



UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y FARMACÉUTICAS
DEPARTAMENTO DE CIENCIA DE LOS ALIMENTOS Y TECNOLOGÍA QUÍMICA
NOVAFOODS S.A.

PATROCINANTE

Prof. Ing. Mg. Eduardo Castro M.
Departamento de Ciencia de los
Alimentos y Tecnología Química
Universidad de Chile

DIRECTORES

Prof. Ing. Mg. Eduardo Castro M.
Departamento de Ciencia de los
Alimentos y Tecnología Química
Universidad de Chile

Benjamin Medina S.

Ph,D. Msc.

Gerente General/Comercial

Novafoods S.A.

**“IMPLEMENTACIÓN Y DESARROLLO DE UNA PLANTA
ELABORADORA DE EXTRACTOS DE HIERBAS (Boldo y
Rosa mosqueta)”**

MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO EN ALIMENTOS

JUAN CARLOS BOZZO QUINTANA

Santiago, Chile

2006

Memoria de circulación restringida

Desde 2006 hasta 2008

A mis padres...

AGRADECIMIENTOS

En esta simple hoja quisiera expresar mi más sincero agradecimiento a todas las personas que hicieron posible realizar este trabajo y a los que me ayudaron a lo largo de toda mi formación como persona y profesional, especialmente:

A mi madre simplemente por darme la vida y demostrarme día a día que hay cosas que nunca comprenderé. El amor de madre

A mi padre por apoyarme siempre y sobretodo cuando mas fuerte caí.

A mis profesores, principalmente a don Eduardo Castro, por la gran disposición a enseñar conocimientos y demostrar la gran vocación por la cual trabajan.

A todas las personas que me ayudaron en Novafoods partiendo por don Benjamín Medina que confió en mí desde el primer minuto, a don Pablo Martinez por su gran disposición y orientación, a Victor, Alexis, Sra. Odette y con todos los que compartí en el laboratorio. A don Oscar y Andrés por ayudarme constantemente cuando necesite una mano.

A mis compañeros, en especial a:

Christian por enseñarme a dar sin esperar nada a cambio

Gonzalo por tantos laboratorios, carretes y estudio que compartimos.

Vero por toda la ayuda en laboratorio y buena disposición siempre.

A Eduardo y Paula por el apoyo y creer en mi.

Al personal de la Universidad que demuestra su compromiso día a día, principalmente a Julito y la Sra. Ilse.

Finalmente agradecer a mis amigos. Pablo, Nicolás, Miguel por tantas experiencias compartidas y a Romina por todo lo vivido y haber escuchado mis sueños siempre.

INDICE GENERAL

	Página
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
INDICE GENERAL	iv
INDICE DE TABLAS	vii
INDICE DE FIGURAS	viii
INDICE DE ANEXOS	ix
RESUMEN	x
SUMMARY	xi
CAPITULO I. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Hierbas a extraer	1
1.1.1 Boldo	1
1.1.1.1 Usos	2
1.1.2 Rosa Mosqueta	2
1.1.2.2 Usos	3
1.2 Extracción sólido líquido	3
1.3 Infusión	4
1.4 Té de hierbas	5
1.5 Infusiones Instantáneas	6
1.6 Objetivos	6
1.6.1 Objetivos generales	6
1.4.1 Objetivos específicos	6
CAPITULO II. MATERIALES Y MÉTODOS	7
2.1 Materiales	7
2.1.1 Materia prima	7
2.1.2 Reactivos	7
2.1.3 Equipos	7
2.2 Métodos	7
2.2.1 Desarrollo y estudio de las variables del proceso para la obtención de extractos de boldo y rosa mosqueta	7
2.2.2 Estudios preliminares	8
2.2.2.1 Determinación de la cantidad de hierbas	8

2.2.2.2	Determinación del efecto de la temperatura	8
2.2.2.3	Efecto del tiempo de maceración	9
2.2.2.4	Determinación del solvente a utilizar	9
2.2.2.5	Relación entre los grados Brix y los sólidos obtenidos en los extractos	9
2.2.2.6	Determinación del número de etapas extracción hasta agotamiento	9
2.2.3	Determinación de métodos de extracción	10
2.2.3.1	Extracción en una etapa	10
2.2.3.1.1	Extracción en una etapa de boldo	10
2.2.3.1.2.	Extracción en una etapa de rosa mosqueta	10
2.2.3.2	Extracción en dos etapas sucesivas	11
2.2.3.2.1	Extracción en dos etapas sucesivas de boldo	11
2.2.3.2.2	Extracción en dos etapas sucesivas de rosa M.	11
2.2.3.3	Extracción sucesiva en 5 etapas en co-corriente	11
2.2.3.3.1	Extracción sucesiva en 5 etapas en co-corriente de boldo	12
2.2.3.3.2	Extracción sucesiva en 5 etapas en co-corriente de rosa mosqueta	12
2.2.3.4	Extracción sucesiva en 5 etapas en contra-corriente	12
2.2.3.4.1	Extracción sucesiva en 5 etapas en contra corriente de boldo	13
2.2.3.4.1	Extracción sucesiva en 5 etapas en contra corriente de rosa mosqueta	
2.2.4	Concentración de los extractos	14
2.2.5	Análisis microbiológico	14
2.2.6	Estudio de vida útil	15
2.2.7	Diseño de la línea de proceso	16
CAPITULO III.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	16
3.1	Ensayos preliminares	16
3.1.1	Cantidad de hierbas	16
3.1.2	Efecto de la temperatura	17
3.1.3	Tiempo de maceración	18

3.1.4	Determinación del solvente	20
3.1.5	Relación entre los °Brix y el porcentaje de sólidos	21
3.1.6	Número de etapas de extracción hasta agotamiento	23
3.2	Métodos de extracción	23
3.3	Concentración de los extractos	26
3.4	Análisis microbiológico	26
3.5	Estudio de vida útil	28
3.6	Diseño de la línea de proceso	33
3.6.1	Capacidad y ubicación de la planta	33
3.6.2	Plan de producción	33
3.6.3	Detalle de las instalaciones y equipos	33
CAPITULO IV.	CONCLUSIONES	35
CAPITULO V.	BIBLIOGRAFIA	36
CAPÍTULO VI.	ANEXOS	50

INDICE DE TABLAS

TABLA	TÍTULO	Página
3.1	Volumen obtenido de extracciones usando distintas hierbas	17
3.2	Porcentaje de sólidos de hierbas a distintas temperaturas	17
3.4	Solución obtenida, porcentaje de sólidos, porcentaje de sólidos por ml y sólidos totales obtenidos a distintos tiempos de maceración (boldo)	18
3.5	Solución obtenida, porcentaje de sólidos, porcentaje de sólidos por ml y sólidos totales obtenidos a distintos tiempos de maceración (rosa m.)	19
3.6	Solución obtenida, porcentaje de sólidos, gramos de sólido y relación gramos por ml a distintos solventes en extracciones de boldo	21
3.7	Solución obtenida, porcentaje de sólidos, gramos de sólido y relación gramos por ml a distintos solventes en extracciones de rosa mosqueta	21
3.8	Relación entre contenido de sólidos y el porcentaje de sólidos solubles (° Brix) en extracciones de boldo	21
3.9	Relación entre contenido de sólidos y el porcentaje de sólidos solubles (° Brix) en extracciones de rosas mosqueta.	22
3.10	Porcentaje de boldo y rosa mosqueta en distintas etapas	23
3.11	Costos de obtención de extractos al 40% por ml (solo materias primas)	23
3.12	Costos de concentración de extractos al 40% de sólidos por ml en boldo y rosa mosqueta	24
3.13	Costos de obtención de extractos al 40% por ml.	24
3.14	Solución obtenida, tiempo empleado y costo total según los diferentes Métodos en extracciones de boldo	25
3.15	Solución obtenida, tiempo empleado y costo total según los diferentes Métodos en extracciones de rosa mosqueta	25
3.16	Costo total al obtener 78,07 L de extracto en boldo	25
3.17	Costo total al obtener 77,28 L de extracto en rosa mosqueta	25
3.18	Valores de recuento microbiológico en extracto de boldo	26
3.19	Valores de recuento microbiológico en extracto de rosa mosqueta	27
3.20	Análisis sensorial para infusiones de boldo	28
3.21	Análisis sensorial para infusiones de rosa mosqueta	30

