

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA

**“OBTENCIÓN DE ALCOHOL A PARTIR DE BANANO MADURO DE
DESCARTE”**

Por:

María Fernanda Morales Quispe

**Modalidad de graduación: INVESTIGACION APLICADA. Presentado
a consideración de la UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL
SARACHO”, como requisito para optar el grado académico de
Licenciatura en Ingeniería Química.**

SEPTIEMBRE, 2016

TARIJA-BOLIVIA

V°B°

Msc. Ing. Ernesto Álvarez Gozalvez

DECANO

FACULTAD DE CIENCIAS

Y TECNOLOGIA

Msc. Ing. Silvana Paz Ramírez

VIDECANA

FACULTAD DE CIENCIAS

Y TECNOLOGIA

APROBADA POR:

TRIBUNAL:

Ing. Juan Pablo Herbas

Ing. Luis Fernando Zenteno

Ing. Gustavo Moreno López

ADVERTENCIA

El tribunal calificador del presente trabajo, no se solidariza con la forma, términos, modos y expresiones vertidas en el mismo, siendo éstas responsabilidad del autor.

DEDICATORIA

Dedicado a DIOS; quien es mi sustentador, mi ayuda, mi fuerza y fortaleza, concediéndome las peticiones de mi corazón.

A la persona más grandiosa del mundo; MI MADRE quien es la mayor representación de amor que tengo, quien a pesar del esfuerzo y cansancio reflejado en su rostro por el trabajo, siempre esta con una sonrisa en su rostro reflejándome fuerza y ganas de salir adelante, a la mujer que lo ha dado todo por mi sin esperar nada a cambio
MARGARITA QUISPE GUZMAN

A mi padre JULIO MORALES FLORES a quien veo como digno ejemplo de trabajo, valor y empeño,

Gracias a DIOS y a mis papitos.

A mis docentes, por impartirme sus conocimientos con paciencia y mucho esmero

A mis tribunales por su colaboración y consejos brindados para la conclusión de este trabajo.

AGRADECIMIENTOS

A la universidad Autónoma Juan Misael Saracho, por haber sido mi casa de estudios y el ambiente donde encontré toda la orientación para mi formación profesional

A mis padres por su constante esfuerzo de sacarnos adelante, hoy puedo decir que valió la pena. Gracias Papitos.

Al ingeniero Jorge Tejerina, por su gran colaboración, ayuda, consejos y paciencia hacia mi persona y para la conclusión de este trabajo

A todos mis amigos, compañeros y hermanos que hice durante el transcurso de la Carrera gracias por compartir momentos inolvidables, gracias por su ayuda y colaboración en este trabajo.

A mi amiga María Rene Ruiz por su apoyo e incentivo todo el tiempo, por sus ánimos y más que toda su amistad. Te quiero mucho mejor amiga.

A todos mis hermanos por mostrarme con paciencia y perseverancia es posible conseguir tus objetivos, por su alegría, su interés y confianza depositada en mí.

PENSAMIENTO

“Todo lo puedo en Cristo que me fortalece”

Filipenses 4:13

INDICE

ADVERTENCIA.....	ii
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTOS.....	iv
PENSAMIENTO.....	v
RESUMEN.....	vi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xvi
INDICE DE TABLAS.....	xviii
GLOSARIO, NOMENCLATURA, ABREVIATURAS Y SIMBOLOGÍA UTILIZADA.....	xxi
UNIDADES UTILIZADAS.....	xxiii

INTRODUCCIÓN

ANTECEDENTES.....	1
JUSTIFICACION.....	7
OBJETIVOS.....	8
OBJETIVO GENERAL.....	8
OBEJTIVOS ESPECIFICOS.....	8

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1. GENERALIDADES DE LAS MUSACEAS.....	9
1.2. MORFOLOGÍA Y TAXONOMÍA DEL BANANO.....	10
1.3. FRUTOS CLIMATÉRICOS.....	11
1.4. VARIEDADES CULTIVADAS DE BANANO EN BOLIVIA.....	11
1.5. ETAPAS DEL PERIODO DE VIDA DEL BANANO.....	13
1.5.1. ETAPA DE DESARROLLO.....	13
1.5.2. ETAPA DE PREMADURACIÓN.....	13
1.5.3. ETAPA DE MADURACIÓN.....	14
1.5.4. ETAPA DE SOBRE MADURACIÓN.....	14
1.5.5. ETAPA DE SENESCENCIA.....	14
1.6. REQUERIMIENTOS DE CLIMA, SUELO Y SIEMBRA.....	14
1.7. CUALIDADES DEL BANANO.....	15
1.8. USOS DEL BANANO.....	16
1.9. LEVADURAS.....	16
1.9.1. SACCHAROMYCES CEREVISIAE.....	18

