

ANEXO A

DETALLE DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS

BALANZA ANALÍTICA

Balanza con calibración automática del fondo de escala, con salida de datos RS-232 I/O, con barra gráfica indicadora de posición y escala utilizada con un tiempo de respuesta de 2-3 segundos.

Descripción del equipo

Modelo del equipo	EUROPE
Rango de temperatura	+15/+30 °C
Precisión	0.001 gr
Potencia	220 W
Capacidad máxima	510 gr
Capacidad mínima	1 gr



REFRACTÓMETRO TIPO ABBE

Equipo empleado para medir los índices de refracción (nD) de sólidos y líquidos, tanto transparentes como translúcidos. El equipo cuenta con compensación automática de temperatura.

Su pantalla permite obtener una lectura directa y precisa de la muestra en unidades seleccionadas por el usuario.

Descripción del equipo

Modelo del equipo	Tipo ABBE
Escala	1.3000-1.7000 nD índice de refracción
	0-95 % °Brix
Precisión	+/- 0.0002 nD índice de refracción
	+/- 0.10 °Brix
Medidas	330*180*380 mm
Corrección temperatura	15/45 °C
Peso	10 kg



INTERCAMBIADOR DE CALOR TUBULAR

Enfriador de agua/aceite de tubo y coraza

Dos fluidos, de diferentes temperaturas, un fluido fluye a través de los tubos internos de (Cobre-Níquel) y el otro fluye alrededor de los tubos dentro de la carcasa.

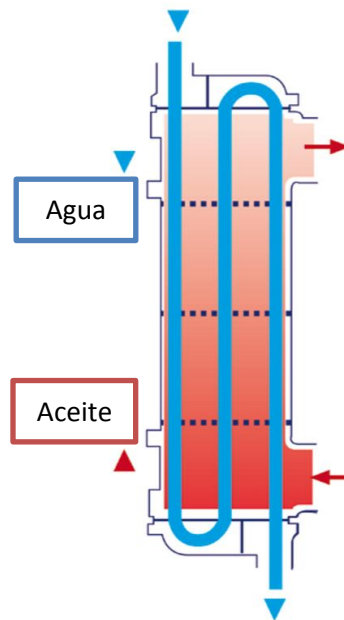
El calor se transfiere de un fluido al otro a través de las paredes del tubo, ya sea desde el interior de los tubos hasta el líquido circundante o viceversa.

Descripción del equipo

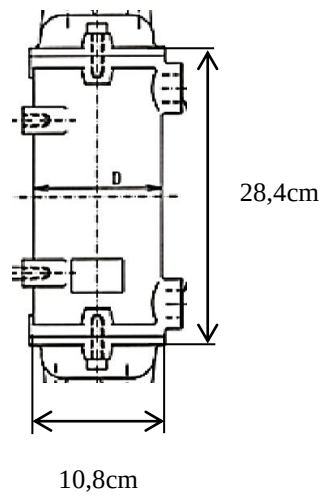
Marca	Perkins-Industria Argentina
Modelo del equipo	Nº 5160 T-2208
Rango de caudal	0-900 l/min
Presión de diseño	Lado de aceite 15 bar / lado de agua 10 bar
Temperatura máxima de trabajo	+95°C con sellos NBR Conexiones: 3/4" BSP - 3" BSP



Enfriador de tubo y coraza agua/aceite



Dimensiones principales



MATERIAL UTILIZADO

El material utilizado en la extracción de aceite esencial de Menta es el que se muestra en la siguiente tabla.

Material de Laboratorio

MATERIAL	ESPECIFICACIÓN	CANTIDAD
Ampolla de decantación	250ml	1
Codo	Plástico	1
Codo	Acero inoxidable	1
Espátula	-	1
Frasco tipo Florentino	Vidrio 2L	1
Jeringa	5ml	5
Pinza doble nuez	-	1
Refrigerante	Aluminio fundido/Bronce	1
Tapón	Goma	1
Termómetro	Mercurio	1
Unión patente	Acero inoxidable	3

ANEXO B

INFORME ANÁLISIS DE TAXONOMÍA DE

LA MENTA

(HERBARIO UNIVERSITARIO T.B)



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA "JUAN MISAEL SARACHO"

Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales

HERBARIO UNIVERSITARIO (T. B.)



Campus* El Tejar* - Telf. (591)-66-43121 - Fax: (591)-66-43403 - P.O. BOX 51 Tarija - Bolivia

Tarija, 23 de mayo de 2018

Taxonomía de la menta a favor de la señorita Sinahy Daniela Guerra Cruz,
para su trabajo de grado, en la Facultad de Ciencias y Tecnología.

