



UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER
BIBLIOTECA EDUARDO COTE LAMUS



RESUMEN TESIS DE GRADO

AUTOR (ES):

NOMBRE (S): LEIDY PATRICIA **APELLIDOS:** QUINTERO MORA

NOMBRE (S): YENIS **APELLIDOS:** MARTÍNEZ CASTILLA

FACULTAD: CIENCIAS AGRARIAS Y DEL AMBIENTE

PLAN DE ESTUDIOS: INGENIERIA BIOTECNOLOGICA

DIRECTOR:

NOMBRE (S): NESTOR ANDRES **APELLIDOS:** URBINA SUAREZ

TITULO DE LA TESIS: PRODUCCIÓN DE BIOETANOL UTILIZANDO UN JARABE GLUCOSADO OBTENIDO A PARTIR DE SUBPRODUCTOS AGROINDUSTRIALES POR CULTIVO EN LOTE UTILIZANDO *Saccharomyces sp.*

RESUMEN:

En el presente trabajo de investigación se planteó la producción de bioetanol utilizando un jarabe glucosado elaborado a partir de residuos de papa, naranja y yuca por cultivo en lote. Se lograron identificar ocho cepas correspondientes al género *Candida sp.* y *Saccharomyces sp.* Se realizaron fermentaciones en base a un diseño factorial 4x2, donde se encontró que no existieron diferencias significativas ($p \geq 0,05$) en la producción de etanol. Sin embargo en las interacciones entre variables si se encontraron diferencias altamente significativas ($p \leq 0,05$) con una producción de etanol de 25,05 g/L y 20,65 g/L para las cepas LYP y CLT en los jarabes de naranja y yuca respectivamente.

Palabras clave: producción, bioetanol, subproductos agroindustriales, cultivo.

CARACTERÍSTICAS:

PAGINAS: 110

PLANOS:

ILUSTRACIONES:

CD-ROM: 1

PRODUCCIÓN DE BIOETANOL UTILIZANDO UN JARABE GLUCOSADO
OBTENIDO A PARTIR DE SUBPRODUCTOS AGROINDUSTRIALES POR
CULTIVO EN LOTE UTILIZANDO *Saccharomyces sp.*

LEIDY PATRICIA QUINTERO MORA
YENIS MARTÍNEZ CASTILLA

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS Y DEL AMBIENTE
PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERIA BIOTECNOLOGICA
SAN JOSE DE CUCUTA
2013

PRODUCCIÓN DE BIOETANOL UTILIZANDO UN JARABE GLUCOSADO
OBTENIDO A PARTIR DE SUBPRODUCTOS AGROINDUSTRIALES POR
CULTIVO EN LOTE UTILIZANDO *Saccharomyces sp.*

LEIDY PATRICIA QUINTERO MORA
YENIS MARTÍNEZ CASTILLA

Trabajo de grado presentado como requisito para obtener el título de
Ingeniera Biotecnológica

Director
NESTOR ANDRES URBINA SUAREZ
Ingeniero de Producción Biotecnológica
Msc. en Biotecnología y Bioingeniería

Co-directora
YANETH AMPARO MUÑOZ PEÑALOZA
Ingeniera Química

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS Y DEL AMBIENTE
PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERIA BIOTECNOLOGICA
SAN JOSE DE CUCUTA
2013

ACTA DE SUSTENTACION DE UN TRABAJO DE GRADO

FECHA: 09 DE AGOSTO DE 2013

HORA: 2:00 P.M.

LUGAR: LABORATORIO EMPRESARIAL 104

PLAN DE ESTUDIOS: INGENIERIA BIOTECNOLÓGICA

TÍTULO DE LA TESIS: "PRODUCCIÓN DE BIOETANOL UTILIZANDO UN JARABE GLUCOSADO OBTENIDO A PARTIR DE SUBPRODUCTOS AGROINDUSTRIALES POR CULTIVO EN LOTE UTILIZANDO *Saccharomyces sp.*".

MODALIDAD: INVESTIGACIÓN

JURADOS: JOSMAN A VELASCO MENDOZA
ALEXIS ANTONIO MEDINA SANCHEZ
CARLOS JULIO GALVIS FERREIRA

DIRECTOR: NÉSTOR ANDRES URBINA SUAREZ
CO -DIRECTORA: YANETH AMPARO MUÑOZ PEÑALOZA

NOMBRE DEL ESTUDIANTE	CÓDIGO	CALIFICACIÓN
LEIDY PATRICIA QUINTERO MORA	1610154	4.7
YENIS MARTÍNEZ CASTILLA	1610172	4.7

OBSERVACIONES: MERITORIA

FIRMA DE LOS JURADOS:



Vo.Bo. Coordinador Comité Curricular



A El Señor todo poderoso que es el que nos capacita en todo conocimiento, arte y ciencia.