INDICE DE FIGURAS

FIGURA	TÍTULO	Página
3.1	Efecto de la temperatura del solvente en la extracción de boldo	17
3.2	Efecto de la temperatura del solvente en la extracción de rosa mosqueta	18
3.3	Efecto del tiempo de maceración en porcentaje de sólidos de boldo	19
3.4	Efecto del tiempo de maceración en porcentaje de sólidos de rosa mosqueta	20
3.5	Relación entre sólidos y °Brix en extracciones de boldo	22
3.6	Relación entre sólidos y °Brix en extracciones de rosa M.	22
3.7	Promedio de evaluaciones para sabor a un 95% de confianza	28
3.8	Promedios de evaluaciones para color a un 95% de confianza	29
3.9	Promedios de evaluaciones para aroma a un 95% de confianza	30
3.10	Promedio de las evaluaciones para sabor a 95% de confianza	31
3.11	Promedio de las evaluaciones para color a 95% de confianza	31
3.12	Promedio de las evaluaciones para aroma a 95% de confianza	32

INDICE DE ANEXOS

1. Evaluación sensorial de jueces para infusiones de boldo y rosa mosqueta
2. Línea de proceso
3. Cálculo de costo de concentrar los extractos a un 40% (sin considerar costos de evaporación)
4. Cálculo del costo de concentración por ml de extracto al 40% de contenido de sólidos de hierba
5. Cálculo del costo total por ml de extractos de hierba al 40%
6. Tiempo de proceso, litros de solución obtenida y costo por cada método de extracción

RESUMEN

Se procedió a desarrollar extractos de hierbas de boldo (*peumus boldus*) y rosa mosqueta (*Rosa aff. Rubiginosa*) como materia prima para generar una infusión instantánea en polvo y se diseñaron los planos de la línea de proceso

Se trabajó con una mezcla hidroalcohólica como solvente en el caso del boldo y agua en el caso de rosa mosqueta. El método de extracción elegido fue el cual se realiza en cinco etapas en contra corriente, es decir el solvente puro se enfrenta con la hierba mas agotada y la solución obtenida de una maceración (extracto más solvente) se usa como solvente en la siguiente etapa.

Los extractos obtenidos fueron concentrados hasta un 40% de contenido de sólidos totales para facilitar el manejo y la adición en la infusión instantánea en polvo

Los extractos al 40% fueron sometidos a análisis microbiológicos los cuales se encontraron dentro de los parámetros establecidos por el Reglamento Sanitario de los Alimentos al cabo de los 90 días.

Se realizó un estudio de vida útil con jueces entrenados para determinar si el extracto no sufría deterioro importante durante tres meses.

El análisis estadístico de los datos sensoriales arrojó que no existieron diferencias significativas ($P > 0,05$) entre las respuestas de los jueces pero sí entre el tiempo a medida que transcurrían los días ($P \leq 0,05$) para los atributos de sabor, color y aroma. Las variaciones que se encontraron fueron menores a un 40%, valor estipulado como máximo en la pérdida de calidad por atributo.

La línea de proceso quedó compuesta por una batería de 6 estanques con capacidad de 100 L de solvente, un estanque de almacenamiento de alcohol, dos bombas centrifugas, una estanque pulmón, un concentrador con línea de vacío.

SUMMARY

“IMPLEMENTATION AND DEVELOPMENT OF AN HERB EXTRACT LINE PROCESS”

Herbal boldo (*peumus boldus*) and rosa mosqueta (*Rosa aff. Rubiginosa*) extracts were developed as raw materials instant herbal tea powder. The plan of the production line equipment was designed.

For the development of the extracts a hidroalcoholic mix for boldo and water for rosa mosqueta were chosen. The extraction method chosen in both case was counter current-flow in five stages. That means the pure solvent is run into the tanks which have been extracted and the maceration result solution (extract plus solvent) is use as a solvent in the next stage.

The extracts were concentrated until 40% of solid content for easy handle in the addition to the herb tea in powders.

The extracts at 40% were microbiologically analyse. The product, at the end of 90 days, was within the microbiological limits exposed by the Chilean Food Sanitary Regulation.

A shelf-life study was carried out with trained judges in order to determinate the stability of the product during 3 months.

The statistical analysis of sensorial data in the shelf-life study showed no significant differences among the judges' answers and it showed significant differences ($P \leq 0,05$) among the samples for the following attributes:, aroma, flavor, color. The differences were lower that 40 % which was the limit for quality loss.

The process line is composed by 6 tanks with 100 L of solvent capacity, one alcohol storage tank, 2 centrifugal pumps, one feeder tank and one concentrator with vacuum line.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1 Hierbas a extraer

1.1.1 Boldo

El boldo (*Peumus boldus*) es un arbusto frondoso, aromático, dioico, perteneciente a la familia de las monimiáceas, caracterizado por presentar una altura máxima de 6 metros (en la mayoría de los casos alcanza 2-3 metros), hojas opuesta cortamente pecioladas, de color verde grisáceo, ligeramente pubescentes por ambas caras, con pequeñas papilas por el haz y ásperas y quebradizas al tacto. (Alonso, 1998).

El árbol crece abundantemente en los ecosistemas más húmedos de la región climática mediterránea del centro de Chile, entre los 33° y 39° de latitud sur (O'Brien y otros 2005). Esta planta de origen chilena, posee muy interesantes propiedades medicinales. (Del Valle y otros, 2006).

Desde los mapuches las infusiones y otros tipos de preparaciones han sido usadas para tratar desordenes digestivo y/o hepatobiliares (Del Valle y otros, 2006). El mayor principio activo en las hojas de boldo incluye aceites esenciales, alcaloides, flavonoides, y otros componentes (O'Brien y otros, 2005)

La composición química de las hojas es de 1,2% de taninos y 2 a 3% de aceites esenciales (sobre 45% de ascaridol y 30% de cineol, y al menos 22 de otros constituyentes identificados principalmente terpenoides). También están presentes los flavonoides (por ejemplo: la quercetina) y cinco glicósidos de flavonoles se han identificado, como: peumósido, boldósido, fragrósido, kamferol-3-glucósido-7-ramnósido e isoramnetina-3-arabinósido-7-ramnósido (Mendoza, 1999).

Dentro de los alcaloides la boldina es la que presenta mayor cantidad tanto en la hoja como en la corteza del árbol de boldo (O'Brien y otros, 2005).

De los 2 a 2,6% de alcaloides presentes en las hojas la boldina ocupa entre el 25 a 30% de los alcaloides totales (Alonso 1998).

La boldina fue el primer alcaloide en ser aislado hace poco más de un siglo siendo purificada en 1922 por E. Merck (Berríos, 1980).

La (s)-2,9-Dihidroxy-1,10-dimetoxi-aporfina (Boldina) y otros alcaloides derivados de la aporfina han mostrado comportarse como potentes antioxidantes en numerosos modelos experimentales. Acciones farmacológicas como son protector celular, promotor antitumoral, anti-inflamatorio, antipiretico y antiplaquetario, han sido asociados con la habilidad de la boldina de recoger radicales libres altamente reactivos (O'Brien y otros, 2005).

1.1.1.1 Usos

El boldo es un estimulante de la digestión, colagogo y colerético. Tiene propiedades sedantes del sistema nervioso central e hipnóticas débiles. La hoja de boldo es muy empleada en infusión en afecciones hepáticas ya que estimula la secreción biliar. Se emplea como normalizador de las funciones hepáticas (Mendoza, 1999).

La hoja de boldo se utiliza como tal (en infusiones) y en preparaciones galénicas (tinturas, extractos fluidos). Estas últimas se emplean solas o en asociación con extractos de "kinkeliba" (*Combretum micrathum* G. Dom), cúrcuma, alcachofa, diente de león, papaya, como remedio de insuficiencias hepáticas y en diferentes trastornos funcionales digestivos (Mendoza, 1999).

1.1.2 Rosa Mosqueta

La Rosa Mosqueta es un arbusto de ramas arqueadas y espinosas de 0,5 a 1,2m de altura en *la Rosa rubiginosa* y de 1,9 a 3,5 m en la *R. canina*. Posee una raíz pivotante de 1 a 1,5 m de largo, la cual puede emitir retoños o "chupones" (Valdebenito y otros, 2003).

Los tallos o chupones, normalmente sólo emiten flores al segundo año y solamente viven 3 a 4 años. La muerte de estos tallos comienza desde el tercio terminal, mientras las yemas de los 2/3 inferiores aun son capaces de producir flores, pudiendo producir tanto flores como hojas a la vez (Valdebenito, 2003).

La Rosa Mosqueta es originaria de Europa Central, Polonia, Balcanes, Hungría, Rusia y el Caucazo, siendo también autóctona en África y La India (Valdebenito y otros, 2003). Fue introducida en Chile en la época de la colonia, encontrándose hoy día en forma muy abundante, principalmente entre la Región Metropolitana y la XI Región, siendo mayor la concentración entre Parral y Mulchén (Galaz, 1999).