Reino: Vegetal.
Phylum: Tracheophytae.
División: Tracheophytae.
Subdivisión: Anthophyta.
Clase: Angiospermae.
Subclase: Dicotyledoneae
Grado Evolutivo: Metachlamideae
Grupo de Ordenes: Tetracíclicos
Orden: Escrophulariales
Familia: Labiatae
Nombre científico: *Mentha* sp.
Nombre común: Menta

Ing. M.Sc. Ismael Acosta Galarza
Encargado Herbario Universitario



ANEXO C

INFORME DEL ANÁLISIS DE LA COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA (MENTHA LONGIFOLIA L.) Y (MENTHA AQUATICA L.)



UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE "CIENCIAS Y TECNOLOGIA"
CENTRO DE ANALISIS, INVESTIGACION Y DESARROLLO "CEANID"
Laboratorio Oficial del Ministerio de Salud y Deportes
Red de Laboratorios Oficiales de Analisis de Alimentos
Red Nacional de Laboratorios de Micronutrientes
Laboratorio Oficial del "SENASAG"



INFORME DE ENSAYO

I. INFORMACIÓN DEL SOLICITANTE

Cliente:	Sinany Daniela Guerra Cruz				
Solicitante:	Sinany Daniela Guerra Cruz				
Dirección:	Calle Suipacha y Corrado N° 256				
Teléfono/Fax:	68704245	Correo-e	****	Código	MO 016/19

II. INFORMACIÓN DE LA MUESTRA

Descripción de la muestra:	Menta Longifolia L.			
Código de muestreo:	*****	Fecha de vencimiento:	*****	Lote: *****
Fecha y hora de muestreo:	2018-07-19			
Procedencia (Institución/Prov./Municipio):	Tarija - Cercado - Tarija Bolivia			
Lugar de muestreo:	Laboratorio de Química- U.A.J.M.S			
Responsable de muestreo:	Sinany Guerra			
Código de la muestra:	594-FQ-309	Fecha de recepción de la muestra:	2019-06-12	
Cantidad recibida:	50 g	Fecha de ejecución de ensayo:	De 2019-06-12 al 2019-06-18	

III. RESULTADOS

PERFIL CROMATOGRAFICO (Ver hoja adjunta)

Tarija, 18 de junio del 2019



Ing. *[Firma]*
Jefe del CEANID

Original: Cliente

Copia: CEANID

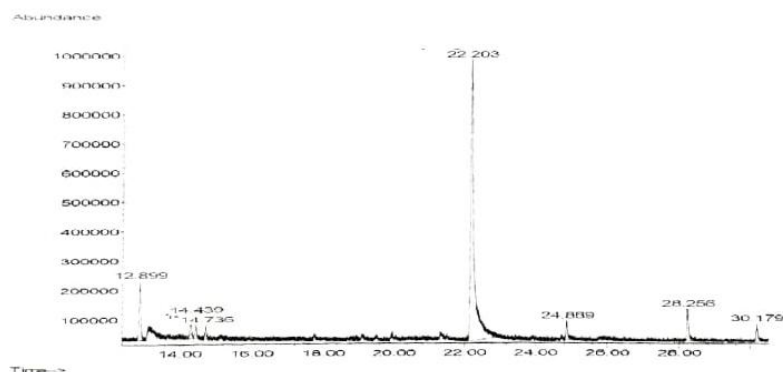
Muestra: Mentha longifolia L.

Código: MO016/19

Condiciones Cromatográficas

Equipo: Cromatógrafo Gaseoso Agilent 6890N acoplado a Detector de Masas 5975
Columna: HP-5MS (30m*0.250mm*0.25um)
Gas carrier: Helio 0.8ml/min
Volumen de inyección: 1ul del extracto de muestra en diclorometano
Modo de inyección: Split ratio 10:1
Temperatura de Inyector: 250°C
Programación de temperaturas: 40°C 3min, 4°C/min 150°C 1 min, 15 °C/min 250°C 1 min.
Fecha de corrida: 19/06/14

Perfil Cromatográfico Extracto de Mentha longifolia L.



Item	Compuesto	Tiempo de retención (minutos)	Abundancia %
1	β -Pinene (Prob. 53.09%) β -Myrcene (Prob. 46.91%)	12.89	7.482
2	Limonene	14.31	2.178
3	Eucalyptol	14.44	2.805
4	No identificado	14.74	1.636
5	Pulegone	22.20	76.004
6	No identificado	24.89	2.475
7	Isomero de Caryophyllene	28.26	4.565
8	Germacrene	30.18	2.855
TOTAL			100

Ing. Adalberto Aceituno U.
JEFE CEANID
"U. A. J. M. S."





