

UNIVERSIDAD AUTONOMA “JUAN MISAEL SARACHO”

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA

CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA



**EXTRACCIÓN Y CARACTERIZACIÓN DEL ACEITE
ESENCIAL CRUDO DE JENGIBRE (*Zingiber officinale*) POR EL
MÉTODO ARRASTRE DE VAPOR.**

Por:

YENNY VICTORIA HUANCA LIMACHI

**Proyecto de Grado: Investigación Aplicada presentado a consideración de la
“UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO”, como requisito
para optar el grado académico de Licenciatura en Ingeniería Química.**

Abril del 2019

TARIJA-BOLIVIA

V°B°

M. Sc. Ing. Ernesto Álvarez Gozalvez
DECANO
Facultad de Ciencias y Tecnología

M. Sc. Lic. Elizabeth Castro Figueroa
VICEDECANA
Facultad de Ciencias y Tecnología

APROBADA POR:

TRIBUNAL:

Ing. Juan Pablo Herbas Barrancos

Ing. Hugo Franco Sánchez

Ing. Alicia Contreras Ramos

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

El presente trabajo va dedicado a Dios quien supo guiarme cada paso y estuvo alentándome a seguir adelante, dándome fuerza para poder culminar con esta etapa para mi formación profesional. A mi familia por su constante apoyo, consejos y amor. A mis docentes por la sabiduría que me transmitieron a lo largo de mi formación profesional.

Agradecimiento

Agradezco a Dios por brindarme salud, sabiduría para lograr cumplir mis objetivos a lo largo de mi vida. A mis padres por darme la oportunidad de estudiar y enseñarme a levantarme con fuerza, voluntad y ahínco después de una caída dándome una gran lección de vida.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN

ANTECEDENTES.....	1
JUSTIFICACIÓN	3
OBJETIVOS	5
OBJETIVO GENERAL.....	5
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	5

CAPÍTULO I

MARCO TEORICO

1.1 ACEITES ESENCIALES	6
1.1.1 PROPIEDADES DE LOS ACEITES ESENCIALES	7
1.1.2 CLASIFICACIÓN DE LOS ACEITES ESENCIALES	9
1.1.2.1 POR SU CONSISTENCIA.....	9
1.1.2.2 POR SU ORIGEN.....	10
1.1.2.3 POR LA NATURALEZA QUÍMICA	10
1.1.3 MERCADO DE ACEITES ESENCIALES	13
1.2 ORIGEN DEL JENGIBRE.....	15
1.3 DESCRIPCIÓN DEL JENGIBRE (MATERIA PRIMA)	15
1.3.1 RIZOMA.....	17
1.3.2 COMPOSICIÓN DEL RIZOMA DE JENGIBRE	18
1.3.2.1 COMPOSICIÓN NUTRICIONAL DEL RIZOMA DE JENGIBRE	18
1.3.2.2 COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL RIZOMA DE JENGIBRE.....	19

1.4 MÉTODOS DE EXTRACCIÓN DE ACEITES ESENCIALES	19
1.4.1 MÉTODOS DIRECTOS	20
1.4.1.1 PRENSADO.....	21
1.4.1.2 EXHUDACIÓN	21
1.4.2 DESTILACIÓN	21
1.4.2.1 DESTILACIÓN POR ARRASTRE CON VAPOR DE AGUA.....	22
1.4.2.2 DESTILACIÓN CON AGUA O HIDRODESTILACIÓN	24
1.4.2.3 DESTILACIÓN AGUA - VAPOR O VAPOR HÚMEDO	26
1.4.2.4 DESTILACIÓN PREVIA MACERACIÓN.....	27
1.4.2.5 DESTILACIÓN AL VACÍO	27
1.4.2.6 DESTILACIÓN MOLECULAR	28
1.4.3 MÉTODOS DE EXTRACCIÓN CON SOLVENTES	29
1.4.3.1 MACERACIÓN EN GRASA.....	29
1.4.3.2 EXTRACCIÓN CON SOLVENTES VOLÁTILES.....	29
1.4.3.3 EXTRACCIÓN POR FLUIDOS SUPERCRÍTICOS (EFS)	30
1.4.3.4 ENFLORACIÓN O ENFLEURAGE	32
1.5 ETAPAS DEL PROCESO DE EXTRACCIÓN DE ACEITE DEL RIZOMA DE JENGIBRE.....	33
1.5.1 VARIABLES QUE INFLUYEN EN LA EXTRACCIÓN POR ARRASTRE DE VAPOR.....	35
1.6 DEFINICIÓN DE ACEITE DE JENGIBRE	36
1.7 CARACTERÍSTICAS DEL ACEITE DE JENGIBRE	37
1.8 APLICACIONES DE ACEITE DE JENGIBRE	39
1.8.1 ÁMBITO ALIMENTICIO-FARMACÉUTICO	39