Las especies del género *Rosa* son más de 100, pero en Chile, aparentemente sólo se encuentran *Rosa aff. Rubiginosa* (de mayor abundancia), *Rosa canina* distribuida en pequeños grupos, y *Rosa moschata*, ubicada especialmente en la cuenca de Santiago (Cajón del Maipo) y quebrada Alvarado, en Limache (Sudzuki, 1995). Desde el punto de vista taxonómico, la existencia de subespecies, variedades de cultivos y su fácil reproducción por semillas y otras técnicas, no permiten establecer con certeza la especie utilizada (Muñoz 2001).

Los frutos poseen una alta concentración de ácido ascórbico o vitamina C que dependiendo de la época de cosecha, que fluctúan entre 513 mg por cada 100 gramos de

fruta fresca para los cosechados en enero y 844 mg 100/g para los cosechados en Abril (Valdebenito y otros, 2003).

El aceite proveniente de los aquenios, es un excelente regenerador de tejidos. Este es rico en ácidos grasos insaturados y ácido transretinoico. El fruto contiene además pigmentos carotenoides, de los cuales se puede citar: licopeno, δ -caroteno, α -criptoxantina, siendo este último el de mayor importancia por tener carácter de provitamina A, lo que eleva la calidad nutricional del fruto, ya que la vitamina A favorece un importante número de funciones fisiológicas (Valdebenito y otros 2003).

1.1.2.2 Usos

La droga es utilizada como adyuvante en el tratamiento de estados carenciales de vitamina C, en bebidas alternativas al té y café y, en mermeladas. La forma más común es la tisana, preparada con 2 a 2,5 g de droga que se deja reposar durante 10 a 15 minutos antes de filtrar. El aceite, por su contenido de ácidos grasos no saturados y ácido transretinoico, se emplea en lavados bucales y también como emoliente adjunto en tratamientos de desórdenes de la piel en la regeneración de tejidos; en preparados cosmetológicos y en el tratamiento de las cicatrices hipertróficas, hipercrómicas y postquemaduras (Muñoz 2001).

1.2 Extracción sólido líquido

La transferencia de masa entre fases ofrece, con frecuencia, considerable interés, tanto en la industria bioquímica como en la alimentaria (Brennan 1996).

La extracción sólido-líquido es una operación en la que determinado componente deseable, *el soluto*, en una fase sólida se separa por contacto del sólido con un líquido, *el disolvente*, en el que es soluble el producto deseado (Brennan 1996).

Este proceso involucra el contacto íntimo entre un líquido (disolvente) y un sólido (soluto), mediante el cual se logra la difusión desde el sólido al líquido del componente que se desea aislar (www.espaqfe.com.ar).

En el caso de la extracción acuosa de té los requerimientos claves para la etapa de extracción son una alta producción de sólidos y un extracto altamente concentrado (Varnam y otro, 1994).

Los sistemas modernos de extracción son basados en flujo en contracorriente y pueden ser usados tanto en sistemas en flujo continuo como en batch (Varnam y otro, 1994).

Los sistemas en batch consisten en una serie de 10 o más estanques, donde el primero de estos contiene las hojas frescas. Cada uno de los otros estanques contiene té el cual ha sido extraído una, o más veces. Así, el estanque final de una serie de diez estanques contiene té que ha sido extraído nueve veces (Varnam y otro, 1994).

Agua entre 80 y 90 ° C, es adicionada en el último estanque y el flujo fluye hacia los otros estanques hasta el primer estanque que contiene el té fresco. Después de esta extracción, el último estanque es vaciado y cargado con hojas frescas y se convierte en el primer estanque (Varnam y otro, 1994).

Los parámetros a considerar en este proceso son: granulometría, pH, temperatura, tiempo de contacto y la velocidad de difusión del principio activo a extraer, que normalmente fija los tiempos de residencia.

Luego el sólido y líquido son separados por filtración, sedimentación o centrifugación, o por combinación de ellos (www.espagfe.com.ar).

Existen algunas reglas generales que pueden ser empleadas para estos procedimientos, todas ellas basadas en el empirismo. En efecto, incluso para aquellas drogas cuyos componentes son bien conocidos tanto químicamente como bajo el aspecto farmacológico, generalmente faltan estudios sobre cuál es la forma óptima de preparar la infusión de hierbas medicinales que se toma como bebida (tisana)

Para preparar una tisana deben tenerse en cuenta los siguientes factores:

- Cantidad de droga y cantidad de líquido.
- Grado de trituración de la droga.
- Procedimiento de extracción (temperatura, duración) (Ciñigueral 1998).

1.3 Infusión

La infusión es una operación farmacéutica de verter agua hirviendo sobre drogas vegetales para obtener sus principios medicamentosos, o de incorporar la droga en un vaso con agua hirviendo. (<http://www.sld.cu/fitomed/q303.html>)

En el sabor de una infusión puede influir desde el estado de conservación de la planta, hasta su forma de cocción o el tipo de agua empleada. (<http://www.ocu.org/map/show/5561/src/27651.htm>)

La infusión de boldo es muy digestiva y repara el hígado y la vesícula. Para ello se pueden tomar solas las hojas de boldo en infusión o combinadas con otras plantas digestivas.

(http://www.consumer.es/web/es/alimentacion/salud_y_alimentacion/plantas_medicinales/2003/08/15/64183.php)

La infusión de hojas de Rosa Mosqueta se considera un gran complemento vitamínico natural y puede beberse junto con otros tipos de té. Sus componentes activos son abundante vitamina C-B-K, taninos, ácido cítrico, pectina y caroteno. (<http://www.cdeea.com/>).

La dosis de droga que debe usarse para preparar una infusión deriva principalmente de la experiencia: sólo en pocos casos es posible calcularla en base a la eficacia de sus componentes. Sin embargo, muchísimas drogas contienen principios con acción ligera y toxicidad casi insignificante, que por tanto tienen un margen terapéutico amplio (Muñoz 2001).

1.4 Té de hierbas

La tendencia de Wellness, comida sana y bienestar ha aumentado la demanda por bebidas sin cafeína, que además son beneficiosas para la salud.

Existe actualmente en el mercado una gran gama de tés medicinales que se comercializan con declaración de efecto para la salud (té contra la tos, el resfrío, para el estómago etc.).

Los tés de hierbas son productos que contienen hierbas en su formulación generalmente de un solo tipo y que tiene características saludables. Se comercializan de distintas formas como por ejemplo en bolsas a granel o en polvo para consumo instantáneo.

Es difícil la estimación del volumen o valor transado de las partes botánicas que son usadas medicinalmente para la industria farmacéutica o alimenticia, porque las estadísticas de importación y exportación no identifican específicamente entre los usos medicinales y otros. Así, los productos clasificados como medicinales incluyen especias y otras plantas usadas en la industria de alimentos. Además existen algunas especies medicinales que se destinan a la industria cosmética o la de insecticidas (CBI, 2000).

1.5 Infusiones instantáneas

Las infusiones instantáneas son alimentos en polvo con una base que corresponde a una mezcla en proporciones similares de sacarosa y dextrosa, las cuales en suma aportan en más de un 90% del peso del producto final. El porcentaje restante corresponde a extracto de hierbas que en ocasiones puede ser de un tipo o en mezclas de hierbas. El contenido de hierbas varía, según lo rotulado por los fabricantes, desde un 1,2 a un 2,5 % de extracto en el producto final. Algunos productos contienen acidificantes y/o saborizantes principalmente los de menor calidad.

Estas infusiones instantáneas se preparan disolviendo entre 2 y 3 cucharadas del producto en agua caliente y no necesita azúcar.

1.6 OBJETIVOS

1.6.1 Objetivos generales

- Obtener extractos de boldo y rosa mosqueta con un elevado contenido de sólidos, concentrados y en un tiempo económicamente razonable.

1.6.2 Objetivos específicos

- Realizar distintos tipos de extracciones variando parámetros como: tiempo de contacto entre el soluto y disolvente, número de etapas de extracción y la cantidad de disolvente a usar.
- Determinar la concentración de extracto obtenido.
- Elegir un método de extracción y elaborar extracciones de acuerdo al diseño elegido.
- Determinar vida útil del extracto.
- Desarrollar técnicamente el proceso de extracción a nivel industrial.

CAPITULO II. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Materiales

2.1.1 Materia prima

- Hojas de boldo procedente de Curico. Cosecha período enero – marzo.
- Rosa mosqueta pepa vana (cascarilla c/semillas molidas) procedente de Curico. Cosecha enero-marzo.