UNIVERSIDAD AUTÓNOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE "CIENCIAS Y TECNOLOGÍA"
CENTRO DE ANÁLISIS, INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO "CEANID"
Laboratorio Oficial del Ministerio de Salud y Deportes
Red de Laboratorios Oficiales de Análisis de Alimentos
Red Nacional de Laboratorios de Micronutrientes
Laboratorio Oficial del "SENASAG"



INFORME DE ENSAYO

I. INFORMACIÓN DEL SOLICITANTE

Cliente:	Sinany Daniela Guerra Cruz				
Solicitante:	Sinany Daniela Guerra Cruz				
Dirección:	Calle Suipacha y Corrado N° 256				
Teléfono/Fax:	68704245	Correo-e:	****	Código:	MO 016/19

II. INFORMACIÓN DE LA MUESTRA

Descripción de la muestra:	Menta Aquatica L				
Código de muestreo:	*****	Fecha de vencimiento:	*****	Lote:	*****
Fecha y hora de muestreo:	2018-07-19				
Procedencia (Localidad/Prov./País):	Tarija - Cercado - Tarija Bolivia				
Lugar de muestreo:	Laboratorio de Química - U.A.J.M.S.				
Responsable de muestreo:	Sinany Guerra				
Código de la muestra:	593 FQ 308	Fecha de recepción de la muestra:	2019-06-12		
Cantidad recibida:	50 g	Fecha de ejecución de ensayo:	De 2019-06-17 al 2019-06-18		

III. RESULTADOS

PERFIL CROMATOGRÁFICO (Ver hoja adjunta)



Tarija, 18 de junio del 2019

Ing. Adalid Aceituno Cáceres
JEFE DEL CEANID

Original: Cliente

Copia: CEANID

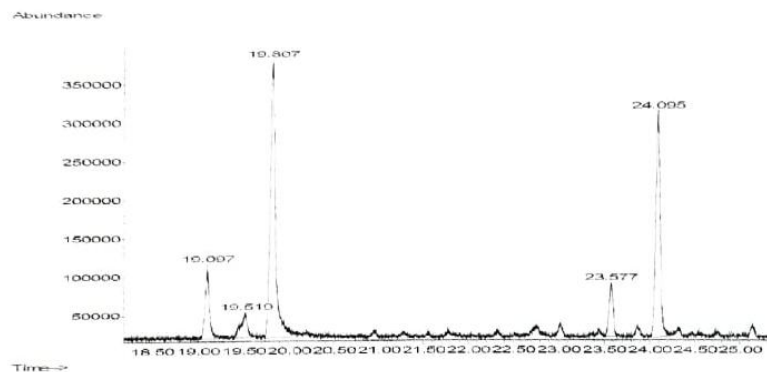
Muestra: Mentha aquatica L.

Código: MO016/19

Condiciones Cromatográficas

Equipo: Cromatografo Gaseoso Agilent 6890N acoplado a Detector de Masas 5975
Columna: HP-5MS (30m*0.250mm*0.25um)
Gas carrier: Helio 0.8 ml/min
Volumen de inyección: 1ul del extracto de muestra en diclorometano
Modo de inyección: Split ratio 10:1
Temperatura de Inyector: 250°C
Programación de temperaturas: 40°C 3min, 4°C/min 150°C 1 min, 15 °C/min 250°C 1 min.
Fecha de corrida: 19/06/14

Perfil Cromatográfico Extracto de Mentha aquatica L.



Item	Compuesto	Tiempo de retención (minutos)	Abundancia %
1	Isomenthone	19.09	9.895
2	No identificado	19.52	5.161
3	Menthol	19.81	47.793
4	No identificado	23.58	6.776
5	Isomenthol acetate	24.10	30.375
TOTAL			100

[Signature]
Ing. **Agalid Aceituno G.**
JEFE CEANID
"U. A. J. M. S."



ANEXO D

INFORME DEL ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO
DEL ACEITE ESENCIAL DE MENTA
(CEANID)
(PRIMER ANÁLISIS REALIZADO)



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE "CIENCIAS Y TECNOLOGÍA"
CENTRO DE ANÁLISIS, INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO "CEANID"
Laboratorio Oficial del Ministerio de Salud y Deportes
Red de Laboratorios Oficiales de Análisis de Alimentos
Red Nacional de Laboratorios de Micronutrientes
Laboratorio Oficial del "SENASAG"



INFORME DE ENSAYO

I. INFORMACIÓN DEL SOLICITANTE

Cliente:	Sinahy Daniela Guerra Cruz				
Solicitante:	Sinahy Daniela Guerra Cruz				
Dirección:	Calle Suipacha y Corrado N° 256				
Teléfono/Fax:	68704245	Correo e:	****	Código:	MO 009/18