1.8.2 ÁMBITO MEDICINAL.....	39
1.8.3 ÁMBITO INDUSTRIAL.....	39
1.9 SELECCIÓN DEL MÉTODO PARA LA EXTRACCIÓN DEL ACEITE ESENCIAL DEL RIZOMA DE JENGIBRE.....	41
1.10 CONTROL DE CALIDAD DEL ACEITE DE JENGIBRE	42
1.11 ESCALAMIENTO.....	44
1.11.1 SIMILARIDAD TÉRMICA	45
1.11.2 SIMILARIDAD MECÁNICA.....	45
1.11.3 SIMILARIDAD QUÍMICA.....	45
1.11.4 SIMILARIDAD GEOMÉTRICA	46

CAPÍTULO II

PARTE EXPERIMENTAL

2.1 DESCRIPCIÓN DE LA MATERIA PRIMA.....	49
2.2 EQUIPOS, INSTRUMENTOS Y MATERIAL UTILIZADOS PARA LA EXTRACCIÓN DE ACEITE ESENCIAL DE JENGIBRE.....	50
2.2.1 MATERIAL UTILIZADO.....	50
2.2.2 MATERIALES, EQUIPOS E INSTRUMENTOS UTILIZADOS PARA LA EXTRACCIÓN DE ACEITE ESENCIAL DE JENGIBRE.....	51
2.2.1.1 CÁMARA DE EXTRACCIÓN	51
2.2.1.2 FUENTE GENERADORA DE ENERGÍA	54
2.2.1.3 SISTEMA DE REFRIGERACIÓN	55
2.3 DETERMINACIÓN DE LA HUMEDAD DE MATERIA PRIMA	56

2.3.1 DETERMINACIÓN POR EL MÉTODO GRAVIMÉTRICO EN ESTUFA A 105° C	56
2.3.2 DETERMINACIÓN DE HUMEDAD EN EL SECADOR INFRARROJO SATORIUS MA 100.....	57
2.4 DISEÑO FACTORIAL.....	58
2.4.1 VARIABLES Y NIVELES DEL DISEÑO FACTORIAL.....	58
2.5 EXTRACCIÓN DEL ACEITE ESENCIAL DEL RIZOMA DE JENGIBRE	62
2.5.1 ADQUISICIÓN DE LA MATERIA PRIMA	63
2.5.2 ACONDICIONAMIENTO DE LA MATERIA PRIMA	63
2.5.3 SECADO DEL RIZOMA DE JENGIBRE	65
2.5.4 MOLIENDA DEL RIZOMA DE JENGIBRE.....	67
2.5.5 TAMIZADO DEL RIZOMA DE JENGIBRE.....	68
2.5.6 OBTENCIÓN DEL ACEITE ESENCIAL DE JENGIBRE	70
2.5.6.1 CONDICIONES DE OPERACIÓN DEL EQUIPO DE DESTILACIÓN	70
2.5.6.1.1 TEMPERATURA	70
2.5.6.1.2 PRESION	70
2.5.6.1.3 POTENCIA DE LA HORNILLA.....	70
2.5.6.1.4 VOLUMEN DE AGUA CARGADA EN LA CÁMARA.....	71
2.5.6.1.5 CONDENSACIÓN	71
2.5.6.2 PROCESO DE OBTENCIÓN DE ACEITE ESENCIAL DE JENGIBRE	72
2.5.7 DECANTACIÓN DEL ACEITE ESENCIAL DE JENGIBRE	74
2.5.8 ENVASADO, ETIQUETADO Y ALMACENAJE DEL ACEITE ESENCIAL DE JENGIBRE.....	75
2.6 ANÁLISIS DEL ACEITE ESENCIAL DE JENGIBRE	76