Con amor a mis padres Luis Emiro Quintero Barajas y Betsabé Mora Mora, quienes me brindaron su apoyo incondicional durante la carrera y han trabajado con su máximo esfuerzo para hacer de mí una persona integral y una gran profesional.

A mi hermano Luis Emiro Quintero Mora, para que este trabajo sea su orgullo y fuerza para continuar con su desarrollo profesional.

A mis abuelitos, tíos, tías, primos y primas quienes aunque no entendían lo que estudiaba me apoyaron, animaron y aconsejaron para que todo lo hiciera con excelencia dando lo mejor de mí .

A todos mis compañeros de aventura que hicieron de esta carrera la más emocionante y divertida.

Leidy Patricia Quintero Mora

A Dios por llenarme de su sabiduría y acompañarme en cada paso que doy.

Dedico este triunfo especialmente a mi padre Abel Antonio Martínez Arroyo que me acompaña desde el cielo, que dentro de su motivación más grandes era ver a sus hijos obtener lo que el no pudo, papito nos dejaste la riqueza más grande.

A mi madre Cecilia del Carmen Castilla Castro por su constante apoyo y porque no te derrumbaste a pesar de todas las pruebas que Dios puso en nuestro camino.

A mis hermanos Luisa Fernanda Martínez Castilla, Mónica Cecilia Martínez Castilla y Jhon Edinson Martínez Castilla que los amo gracias por su apoyo incondicional aunque no tengan ni idea a lo que me dedicare el resto de mi vida.

A mi amiga Patricia Quintero por todos sus regaños sé que quiere hacer de mí una mejor persona y una gran profesional.

A mis amigos incondicionales Leidy Dayana Salcedo Bautista, Odigrazuly Albornoz, Shirley Botello, Tatiana Rangel, Dayana Vasquez, Claudia Lizcano, Fernando Barrientos, gracias por su apoyo y su voz de aliento.

A mi amigo y casi colega Josman Andrey Velasco Mendoza por enseñarme hacer las cosas bien y porque gran parte del pensamiento científico que hoy poseo es gracias a él.

Por ultimo a todas esas personas que sin darse cuenta nos alentaban a mejorar nuestra investigación, a pesar de lo tropiezos y dificultades que vivimos, esta investigación refleja esfuerzo y dedicación.

Yenis Martínez Castilla

AGRADECIMIENTOS

Las autoras expresan sus agradecimientos a:

Al M.Sc. Néstor Andrés Urbina Suarez. Docente de la Universidad Francisco de Paula Santander, por haber orientado el desarrollo del proyecto de manera permanente, por sus enseñanzas, dedicación, comprensión, paciencia, confianza y motivación.

A la ingeniera Yaneth Amparo Muñoz Peñaloza, por su disposición, acompañamiento y apoyo incondicional durante el desarrollo de nuestra investigación.

Al Ingeniero Josman Andrey Velasco Mendoza, por brindarnos sus conocimientos, por sus constantes consejos, paciencia, confianza, motivación, dedicación y sobre todo lo más valioso por brindarnos su amistad incondicional y acompañamiento durante este proceso de aprendizaje.

A la ingeniera Ashly Lisset Arevalo, por su apoyo, asesorías brindadas y su amistad, por ofrecernos un ambiente de trabajo entretenido con todas las anécdotas vividas.

Al FINU, Fondo de Investigación Nacional Universitario por el apoyo económico para realizar este proyecto de investigación.

Al SINBI, por los conocimientos transmitidos, las capacitaciones brindadas, por apoyarnos en las diferentes etapas de nuestro proceso de formación, por permitirnos crecer como investigadoras.

A los asistentes de los diferentes laboratorios del Centro de Investigación Agraria y del medio ambiente de la Universidad Francisco de Paula Santander. Sede los Patios, por sus consejos, su paciencia y por animarnos siempre a seguir adelante.

CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	19
1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	21
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	21
1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	22
1.3 JUSTIFICACIÓN	22
1.4 OBJETIVOS	23
1.5 DELIMITACIONES	24
2. REFERENTES TEÓRICOS	25
2.1 ANTECEDENTES	25
2.2 MARCO TEÓRICO	28
2.2.1 Aprovechamiento de residuos agroindustriales en Colombia	28
2.2.2 Residuos agroindustriales seleccionados	31
2.2.2.1 Naranja	31
2.2.2.2 La papa	32
2.2.2.3 La yuca	33
2.2.3 Biocombustibles	34
2.2.3.1 Biocombustibles de primera generación	34
2.2.3.2 Biocombustibles de segunda generación	35
2.2.3.3 Biocombustibles de tercera generación	35
2.2.3.4 Biocombustibles de cuarta generación	36

2.2.4 Etanol	36
2.2.4.1 Producción de etanol a partir de almidón	36
2.2.4.2 Producción de etanol a partir de biomasa lignocelulósica	37
2.2.5 Hidrólisis	38
2.2.5.1 Hidrólisis ácida	39
2.2.6 Fermentación alcohólica	39
2.2.7 Microorganismos fermentadores	40
2.2.8 Levaduras	41
2.2.8.1 <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	41
2.2.8.2 Requerimientos nutricionales	42
2.2.8.3 Conversión de azúcar a etanol	43
2.3 MARCO LEGAL	44
3. DISEÑO METODOLOGÍCO	48
3.1 TIPO DE INVESTIGACION	48
3.2 POBLACIÓN Y MUESTRA	48
3.2.1 Población	48
3.2.2 Muestra	48
3.3 HIPÓTESIS	48
3.3.1 Hipótesis experimental	48
3.3.2 Hipótesis nula	48
3.4 VARIABLES	48
3.4.1 Variables dependientes	48
3.4.2 Variables independientes	49
3.4.3 Variables intervinientes	49

4. FASES DEL ESTUDIO	50
4.1 AISLAMIENTO DE CEPAS NATIVAS	50
4.2 CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA	51
4.3 CARACTERIZACIÓN BIOQUÍMICA	51
4.3.1 Asimilación de compuestos carbonados	51
4.3.2 Asimilación de compuestos nitrogenados	51
4.3.3 Prueba de fermentación de compuestos carbonados	52
4.4 IDENTIFICACIÓN BIOQUÍMICA CON EL KIT API 20 C AUX®	52
4.5 OBTENCIÓN DE MUESTRAS	53
4.6 TRATAMIENTO DE LOS RESIDUOS ORGÁNICOS	53
4.6.1 Pre- tratamiento de los residuos	53
4.6.2 Secado de los residuos	53
4.7 DISEÑO EXPERIMENTAL PARA LA DETERMINACIÓN DE LAS CONDICIONES ÓPTIMAS DE HIDRÓLISIS	54
4.8 HIDRÓLISIS QUÍMICA	55
4.9 FERMENTACIONES	55
4.9.1 Diseño experimental	55
4.9.2 Prueba de tolerancia a etanol	56
4.9.3 Medio de fermentación	56
4.9.4 Preparación del inóculo	56
4.10 SEGUIMIENTO Y DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS CINÉTICOS	57
4.11 ANÁLISIS ESTADÍSTICO	58
5. RESULTADOS	59

5.1 AISLAMIENTO Y CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA	59
5.2 CARACTERIZACIÓN BIOQUÍMICA	61
5.2.1 Asimilación de compuestos carbonados	61
5.2.2 Asimilación de compuestos nitrogenados	62
5.2.3 Prueba de fermentación de compuestos carbonados	63
5.3 IDENTIFICACIÓN BIOQUÍMICA CON EL KIT API 20 C AUX®	65
5.4 OBTENCIÓN DE MUESTRAS	66
5.5 TRATAMIENTO DE LOS RESIDUOS ORGÁNICOS	67
5.5.1 Pre- tratamiento de los residuos	67
5.5.2 Secado de los residuos	67
5.6 DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL PROCESO DE HIDRÓLISIS	68
5.7 HIDRÓLISIS QUÍMICA	73
5.8 PRUEBA DE TOLERANCIA A ETANOL	74
5.9 FASE DE FERMENTACIÓN	76
5.9.1 Medios de fermentación	76
5.9.2 Preparación del inóculo	77
5.9.3 Fermentación de los jarabes obtenidos	78
5.10 SEGUIMIENTO DE LOS PARÁMETROS CINÉTICOS DE LA FERMENTACIÓN	78
5.11 DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS CINÉTICOS	85
5.12 ANÁLISIS ESTADÍSTICO	87
6. CONCLUSIONES	91
7. RECOMENDACIONES	93

BIBLIOGRAFIA	94
ANEXOS	100