II. INFORMACIÓN DE LA MUESTRA

Descripción de la muestra:	Aceite esencial de menta				
Código de muestreo:	*****	Fecha de vencimiento:	*****	Lote:	*****
Fecha y hora de muestreo:	2018-10-24				
Procedencia (Localidad/Prov./País):	Tarija - Cercado - Tarija Bolivia				
Lugar de muestreo:	Laboratorio de Química - U.A.J.M.S.				
Responsable de muestreo:	Sinahy Guerra				
Código de la muestra:	1008 FQ 645	Fecha de recepción de la muestra:	2018-10-25		
Cantidad recibida:	15 ml	Fecha de ejecución de ensayo:	De 2018-10-25 al 2018-11-09		

III. RESULTADOS

PARÁMETRO	TECNICA y/o MÉTODO DE ENSAYO	UNIDAD	RESULTADO	LÍMITES PERMISIBLES		REFERENCIA DE LOS LÍMITES
				Mín.	Máx.	
Densidad (20°C)	NB 34021:07	g/ml	0,9070	Sin Referencia		Sin Referencia
Humedad y materias volátiles	NB 313010:05	%	25,5	Sin Referencia		Sin Referencia
Índice de refracción (20°C)	NB 34003:06		1,4840	Sin referencia		Sin referencia
Perfil cromatográfico	Cromatografía de gases		Ver Inf. Adj.	*****		****

NB: Norma Boliviana

%: Porcentaje

g/ml: gramos por litro

2) El presente informe solo puede ser reproducido en forma parcial y/o total, con la autorización del CEANID.
3) Los datos de la muestra y el muestreo, fueron suministrados por el cliente

Tarija, 09 de noviembre del 2018

Ing. David Aceituno Cáceres
JEFE DEL CEANID



Original: Cliente
Copia: CEANID

ANEXO E

INFORME ANÁLISIS ORGANOLÉPTICO Y

FISICOQUÍMICO DEL ACEITE ESENCIAL

DE LA MENTA (CEANID)

(SEGUNDO ANÁLISIS REALIZADO)



UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE "CIENCIAS Y TECNOLOGIA"
CENTRO DE ANALISIS, INVESTIGACION Y DESARROLLO "CEANID"
Laboratorio Oficial del Ministerio de Salud y Deportes
Red de Laboratorios Oficiales de Análisis de Alimentos
Red Nacional de Laboratorios de Micronutrientes
Laboratorio Oficial del "SENASAG"



INFORME DE ENSAYO

I. INFORMACIÓN DEL SOLICITANTE

Cliente:	Sinany Daniela Guerra Cruz				
Solicitante:	Sinany Daniela Guerra Cruz				
Dirección:	Calle Sulpacha y Corrado N° 256				
Teléfono/Fax:	68704245	Correo-e	****	Código	MO 003/19

II. INFORMACIÓN DE LA MUESTRA

Descripción de la muestra:	Aceite esencial de menta (mentha s.p.)				
Código de muestreo:	*****	Fecha de vencimiento:	*****	Lote:	*****
Fecha y hora de muestreo:	2019-03-01				
Procedencia (Localidad/Prov/ Dpto)	Tarija - Cercado - Tarija Bolivia				
Lugar de muestreo:	Laboratorio de Química- U.A.J.M.S.				
Responsable de muestreo:	Sinany Guerra				
Código de la muestra:	100 FQ 066	Fecha de recepción de la muestra:	2019-03-07		
Cantidad recibida:	10 ml	Fecha de ejecución de ensayo:	De 2019-03-07 al 2019-03-15		

III. RESULTADOS

PARÁMETRO	TECNICA y/o MÉTODO DE ENSAYO	UNIDAD	RESULTADO	LIMITES PERMISIBLES		REFERENCIA DE LOS LIMITES
				Min.	Max.	
Aspecto	Sensorial		Líquido, límpido	Sin Referencia		Sin Referencia
Color	Sensorial		Incoloro	Sin Referencia		Sin Referencia
Olor	Sensorial		Característico, olor a mentol	Sin Referencia		Sin Referencia
Densidad (20°C)	NB 34021:07	g/ml	0,9120	Sin Referencia		Sin Referencia
Índice de refracción (20°C)	NB 34003:06		1,4667	Sin referencia		Sin referencia
Perfil cromatográfico	Cromatografía de gases		Ver Inf. Adj.	*****		****