2.6.1 ANÁLISIS ORGANOLÉPTICO.....	76
2.6.2 ANÁLISIS FÍSICOS.....	76
2.6.2.1 DENSIDAD	76
2.6.2.2 ÍNDICE DE REFRACCIÓN.....	76
2.6.2.3 CROMATOGRAFÍA DE GASES	77
2.7 BALANCE DE MATERIA Y ENERGÍA.....	78
2.7.1 BALANCE DE MATERIA	80
2.7.2 BALANCE DE ENERGÍA.....	82
2.7.2.1 BALANCE DE ENERGÍA EN LA CÁMARA DE EXTRACCIÓN.....	82
2.7.2.2 BALANCE DE ENERGÍA EN EL SISTEMA DE REFRIGERACIÓN	82
2.7.2.3 GAS CONSUMIDO.....	82

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 RESULTADOS DE LA MATERIA PRIMA: RIZOMA DE JENGIBRE.....	83
3.1.1 ANÁLISIS ORGANOLÉPTICO DE LA MATERIA PRIMA	83
3.1.2 ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS DE LA MATERIA PRIMA.....	83
3.1.2.1 DETERMINACIÓN DE LA HUMEDAD POR EL MÉTODO GRAVIMÉTRICO EN ESTUFA A 105° C	84
3.1.2.2 DETERMINACIÓN DE HUMEDAD EN EL SECADOR INFRARROJO SATORIUS MA 100.....	85
3.2 SECADO DE LA MATERIA PRIMA	87
3.2.1 SECADO NATURAL.....	87

3.2.2 SECADO FORZADO	88
3.3 GRANULOMETRÍA DEL RIZOMA DE JENGIBRE	89
3.4 CARACTERÍSTICAS Y PRINCIPALES COMPONENTES DEL ACEITE ESENCIAL DE JENGIBRE	90
3.4.1 CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS.....	90
3.4.2 CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS	91
3.4.2.1 RESULTADOS DEL CÁLCULO DE LA DENSIDAD	91
3.4.2.2 RESULTADOS DE LA MEDICIÓN DEL ÍNDICE DE REFRACCIÓN	92
3.4.2.3 RESULTADOS DE CROMATOGRAFÍA DE GASES.....	92
3.5 RENDIMIENTO DEL ACEITE ESENCIAL DE JENGIBRE	94
3.5.1 CÁLCULO DEL PORCENTAJE DE RENDIMIENTO DE ACEITE ESENCIAL DE JENGIBRE	94
3.5.2 ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL DISEÑO EXPERIMENTAL.....	94
3.5.3 TIPO DE SECADO VS RENDIMIENTO.....	101
3.5.4 TIEMPO DE EXTRACCIÓN VS. VOLUMEN.....	103
3.5.5 GRANULOMETRÍA VS. RENDIMIENTO	104
3.6 RESIDUO	106
3.7 BALANCE DE MATERIA Y ENERGÍA DE EXTRACCIÓN DEL ACEITE ESENCIAL DE JENGIBRE	107
3.7.1 BALANCE DE MATERIA	107
3.7.1.1 BALANCE EN EL TAMIZ.....	107
3.7.1.2 BALANCE EN LA MOLIENDA.....	108
3.7.1.3 BALANCE EN EL SECADO.....	109
3.7.1.4 BALANCE EN EL CORTADO	109

3.7.1.5 BALANCE EN EL SISTEMA DE REFRIGERACIÓN	110
3.7.1.6 BALANCE EN LA DECANTACIÓN O SEPARACIÓN	111
3.7.1.7 BALANCE EN LA CÁMARA DE EXTRACCIÓN.....	111
3.7.2 BALANCE DE ENERGÍA	115
3.6.2.1 BALANCE EN LA CÁMARA DE EXTRACCIÓN.....	115
3.7.2.2 BALANCE EN EL SISTEMA DE REFRIGERACIÓN	116
3.6.2.3 CONSUMO DE COMBUSTIBLE PARA LA EXTRACCIÓN	117
3.8 ALTERNATIVAS DE APLICACIÓN INDUSTRIAL PARA EL PRODUCTO	118
3.8.1 CERVEZA DE JENGIBRE (ANEXO 8)	118
3.8.2 ENJUAGUE BUCAL PROFILÁCTICO.....	120
3.8.3 CREMA TERAPÉUTICA	120
3.8.4 SÉRUM O ACEITE CONCENTRADO REVITALIZANTE NATURA	121
3.9 PROPUESTA DE DISEÑO DE LA MICRO-PLANTA INDUSTRIAL.....	122
3.9.1 DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE LA MICRO-PLANTA INDUSTRIAL.....	122
3.9.2 DISTRIBUCIÓN DE LA MICRO-PLANTA INDUSTRIAL.....	124
3.9.3 EQUIPOS A UTILIZAR EN LA MICRO-PLANTA.....	125
3.9.3.1 BALANZAS	125
3.9.3.2 MESA DE SELECCIÓN Y CLASIFICACIÓN	125
3.9.3.3 CORTADORA DE CUCHILLAS	125
3.9.3.4 SECADOR DE BANDEJAS	125
3.9.3.5 MOLINO DE MARTILLOS.....	126
3.9.3.6 EQUIPO PARA DESTILACIÓN DE ACEITES ESENCIALES	126

