

**ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO Y FÍSICO-QUÍMICO
AL PROCESO DE ELABORACIÓN DE AZÚCAR,
SUS PRODUCTOS Y ALCOHOL EN
RIOPAILA CASTILLA S.A.**

BEATRIZ EUGENIA GONZÁLEZ PALOMINO



**UNIVERSIDAD DEL QUINDIO
FACULTAD DE CIENCIAS BÁSICAS Y TECNOLOGÍAS
PROGRAMA DE QUÍMICA
ARMENIA
2008**

**ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO Y FÍSICO-QUÍMICO
AL PROCESO DE ELABORACIÓN DE AZÚCAR,
SUS PRODUCTOS Y ALCOHOL EN
RIOPAILA CASTILLA S.A.**

BEATRIZ EUGENIA GONZÁLEZ PALOMINO

**Trabajo de grado presentado como requisito parcial para
Optar por título de Químico**

Director (a):

**ALBA LUCÍA DUQUE CIFUENTES
Presidenta Consejo Curricular
Programa de Química**

**UNIVERSIDAD DEL QUINDIO
FACULTAD DE CIENCIAS BÁSICAS Y TECNOLOGÍAS
PROGRAMA DE QUÍMICA
ARMENIA
2008**

Nota de aceptación

Presidente del Jurado

Jurado

Jurado

La Paila (Valle del Cauca), 08 mayo de 2008

DEDICATORIA

A Dios por guiarme, iluminarme y acompañarme en cada momento, fortaleciendo siempre mi espíritu.

A mis padres Adolfo y Margarita, hermanos Gustavo Adolfo y Jaime Andrés, al resto de Mi familia por ofrecerme todo su amor, comprensión y apoyo durante todo este tiempo, en especial mi tía Melba y Mercedes que siempre estuvieron con migo.

A mis abuelos paternos, a mi abuela materna, que aunque no estén en cuerpo, siempre estarán presentes en mi corazón.

A mis compañeros de trabajo en el laboratorio, a los profesores y amigos que me acompañaron, en especial a Sandra milena Montoya Rivera que fue un apoyo incondicional Para conseguir este logro.

Beatriz Eugenia González Palomino.

AGRADECIMIENTOS

Expreso los más sinceros agradecimientos a las siguientes personas:

Luisa Barona, que me dio la oportunidad de realizar mi trabajo en el laboratorio, a Sandra Milena Montoya; que estuvo cerca del proyecto aportando sus conocimientos del área, Alicia Patiño, quien fue una compañera incondicional, al personal administrativo y operativo de Riopaila Industrial S.A.

A mi Directora Alba Lucía Duque, quien con su colaboración y aporte permitió guiarme para la realización de este trabajo, a la secretaria del programa de Química por su colaboración.

A todos los profesores de la Facultad de ciencias Básicas y Tecnologías que estuvieron en todo el proceso de mi carrera, las cuales me brindaron una formación integral como persona y profesional.

A todos muchas gracias.

TABLA DE CONTENIDO

| | Pág. |
|--|-------------|
| 1. INTRODUCCIÓN | 13 |
| 2. OBJETIVOS | 14 |
| 2.1 Objetivo General | 14 |
| 2.2 Objetivos Específicos | 14 |
| 3. MARCO TEORICO | 15 |
| 3.1 Breve Reseña Histórica | 15 |
| 3.2 Proceso de la Caña de Azúcar | 16 |
| 3.2.1 Cosecha | 16 |
| 3.2.2 Corte | 16 |
| 3.2.3 Alce | 17 |
| 3.2.4 Transporte | 17 |
| 3.3 Proceso de la Fabricación de Azúcar | 18 |
| 3.3.1 Ingreso y Preparación de la Caña | 18 |
| 3.3.2 Descargue, Lavado y preparación de la Caña | 18 |
| 3.3.3 Molienda | 19 |
| 3.3.4 Clasificación del Jugo | 19 |
| 3.3.5 Filtración y Clarificación de jugo filtrado | 20 |
| 3.3.6 Evaporación y Clarificación de Meladura | 20 |
| 3.3.7 Cocimiento y Cristalización | 21 |
| 3.3.8 Centrifugación | 21 |
| 3.3.9 Estación Blanco Especial | 22 |
| 3.3.10 Estación Refino | 22 |
| 3.3.11 Fabricación de Melaza | 23 |
| 3.3.12 Fabricación de Alcohol Etílico | 24 |
| 4. METODOLOGÍA | 25 |
| 4.1 Recomendaciones Técnicas Previas a los Análisis | 25 |
| 4.2. Análisis Microbiológicos | 26 |
| 4.2.1 Productos | 29 |
| 4.2.2 Métodos utilizados en los Análisis Microbiológicos | 29 |
| 4.2.3 Determinación de Coliformes por el Método de Tubos Múltiples de Fermentación Para Azúcar Micropulverizada y Jarabes. | 29 |