2.1.2 Reactivos

- Alcohol al 96%

2.1.3 Equipos.

- Determinador de humedad Veto MA 60 con balanza electrónica Max. 200 g; d=0,001g. Chile
- Hervidor Electrón BA-620. Chile
- Medidor de temperatura electrónico Hanna HI 8424 °C 0.0 ± 100.0 °C. Portugal
- Rota vapor Heidolph modelo baño WB 2000, modelo rota vapor VU 2000
- Bomba vacío Bertuzzi E7596. Italia
- Refractómetro Link modelo RHB-32ATC con rango de 0-32% Brix con precisión de 0,2%. España
- Juguera Oster 890-48. México
- Material de vidrio (vasos de precipitado, matraces, varillas)
- Material de cocina

2.2 Métodos

2.2.1 Desarrollo y estudio de las variables del proceso para la obtención de extractos de boldo y rosa mosqueta.

Para la obtención de los extractos se siguieron distintas etapas. Como primera etapa se realizaron estudios preliminares donde se determinó la cantidad apropiada de hierbas a utilizar por recipiente, el tipo de solvente, la temperatura del solvente y tiempo de maceración óptimo.

También se determinó la relación entre los grados Brix y los sólidos obtenidos, y el número de extracciones necesarias en las condiciones previamente establecidas hasta agotar la hierba.

Como segunda etapa se realizaron distintos métodos de extracción variando las etapas y realizando extracciones a favor y en contra corriente. Posteriormente los extractos obtenidos según el método elegido se concentraron.

En la tercera etapa se realizó un estudio de vida útil y un análisis sensorial para determinar el deterioro de los extractos obtenidos.

2.2.2 Estudios preliminares

El estudio en esta etapa consistió en determinar como influían variables como el tiempo, el solvente y la temperatura en el extracto obtenido. Anterior a esto se determinó las cantidades óptimas de hierbas y tiempo de maceración.

2.2.2.1 Determinación de la cantidad de hierbas

Para la determinación de la cantidad óptima de hierbas a utilizar por extracción se realizaron 3 extracciones por cada hierba. La cantidad de hierba en ambos casos fue de 100, 150 y 200 g. y la cantidad de solvente fue de 1 L de agua

Las cantidades se determinaron en función de la solución obtenida (extracto más solvente) y del tamaño de los recipientes que fueron seleccionados para realizar las extracciones. Estos recipientes son cilindros de 12,5 cm. de diámetro y 19,5 cm. de altura con un volumen de 2,4 L los cuales fueron utilizados a lo largo de todo el estudio.

2.2.2.2 Determinación del efecto de la temperatura

Se determinó el efecto de la temperatura en las extracciones de hierbas analizando los extractos a 4 distintas temperaturas manteniendo constante el tiempo (30 minutos), la cantidad de hierba y de solvente. Para esto se experimentó a 20° C, 45° C, 70° C y 95 ° C usando 150 g de hierbas.

El criterio para determinar la temperatura óptima fue el porcentaje de sólidos obtenidos en los extractos.

Todas las determinaciones del porcentaje de sólidos presentes en las soluciones obtenidas (extracto más solvente) en el presente estudio se realizaron llevando 7 g de cada muestra a un determinador de contenido de sólidos provisto de una ampolla calefactora, balanza analítica y computador programado a 105 grados Celsius con detenimiento automático al llegar a peso constante, el resultado expresado fue el promedio de tres análisis.

2.2.2.3 Efecto del tiempo de maceración

El efecto del tiempo de maceración fue estudiado considerando el porcentaje de sólidos obtenidos. Para esto, se realizaron extractos variando el tiempo de maceración y manteniendo todos los otros parámetros constantes.

Se determinó el porcentaje de sólidos de las soluciones (extracto más solvente) a 5 distintos tiempos (10, 20, 30, 40, 50 min) con 150 g de cada hierba y 1 L de agua a ebullición como solvente.

2.2.2.4 Determinación del solvente a utilizar

Para la determinación del solvente a utilizar se realizaron 4 experimentos con ambas hierbas. En 150 gramos de cada hierba se realizaron extracciones usando 1 L de 4 distintos solventes. Estos fueron agua, alcohol al 30 %, alcohol al 50% y alcohol al 70%. Después de 30 minutos de maceración se tomaron muestras y se determinó el porcentaje de sólidos presentes y el volumen de solución obtenida.

2.2.2.5 Relación entre los grados Brix y los sólidos obtenidos en los extractos.

Para realizar una determinación más rápida del porcentaje de sólidos obtenidos en los extractos se estudió la relación existente entre los grados Brix y los sólidos del extracto obtenido con el fin de establecer un modelo matemático.

Para esto, en el caso del boldo, se pesó 70 g de boldo molido en 5 recipientes cilíndricos. Al primero se le adicionó 1L mezcla hidroalcohólica (50/50) a ebullición y se dejó macerar 20 minutos.

La solución obtenida (extracto más solvente) se adicionó al siguiente matraz que contenía boldo seco, se dejó macerar por el mismo tiempo y el procedimiento se repitió hasta el quinto matraz. A cada solución obtenida de la maceración se le determinó el porcentaje de sólidos y los grados Brix.

Para la determinación de la relación entre los ° Brix y el contenido de sólidos totales de rosa mosqueta se realizó el mismo procedimiento descrito anteriormente pero usando agua como solvente.

2.2.2.6 Determinación del número de etapas de extracción hasta agotamiento

Con el fin de determinar cuantas extracciones de hierbas eran posibles realizar hasta el agotamiento de la hierba obteniendo un porcentaje de sólidos mayor a 0,3%, debido a que un porcentaje inferior no justificaría los recursos empleados en la extracción.

Se pesaron 150 gramos de boldo y se adicionó 1 L de mezcla hidroalcohólica como solvente a ebullición a un recipiente con boldo. Terminado el tiempo de maceración la solución fue separada de la hierba y se determinó el porcentaje de sólidos de la solución obtenida. Con la hierba húmeda, extraída una vez, se repitió el procedimiento hasta que el porcentaje de sólidos fuera menor al 0,3% de sólidos.

La misma cantidad de rosa mosqueta fue pesada y se adicionó 1 L de agua a ebullición como solvente y el procedimiento fue repetido realizando las mismas determinaciones.

2.2.3 Determinación de métodos de extracción

Como segunda etapa, correspondiente a la determinación del método óptimo de extracción de hierbas en función de los objetivos de la empresa, se experimentó utilizando distintos métodos de extracción en cada uno de los cuales se determinó el porcentaje de sólidos totales de hierba obtenidos. Para todos los experimentos se utilizó un tiempo de maceración de 30 minutos, el solvente fue adicionado a ebullición sobre las distintas hierbas y la cantidad de éstas fue de 150 g por recipiente.

Por cada método de extracción se calculó el costo total por ml de los extractos obtenidos con el fin de compararlos. Para obtenerlos se consideró que serán concentrados a un 40% de contenido de sólidos totales en un evaporador de 180 L utilizando vapor de calefacción proveniente de una caldera de la empresa. Para esto también fue necesario cuantificar el volumen de la solución (extracto más solvente) obtenida al final de cada etapa.

2.2.3.1 Extracción en una etapa

2.2.3.1.1 Extracción en una etapa de boldo

Para realizar una extracción de boldo en una etapa se adicionó 150 g de hierba en uno de los recipientes. Se adicionó la mezcla hidroalcohólica y se dejó macerar. A la solución final obtenida (extracto más solvente) se le determinó el porcentaje de sólidos, el volumen de solución y se estimó el costo total por ml de extracto al 40%.

2.2.3.1.2 Extracción en una etapa de rosa mosqueta.

Para la extracción de rosa mosqueta en una etapa se siguió el mismo procedimiento anteriormente descrito salvo que se usó agua como solvente. A la solución obtenida se le hicieron las mismas determinaciones.

2.2.3.2 Extracción en dos etapas sucesivas

2.2.3.2.1 Extracción en dos etapas sucesivas de boldo

Para la extracción de boldo en dos etapas se adicionó 150 g de la hierba a dos recipientes cilíndricos. Al primero de estos se le agregó mezcla hidroalcohólica 50/50 a ebullición y se maceró por 30 minutos. Posteriormente se recolectó la solución (extracto más solvente), se llevó a ebullición y se adicionó al siguiente recipiente dejándose macerar por la misma cantidad de tiempo. A la solución final (extracto más solvente) final obtenida se le determinó el contenido de sólidos, el volumen de solución y se estimó el costo total por ml de extracto al 40%

2.2.3.2.2 Extracción en dos etapas sucesivas de rosa mosqueta

El procedimiento para la extracción de rosa mosqueta es similar al del boldo descrito en el punto anterior con la excepción de que en este caso el solvente utilizado fue agua.

