



UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER
BIBLIOTECA EDUARDO COTE LAMUS



RESUMEN

AUTORES: CLAUDIA VANESSA CELY ILLERA
JOSMAN ANDREY VELASCO MENDOZA
DIEGO ARMANDO CELIS MORA

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS Y DEL AMBIENTE

PLAN DE ESTUDIOS: DE INGENIERÍA BIOTECNOLÓGICA

DIRECTOR: HERBERTH MILTON MOJICA SANCHEZ
LAURA YOLIMA MORENO ROZO

TITULO DE LA TESIS: EVALUACIÓN DE CINCO VARIEDADES DE CAÑA DE AZÚCAR *Saccharum officinarum* (CCSP89259, CC8475, CC8592, SP701284 Y CC87474) PROMISORIAS DEL VALLE DEL RÍO ZULIA EN CUANTO A LA PRODUCCIÓN DE ALCOHOL ETÍLICO A ESCALA PILOTO.

RESUMEN:

Se realizó selección de cinco variedades de caña de azúcar teniendo en cuenta la opinión y observaciones tanto de los ingenieros de COOPECAÑA (entidad que aportó la materia prima) como de la UFPS. También se obtuvo la cepa fermentadora *Saccharomyces cerevisiae* que se utilizó en el proceso realizando a la misma pruebas de pureza y viabilidad. Se realizaron fermentaciones a escala 1 L con el jugo extraído y suplementado que aportó cada variedad, para comparar los rendimientos de producto a partir de sustrato (Yps); el jugo se ajustaba a 100 g/L de ATR para evitar la inhibición de la levadura, de tal forma se seleccionaron las 2 mejores variedades, que se llevaron a escala 10 L y se encontró que la mejor variedad fue la CC87474 que obtuvo un Yps de 0,79 llevando esta a escala de 100 L para evaluar sus rendimientos a escala piloto.

CARACTERÍSTICAS:

PAGINAS 145 PLANOS: 3 ILUSTRACIONES: 1 CD-ROM: 1

EVALUACIÓN DE CINCO VARIEDADES DE CAÑA DE AZÚCAR *Saccharum officinarum* (CCSP89259, CC8475, CC8592, SP701284 Y CC87474)
PROMISORIAS DEL VALLE DEL RÍO ZULIA EN CUANTO A LA PRODUCCIÓN
DE ALCOHOL ETÍLICO A ESCALA PILOTO

CLAUDIA VANESSA CELY ILLERA
JOSMAN ANDREY VELASCO MENDOZA
DIEGO ARMANDO CELIS MORA

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS Y DEL AMBIENTE
PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA BIOTECNOLÓGICA
SAN JOSÉ DE CÚCUTA
2009

EVALUACIÓN DE CINCO VARIEDADES DE CAÑA DE AZÚCAR *Saccharum officinarum* (CCSP89259, CC8475, CC8592, SP701284 Y CC87474)
PROMISORIAS DEL VALLE DEL RÍO ZULIA EN CUANTO A LA PRODUCCIÓN
DE ALCOHOL ETÍLICO A ESCALA PILOTO

CLAUDIA VANESSA CELY ILLERA
JOSMAN ANDREY VELASCO MENDOZA
DIEGO ARMANDO CELIS MORA

Trabajo de grado presentado como requisito para obtener el título
de Ingeniero Biotecnológico

Director
HERBERTH MILTON MÓJICA SANCHEZ
Ingeniero Químico

LAURA YOLIMA MORENO ROZO
MSc. Biotecnología de Microorganismos

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS Y DEL AMBIENTE
PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA BIOTECNOLÓGICA
SAN JOSÉ DE CÚCUTA
2009



UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS Y DEL AMBIENTE
INGENIERÍA DE PRODUCCIÓN BIOTECNOLÓGICA

ACTA DE SUSTENTACION DE UN TRABAJO DE GRADO

FECHA: 09 DE MARZO DE 2009

HORA: 4:20 P.M.

LUGAR: SALA 3 EDIFICIO CREAD

PLAN DE ESTUDIOS: INGENIERIA BIOTECNOLÓGICA

TITULO DE LA TESIS: "EVALUACIÓN DE CINCO VARIEDADES DE CAÑA DE AZÚCAR *SACCHARUM OFFICINARUM* (CCSP89259, CC 8592, SP701284 Y CC87474) PROMISORIAS DEL VALLE DEL RÍO ZULIA EN CUANTO A LA PRODUCCIÓN DE ALCOHOL ETÍLICO A ESCALA PILOTO"