NB: Norma Boliviana

°C: Grados centígrados

g/ml: gramos por mililitro

- 1) Los resultados reportados se remiten a la muestra ensayada en el Laboratorio
- 2) El presente informe solo puede ser reproducido en forma parcial y/o total, con la autorización del CEANID
- 3) Los datos de la muestra y el muestreo, fueron suministrados por el cliente

Tarija, 15 de marzo del 2019

Ing. Adalid Aceituno Cáceres
JEFE DEL CEANID



Original: Cliente

Copia: CEANID

ANEXO F

INFORME ANÁLISIS GC/MS
COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL ACEITE
ESENCIAL DE MENTA (CEANID)
(PRIMER ANÁLISIS REALIZADO)

Muestra: Aceite Esencial de Menta

Código: MO02/18

Condiciones Cromatográficas

Equipo: Cromatógrafo Gaseoso Agilent 6890N acoplado a Detector de Masas 5975

Columna: HP-5MS (30m*0.250mm*0.25um)

Gas carrier: Helio

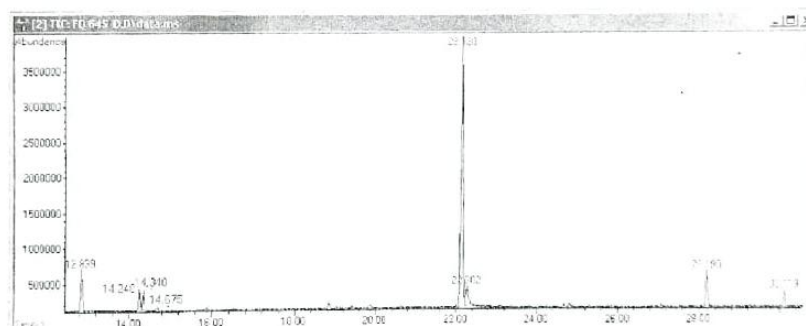
Volumen de inyección: 1ul de 0.1% de solución de muestra en acetato de etilo

Modo de inyección: Split ratio 10:1

Temperatura de Inyector: 250°C

Programación de temperaturas: 40°C 3min. 4°C/min 150°C 1 min. 15 °C/min 250°C 1 min.

Perfil Cromatográfico Aceite Esencial de Menta



Aceite Esencial de Menta

Item	Compuesto	Tiempo de retención (minutos)	Abundancia %
1	β -Pinene (prob. 56.6%) β -Myrcene (prob. 43.4%)	12.84	8.58
2	D-Limonene	14.25	4.23
3	Eucalyptol	14.34	4.15
4	lR- α -Pinene	14.68	1.02
5	Pulegone	22.14	65.89
6	Carvol	22.82	4.89
7	Isomero de Caryophyllene	28.19	7.77
8	Muurolene	30.12	3.47
TOTAL			100

Ing. *[Signature]*
Celia Aceituno
C.F.E. CEANID
"U. A. J. M. S."



ANEXO G

INFORME DE ANÁLISIS DE GC/MS

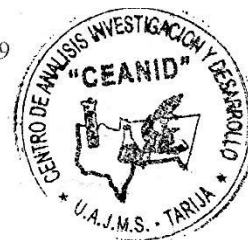
COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL ACEITE

ESENCIAL DE LA MENTA

(SEGUNDO ANÁLISIS REALIZADO)

Muestra: Aceite Esencial de Menta

Código: MO003/19



Condiciones Cromatográficas

Equipo: Cromatógrafo Gaseoso Agilent 6890N acoplado a Detector de Masas 5975

Columna: HP-5MS (30m*0.250mm*0.25um)

Gas carrier: Helio

Volumen de inyección: 1ul de 0.1% de solución de muestra en acetato de etilo

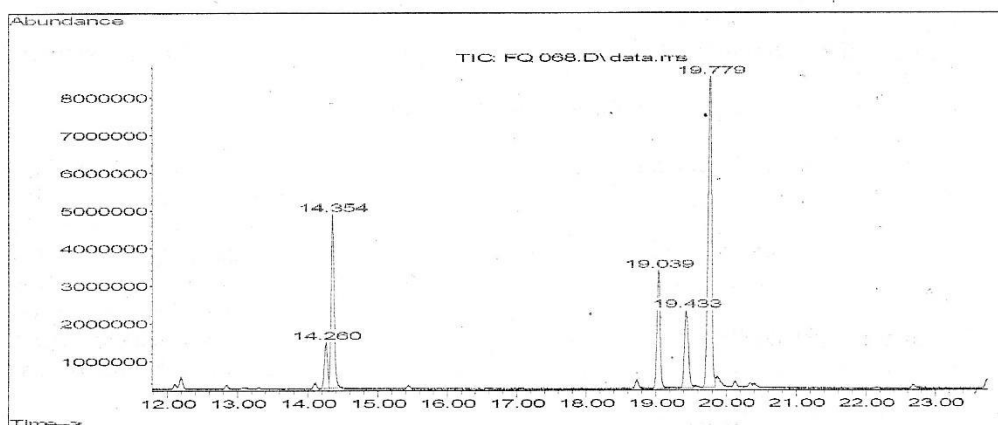
Modo de inyección: Split ratio 10:1

Temperatura de Inyector: 250°C

Programación de temperaturas: 40°C 3min, 4°C/min 150°C 1 min, 15 °C/min 250°C 1 min.