2.2.3.3 Extracción sucesiva en 5 etapas en co-corriente

Las extracciones sucesivas en co corriente se refieren a las extracciones donde la hierba a extraer menos agotada se enfrentan con los solventes más puros. Es decir, en la primera etapa de extracción siempre se enfrentará la hierba seca sin extraer con solvente puro. En la segunda etapa de extracción la hierba previamente extraída una vez se enfrenta con solución (solvente más extracto) procedente de la primera extracción y así sucesivamente hasta llegar a la última etapa. Al llegar al quinto recipiente se vacía, se le vuelve a adicionar hierba seca y pasa a ser el primero de la siguiente etapa. Para comenzar la operación, como ninguna hierba ha sido previamente extraída se realiza una extracción con solvente a ebullición y maceración por 30 minutos de los 4 últimos recipientes con hierba seca. La figura 2.1 grafica el método, los números indican las veces que se han realizado extracciones sobre cada recipiente.

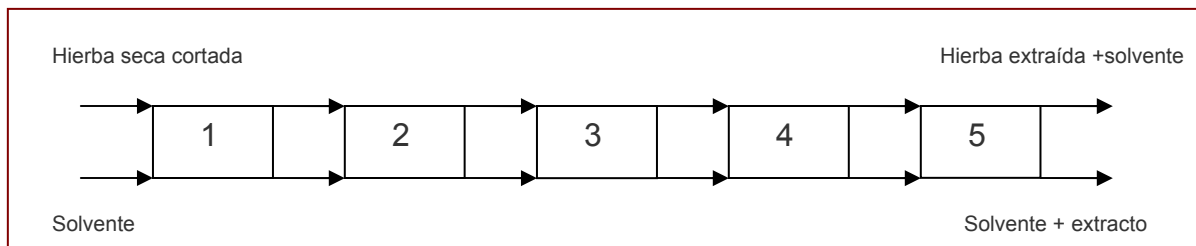


Figura 2.1 Extracciones sucesivas en cinco etapas en contra corriente.

2.2.3.3.1 Extracción sucesiva en 5 etapas en co-corriente de boldo

Con la finalidad de realizar extracciones sucesivas sobre hierbas que ya han sido utilizadas inicialmente se adicionó a cinco recipientes una cantidad de 150 g de boldo como etapa previa. A cuatro de estos se le adicionó 1 L de mezcla hidroalcohólica al 50% como solvente a ebullición y se dejó macerar. Seguido de esto, se contabilizó la solución obtenida (solvente más extracto) y se determinó el porcentaje de sólidos.

Como primera etapa se adicionó 1 L de solvente al recipiente que no había sido utilizado y se dejó macerar. Después de este tiempo, la solución obtenida (extracto más solvente) se llevó a ebullición y se adicionó a uno de los cuatro recipientes con una extracción previa.

Se realizó una maceración, la solución obtenida se volvió a llevar a ebullición, y se adicionó a otro recipiente con una extracción previa. Esto se repitió hasta llegar al quinto recipiente con boldo. Terminada esta etapa, el extracto obtenido se cuantificó y se determinó la cantidad de sólidos presentes.

Como segunda etapa el último recipiente extraído se vació, se le volvió a adicionar hierba seca, se le adicionó solvente puro a ebullición, se maceró y la solución obtenida se adicionó como solvente al recipiente que contenía boldo extraído una vez. El mismo procedimiento se repitió sobre el recipiente extraído dos veces y se prosiguió hasta el quinto recipiente. Terminado esto, la solución final obtenida se cuantificó y se determinó la cantidad de sólidos presentes.

Este procedimiento se siguió hasta llegar a la cuarta etapa donde al finalizar esta, el último recipiente fue extraído cinco veces. Esta última etapa fue repetida.

Al final de cada etapa se cuantificó la solución y se le determinó el porcentaje de sólidos.

2.2.3.3.2 Extracción sucesiva en 5 etapas en co-corriente de rosa mosqueta

El mismo procedimiento descrito en el punto anterior fue realizado para la extracción sucesiva en 5 etapas en co-corriente de rosa mosqueta con la diferencia que el solvente en este caso fue agua. También se realizaron las mismas determinaciones

2.2.3.4 Extracción sucesiva en 5 etapas en contra corriente

Las extracciones sucesivas en contra corriente se refieren a las extracciones donde la hierba a extraer más agotada se enfrentan con los solventes más puros. Es decir, en la primera etapa de extracción siempre se enfrentará la hierba, húmeda con solvente, más extraída con solvente puro.

Posteriormente la solución obtenida (solvente más extracto) se enfrenta con hierba húmeda previamente extraída, la cual ha sido extraída una vez menos que la anterior y se continúa así hasta llegar finalmente al recipiente con hierba seca molida sin extracciones previas.

Para comenzar la operación, como ninguna hierba ha sido previamente extraída se realiza una extracción con solvente a ebullición y maceración por 30 minutos de los 4 últimos recipientes con hierba seca.

Al finalizar la cuarta etapa el quinto recipiente ha sido extraído cinco veces. Esta etapa se realiza dos veces. La figura 2.2 muestra esta etapa. Los números indican la cantidad de extracciones sobre el recipiente

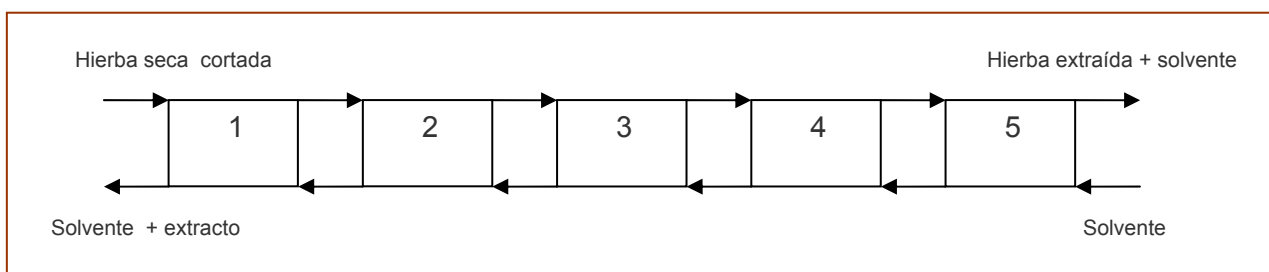


Figura 2.2 Extracciones sucesivas en cinco etapas en contra corriente

2.2.3.4.1 Extracción sucesiva en 5 etapas en contra corriente de boldo

Inicialmente se adicionó a cada uno de los cinco recipientes una cantidad de 150 g de boldo. Como etapa previa a 4 de estos se le adicionó 1 L de solvente hidroalcohólico (50/50) a ebullición y se dejó. Seguido de esto se contabilizó el extracto obtenido y su concentración.

En una primera etapa se adicionó 1 L de solvente a ebullición a uno de los recipientes que había sido utilizado y se dejó macerar. Después de este tiempo, la solución obtenida (extracto más solvente) se llevó a ebullición y se adicionó a otro recipiente el cual ya había sido extraído una vez. Se dejó macerar y se repitió el procedimiento con el contenido del recipiente siguiente hasta llegar al quinto recipiente el cual contenía boldo no extraído anteriormente. Terminada esta etapa el extracto obtenido se recolectó y se determinó la cantidad de sólidos presentes.

Posteriormente uno de los recipientes extraídos dos veces es vaciado y vuelto a adicionar hierba nueva y es dejado para ser extraído al final de la siguiente etapa

Como segunda etapa se comienza a realizar extracciones sobre el recipiente con hierba que ha sido previamente extraído dos veces, para seguir con el recipiente extraído una vez y terminar con la hierba nueva.

El procedimiento termina cuando se llega a la cuarta etapa, donde la primera extracción se realiza sobre hierba que ha sido previamente extraída en cuatro ocasiones.

Al finalizar esta etapa en el primer recipiente se realizan cinco extracciones, en el segundo cuatro extracciones, en el cuarto tres, en el cuarto dos y en el quinto una. Esta etapa es repetida una vez.

2.2.3.4.1 Extracción sucesiva en 5 etapas en contra corriente de rosa mosqueta.

El mismo procedimiento descrito en el punto anterior fue realizado para la extracción sucesiva en 5 etapas en contracorriente de rosa mosqueta con la diferencia que el solvente en este caso fue agua. También se realizaron las mismas determinaciones

2.2.4 Concentración de los extractos

La concentración de los extractos obtenidos se realizó en un rotavapor (Heidolph VV 2000, Germany) en un baño termostático (Heidolph WB 2000, Germany) a 70°C con un vacío de 28" de Hg. y una agitación de 120 rpm hasta llevar los extractos a un nivel de concentración del 40%.