1.10. ADENOSIN TRI FOSFATO	20
1.11. FERMENTACIÓN	22
1.11.1. TIPOS DE FERMENTACIÓN	22
1.11.1.1. Fermentación industrial	22
1.11.1.2. Fermentación industrial típica	23
1.11.1.3. Fermentaciones naturales	23
1.11.1.4. Fermentaciones específicas	24
1.12. FACTORES AMBIENTALES QUE AFECTAN EL PROCESO DE FERMENTACIÓN	24
1.12.1. CONCENTRACION DE AZUCAR	24
1.12.2. AIREACIÓN	25
1.12.3. CONTROL DE TEMPERATURA	25
1.12.4. FORMACIÓN DE ESPUMA.....	25
1.12.5. CONTAMINACIÓN	25
1.13. CONDICIONES FAVORABLES PARA LA FERMENTACIÓN	26
1.13.1. CONDICIONES BIOLÓGICAS	26
1.13.2. CONDICIONES FÍSICAS	26
1.13.3. CONDICIONES QUÍMICAS	26
1.14. ETAPAS DE FERMENTACIÓN	28
1.15. FACTORES PRINCIPALES PARA LA OBTENCIÓN DE ETANOL DE BANANO MADURO	29
1.15.1. CONCENTRACIÓN DE AZÚCAR	29
1.15.2. AIREACIÓN	29
1.15.3. CONTROL DE TEMPERATURA	30
1.15.4. TIEMPO	30
1.15.5. CONTROL DE pH	30
1.16. MATERIAS PRIMAS Y SU IMPORTANCIA PARA EL PROCESO FERMENTATIVO	30
1.16.1. MATERIAS RICAS EN SACAROSA	31
1.16.2. MATERIAS RICAS EN ALMIDÓN	31
1.16.3. MATERIAS RICAS EN CELULOSA	31
1.16.4. CINETICA DE FERMENTACION	31
1.16.4.1. Crecimiento microbiano	32
1.17. DESTILACIÓN	33

1.17.1. DESTILACION SIMPLE	33
1.18. ALCOHOLES	34
1.18.1. ETANOL	34
1.18.1.1. Propiedades fisicoquímicas del etanol.....	34

CAPÍTULO II

PARTE EXPERIMENTAL

2.1. PARTE EXPERIMENTAL DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	36
2.2. OBTENCIÓN DE ALCOHOL A PARTIR DE BANANO MADURO DE DESCARTE	36
2.3. DESCRIPCIÓN DE MATERIA PRIMA.....	38
2.4. PROCESO DE OBTENCIÓN DE ALCOHOL A PARTIR DE BANANO MADURO DE DESCARTE	38
2.4.1. OBTENCIÓN DE MATERIA PRIMA.....	38
2.4.2. LAVADO DE MATERIA PRIMA	39
2.4.3. MACERACIÓN DEL BANANO	39
2.4.4. LICUADO DE BANANO.....	40
2.4.5. ACTIVACIÓN DE LEVADURA	40
2.4.6. FERMENTACIÓN.....	40
2.4.7. FILTRACIÓN	41
2.4.8. DESTILACIÓN SIMPLE	41
2.5. DISEÑO FACTORIAL	43
2.5.1. PARÁMETROS PARA LA OBTENCIÓN DE ALCOHOL A PARTIR DE BANANO MADURO DE DESCARTE EN LA FERMENTACIÓN	43
2.5.2. PARÁMETROS PARA LA OBTENCIÓN DE ALCOHOL A PARTIR DE BANANO MADURO DE DESCARTE EN LA DESTILACIÓN	45
2.6. DESCRIPCIÓN DE LOS EQUIPOS UTILIZADOS EN LA OBTENCIÓN DE ALCOHOL.....	47
2.6.1. EQUIPO DE DESTILACIÓN SIMPLE	47
2.6.2. FERMENTADORES	48
2.6.3. REFRACTÓMETRO PORTATIL.....	49
2.6.3.1. Determinación de grados brix.....	50
2.6.3.2. Determinación de la densidad en jugo de banano	50
2.7. ANÁLISIS FISICOQUÍMICOS REALIZADOS EN EL LABORATORIO DE QUÍMICA.....	50