3.9.3.7 BOMBA	126
3.10 DISEÑO DE LA CÁMARA DE EXTRACCIÓN	127
3.10.1 ESCALAMIENTO DE LA CÁMARA DE EXTRACCIÓN	127
3.10.2 CALCULOS PARA LAS DIMENSIONES DE LA FUENTE PARA LA CÁMARA DE EXTRACCIÓN	129
3.11 COSTOS DE PROYECTO DE LA INVESTIGACIÓN APLICADA	131

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 CONCLUSIONES	134
4.2 RECOMENDACIONES	136
BIBLIOGRAFÍA.....	137
ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla I-1: Principales países exportadores de Aceites Esenciales en el Mundo.	13
Tabla I-2: Principales países importadores de Aceites Esenciales en el Mundo.	13
Tabla I-3: Principales países Exportadores de aceites esenciales en Latinoamérica. .	14
Tabla I-4: Principales países Importadores de aceites esenciales en Latinoamérica. .	14
Tabla I-5: Composición Nutricional del rizoma de jengibre.	18
Tabla I-6: Composición química del rizoma de jengibre.	19
Tabla I-7: Tipo de Métodos.	20
Tabla I-8: Principales componentes del aceite esencial de jengibre	37
Tabla I-9: Estudio Cromatográfico del Aceite Esencial de Jengibre, Italia.	37
Tabla I-10: Evaluación sensorial del aceite de jengibre.	38
Tabla I-11: Características Físico-Químicas del Aceite Esencial de Jengibre.	38
Tabla I-12: Características sensorial/fisicoquímicas del Aceite Esencial de Jengibre, Italia.	38
Tabla I-13: Matriz de decisión del Método de Extracción.	41
Tabla I-14: Valoración de la escala para la matriz de decisión.	42
Tabla I-15: Clasificación de los parámetros analíticos en control de calidad de aceite esenciales.	43
Tabla II-1: Material de laboratorio para la extracción de aceite esencial	50
Tabla II-2: Equipos e Instrumentos utilizados	51
Tabla II-3: Factores que influyen en el sistema	59
Tabla II-4: Matriz de diseño primera repetición	59
Tabla II-5: Matriz de diseño segunda repetición.	60
Tabla II-6: Plan de experimentación primera repetición.	60

Tabla II-7: Plan de experimentación segunda repetición.....	61
Tabla II-8: Datos de la extracción de aceite esencial con mayor rendimiento.....	79
Tabla II-9: Corrientes del proceso de extracción	81
Tabla II-10: Corrientes a calcular	81
Tabla III-1: Análisis Organoléptico del jengibre	83
Tabla III-2: Informe de Análisis Fisicoquímicos del Rizoma de Jengibre.	84
Tabla III-3: Variación del porcentaje de humedad evaporada respecto al tiempo del rizoma de jengibre.....	85
Tabla III-4: Resultados de humedad	86
Tabla III-5: Variación de masa vs tiempo para secado natural	87
Tabla III-6: Variación de Masa vs. Tiempo para secado forzado	88
Tabla III-7: Resultados de granulometría de jengibre molido	89
Tabla III-8: Características Organolépticas del aceite esencial de jengibre	90
Tabla III-9: Datos de densidad.....	91
Tabla III-10: Resultado de la medición del índice de refracción	92
Tabla III-11: Resultados del Análisis Cromatográfico	92
Tabla III-12: Datos obtenidos de todos los experimentos.....	95
Tabla III-13: Datos para el Análisis Estadístico	96
Tabla III-14: Factores Inter-sujetos.....	96
Tabla III-15: Análisis de Varianza (ANOVA).....	97
Tabla III-16: Coeficientes ^a	98
Tabla III-17: Resultados Variable Respuesta.....	99
Tabla III-18: Datos de Rendimiento vs. Tipo de Secado	101
Tabla III-19: Datos de Rendimiento vs. Granulometría.....	104