Fecha de corrida: 19/03/12

Perfil Cromatográfico Aceite Esencial de Menta



Aceite Esencial de Menta

Item	Compuesto	Tiempo de retención (minutos)	Abundancia %
1	D-Limonene	14.260	5.887
2	Eucalyptol	14.354	21.243
3	Isomenthone	19.039	14.859
4	Menthone (Prob. 57.43%) Isomenthone(Prob. 24.38%) D-Menthone (Prob. 18.18%)	19.433	12.016
5	Menthol	19.779	45.995
TOTAL			100

ANEXO H

DETERMINACIÓN DE LA ECUCACIÓN DE CINÉTICA DE SECADO

Determinación de la cinética de secado

Se define la velocidad de secado por la pérdida de humedad del sólido húmedo en una unidad de tiempo, y más exactamente por el cociente diferencial ($-dX/dt$) operando en condiciones constantes de secado, es decir con aire cuyas condiciones (temperaturas, presión, humedad y velocidad) permanecen constantes con el tiempo.

$$X_s = \frac{m_i - SS}{SS} \quad \text{Ec. (4-2)}$$

Donde:

X_s = Humedad en base seca, (kg H₂O/kg sólido seco).

m_i = Cantidad de masa, (kg).

SS = Cantidad de sólido seco, (kg).

Con los datos de la tabla IV-3 se reemplazan las ecuaciones, (4-4), (4-5) y (4-6), para hallar los cálculos de la cinética de secado con el método de los tres puntos, con un intervalo de tiempo de 0,5 día, el mismo que sirve para encontrar la pendiente en cada uno de los puntos observados, por lo que para determinar la cinética de secado se plantea la ecuación:

$$- \frac{dX}{dt} = k X^n \quad \text{Ec. (4-3)}$$

Donde:

k = Constante para la cinética

n = Número de orden de la cinética

h = Intervalo de tiempo, h

y_0, y_1, y_2 = datos tomados de las tablas.

$h = 0.5$ día

$$y_0 = \frac{-3y_0 + 4y_1 - y_2}{2h} \quad \text{Ec. (4-4)}$$

$$y_1 = \frac{-y_0 + y_2}{2h} \quad \text{Ec. (4-5)}$$

$$y_2 = \frac{y_0 - 4y_1 + 3y_2}{2h} \quad \text{Ec. (4-6)}$$

Posteriormente las pendientes deben correlacionarse con la variación de la humedad, linealizando la ecuación potencial planteada, de la siguiente forma:

$$\ln - \frac{dx}{dt} = \ln k + n \ln X$$

$$y = a + bX \quad \text{Ec. (4-7)}$$

Donde:

$$n = b \quad K = e^a$$

De donde se obtienen los datos de K y el orden n de la ecuación cinética.

- **Secado de la materia prima (Secado natural)**

Datos del método de 3 puntos

Tiempo (Día)	Pérdida de peso (g)	X	$-\frac{dx}{dt}$	$\ln - \frac{dx}{dt}$	Ln X
1	5,5	0,570	0,53	-0,635	-0,562
1,5	3,5	0,290	0,3	-1,204	-1,238
2	2,7	0,270	0,243	-1,415	-1,309
2,5	2,2	0,047	0,064	-2,749	-3,058
3	2,1	0,024	0,028	-3,576	-3,730
3,5	2,06	0,019	0,019	-3,963	-3,942
4	2,05	0,005	0,015	-4,200	-5,323

Fuente: elaboración propia, 2019



Velocidad de secado

Utilizando estos datos del tiempo se secado, la pérdida de peso; obtenemos X aplicando la ecuación 4-2

$$X_s = \frac{m_i - SS}{SS}$$

Con los datos de X aplicamos el método de 3 puntos con un intervalo de $h= 0,5$; obtenemos la velocidad de secado.

Reemplazando los datos tenemos:

$$y = -0,31 + 0,814X$$

$$a = -0,31$$

$$b = 0,814$$

$$r = 0,98$$

$$\text{Donde: } n = b = 0,814$$

$$k = e^a = e^{-0,31} = 0,741$$

Se realizó solo los cálculos para hallar la cinética de secado:

Se reemplaza los datos en la ecuación cinética 4-3:



Reemplazando los valores en X en la ecuación de cinética se confirma los valores de velocidad de secado.

