrial del mango común (*Mangifera indica* L.) utilizando levaduras *Saccharomyces cerevisiae* spp. y cepa recombinante RH 218\*. Redalyc. 7(2): 51-64.
- Páez, G.; E. Jiménez; Z. Marmol; J. Ferrer; B. Sulbarán; G. Ojeda; K. Araujo & M. Rincón.** 2008. Perfil de aminoácidos de la proteína unicelular de *Kluyveromyces marxianus* var. *Marxianus*. Rev Icterciencia. 33(4): 297-300.
- Serguera, M.; Y. Rodríguez; A. Gómez & W. Suárez.** 2000. Estudio del efecto de la velocidad de agitación y del flujo de aire en el crecimiento de la levadura Torula en la etapa de pre-fermentación. Tecnol. Quím. 20 (3): 63-69.
- Urbaneja, G.; J. Ferrer; G. Páez; L. Arenas; G. Colina & L. Sandoval.** 1997. Hidrólisis ácida y caracterización de carbohidratos de la pulpa de "café". Revista de la Facultad de Agronomía Univ. Del Zulia. 14: 265-275.
- Zumbado, W.; P. Esquivel & E. Wong.** 2006. Selección de una levadura para la producción de biomasa: crecimiento en suero de queso. Rev. Agronomía Mesoamericana. 17(2): 151-160.