Tabla III-20:Resultados de Balance de Materia.....	113
Tabla III-21: Costo de Materia Prima	131
Tabla III-22: Costos de materiales y equipos.....	131
Tabla III-23:Costo de Análisis Fisicoquímico del aceite esencial	131
Tabla III-24:Costo de insumos.....	132
Tabla III-25: Consumo eléctrico de los equipos utilizados.....	132
Tabla III-26: Costo Energético de los equipos.....	132
Tabla III-27: Costos Indirectos	133
Tabla III-28: Costo total del Proyecto.....	133

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura I-1: Monoterpenos.	11
Figura I-2: Sesquiterpenos.	11
Figura I-3: Fenilpropanos.....	12
Figura I-4: Planta de jengibre.....	16
Figura I-5: Rizoma de jengibre.	17
Figura I-6: Equipo de Destilación por arrastre de vapor.....	23
Figura I-7: Hidrodestilación a fuego directo/con calentamiento con serpentín y vapor.	24
Figura I-8: Hidrodestilación.....	25
Figura I-9: Destilación en agua-vapor húmedo.....	27
Figura I-10: Principios de la EFS.....	30
Figura I-11: Método de enfleurage	32
Figura I-12: Diagrama de Bloques para la extracción del aceite de jengibre.	33
Figura I-13: Aceite Esencial de jengibre.....	36
Figura I-14: Similaridad Geométrica	47
Figura II-1: Ubicación de la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho.....	48
Figura II-2: Rizoma de jengibre.....	49
Figura II-3: Cámara de extracción y accesorios.....	52
Figura II-4: Dimensiones de la Cámara de extracción.....	53
Figura II-5: Dimensiones de las fuentes.....	53
Figura II-6: Cocina pequeña conectada al tubo de gas natural	54
Figura II-7: Refrigerante Graham	55
Figura II-8: Analizador Infrarrojo SARTORIUS MA 100	57

Figura II-9: Diagrama de Bloques para extracción de aceite esencial de jengibre.	62
Figura II-10: Adquisición de la materia prima.....	63
Figura II-11: Lavado del rizoma de jengibre	64
Figura II-12: Oreado del rizoma de jengibre.....	64
Figura II-13: Cortado o troceado del rizoma de jengibre.....	65
Figura II-14: Secado natural de la materia prima.....	66
Figura II-15: Secado el rizoma de jengibre en estufa	66
Figura II-16: Licuadora marca Mondial.....	67
Figura II-17: Tamiz Vibratorio	68
Figura II-18: Balanza triple Astil	69
Figura II-19: Equipo de Destilación.....	73
Figura II-20: Separación de fases.....	74
Figura II-21: Envasado de aceite esencial de jengibre.....	75
Figura II-22: Diagrama de Flujo del proceso de extracción de aceite esencial de jengibre.....	80
Figura III-1: Residuo.....	106
Figura III-2: Valores de las corrientes del Diagrama de flujo del proceso de extracción	114
Figura III-3: Ginger Ale, Fever Tree.....	119
Figura III-4: Sérum o Aceite Concentrado Revitalizante	121
Figura III-5: Diagrama de flujo de la Micro-planta Industrial del proceso de extracción de aceite esencial de jengibre	123
Figura III-6:Distribución de las instalaciones de la Micro-planta Industrial	124
Figura III-7:Dimensiones de Cámara de Extracción y fuentes diseñadas.....	130

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica III-1: Curva de “Humedad evaporada Vs. Tiempo”	86
Gráfica III-2: Curva de secado natural.....	87
Gráfica III-3: Curva de secado forzado.....	88
Gráfica III-4: Granulometría de rizoma de jengibre molido	89
Gráfica III-5: Porcentaje relativo vs. Compuesto del Análisis Cromatográfico	93
Gráfica III-6: Rendimiento Experimental vs. Rendimiento Modelo	100
Gráfica III-7: Tipo de Secado vs Rendimiento.	102
Gráfica III-8: Tiempo vs Rendimiento.....	103
Gráfica III-9: Granulometría vs. Rendimiento.....	105