2.7.1. ALCOHOL PROBABLE	50
2.7.2. ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS REALIZADOS EN EL CEANID	51
2.7.2.1. Análisis fisicoquímico de banano maduro:	51
2.7.2.2. Análisis fisicoquímico de alcohol de banano maduro	51
2.8. BALANCE DE MATERIA.....	52
2.8.1. BALANCE DE MATERIA EN EL LICUADO DE MATERIA PRIMA	52
2.8.2. BALANCE DE MATERIA EN ACTIVACIÓN DE LEVADURA	52
2.8.3. BALANCE DE MATERIA EN LA FILTRACIÓN	53
2.8.4. BALANCE DE MATERIA EN LA DESTILACIÓN.....	54
2.9. BALANCE DE ENERGIA	55
2.9.1. CALOR NECESARIO PARA CALENTAR LA MUESTRA.....	55
2.9.2. CALOR LATENTE DE VAPORIZACION	56
2.9.3. CALOR ABSORBIDO POR EL CONDENSADOR.....	57
2.9.4. CALOR TOTAL	58

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSION

3.1. RESULTADOS OBTENIDOS EN LA PARTE EXPERIMENTAL DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	59
3.1.1. RESULTADOS GENERALES DEL LICUADO Y LA INOCULACIÓN DE LEVADURA	59
3.1.2. RESULTADOS OBTENIDOS EN EL PROCESO DE FERMENTACIÓN.....	59
3.1.2.1. Variación de azúcares fermentecibles Muestra 1	61
3.1.2.2. Variación de azúcares fermentecibles Muestra 2	62
3.1.2.3. Variación de azúcares fermentecibles Muestra 3	63
3.1.2.4. Variación de azúcares fermentecibles Muestra 4	64
3.1.2.5. Variación de azúcares fermentecibles Muestra 5	65
3.1.2.6. Variación de azúcares fermentecibles Muestra 6	66
3.1.2.7. Variación de azúcares fermentecibles Muestra 7	67
3.1.2.8. Variación de azúcares fermentecibles Muestra 8	68
3.1.3. RESULTADOS OBTENIDOS EN LA FILTRACIÓN.	73
3.1.4. RESULTADOS OBTENIDOS DEL PROCESO DE DESTILACIÓN	74
3.1.5. PARÁMETROS ÓPTIMOS PARA LA OBTENIÓN DE ALCOHOL POR DESTILACIÓN.....	75
3.1.5.1. RESULTADOS GENERALES DEL PROCESO DE DESTILACIÓN	76

3.1.6. COMBINACIÓN DE VARIABLES PARA LA DESTILACIÓN	77
3.1.7. COMBINACIÓN DE VARIABLES PARA LA FERMENTACIÓN	78
3.2. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL DISEÑO FACTORIAL	78
3.2.1. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL DISEÑO FACTORIAL DEL PROCESO DE FERMENTACIÓN	79
3.2.1.1. VARIABLE RESPUESTA GRADO BRUX FINAL	80
3.2.1.2. ANÁLISIS DE REGRESIÓN (GRADOS BRUX FINAL).....	81
3.2.2. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL DISEÑO FACTORIAL DEL PROCESO DE DESTILACIÓN	83
3.2.2.1. ANÁLISIS DE REGRESIÓN (VOLUMEN)	84
3.3. CINÉTICA DE FERMENTACIÓN.....	86

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. CONCLUSIONES.....	93
4.2. RECOMENDACIONES	95
BIBLIOGRAFÍA	97
ANEXOS.....	105
ANEXO A. ANÁLISIS DE TAXONOMÍA Y MORFOLOGÍA DE BANANO	105
ANEXO B. TAXONOMIA DEL BANANO	111
ANEXO C. MÉTODO DE LOS TRES PUNTOS	112
ANEXO D. DATOS DE CINÉTICA DE FERMENTACIÓN. TOMA DE MUESTRA 8 am	113
ANEXO D1. MUESTRA 2	113
ANEXO D2. MUESTRA 3	113
ANEXO D3. MUESTRA 4	114
ANEXO D4. MUESTRA 5	114
ANEXO D5. MUESTRA 6	115
ANEXO D6. MUESTRA 7	115
ANEXO D7. MUESTRA 8	116
ANEXO E. DATOS GENERALES OBTENIDOS EN LA CINÉTICA DE FERMENTACIÓN POR MUESTRA.....	117
ANEXO E1. DATOS EN LA CINÉTICA DE FERMENTACIÓN MUESTRA 2	117
ANEXO E2. DATOS EN LA CINÉTICA DE FERMENTACIÓN MUESTRA 3	118