- **Determinación de humedad de la menta en estado fresco**

Datos del método de 3 puntos

Tiempo (min)	Pérdida de peso (g)	X (kgH ₂ O/kgSS)	$-\frac{dx}{dt}$	$\ln -\frac{dx}{dt}$	Ln X
2	4,486	3,772	0,311	-1,168	1,328
4	4,009	3,265	0,264	-1,332	1,183
6	3,539	2,765	0,251	-1,382	1,017
8	3,068	2,264	0,249	-1,390	0,817
10	2,633	1,801	0,243	-1,415	0,588
12	2,210	1,351	0,239	-1,431	0,301
14	1,880	1,000	0,201	-1,604	0,000
16	1,570	0,670	0,173	-1,754	-0,400
18	1,300	0,383	0,161	-1,826	-0,960
20	1,121	0,193	0,121	-2,112	-1,645
22	1,000	0,064	0,079	-2,538	-2,749
24	0,960	0,021	0,04	-3,219	-3,863
26	0,946	0,006	0,011	-4,510	-5,067
27,4	0,940	0,000	0,005	-5,298	

Fuente: elaboración propia, 2019



Velocidad de secado

Utilizando estos datos del tiempo se secado, la pérdida de peso; obtenemos X aplicando la ecuación 4-2.

$$X_s = \frac{m_i - SS}{SS}$$

Con los datos de X aplicamos el método de 3 puntos con un intervalo de h=2; obtenemos la velocidad de secado.

Reemplazando los datos tenemos:

Tenemos:

$$y = -1,866 + 0,60X$$

$$a = -1,866$$

$$b = 0,60$$

$$r = 0,98$$

$$\text{Donde: } n = b = 0,60$$

$$k = e^a = e^{-1,866} = 0,154$$

Se reemplaza los datos en la ecuación cinética 4-3:



Reemplazando los valores en X en la ecuación de cinética se confirma los valores de velocidad de secado.

- **Determinación de humedad de la menta en estado seco**

Datos del método de 3 puntos

t	Masa	X	$-\frac{dx}{dt}$	$\ln -\frac{dx}{dt}$	LnX
2	4,808	3,84	0,260	-1,347	1,570
4	4,700	6,00	0,166	-1,795	1,547
6	4,635	7,30	0,136	-1,995	1,533
8	4,589	8,22	0,121	-2,111	1,523
10	4,533	8,94	0,111	-2,198	1,515
12	4,530	9,40	0,106	-2,244	1,510
14	4,514	9,72	0,102	-2,282	1,507
16	4,503	9,94	0,100	-2,302	1,504
18	4,497	10,06	0,099	-2,312	1,503
20	4,490	10,2	0,098	-2,322	1,501
21	4,788	10,24	0,097	-2,333	1,501

Fuente: elaboración propia, 2019



Velocidad de secado

Utilizando estos datos del tiempo se secado, la pérdida de peso; obtenemos X aplicando la ecuación 4-2.

$$X_s = \frac{m_i - SS}{SS}$$

Con los datos de X aplicamos el método de 3 puntos con un intervalo de $h=2$; obtenemos la velocidad de secado.

Reemplazando en la ecuación 4-8 tenemos:

$$y = -1,276 + 0,735X$$

$$a = -1,276$$

$$b = 0,735$$

$$r = 0,98$$

$$\text{Donde: } n = b = 0,735$$

$$k = e^a = e^{-1,276} = 0,278$$

Se reemplaza los datos en la ecuación cinética 4-3:

$$\frac{m_i - m_{\infty}}{m_{\infty} - m_i} = \frac{m_i - m_{\infty}}{m_{\infty} - m_i} \cdot \frac{1}{1 - e^{-kX}}$$

Reemplazando los valores en X en la ecuación de cinética se confirma los valores de velocidad de secado.

ANEXO I

TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE

LABORATORIO

DETERMINACIÓN DE HUMEDAD

El método usado es el gravimétrico (estufa a 105 °C), según norma boliviana NB 074

1. OBJETO

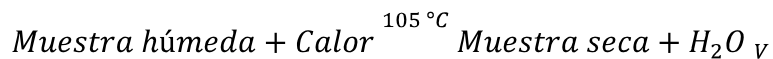
Esta norma tiene por objeto establecer el método de referencia para determinar el contenido de humedad.