| | |
|--|----|
| 4.2.4 Análisis de Recuento en Placa para Azúcar Micropulverizada, Jarabes y Materias Primas de Destilería. | 33 |
| 4.2.4.1 Análisis de Bacterias Mesófilas Aerobias para Azúcar Micropulverizada, Jarabes | 34 |
| 4.2.4.2 Análisis de Coliformes, Coliformes Fecales y Hongos (Mohos y Levaduras) | 34 |
| 4.2.5 Análisis en Filtración por Membrana para Azúcares y Agua tratada en la Planta | 37 |
| 4.2.5.1 Análisis de Coliformes, Coliformes Fecales | 38 |
| 4.2.5.2 Análisis de Bacterias Mesófilas Aerobias | 38 |
| 4.2.5.3 Análisis de Hongos (Mohos y Levaduras) | 39 |
| 4.3 Análisis de Destilería | 42 |
| 4.3.1 Escalamiento de la Levadura | 42 |
| 4.3.2 Análisis de Mostos | 45 |
| 4.3.3 Análisis de Materias Primas de Destilería | 46 |
| 4.3.3.1 Análisis de Bacterias Mesófilas Aerobias, Termófilas Aerobias, Coliformes, Coliformes Fecales y Hongos (Mohos y Levaduras) | 47 |
| 4.3.3.2 Análisis de Sulfito Reductores | 47 |
| 4.3.3.3 Análisis de Bacterias Anaerobias Acido Lácticas | 48 |
| 4.4 Análisis Físico – Químicos | 49 |
| 4.4.1 Determinación de Sacarosa en Jugos, Meladuras, Masas, Mieles, Semillas, Bagazo y Cachaza. | 49 |
| 4.4.2 Determinación de la Turbiedad (NTU) en Agua, Jugos y Licores | 52 |
| 4.4.3 Filtro Ayuda Determinación del Float | 55 |
| 4.4.4 Filtro Ayuda Determinación de PH | 56 |
| 4.4.5 Determinación del % Rendimiento en las mallas de 150 | 58 |
| 4.4.6 Determinación del contenido de Alcohol en Mostos | 59 |
| 4.4.7 Determinación de Dextranas en Jugo | 61 |
| 4.4.8 Determinación del color y Turbiedad en Azúcar con Colorímetro | 64 |
| 4.4.9 Prueba de aterronamiento en Azúcar | 67 |
| 4.5 Alcoholes | 68 |
| 4.5.1 Determinación de la Acidez Total | 68 |
| 4.5.2 Determinación del Título Alcohólico | 71 |
| 4.5.3 Determinación de Aldehídos | 73 |
| 4.5.4 Determinación de Ésteres | 77 |
| 4.6 Control Calidad de Empaques | 82 |
| 4.6.1 Determinación del Peso Básico de los Sacos de Polipropileno Para 50Kg de Azúcar | 82 |
| 4.6.2 Determinación de Dimensiones de Sacos de Papel, Polipropileno y polietileno | 83 |

| | |
|---|-----|
| 4.6.3 Determinación de la Humedad de Empaques de Papel | 85 |
| 4.6.4 Determinación de Número de Puntadas por Pulgada | 88 |
| 4.6.5 Determinación del Peso Básico para Papel y Polipropileno | 89 |
| 4.6.6 Tablas con Datos de Referencia de material en Proceso y Producto Terminado | 92 |
| | |
| 5. RESULTADOS OBTENIDOS EN LOS ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS | 116 |
| | |
| 5.1 Resultados de los Análisis de Agua Tratada en la Planta | 116 |
| 5.2 Recuento de Análisis de Azúcar (Método de Filtración por Membrana) | 119 |
| 5.3 Reporte de Azúcar Micropulverizada | 120 |
| 5.6 Resultados de Recuento de Levadura que se entrega a Destilería (Escalamiento) | 120 |
| 5.7 Resultados de Recuento de Levadura en Análisis de Mostos | 121 |
| 5.8 Reporte de Análisis de Materias Primas de Destilería (Método de Recuento en Placa) | 122 |
| | |
| 6. ANÁLISIS DE RESULTADOS MICROBIOLÓGICOS | 130 |
| | |
| 7. 7. RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS FÍSICO – QUÍMICOS | 131 |
| 7.1 Resultados de los Análisis Físico – Químicos de Material en Proceso | 132 |
| 7.2 Reporte de los Análisis Físico – Químico de Producto Terminado | 155 |
| 7.3 Resultados de los Análisis de Alcohol | 167 |
| 7.4 Resultados de los Análisis de agua Tratada | 168 |
| 7.5 Análisis de Resultados Físico – Químicos | 172 |
| | |
| 8. DISCUSIÓN DE RESULTADOS | 173 |
| | |
| 9. CONCLUSIONES | 174 |
| | |
| 10. ANEXOS | 175 |
| | |
| 11. BIBLIOGRAFIA | 185 |