ANEXO E3. DATOS EN LA CINÉTICA DE FERMENTACIÓN MUESTRA 4.	119
ANEXO E4. DATOS EN LA CINÉTICA DE FERMENTACIÓN MUESTRA 5.	120
ANEXO E5. DATOS EN LA CINÉTICA DE FERMENTACIÓN MUESTRA 6.	121
ANEXO E6. DATOS EN LA CINÉTICA DE FERMENTACIÓN MUESTRA 7.	122
ANEXO E7. DATOS EN LA CINÉTICA DE FERMENTACIÓN MUESTRA 8.	123
ANEXO F. GRÁFICOS DE PROBABILIDAD NORMAL. EFECTO DE LA CONCENTRACIÓN DE SUSTRATO SOBRE LA VELOCIDAD DE CRECIMIENTO BACTERIANO	124
ANEXO F1. MUESTRA 2.....	124
ANEXO F2. MUESTRA 3.....	125
ANEXO F3. MUESTRA 4.....	126
ANEXO F4. MUESTRA 5.....	127
ANEXO F5. MUESTRA 6.....	128
ANEXO F6. MUESTRA 7.....	129
ANEXO F7. MUESTRA 8.....	130
ANEXO G. ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DE BANANO MADURO.....	131
ANEXO H. ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DE ALCOHOL DE BANANO.....	132

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA i-1. PROYECCIÓN DE EXPORTACIÓN BOLIVIANA DE BANANO EN DÓLARES	2
FIGURA i-2. PRODUCCIÓN DE BANANO POR DEPARTAMENTOS GESTIÓN 2000	2
FIGURA 1-1. GRADO DE MADUREZ DEL BANANO.....	10
FIGURA 1-2. ETAPAS DEL PERIODO DE VIDA DEL BANANO.....	13
FIGURA 1-3. IMAGEN DE MICROSCOPIO LEVADURA SACCHAROMYCES CEREVISIAE.....	19
FIGURA 1-4. REACCIÓN COMPLETA DE FERMENTACIÓN	21
FIGURA 1-5. REACCIÓN DE FERMENTACIÓN.....	22
FIGURA 1-6. CRECIMIENTO MICROBIANO	33
FIGURA 2-1. DIAGRAMA DE BLOQUES DE LA OBTENCIÓN DE ALCOHOL A PARTIR DE BANANO MADURO DE DESCARTE.....	37
FIGURA 2-2. DESECHOS DE BANANO.....	38
FIGURA 2-3. LAVADO DE BANANO.....	39

FIGURA 2-4. FERMENTACIÓN.....	41
FIGURA 2-5. DESTILACIÓN SIMPLE	42
FIGURA 2-6. GRADOS GAY LUSSAC DE ETANOL DE BANANO.....	42
FIGURA 2-7. EQUIPO DE DESTILACIÓN SIMPLE	48
FIGURA 2-8. FERMENTADORES	49
FIGURA 2-9. REFRACTÓMETRO	49
FIGURA 2-10. DETERMINACIÓN DE GRADOS BRUX	50
FIGURA 2-11. DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD DEL JUGO DE BANANO	50
FIGURA 2-12. DETERMINACIÓN DE ALCOHOL PROBABLE	51
FIGURA 3-1. DEGRADACIÓN DE AZÚCARES CON RESPECTO AL TIEMPO MUESTRA 1	69
FIGURA 3-2. DEGRADACIÓN DE AZÚCARES CON RESPECTO AL TIEMPO MUESTRA 2.....	70
FIGURA 3-3. DEGRADACIÓN DE AZÚCARES CON RESPECTO AL TIEMPO MUESTRA 3.....	70
FIGURA 3-4. DEGRADACIÓN DE AZÚCARES CON RESPECTO AL TIEMPO MUESTRA 4.....	71
FIGURA 3-5. DEGRADACIÓN DE AZÚCARES CON RESPECTO AL TIEMPO MUESTRA 5.....	71
FIGURA 3-6. DEGRADACIÓN DE AZÚCARES CON RESPECTO AL TIEMPO MUESTRA 6.....	72
FIGURA 3-7. DEGRADACIÓN DE AZÚCARES CON RESPECTO AL TIEMPO MUESTRA 7.....	72
FIGURA 3-8. DEGRADACIÓN DE AZÚCARES CON RESPECTO AL TIEMPO MUESTRA 8.....	73
FIGURA 3-9. EFECTO DE LA CONCENTRACIÓN DE SUSTRATO SOBRE LA VELOCIDAD DE CRECIMIENTO BACTERIANO	90