Los extractos concentrados obtenidos fueron almacenados en botellas de vidrio oscuras de 200 ml.

2.2.5 Análisis microbiológico

Debido a que en el Reglamento Sanitario de los Alimentos (Ministerio de Salud, 2006), no hay una especificación microbiológica para extractos concentrados extraídos con agua o alcohol se utilizó la especificación del punto 13.3 – ESPECIAS Y CONDIMENTOS. Definido en el Párrafo III. Especificaciones Microbiológicas por Grupo Alimentos.

Para esto se dispusieron 9 muestras por extracto concentrado que se enviaron a un laboratorio para realizar un ensayo microbiológico a los días 0, 15, 30, 45, 60, 75 y 90 con el fin de estimar la inocuidad del producto.

La metodología para el ensayo informado por el laboratorio fue la siguiente:

NCh 2659 Of. 2002; NCh 2675 Of. 2002; NCh 2734 Of. 2002 Chapter 16: *Clostridium perfringens*, Bam On Line

Los criterios microbiológicos para el punto 13.3 se muestran a continuación.

Tabla 2.1 Criterios microbiológicos

Parámetro	Categoría	Plan de muestreo			Límite por gramo	
		Clases	n	c	m	M
Rcto. Aerobio Mesón.	2	3	5	2	10 ⁵	10 ⁶
Mohos	5	3	5	2	10 ³	10 ⁴
Cl. perfringens	5	3	5	2	10 ²	10 ³
Salmonella en 25g	10	2	5	0	0	-

Fuente: Reglamento Sanitario de los Alimentos, 2006.

2.2.6 Estudio de vida útil

Debido a que los extractos concentrados serán utilizados como materia prima para formar una infusión, por lo que el extracto líquido pasará a ser parte de un producto en polvo a medida que se va generando, se estableció determinar las posibles variaciones que sufren los extractos hasta tres meses. Para esto, se realizó un estudio de vida útil de los extractos concentrados pero diluidos de acuerdo a como estarán dosificados en el producto final (infusión instantánea en polvo) y sin ningún otro ingrediente.

La dosificación de las infusiones instantáneas en polvo es de 16 g por taza (3 cucharadas por cada 250ml) y el contenido de sólidos de extracto de hierbas declarado es de un 2%. Como se cuenta con un extracto concentrado al 40% de sólidos totales la cantidad a adicionar por taza fue de 0,8 g. Cantidad que se disolvió en agua caliente.

Para el estudio se trabajó con un panel de 8 jueces entrenados los cuales evaluaron el producto periódicamente cada 7 días. Los jueces eran personas pertenecientes al Área de Desarrollo y al Área de Control de la Calidad de la empresa Novafoods S.A. Los jueces fueron familiarizados con el producto al inicio, tiempo en el cual se contaba con extractos de distintos tiempos situación que no fue posible con el correr del tiempo.

En ningún momento se les informó que la evaluación era sobre vida útil debido a que, como no se contaba con muestra fresca para comparar, no se generara un efecto psicológico que tendiera a encontrar el producto a evaluar cada vez más alejado del producto fresco, aun cuando las diferencias fueran mínimas.

En cada ficha de evaluación se presentaron 3 parámetros que eran de interés para analizar **ANEXO 1**. Estos parámetros fueron sabor, aroma y color. Se aplicó una escala lineal no estructurada de 10 cm para determinar el deterioro.

Para el análisis estadístico de los datos se realizó un análisis de varianza de dos vías (jueces y tiempo), con los datos de las evaluaciones de los jueces entrenados, para determinar si existen diferencias significativas entre tiempo ($P \leq 0,05$), no debiendo haber diferencias significativas entre jueces ($P \geq 0,05$). Se utilizó un intervalo de confianza de un 95%.

Para determinar si los extractos tenían una duración de al menos tres meses se estableció que ningún promedio de los atributos podía encontrarse sobre un 40 % de deterioro de la característica inicial.

El programa estadístico utilizado para tales efectos fue el Software Statgraphics Plus Statistical Graphics System Version 5.1 (Manugistics Inc. Statical Graphics Corporation, 1999, Rockville, MA, U.S.A.)

2.2.7 Diseño de la línea de proceso

Se diseñaron los planos de los equipos utilizados y de la línea para la elaboración del producto. Estos se encuentran en el **ANEXO 2**

Para el diseño de los planos se utilizó el programa Autocad 2005 © Microsoft Corporation.

CAPITULO III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Ensayos preliminares

3.1.1 Cantidad de hierbas

Según los resultados obtenidos presentes en la Tabla 3.1 se siguió el estudio usando en ambos casos 150 g de hierba ya que se descartó la solución obtenida con 200 g de hierba por ser muy poca la cantidad para volver a utilizarla en una siguiente extracción y utilizando 100 g el espacio de cabeza del recipiente fue muy amplio (cilindro de 2,4 L).

Tabla 3.1 Volumen obtenido de extracciones usando distintas cantidades de hierbas

Boldo g	Solución obtenida ml	Rosa Mosqueta g	Solución obtenida ml
100	750	100	763
150	640	150	664
200	462	200	468

3.1.2 Efecto de la temperatura

Se determinó que la temperatura del solvente será la más alta posible, esto es a temperatura de ebullición ya que como se aprecia en la Tabla 3.2 y Tabla 3.3 al aumentar la temperatura del solvente aumenta la cantidad de sólidos de hierba obtenidos.

Tabla 3.2 Porcentaje de sólidos de hierbas a distintas temperaturas

Boldo		Rosa mosqueta	
Temperatura (°C)	Sólidos (%)	Temperatura (°C)	Sólidos (%)
20	2,01	20	2,4
45	2,50	45	2,84
70	3,15	70	3,45
95	4,00	95	4,05

Con estos datos se construyeron los gráficos (figura 3.1 y 3.2) que relacionan la temperatura de adición del solvente con el porcentaje de sólidos obtenidos.

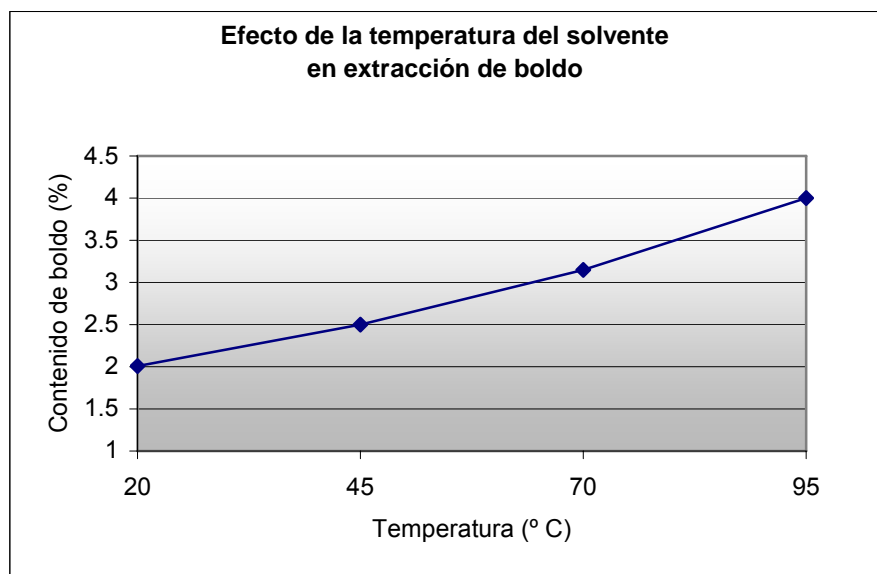


Figura 3.1 Efecto de la temperatura del solvente en extracción de boldo

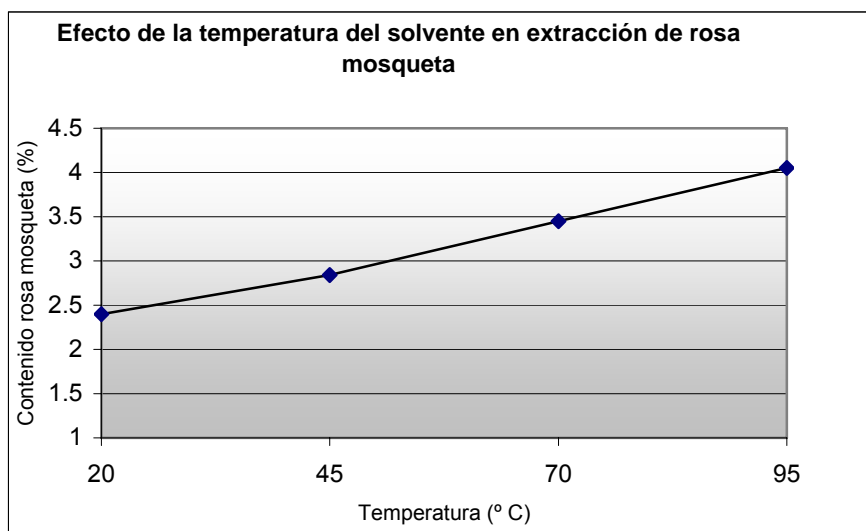


Figura 3.2 Efecto de la temperatura del solvente en la en extracción de rosa mosqueta.

