



**INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL**

---



**CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN  
BIOTECNOLOGÍA APLICADA**

**“ESTUDIO DEL EFECTO DE LIGNOCELULOSA DE DIFERENTE ORIGEN VEGETAL  
EN LA FORMACIÓN DE INHIBIDORES DE FERMENTACIÓN ALCOHÓLICA PARA  
LA LEVADURA DEL INGENIO AZUCARERO LA GLORIA”**

**T E S I S**  
PARA OBTENER EL GRADO DE  
**MAESTRÍA EN BIOTECNOLOGÍA APLICADA**

PRESENTA:  
**LUCILA MÁRQUEZ PALLARES**

DIRECTOR:  
**DR. SERGIO R. TREJO ESTRADA**

TEPETITLA DE LARDIZABAL, TLAX., ENERO DE 201

## ABSTRACT

Cellulosic wastes agave industrial agricultural origin as well as sugar cane and plant species that grow like weeds and softwoods allow reuse by physical processing, thermal, enzymatic and chemical, to obtain specific products thus obtaining a better chance of industrialization. All waste cells are formed of three major components: cellulose, hemicellulose and lignin, which vary with the type of material. The various investigations of these materials have been focused on the use of cellulose in the paper industry, microbial protein livestock feed, among others, in this research is used for fermentation and production of sugars for ethanol production. The routes of hydrolysis of cellulosic wastes can basically be using as the catalyst approach and are using two methods: acid and alkaline hydrolysis. During the hydrolysis process generates a high concentration of sugars such as glucose, xylose and cellobiose. The rate of production of these sugars, is directly related to temperature, pH, amount of enzyme to base hydrolysis and acid type enzyme to acid hydrolysis. The reduction or increase of sugars is indicated by the measurement of ARD and ART, and specifically by HPLC. The species used in this research are salmiana agave, Rottboellia, bagasse, Liquidambar styraciflua, and Panicum maximum. Through an analysis of variance (DCA) concluded that pretreatment with 98% alcohol does not influence the release of fermentable sugars. Through an analysis of two factors and three replicates was concluded that the plant material with increased release of sugars is 31.55% bagasse Liquidambar followed with 19.24% and 17.63% Panicum maximum with Agave salmiana and finally with 14, 67, it should be noted that these yields were obtained with sulfuric acid pretreatment to 1.6%. The material analysis by HPLC revealed that the yields are mentioned by 50% to 45% glucose and xylose, the other 5% were due to various sugars. Enzymatic pretreatment with the highest yield was 25.98 which corresponds to bagasse, 12.66% were Panicum maximum, with 11.7% agave and sweetgum with 10.05%. HPLC analysis indicates that 90% of these sugars corresponding to glucose and other sugars 10% different, so the fermentation was carried out with enzymatic pretreatment hydrolysates due to better uptake of glucose by yeast. The fermentation was carried out with 5 different resulting yeast fermentation the highest yield at 87% over the target and was obtained by Safmex yeast that is used by the sugar mill La Gloria

## RESÚMEN

Los desperdicios celulósicos de origen agrícola industrial de agave al igual que los de caña de azúcar así como las especies vegetales que crecen como malezas y maderas blandas permiten ser reutilizados por medio de tratamientos físicos, térmicos, enzimáticos y químicos; para la obtención de productos específicos obteniendo así, mejores oportunidades de industrialización. Todos los desperdicios celulósicos se encuentran formados de tres componentes importantes: celulosas, hemicelulosas y lignina, que varían de acuerdo con el tipo de material. Las diversas investigaciones de estos materiales han sido enfocadas a la utilización de la celulosa en la industria del papel, proteína microbiana, alimento para ganado, entre otras, en esta investigación se utiliza para fermentación y obtención de azúcares para la producción de etanol

Las rutas de hidrólisis de desperdicios celulósicos básicamente pueden hacerse empleando como criterio el catalizador que utilizan y son dos vías: hidrólisis ácida y alcalina. Durante el proceso de hidrólisis se genera una alta concentración de azúcares como glucosa, xilosa y celobiosa. La velocidad de producción de estos azúcares, está directamente relacionada con la temperatura, pH, cantidad de enzima para la hidrólisis básica enzimática y tipo de ácido para la hidrólisis ácidas. La reducción o aumento de los azúcares se ve indicada con la medición de ARD y ART, y de forma específica por HPLC.

Las especies utilizadas en esta investigación son agave salmiana, rottboellia, bagazo de caña, liquidámbar styraciflua, y panicum máximum.

Con un análisis de varianza (DCA) se concluyó que el pretratamiento con alcohol al 98% no influye en la liberación de azúcares fermentables. Con un análisis de dos factores y tres replicas se concluyó que el material vegetal con mayor liberación de azúcares es el bagazo con 31.55% seguido de Liquidambar con 19,24% y Panicum Maximum con 17,63% y por último Agave Salmiana con 14,67, cabe resaltar que estos rendimientos se obtuvieron con un pretratamiento de ácido sulfúrico al 1,6%. El análisis de los materiales por HPLC reveló que los rendimientos mencionados corresponden en un 50% a glucosa y 45% a xilosa el otro 5% se debió a diversos azúcares.

Con el pretratamiento enzimático el mayor rendimiento fue de 25,98 que corresponde a bagazo, el 12,66% corresponde a Panicum Maximum, agave con 11,7% y liquidámbar con 10,05%. El análisis por HPLC indica que el 90% de estos azúcares corresponde a Glucosa y el otro 10% a azúcares diversos, por lo que se llevó acabo la fermentación con los hidrolizados con pretratamiento enzimático debido a la mejor asimilación de la glucosa por las levaduras. La fermentación se llevo a cabo con 5 levaduras diferentes resultando el mayor rendimiento de fermentación en 87% con respecto al blanco y fue obtenido por la levadura Safmex que es utilizada por el Ingenio Azucarero La Gloria.