INDICE DE TABLAS

TABLA i-1. COMPOSICIÓN QUÍMICA DE CÁSCARAS DE FRUTAS.....	5
TABLA i-2. COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL BANANO MADURO (%).....	5
TABLA i-3. COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA CÁSCARA DE BANANO MADURO	6

TABLA I-1. MORFOLOGÍA Y TAXONOMÍA DE BANANO	10
TABLA I-2. CONSTITUYENTES NORMALES REFERIDAS A LA MATERIA SECA DE LEVADURA.....	18
TABLA I-3. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DE SACCHAROMYCES CEREVISIAE.....	19
TABLA I-4. PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS DEL ETANOL.....	35
TABLA II-1. PARÁMETROS PARA LA OBTENCIÓN DE ALCOHOL A PARTIR DE BANANO MADURO EN LA FERMENTACIÓN.....	43
TABLA II-2. NIVELES DE LAS VARIABLES PARA LA FERMENTACIÓN	44
TABLA II-3. COMBINACIÓN DE LAS VARIABLES DE FERMENTACIÓN	44
TABLA II-4. PARÁMETROS PARA LA OBTENCIÓN DE ALCOHOL A PARTIR DE BANANO MADURO EN LA DESTILACIÓN.....	45
TABLA II-5. NIVELES DE LAS VARIABLES PARA LA FERMENTACIÓN	46
TABLA II-6. COMBINACIÓN DE LAS VARIABLES DE DESTILACIÓN	46
TABLA III-1. MEDICIÓN POR DÍA DE LA DEGRADACIÓN DE 16°BRUX Y 10 DIAS DE FERMENTACION	61
TABLA III-2. MEDICIÓN POR DÍA DE LA DEGRADACIÓN DE 13°BRUX Y 10 DIAS DE FERMENTACION	62
TABLA III-3. MEDICIÓN POR DÍA DE LA DEGRADACIÓN DE 16°BRUX Y 8 DIAS DE FERMENTACION	63
TABLA III-4. MEDICIÓN POR DÍA DE LA DEGRADACIÓN DE 13°BRUX Y 8 DIAS DE FERMENTACION	64
TABLA III-5. MEDICIÓN POR DÍA DE LA DEGRADACIÓN DE 16°BRUX Y 10 DIAS DE FERMENTACION	65
TABLA III-6. MEDICIÓN POR DÍA DE LA DEGRADACIÓN DE 13°BRUX Y 10 DIAS DE FERMENTACIÓN	66
TABLA III-7. MEDICIÓN POR DÍA DE LA DEGRADACIÓN DE 16°BRUX Y 8 DIAS DE FERMENTACIÓN	67
TABLA III-8. MEDICIÓN POR DÍA DE LA DEGRADACIÓN DE 13°BRUX Y 8 DIAS DE FERMENTACION	68
TABLA III-9. RESULTADOS EN LA FILTRACIÓN.....	74
TABLA III-10. RESULTADOS FINALES DEL PROCESO DE DESTILACIÓN.....	75
TABLA III-11. RESULTADOS GENERALES DEL PROCESO DE DESTILACIÓN.....	76

