

RESUMEN

El mundo encara el agotamiento progresivo de sus recursos energéticos basados mayoritariamente en combustibles no renovables, pero que también su consumo libera gases, contaminando a la atmósfera, lo que conlleva al uso de nuevas alternativas de combustibles basados en recursos renovables. Uno de ellos es la obtención de bioetanol como combustible a partir de residuos lignocelulósicos (compuestos de celulosa, hemicelulosa y lignina) catalogados como desechos agrícolas, siendo éstas materias primas importantes con el fin de la obtención de bioetanol, logrando así que se dé un valor agregado a dichos desechos.

En el presente trabajo se hizo hincapié en la hidrólisis ácida diluida de la paja de trigo (residuo lignocelulósico), realizada en autoclave, siendo un proceso inmerso en la producción de bioetanol. El objetivo del presente trabajo es el de evaluar el tratamiento de hidrólisis ácida con el fin de establecer la mejor condición para la hidrólisis en función de la concentración de azúcares reductores; para ello se realizó un pretratamiento mecánico llevando a cabo una molienda en un procesador eléctrico; posteriormente, se tamizó la muestra y se seleccionó el tamaño de partícula de 0.25 mm para la hidrólisis; la hidrólisis se llevó a cabo en autoclave, con una relación líquido-sólido de 10:1; en el diseño experimental se tomó en cuenta tres factores : tiempo (5 min y 10 min), temperatura (125°C y 135°C) y concentración de ácido sulfúrico (1% y 3%); concluida la hidrólisis se filtró y del filtrado (hidrolizado) se determinó la concentración de azúcares reductores mediante el método Fehling-Causse-Bonnans, donde se pudo concluir que la condición más óptima en hidrólisis en autoclave fue de un tiempo de 5 min, concentración de ácido sulfúrico 3% y temperatura 125°C con una concentración de azúcares reductores de 2,89% (30.04g/l).

INTRODUCCIÓN

Antecedentes

El trigo ha formado parte del desarrollo económico y cultural del hombre, siendo el cereal más cultivado (Prinsen, 2010); los primeros pronósticos para la cosecha de trigo de 2013 apuntan a un aumento de la producción hasta los 690 millones de toneladas, un 4,3 por ciento más que en 2012 (FAO, 2013).

Las especies que más están siendo cultivadas son *Triticum aestivum*, *T. durum*, *T. compactum*. Existen muchas variedades como trigos con paja corta y de alto rendimiento. Entre ellos principalmente se diferencian variedades de otoño/verano (de ciclo largo), variedades de primavera/invierno (de ciclo corto) y variedades alternativas. La duración del periodo vegetativo marca su diferencia. Las variedades de invierno suelen cultivarse en zonas templadas, y las de verano predominan en zonas con inviernos fríos (a altas latitudes) o demasiado suaves (latitudes bajas) (Prinsen, 2010), se muestra a continuación en la figura 1-1 el trigo de manera general.

Figura i-1. Trigo



Fuente: Prinsen, 2010

El mundo encara el agotamiento progresivo de sus recursos energéticos basados mayoritariamente en combustibles no renovables. Al mismo tiempo, el consumo de energía aumenta a ritmos cada vez más crecientes. De otro lado, el consumo global de combustibles genera enormes cantidades de gases contaminantes que son liberados a la atmósfera. Este tipo de contaminación ha causado cambios en el clima del planeta, por lo que se ha convertido en una de las problemáticas que más preocupan a los gobiernos, las ONG's, las comunidades y la opinión pública en general. La única forma de encarar esta problemática es mediante recursos energéticos renovables (Sánchez y Cardona, 2005).

Las emisiones de CO₂ generadas por la producción y uso de biocombustibles son compensadas por la absorción de CO₂ durante el crecimiento de las plantas y de otros materiales vegetales, a partir de los cuales dichos combustibles se producen (Sánchez y Cardona, 2005).

Grandes cantidades de residuos vegetales y agroindustriales son generados y acumulados anualmente en la naturaleza en forma sólida, ocasionando serios problemas de contaminación ambiental y pérdidas de fuentes potenciales de alto valor agregado. Estos problemas traen consigo el aumento del interés de la comunidad científica en encontrar nuevas tecnologías para el aprovechamiento de los mismos en la obtención de productos de alto valor agregado. Dentro de estos residuos (subproductos) se encuentran la paja de trigo (Oficina Estatal de Información para el Desarrollo Rural Sustentable, 2010).

Se han desarrollado muchos tratamientos para hacer los materiales lignocelulósicos más susceptibles a la sacarificación (transformación de un polisacárido en un azúcar más sencillo, entre los cuales se encuentra la hidrólisis ácida (Jiménez et al, 2008).

La hidrólisis de los materiales lignocelulósicos ha sido intensamente investigada y desarrollada en la mayor parte del siglo XX; sin embargo, hasta el presente, diferentes problemas no han sido resueltos completamente.

Por lo tanto, procesos a pequeña y mediana escala, utilizando tecnologías simples son las más recomendables. (Jiménez et al, 2008).

Objetivos

Objetivo General

- Evaluar el tratamiento de hidrólisis ácida de la paja de trigo mediante análisis de azúcares reductores del hidrolizado, con el fin de determinar la condición más óptima del proceso para una posterior fermentación alcohólica destinado a la producción de bioetanol.

Objetivos Específicos

- Realizar una caracterización de la materia prima paja de trigo con el fin de determinar su composición.
- Determinar las variables más importantes para el proceso de hidrólisis ácida diluida a escala de laboratorio.
- Realizar el diseño factorial en función de las variables más importantes para el desarrollo de la investigación.
- Determinar el contenido de azúcares reductores obtenidos en el hidrolizado de la paja de trigo.
- Interpretar los resultados indicando la condición más óptima en función a la concentración de azúcares reductores.