LISTA DE TABLAS

| | Pág. |
|--|------|
| Tabla # 1 Análisis Microbiológicos Para Azúcar | 92 |
| Tabla # 2 Análisis Microbiológicos Para Azúcar Micropulverizada | 92 |
| Tabla # 3 NMP de Bacterias: 3 Tubos de Cada Dilución | 93 |
| Tabla # 4 Soluciones Para el Escalamiento de la Levadura | 94 |
| Tabla # 5 Dosificación de H ₂ SO ₄ , Cal Viva y ayuda Filtrante para la Clarificación de los Materiales de Proceso | 95 |
| Tabla # 6 Existencia de Materiales en Proceso | 96 |
| Tabla # 7 Sacarosa en Masas y Mieles a Partir de Sólidos Refractométricos y Lectura Sacarimétrica | 97 |
| Tabla # 8 Divisor de Clerget a 20°C | 98 |
| Tabla # 9 Corrección por Temperatura para Divisor de Clerget (0.531) | 99 |
| Tabla # 10 Porcentaje de Azúcares Invertidos | 100 |
| Tabla # 11 Miligramos de Azúcares Reductores por 100mL de Solución | 101 |
| Tabla # 12 Sustancias Reductoras en Jugos por el Método Rápido de Lane y Eynon | 102 |
| Tabla # 13 Requisitos Físico - Químicos de los Azúcares | 104 |
| Tabla # 14 Requisitos de Calidad de Azúcar Blanca según NTC 611 | 105 |

| | |
|---|-----|
| Tabla # 15 Requisitos de Calidad de Azúcar Refinada según NTC 778 | 105 |
| Tabla # 16 Requisitos de Calidad de Azúcar Morena según NTC 607 | 106 |
| Tabla # 17 Granulometría de Azúcar Blanca y Refino | 106 |
| Tabla # 18 Pol y Humedad de Azúcar Crudo | 106 |
| Tabla # 19 Grado de Alcohol 15°C (0-19) | 107 |
| Tabla # 20 Grado de Alcohol 15°C (20-40) | 108 |
| Tabla # 21 Grado de Alcohol Fuerza Real 15°C (20-40) | 109 |
| Tabla # 22 Grado de Alcohol Fuerza Real 20°C (20-40) | 110 |
| Tabla # 23 Grado de Alcohol Fuerza Real 20°C (21-40) | 112 |
| Tabla # 24 Grado de Alcohol Fuerza Real 20°C (21-40) | 114 |
| Tabla # 25 Requisitos que debe Cumplir el Agua Potable según Resolución 2115 (22 junio de 2007) | 115 |

LISTA DE FIGURAS

| | Pág |
|--|------------|
| Figura 1. Corte de Caña | 16 |
| Figura 2. Alce de Caña | 17 |
| Figura 3. Transporte de Caña | 17 |
| Figura 4. Proceso de Elaboración de Azúcar | 18 |
| Figura 5. Descargue, Lavado y Preparación de Caña | 18 |
| Figura 6. Molinos | 19 |
| Figura 7. Evaporadores y Operario | 20 |
| Figura 8. Centrifugas y Operario | 21 |
| Figura 9. Estación de Refino | 22 |
| Figura 10 Diagrama de Recuento en Placa | 36 |
| Figura 11. Esquema del Método de Filtración por Membrana | 40 |
| Figura 12. Esquema del Método de Filtración por Membrana para Agua | 41 |
| Figura 13. Diagrama del Escalamiento | 44 |
| Figura 14. Flujograma | 66 |
| Figura 15. Montaje para Determinar Ésteres | 81 |

LISTA DE ANEXOS

| | Pág |
|---|------------|
| Anexo A. Normas Técnicas Colombianas Utilizadas en los Métodos | 175 |
| Anexo B. Plano del Laboratorio | 177 |
| Anexo C. Fotos de Producto Terminado | 178 |
| Anexo D. Fotos de Laboratorio | 178 |
| Anexo E. Fotos de Incubación de Medios | 180 |
| Anexo F. Fotos de Escalamiento | 180 |
| Anexo G. Fotos de Análisis de Mostos | 180 |
| Anexo H. Fotos de Siembras Microbiológicas por el Método de Filtración por Membrana | 181 |
| Anexo I. Fotos de Empaques | 182 |
| Anexo J. Fotos de Riopaila Castilla S.A | 183 |