

Enzimas celulolíticas como herramientas en la utilización de recursos renovables que contienen celulosa

Alicia Gardiol
Polo Tecnológico de Pando – Uruguay.

En el año 2010, se comenzó a trabajar sobre enzimas celulolíticas, como una nueva aplicación dentro de la ciencia de la sustentabilidad. La celulosa es la reserva de Carbono orgánico más abundante del planeta, como resultado de la fotosíntesis de las plantas que incorporan el CO₂ en carbohidratos. Esta fuente inagotable y sustentable de Carbono es un polímero de glucosa que para poder ser utilizada debe ser transformada previamente en glucosa por enzimas celulolíticas. La utilización de enzimas celulolíticas permitirá degradar residuos de origen vegetal, que contienen celulosa. Los productos tienen el potencial de ser utilizados con múltiples fines como la biosíntesis de etanol por *Saccharomyces cerevisiae*.

La celulosa es insoluble en agua y puede tener estructura amorfa o presentar distintos porcentajes de cristalinidad, debido a una red de puentes de Hidrógeno entre cadenas. En estado cristalino se encuentra formando fibrillas que a su vez forman fibras. Tiene distinta accesibilidad en distintos sustratos. En los sustratos naturales o residuos de origen vegetal lignocelulósicos, las fibras de celulosa se encuentran en una matriz de lignina y hemicelulosa lo que dificulta aún más su accesibilidad a las enzimas.

La hidrólisis de celulosa requiere las siguientes actividades enzimáticas:

- a) Endoglucanasa (**endo-1,4-β-glucanasa; Egl; EC 3.2.1.4**)
- b) Exoglucanasa o cellobiohidrolasa (**exo-1,4-β-glucanasa; Cbh; EC 3.2.1.91**)
- c) β glucosidasa (**β-1,4-glucosidasa; EC 3.2.1.21**)

Las enzimas celulolíticas o celulasas son glicosil hidrolasas, enzimas responsables de la hidrólisis o transglicosilación de enlaces glicosídicos. Las enzimas endoglucanasas y cellobiohidrolasas (Eg y Cbh) están descritas en la base de datos de CAZy (Carbohydrate-Active EnZymes database) (<http://www.cazy.org/index.html>)¹, que se especializa en las enzimas que sintetizan y degradan carbohidratos complejos y glicoconjugados.

Las enzimas con actividad **endoglucanasa** hidrolizan los enlaces glicosídicos interiores de las cadenas de celulosa, iniciando la hidrólisis en zonas amorfas, y tienen

¹ Cantarel, B., Coutinho, P., Rancurel, C., Bernard, T., Lombard, B. and B. Henrissat. 2008. The Carbohydrate-Active EnZymes database (CAZy): an expert resource for Glycogenomics.

como producto cadenas de celulosa con menor grado de polimerización. Las enzimas con actividad **exoglucanasa** continúan la acción de las endoglucanasas sobre la misma cadena (que tiene extremos libres como resultado de la acción de las endoglucanasas) y liberan como producto el dímero de glucosa, la celobiosa. También se unen a otras cadenas en zonas cristalinas, siendo su acción esencial en la degradación de zonas cristalinas. La **β glucosidasa** hidroliza la celobiosa en dos monómeros de glucosa.

Para degradar y utilizar la celulosa, se necesita por lo tanto, contar con todas las enzimas necesarias y que a su vez éstas sean eficientes con el sustrato celulósico a utilizar. Una solución que facilite la producción y la evaluación de enzimas en su eficiencia sobre celulosa cristalina resolvería una etapa crítica en la utilización de residuos celulósicos.

El avance del conocimiento de las relaciones estructura-función de enzimas celulolíticas microbianas y de su interacción y eficiencia con distintos sustratos celulósicos contribuirá a la utilización de recursos celulósicos renovables y por consiguiente al desarrollo sustentable en Uruguay².

² Dale, B. and L. Lynd. 2010. Global Sustainable Bioenergy Project offers a new approach to key bioenergy issues. *Biofuels, Bioprod. Biorefin.* 4:8-11.