TABLA III-12. VARIABLES PARA LA DESTILACIÓN.....	77
TABLA III-13. COMBINACIÓN DE VARIABLES PARA LA DESTILACIÓN.....	77
TABLA III-14. VARIABLES DE EXPERIMENTACIÓN PARA LA FERMENTACIÓN.....	78
TABLA III-15. COMBINACIÓN DE VARIABLES A 2 NIVELES	78
TABLA III-16. DATOS PARA EL ANÁLISIS DE VARIANZA	79
TABLA III-17. FACTORES INTER-SUJETOS (VARIABLE RESPUESTA GRADO BRIX FINAL)	80
TABLA III-18. ANÁLISIS DE VARIANZA ANOVA (GRADO BRIX FINAL)	80
TABLA III-19. VARIABLES INTRODUCIDAS/ ELIMINADAS (GRADO BRIX FINAL).....	81
TABLA III-20. RESUMEN DEL MODELO ^b (GRADO BRIX FINAL)	81
TABLA III-21. ANOVA ^b GRADO BRIX FINAL	82
TABLA III-21. COEFICIENTES ^a (GRADO BRIX FINAL).....	82
TABLA III-22. DATOS PARA EL ANÁLISIS DE VARIANZA EN LA DESTILACION.....	83
TABLA III-23. ANÁLISIS DE VARIANZA ANOVA (VOLUMEN).....	84
TABLA III-24. VARIABLES INTRODUCIDAS/ELIMINADAS (VOLUMEN)	85
TABLA III-25. RESUMEN DEL MODELO ^b (VOLUMEN).....	85
TABLA III-26. ANOVA ^b (VOLUMEN)	85
TABLA III-27. COEFICIENTES ^a (VOLUMEN)	86
TABLA III-28. CINÉTICA DE FERMENTACIÓN CALCULADA MUESTRA 1	87
TABLA III-29. DATOS OBTENIDOS EN LA CINÉTICA DE FERMENTACIÓN MUESTRA 1	88
TABLA III- 30. DATOS OBTENIDOS EN LA CINÉTICA DE FERMENTACIÓN MUESTRA 1	89
TABLA III-31. VARIABLES INTRODUCIDAS/ELIMINADAS ^b	91
TABLA III-32. RESUMEN DEL MODELO ^b	91
TABLA III-33. ANOVA ^b	91
TABLA III-34. ESTADÍSTICOS SOBRE LOS RESIDUOS ^a	92
TABLA III-35. COEFICIENTES ^a	92

GLOSARIO, NOMENCLATURA, ABREVIATURAS Y SIMBOLOGÍA UTILIZADA

ANOVA	Análisis de varianza
DPIBA	Departamento de Procesos Industriales Biotecnológicos y Ambientales
ec.	Ecuación
LOU	Laboratorio de Operación Unitarias
Mosto	Líquido acuoso que contiene un conjunto completo de sustancias solubles y en suspensión derivadas de los ingredientes
SI	Sistema Internacional, Sistema Métrico.
SPSS	Sistema Estadístico Informático
UAJMS	Universidad Autónoma “Juan Misael Saracho”
CANEB	Cámara Nacional de Exportadores de Bolivia
IBCE	Instituto Boliviano de Comercio Exterior
INFOAGRO	Sistema de Información del Sector Agropecuario
IBNORCA	Instituto Boliviano de Normalización y Calidad
ATP	Adenosin tiofosfato
CENSALUD	Centro de Investigación y Desarrollo en Salud.
% V/V	Relación porcentaje volumen-volumen
% P/P	Relación porcentaje peso-peso
Vdes	Volumen de destilado
PM	Peso molecular
Temp	Temperatura
T	Tiempo

Vol	Volumen
pH	Puente de hidrogeno
°Brix	Grado de azúcar presente en una muestra
OH	Grupo oxidrilo
T	Tiempo
BF	Brix final
°GL	Grado Gay Lussac

UNIDADES UTILIZADAS

%	Porcentaje
°C	Grado Centígrado
cm³	Centímetro Cúbico
°GL	Grado Gay Lussac
Kg	Kilogramo
L	Litro
m³	Metro Cúbico
g	Gramo
min	Minuto
ml	Mililitro
cm	Centímetro
D	Diámetro
h	Hora
g/l	Gramo por litro
atm	Atmósfera

Kg/cm	Kilogramo por centímetro
Kg/L	Kilogramo por litro
cal	Caloría
K	Grado Kelvin
J	Joule
Kcal	Kilocaloría
kJ	Kilojoule
kJ/kg	Kilojoule por Kilogramo
Kg/cm³	Kilogramo por centímetro cubico
Kg/l	Kilogramo por litro
Cal/g °C	Caloría por gramo grado Centígrado
J/g °K	Joule por gramo grado Kelvin
g/ml	Gramo por mililitro
kJ/Kg °K	Kilojoule por Kilogramo grado Kelvin
kJ/Kg	Kilojoule por Kilogramo
J/cal	Joule por caloría