ABREVIATURAS

A&E	Aceites Esenciales
A _{CP}	Área de la cámara de extracción prototipo
atm	Atmosfera unidad de presión
Bar	Bar unidad de presión
Bs.	Bolivianos
CEANID	Centro de Análisis, Investigación y Desarrollo
C _F	Masa final de la cápsula con muestra seca en gramos.
CG	Cromatografía de gases
cm	Centímetro
C _p	Coefficiente de calor específico a presión constante
C _m	Masa de la cápsula con muestra húmeda en gramos.
C _o	Masa de la cápsula vacía en gramos.
C ₁	Masa de rizoma de jengibre
C ₂	Masa de pérdida en el cortado
C ₃	Masa de jengibre cortado
C ₄	Masa de agua en el jengibre
C ₅	Masa de jengibre seco
C ₆	Masa de pérdida en la molienda
C ₇	Masa de jengibre seco molido
C ₈	Masa de jengibre rechazado
C ₉	Masa de jengibre seco que entra a la cámara de extracción
C ₁₀	Masa de agua cargada en la cámara de extracción

C_{11}	Masa de agua no evaporada
C_{12}	Masa de pérdida de vapor de agua
C_{13}	Masa de residuo hidratado
C_{14}	Masa de mezcla de vapores
C_{15}	Masa de agua de refrigeración que sale
C_{16}	Masa de agua de refrigeración que entra
C_{17}	Masa de mezcla de condensados
C_{18}	Masa de agua Condesada
C_{19}	Masa de Aceite esencial obtenido
D_{CEP}	Diámetro de la cámara de extracción prototipo
D_{CEM}	Diámetro de la cámara de extracción modelo
D	Diámetro
EE. UU.	Estados Unidos
EM	Espectroscopia de masas
Exp.	Experimento
Etc.	Etcétera
FPP	Farnesipirofosfato
F	Factor
F_M	Factor M-Granulometría
F_R	Factor R-Volumen
F_S	Factor S-Tipo de secado
F_T	Factor T-Tiempo
F_{mv}	Flujo másico de vapor

Kg	Kilogramo
Kcal	Kilocalorías
gl	Grados de libertad de la distribución
GPP	Genarilpirofosfato
gr	Gramos
h_{CP}	Altura de la cámara de extracción prototipo
H	Humedad
H_1	Variante de humedad 1
H_2	Variante de humedad 2
Hp	Caballos de potencia
hrs.	Horas
Hz	Hertz
k	Numero de variables o factores
LOU	Laboratorio de Operaciones Unitarias
m	Masa
mol	Mol
ml	Mililitros
min	Minutos
mm	Milímetro
m^3	metro cubico
mg	miligramos
M_O	Masa de agua que queda en los residuos
M_T	Masa Total de agua en la cámara extracción

M _v	Masa de vapor generado en la cámara de Extracción
N°	Numero
NAHA	Asociación Nacional de Aromaterapia Holística
NB	Norma Boliviana
Q	Calor
Q _T	Calor total
Q _S	Calor sensible
Q _L	Calor Latente
Q _r	Calor recibido
P _{ot}	Potencia
p. ej.	por ejemplo
P	Presión
rpm	Revoluciones por minuto
R	Rendimiento
REDALYC	Red de revistas científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal.
REP.	Repetición
Sig	Significancia
seg	Segundo
SENASAG Alimentaria	Servicio Nacional de Sanidad Agropecuaria e Inocuidad
SENA	Servicio Nacional de Aprendizaje
SPSS	Statistical Package for the Social Sciencis
t	Tiempo

t_e	Tiempo de extracción
t_c	Tiempo de calentamiento
Típ	Típico
T	Temperatura
T_e	Temperatura de ebullición
T_i	Temperatura inicial
T_s	Temperatura salida
T_v	Temperatura de vapor
TRADE MAP de las empresas	Estadísticas de comercio para el desarrollo internacional
Vol	Volumen
V	Voltios
vs.	Versus
US\$	Dólares Americanos
UNE	Una Norma Española
W	Watts
x	Punto en el primer cuerpo referido en dimensión x
X	Punto en el segundo cuerpo referido en dimensión X
X_P	Variable en prototipo (P).
X_M	Variable en modelo (M)
y	Punto en el segundo cuerpo referido dimensión y
Y	Punto en el segundo punto referido en la dimensión Y
z	Punto en el tercer punto referido en la dimensión z
Z	Punto en el tercer referido en la dimensión 3

λ_L	Constante de relación de escalamiento lineal
λ_X	Relaciones de escalamiento constantes en X
λ_Y	Relaciones de escalamiento constantes en Y
λ_Z	Relaciones de escalamiento constantes en Z
%	Porcentaje
°	Grado
ρ	Densidad
ΔT	Variación de temperatura
\emptyset_{vap}	Calor de vaporización de agua
\bar{h}	Humedad media