3.1.3 Tiempo de maceración

En extracciones con boldo, según la figura 3.3 construida a partir de los datos presentados en la Tabla 3.4, se aprecia que a los 30 minutos hay una disminución en la velocidad de transferencia de masa entre la hierba y el solvente.

Tabla 3.4 Solución obtenida, porcentaje de sólidos, porcentaje de sólidos por ml y sólidos totales obtenidos a distintos tiempos de maceración.

Tiempo (min)	Solución Extracto + solv. ml	% Sólidos	% Sólidos/ml	Sólidos totales (g)
10	680	3,20	0,0047	21,76
20	645	3,72	0,0058	24
30	600	4,00	0,0067	24
40	590	4,05	0,0069	23,90
50	590	4,08	0,0069	24,07

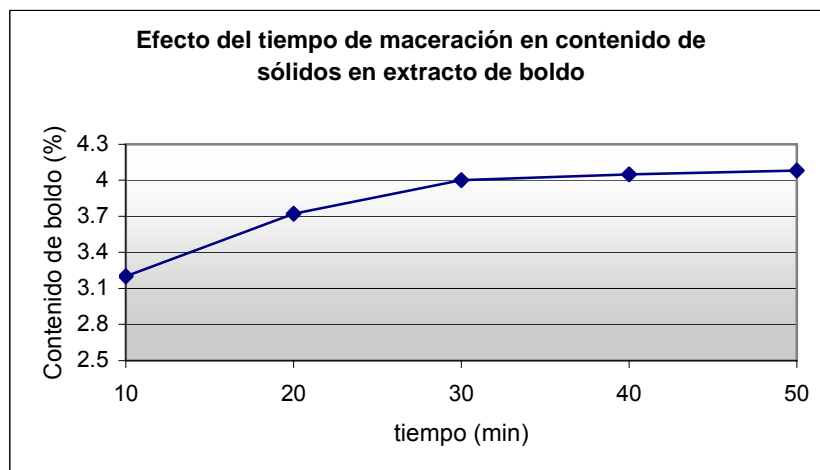


Figura 3.3 Efecto del tiempo de maceración en el porcentaje de sólidos de boldo.

Según la Tabla 3.4 se observa que a menor tiempo de maceración hay un mayor contenido de solución (extracto más solvente) sin embargo la concentración es menor.

Referente al porcentaje de sólidos por ml se aprecia que el mayor valor es a los 40 y 50 minutos, sin embargo a los 30 min el valor es bastante cercano. En relación a los sólidos totales los valores correspondientes a los minutos 20, 30, 40 y 50 son similares. Sin embargo el valor a 20 min fue descartado por ser muy diluido (3,72% sólidos en 645 ml) y los valores 40 y 50 por ocupar más tiempo de proceso obteniendo resultados similares. Por lo cual el tiempo elegido es de 30 minutos de maceración.

Para el caso de la extracción de rosa mosqueta se aprecia (al igual que en el boldo) según la figura 3.4 construida a partir de los datos de la tabla 3.5 que a los 30 minutos hay una disminución en la velocidad de transferencia de masa entre la hierba y el solvente.

Tabla 3.5 Solución obtenida, porcentaje de sólidos, porcentaje de sólidos por ml y sólidos totales obtenidos a distintos tiempos de maceración.

Tiempo (min)	Solución			
	Extracto + solv ml	% Sólidos	% sólidos/ml	sólidos totales (g)
10	710	3,04	0,0043	21,584
20	660	3,42	0,0052	22,572
30	620	4,05	0,0065	25,110
40	619	4,10	0,0066	25,379
50	619	4,10	0,0066	25,379

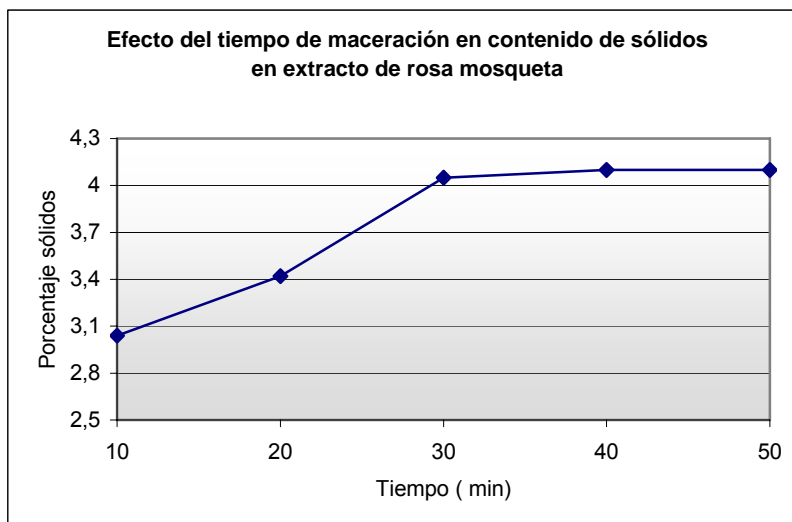


Figura 3.4 Efecto del tiempo de maceración en el porcentaje de sólidos de rosa mosqueta.

Según la Tabla 3.5 se aprecia que a menor tiempo de maceración hay un mayor contenido de solución (extracto más solvente) sin embargo la concentración es menor.

El porcentaje de sólidos por ml es mayor valor es a los 40 y 50 minutos (0,0066), siendo muy similar al valor a los 30 min (0,0065). En relación a los sólidos totales los valores correspondientes a los minutos 40 y 50 son los mayores pero cercano al valor a 30 min. Si se compara entre los valores a los tiempo 30, 40 y 50 min se aprecia que los ml de solución obtenida son similares (620, 619 y 619 ml respectivamente) al igual que el porcentaje de sólidos (4,05; 4,1 y 4,1 %) por lo que se eligió realizar las extracciones a 30 min considerando que a 40 y 50 min se obtiene resultados similares pero usando un tiempo mayor de procesamiento.

3.1.4 Determinación del solvente

Como se puede ver en la Tabla 3.6 se determinó utilizar alcohol al 50% como solvente en extracciones de boldo. Con este solvente se obtuvo un mayor porcentaje de sólidos, un mayor contenido de gramos de extracto y una mayor relación de gramos de sólidos por ml de solvente.

Tabla 3.6 Solución obtenida, porcentaje de sólidos, gramos de sólidos y relación gramos por ml a distintos solventes en extracciones de boldo.

Solvente	Solución (ml)	% Sólidos	Sólidos (g)	Gramos/ml
Agua	600	4,12	24,72	0,041
Alcohol 30%	640	4,10	26,24	0,041
Alcohol 50%	600	4,42	26,52	0,044
Alcohol 70%	600	3,06	18,36	0,036

Según los datos obtenidos presentados en la Tabla 3.7 se determinó utilizar agua como solvente en extracciones de rosa mosqueta por que con este solvente se obtuvo un mayor porcentaje de sólidos y un mayor contenido de gramos de extracto.

Tabla 3.7 Solución obtenida, porcentaje de sólidos, gramos de sólidos y relación gramos por ml a distintos solventes en extracciones de rosa mosqueta

Solvente	Solución (ml)	% Sólidos	Sólidos (g)	Gramos/ml
Agua	620	4,00	24,80	0,040
Alcohol 30%	630	1,38	8,69	0,013
Alcohol 50%	640	1,50	9,60	0,015
Alcohol 70%	800	2,00	16,00	0,020

3.1.5 Relación entre los grados Brix y el porcentaje de sólidos.

Se determinó que hay una relación lineal entre los ° Brix y el porcentaje de sólidos en extracciones de boldo. La Tabla 3.8 muestra los valores obtenidos.