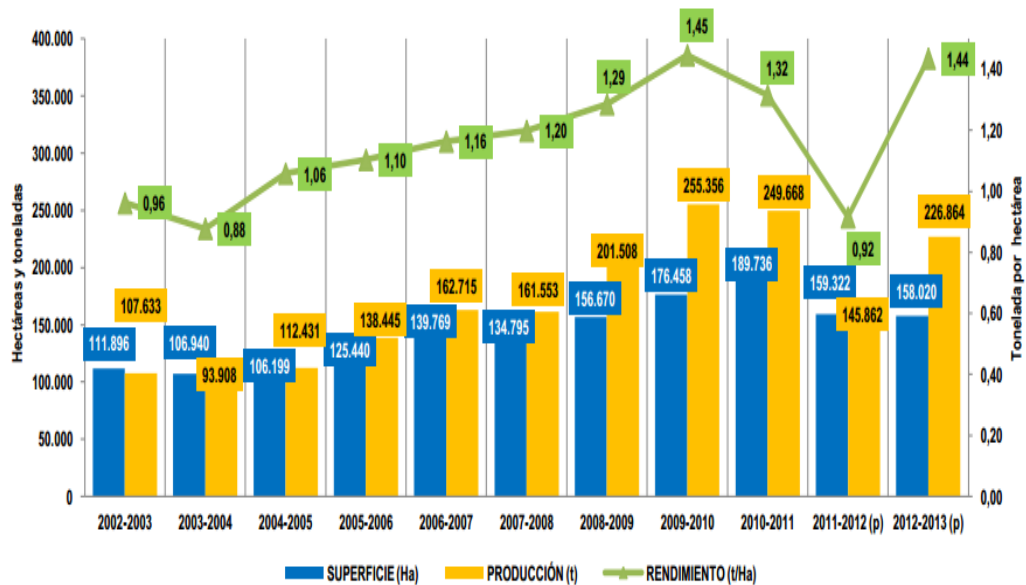
Justificación

Al realizar la evaluación del tratamiento de hidrólisis de la paja de trigo, se sabrá las condiciones más favorables para obtener azúcares reductores con buen rendimiento a nivel laboratorio, incentivando en investigaciones posteriores a encaminar la visión de fermentar el hidrolizado de la paja de trigo y su posterior destilación para obtener bioetanol, lo cual a futuro traería consigo beneficios a las familias productoras de

este cereal motivando de tal manera a otras zonas no productoras a incentivar el cultivo del mismo, mejorando la economía de la gente, dándole un valor agregado a la paja de trigo y buscando más allá, el de utilizar otros desechos agrícolas lignocelulósicos provenientes de cultivos en el departamento de Tarija con el fin de producir biocombustibles, haciendo de que Tarija tenga alternativas de sustentabilidad económica sin depender mayoritariamente de los hidrocarburos, recursos no renovables que a la larga se acabarán o escasearán y de tal forma se busque reducir así las emisiones de gases contaminantes de los vehículos que en Tarija en general usan combustibles no renovables, beneficiando al medio ambiente y abriendo el campo a la producción de biocombustibles.

A continuación se muestra en la figura 1-2 la superficie, producción de trigo en hectáreas, producción en toneladas y rendimiento de toneladas por hectárea en Bolivia en el periodo de 2002-2013:

Figura i-2. Bolivia: Superficie, producción y rendimiento de trigo periodo 2002-2013



Fuente: Instituto Boliviano de Comercio Exterior (IBCE), 2014

Se muestra a continuación en el cuadro I-1 la Superficie, Producción y rendimiento de cereales en el departamento de Tarija entre ellos el trigo, durante la gestión 2007-2008:

Cuadro i-1. Tarija: Superficie, Producción y Rendimiento, Año Agrícola 2007-2008

CULTIVO	SUPERFICIE (Hectáreas)	PRODUCCIÓN (Toneladas métricas)	RENDIMIENTO (Kg./ha.)
TOTAL	87.037		
Cereales	48.010		
Amaranto	4	5	1.250
Arroz con cáscara	953	1.437	1.508
Avena en grano	259	248	958
Cebada en grano	542	370	683
Centeno en grano	6	4	667
Maíz en grano	41.621	75.694	1.819
Quinua	32	13	406
Sorgo en grano	27	37	1.370
Trigo	4.566	3.298	722

Fuente: ENA, 2008

Según SEDAG, 2014, las zonas productoras de trigo en Tarija son:

- Provincia Méndez: Huacata, Huancairo, Sella, Sella Méndez, Sella Cercado, Tarija Cancha, Tucumillas
- Provincia Cercado: San Pedro Buena Vista, San Pedro de Sola, Rincón de la Victoria, Junacas, Yesera, Microcuenca del río Santa Ana, San Agustín, Alto España.
- Provincia Arce: Abra de la cruz, Huacanqui, Chalarmarca.
- Provincia Gran Chaco: Yacuiba, Villamontes y en parte en Caraparí.
- Provincia Avilés: Santa Bárbara, Colón Sud, Colón Norte, entre otros.

Según EMAPA, 2014, entre las variedades más cultivadas en la región se encuentran las siguientes: Variedad San Pedro, San Mateo, San Pablo, San Marcos, y la más cultivada la BR-18.

Como se pudo observar, existe una producción considerable de este cereal, lo que hace posible considerar su uso como alternativa de biocombustible a la paja de trigo.

En el presente trabajo se hará una evaluación del tratamiento de hidrólisis ácida de la paja de trigo, determinando las condiciones más favorables para la obtención de azúcares reductores presentes en el hidrolizado a nivel laboratorio, para ser usados en otras investigaciones orientadas a la producción de bioetanol.