2. DEFINICIONES

Contenido de Humedad: Se entiende por contenido de humedad a la pérdida de masa expresada como porcentaje, que experimenta el producto cuando es elevado el equilibrio con una atmósfera que tiene una precisión de vapor de agua nula y en condiciones totales que no ocurran reacciones interferentes.

3. PRINCIPIO DEL MÉTODO

Consiste en determinar el contenido de humedad calentando la muestra a una temperatura de 105 °C, y por diferencia de peso se calcula el porcentaje de materia prima seca y posteriormente el porcentaje de humedad.



4. MÉTODO DE ENSAYO

4.1 APARATOS

4.1.1 BALANZA DE PRECISIÓN

Balanza analítica de precisión, con sensibilidad a 1 mg.

4.1.2 ESTUFA

Estufa, con regulador de temperatura capaces de mantener una temperatura de 105 °C +/- 3 °C.

4.1.3 DESECADOR

Desecador, provisto de placa metálica o de porcelana perforada, conteniendo un agente deshidratante adecuado.

4.2 PROCEDIMIENTO

1. Tarar la cápsula durante 30 min a 105 °C (130 °C para harina de trigo)
2. Llevar al desecador y dejar enfriar por 45 min, luego pesar la cápsula
3. Pesar 5 gramos de muestra, y llevar a estufa a 105 °C (130 °C para harina de trigo) por espacio de 5 a 6 horas
4. Dejar enfriar en desecador por espacio de 45 minutos
5. Pesar la cápsula con la muestra seca hasta peso constante

4.3 CÁLCULO Y EXPRESIÓN DEL RESULTADO

El resultado se expresa en porcentaje de humedad con la siguiente fórmula:

$$\%H = 1 - \frac{C_F - C_O}{C_m - C_O} * 100$$

Donde:

C_O=Masa de la cápsula vacía en gramos

C_m=Masa de la cápsula con muestra húmeda en gramos

C_F=Masa final de la cápsula con muestra seca en gramos

4.4 DISPERSIÓN DE RESULTADOS

La diferencia resultante entre determinaciones duplicadas de la misma muestra no debe ser mayor de 0.5% en valor absoluto. En caso contrario se repetirá la determinación por duplicado.

DETERMINACIÓN DE DENSIDAD RELATIVA A 20 °C (Norma Boliviana NB 34021)

1. OBJETO

Esta norma establece el método de determinación de la densidad relativa de los aceites y grasas que son líquidos y no depositan estearina a la temperatura a que se realiza la determinación.

2. DEFINICIÓN

Densidad relativa: La densidad relativa a 20 °C de un aceite, es el cociente de dividir la masa al aire de un volumen determinado del aceite a T °C por la masa del mismo volumen de agua a 20 °C, haciéndose las pesadas con pesas ajustadas para equilibrar las pesas del latón al aire.

3. PRINCIPIO DEL MÉTODO

El método consiste en pesar el picnómetro vacío, luego se llena completamente con el líquido cuya densidad se desea determinar y finalmente se pesa, con estos se puede calcular la densidad del líquido. Un picnómetro es un pequeño frasco de vidrio de volumen exacto y conocido.

4. MÉTODO DEL ENSAYO

4.1 MATERIAL

Picnómetro o frasco

4.2 APARATOS

Baño maría con refrigerador de temperatura

4.3 PROCEDIMIENTO

1. Se lleva el picnómetro destapado a la estufa
2. Una vez seco se lleva al desecador hasta que este frío y se pesa
3. Se llena el picnómetro con agua destilada y se lo lleva a un calorímetro que está con agua a 20 °C, durante 30 minutos
4. Se seca el picnómetro y se pesa
5. El picnómetro se enjuaga varias veces con la muestra a ensayar, luego se llena con la misma y se procede exactamente del mismo modo que con el agua

5. EXPRESIÓN DE RESULTADOS

$$\rho_{relativa} = \frac{M_3 - M_1}{M_2 - M_1}$$

Donde:

M_1 =Masa del picnómetro

M_2 =Masa del picnómetro con agua

M_3 =Masa del picnómetro con muestra

DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE REFRACCIÓN (Norma Boliviana NB 34003)

Para la medición del índice de refracción se hace uso del refractómetro tipo ABBE el cual se encuentra en el Laboratorio de Operaciones Unitarias, perteneciente a la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho.

El procedimiento para la medición del índice de refracción del aceite esencial es el siguiente:

- Se limpia el equipo con agua destilada, donde se coloca la muestra a ser analizada
- Se calibra el equipo con agua destilada
- Se limpia el agua y se coloca unas gotas del aceite esencial de ruda en el prisma para realizar la medición

Se repite este mismo procedimiento tres veces y se toma como resultado final el promedio de estas tres mediciones o lecturas.