MODALIDAD: INVESTIGACIÓN


JURADOS: CLAUDIA ELIZABETH DIAZ CASTAÑEDA
RICARDO GARCIA RAMIREZ

DIRECTOR: HERBERTH MILTON MOJICA SANCHEZ
LAURA YOLIMA MORENO ROZO

NOMBRE DEL ESTUDIANTE	CODIGO	CALIFICACION
CLAUDIA VANESSA CELY ILLERA	161400	4.7
JOSMAN ANDREY VELASCO MENDOZA	161402	4.7
DIEGO ARMANDO CELIS MORA	161401	4.7

OBSERVACIONES:
MERITORIA

FIRMA DE LOS JURADOS:




Vo.Bo. Coordinador Comité Curricular



A mis padres, Mercedes y Jairo, que siempre me han enseñado que estoy destinada a las cosas grandes, y que solo me basta con proponerme algo para conseguirlo.

A ellos que con su ejemplo de lucha, empuje y sacrificio han hecho de nuestra familia un hogar deseado por muchos pero solo gozado por nosotros cinco.

Gracias, simplemente por darme el don de la vida, por permitirme ser su Princesa y su Nena, por enseñarme el camino correcto que me permite cumplir este gran logro hoy.

Los amo inmensamente y mis logros se convertirán en su orgullo así como los suyos son el motor que me impulsa cada mañana.

A mis hermanos, Leonardo e Indira, a quienes les debo mi nombre, con los que contare hoy y siempre, y quienes me demuestran de formas muy particulares a cada instante todo el amor y cuidado que siempre están dispuestos a darme.

A ellos porque se han puesto en la tarea de comprobarme que para los hermanos Cely Illera no hay imposibles y que a las personas como nosotros solo nos esperan cosas buenas y puertas abiertas.

A mi tío Héctor Illera, que desde el cielo me cuida y que a parte de mis padres y hermanos es la persona que mas me gustaría que estuviese conmigo en el cumplimiento de este logro tan importante, porque sé que estaría demasiado orgulloso.

A él, que es una de los seres que más amo en la vida y que se fue demasiado rápido, no pudiendo gozar y compartir con él de la manera que desde pequeña siempre lo hice y que ahora extraño de una forma inimaginable.

Claudia Vanessa.

Dedico la realización de este proyecto en primer lugar a Dios quien hace posible todas las cosas y nos concede los dones y las capacidades para asumir grandes retos y llevarlos a feliz término. También dedico este trabajo a mis padres quienes han sido un apoyo fundamental en toda mi carrera profesional, han trabajado hombro a hombro para mi formación como persona y lo seguirán haciendo sin escatimar ningún esfuerzo.

Josman Andrey.

La realización de este trabajo está dedicado a mis padres Carlos y Nancy, y a mi hermana Beatriz. Su apoyo incondicional y a la motivación que generan en mi vida, son las bases fundamentales que me han permitido alcanzar las metas propuestas a lo largo de mi vida.

A mis compañeros de tesis, Claudia Cely, y Josman Velasco, personas excepcionales y versátiles a quienes les debo gran parte de mi formación académica.

Y a todas las personas que estén interesadas en nutrirse con conocimiento científico, con el cual se pueda poner en alto el nombre de Colombia.

Diego Armando.

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan sus agradecimientos a:

A Dios por proveer todo lo necesario para que este proyecto llegase a ser una realidad, darnos la oportunidad de conocer y trabajar al lado de personas excelentes, por ser nuestro amparo y nuestra fortaleza en los momentos difíciles y permitir que todos los obstáculos fueran superados para que hoy podamos ver con orgullo el trabajo realizado. (“Todo lo puedo en Cristo que me fortalece” Filipenses 4:13)

A la cooperativa de cañicultores COOPECAÑA. A su gerente Edgar Hernán Fuentes, quien desde un principio se mostro dispuesto a colaborar con la ejecución de este proyecto, dando su aval para la obtención de la materia prima necesaria para la investigación. A Emperatriz Botello que siempre nos colaboro en toda la tramitología necesaria para cumplir con la obtención del material de trabajo y a los ingenieros de campo Luis Eduardo Ordoñez y Viviana Obando quienes nos orientaron y compartieron su gran numero de conocimientos para la puesta en marcha y desarrollo del proyecto.

A MSc. Yaneth Muñoz Peñaloza, directora del plan de estudios de Ingeniería Biotecnológica, quien se comprometió desde un principio con la investigación, colaborándonos en asesorías y tramitologías y que siempre nos demostró su apoyo incondicional a lo largo de estos 18 meses de investigación.

A nuestra directora MSc. Laura Moreno Roza, quien desde un principio dio su visto bueno para hacer parte de este proyecto, y que nos demostró su apoyo incondicional hasta el último día, impartiéndonos sus conocimientos y facilitándonos las instalaciones del laboratorio de Microbiología General que ella dirige para desarrollar las primeras fases de la investigación.

A nuestro director Heberth Mojica, quien colaboro con las especificaciones y cálculos del equipo de destilación.

A don Raúl Meneses Rincón, quien fue el encargado de la difícil tarea de la construir el equipo de destilación contemplado como uno de los objetivos más importantes de este proyecto.

A él, porque siempre se demostró abierto a solucionar de la manera amable el gran número de inconvenientes que se presentaron en esta parte de la investigación, y en quien depositamos toda nuestra confianza siendo gratamente recompensados.

A la MSc Lina María Agudelo y el PhD Juan Carlos Quintero, de la Universidad de Antioquia, quienes no dudaron al momento de compartir sus importantes y valiosos conocimientos en investigaciones previas realizadas por sus grupos de investigación en este campo y de las cuales ellos eran responsables. Gracias porque siempre se mostraron abiertos a prestar cualquier tipo de colaboración que estuviese siendo requerida en la investigación.

A todos los asistentes que hacen parte del complejo biotecnológico de los campo Elíseos, Alexis, Yenny, Adriana, Luciano, William, Mayela quienes considerando las condiciones limitantes de espacio en los mismos siempre en alguna fase de la investigación fueron involucrados en ella, prestándonos la colaboración propia de su cargo y siendo guías como egresados de nuestro mismo plan de estudios. Queremos agradecer especialmente a Hazel Vergel, quien fue la persona que nos acompañó en las fases más importantes de la investigación y que siempre se mostro dispuesta a hacernos las labores más fáciles y asequibles.

Al director del departamento de Fluidos, Hidráulicas Y Térmicas, Alberto Falla quien se mostró dispuesto a colaborar con la instalación del equipo de destilación en las instalaciones de los laboratorios que el maneja, dándonos el espacio necesario para la puesta en marcha del equipo y la culminación de la investigación

Y por último, pero no menos importante, les queremos agradecer a nuestros compañeros de batalla, aquellos que compartieron interminables jornadas con nosotros, aquellos que formaron parte de nuestro grupo de estudio, aquellos compañeros de laboratorio que también estaban buscando llevar a cabo una investigación, gracias a todos aquellos que ahora son compañeros y que después de unos días serán colegas porque con sus distintas formas de ver la vida, con su sentido del humor, con sus ocurrencias, hicieron más amena nuestra estadía en la universidad, gracias por compartir estos 12 semestres, estos 6 años de su vida con cada uno de nosotros.

Nombrarlos se volvería tediosos y seguro alguno se molestaría considerando que por algún descuido no estuviese en esa larga lista, pero todos ellos cuando lean esto sabrán que hicieron parte importante de nuestras vidas, que juntos hicimos más llevadero este camino y que en un futuro aunque distanciados unos de otros siempre seguiremos siendo un solo equipo.

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	23
1. CAÑA DE AZÚCAR	25
1.1 REQUERIMIENTOS CLIMÁTICOS Y EDÁFICOS	26
1.2 LEVADURA	28
1.3 SACCHAROMYCES CEREVISIAE	29
1.4 FERMENTACIÓN	31
1.5 FERMENTACIÓN ALCOHÓLICA	33
1.6 ETANOL	36
1.7 DESTILACIÓN	43
1.8 RENDIMIENTO DE PRODUCTO A PARTIR DE SUSTRATO	46
1.9 TORRES DE DESTILACIÓN	48
1.9.1 Columna de empaques	48
1.9.2 Empaques	48

1.9.3 Diámetro de la columna	51
1.9.4 Altura de la zona empacada (H)	51
2. INVESTIGACION	54
2.1 POBLACIÓN Y MUESTRA	54
2.2 HIPÓTESIS	54
2.3 VARIABLES	55
2.4 FASES DE LA INVESTIGACIÓN	55
3. RESULTADOS Y ANÁLISIS	81
3.1 OBTENCIÓN DE LA MATERIA PRIMA	81
3.2 OBTENCIÓN DEL MICROORGANISMO FERMENTADOR (<i>Saccharomyces cerevisiae</i>).	87
3.3 ENSAYOS PRELIMINARES AL PROCESO FERMENTATIVO.	90
3.4 FERMENTACIÓN A ESCALA 1 LITRO	98
3.5 FERMENTACIÓN A ESCALA 10 LITROS	108
3.6 FERMENTACIÓN A ESCALA 100 LITROS	115
3.7 CONSTRUCCIÓN DE UNA TORRE DE DESTILACIÓN EMPACADA	119

3.8 DESTILACIÓN EN LA TORRE EMPACADA	126
4. CONCLUSIONES	131
5. RECOMENDACIONES	133
BIBLIOGRAFÍA	135
ANEXOS	136