Tabla 3.8 Relación entre ° Brix y porcentaje de sólidos en boldo

° Brix	Sólidos (%)
16.6	2,39
17.4	3,80
18	5,21
18.6	6,11
19.4	7,72

La relación existente sigue la expresión $\% \text{ Sólidos} = 1,9069 \cdot \text{° Brix} - 29,278$; Ecuación que tiene un R^2 de 0,9974 la cual se puede apreciar en la Figura 3.5

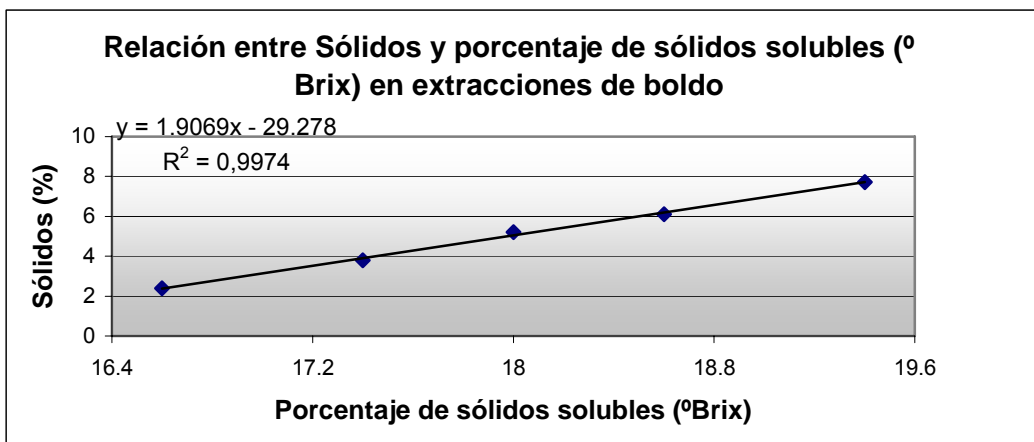


Figura 3.5 Relación entre contenido de sólidos (%) y el porcentaje de sólidos solubles (° Brix) en extracciones de boldo

Para rosa mosqueta también se determinó que hay una relación lineal entre los ° Brix y el porcentaje de sólidos. La Tabla 3.9 muestra los valores obtenidos

Tabla 3.9 Relación entre ° Brix y porcentaje de sólidos en rosa mosqueta

° Brix	Sólidos (%)
3	2,58
4	3,46
6	5,22
7,2	6,40
8	7,20

Estos parámetros se pueden relacionar de la siguiente forma:

% Sólidos = $0,9201 \cdot \text{° Brix} - 0,2171$; Ecuación que tiene un R^2 de 0,9992 la cual se puede apreciar en la Figura 3.6

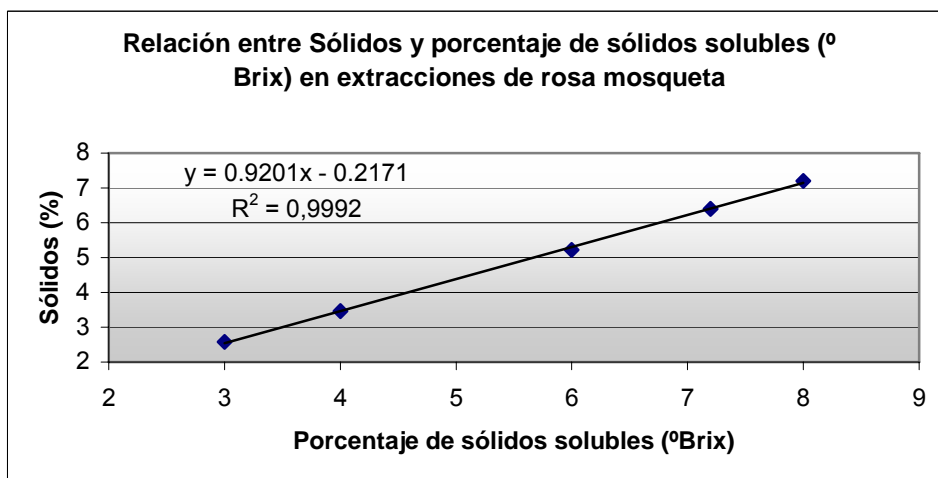


Figura 3.6 Relación entre contenido de sólidos y el porcentaje de sólidos solubles (° Brix) en extracciones de rosas mosqueta.

3.1.6 Número de etapas de extracción hasta agotamiento

Se determinó que la cantidad máxima de etapas en ambas hierbas será de cinco debido a que el porcentaje de sólidos obtenido en la sexta etapa es muy bajo (0,2 % para el boldo y 0,17 % para la rosa mosqueta).

Previamente se estableció que el contenido de sólidos en la solución obtenida (extracto más solvente) debería ser superior a un 0,3 % ya que un contenido muy pequeño de sólidos no justificaría el tiempo y la energía requerida para realizar la extracción.

Los resultados de las extracciones realizadas sobre boldo y rosa mosqueta se muestran en la Tabla 3.10.

Tabla 3.10 porcentaje de boldo y rosa mosqueta en distintas etapas

Etapas	Sólidos boldo (%)	Sólidos rosa m. (%)
1	4,42	4,00
2	1,10	1,20
3	0,64	0,55
4	0,50	0,40
5	0,32	0,30
6	0,20	0,17

3.2 Métodos de extracción

De acuerdo a la Tabla 3.11 se observa que el menor costo de los extractos al 40% para ambas hierbas, considerando solo las materias primas, se obtiene por el método de extracción en cinco etapas en contracorriente.

El detalle de los cálculos se encuentra en el **ANEXO 3**

Tabla 3.11 Costos de obtención de extractos al 40% por ml considerando solo materias primas (sin considerar costo concentración)

Método	Hierbas	
	Boldo (pesos/ml)	Rosa m. (pesos/ml)
1 Etapa	4,29	3,13
2 Etapas sucesivas	5,147	5,8
5 en Co-corriente	4,48	3,07
5 en Contracorriente	3,28	2,2

Con los cálculos realizados en el **ANEXO 4** referente a los costos de concentración por ml de extracto al 40 % de contenido de sólidos de hierba se construyó la Tabla 3.12. Según se observa, se obtiene un menor costo de concentración realizando

extracciones en 2 etapas sucesivas. Esto se debe a que los extractos obtenidos por este método son mucho más concentrados (10,24% para el boldo y 9,8% para la rosa mosqueta). Lo opuesto ocurre con los extractos obtenidos en 1 etapa debido a que las soluciones obtenidas por este método son las más diluidas (4,42% para el boldo y 4% para la rosa mosqueta). Sin embargo la mayor influencia en el costo está dada principalmente por la materia prima más que por los costos de concentración.

Tabla 3.12 Costos para concentración de extractos a un 40% de contenido de sólidos totales por ml. En boldo y rosa mosqueta

Método	Hierbas	
	Boldo (pesos/ml)	Rosa m. (pesos/ml)
1 Etapa	0,374	0,413
2 Etapas sucesivas	0,160	0,170
5 Co-corriente	0,350	0,380
5 Contracorriente	0,2800	0,300

La suma de los costos de la materia prima (solvente, hierba) más los costos de concentración hasta un 40% de sólidos totales de cada hierba se describen en la Tabla 3.13. **(ANEXO 5)**

Tabla 3.13 Costo de obtención de extractos al 40% por ml.

Método	Hierbas	
	Boldo (pesos/ml)	Rosa m. (pesos/ml)
1 Etapa	4,66	3,54
2 Etapas sucesivas	5,30	5,97
5 Co-corriente	4,83	3,45
5 Contracorriente	3,56	2,50

El método más barato sigue siendo en ambas hierbas el de cinco etapas en contracorriente.

Sin embargo, debido a que el tiempo empleado por cada método además de los litros de solución obtenida y los costos asociados son muy distintos se calculó el tiempo de proceso por cada método, los litros obtenidos y los costos. **(ANEXO 6)**

Las Tablas 3.14 y 3.15 muestran estos resultados.

Tabla 3.14 Solución obtenida, tiempo empleado y costo total según los diferentes métodos en extracciones de boldo.

Métodos de extracción	Solución obtenida (40%) (L)	Tiempo Empleado (h)	Costo Total (\$)
1 Etapa	318,24	8,16	1.483.000
2 Etapas sucesivas	153,60	8,67	814.080
Co-corriente	57,07	11,16	275.657
Contracorriente	78,07	10,00	278.000

Tabla 3.15 Solución obtenida, tiempo empleado y costo total según los diferentes métodos en extracciones de rosa mosqueta.

Métodos de extracción	Solución obtenida (40%) (L)	Tiempo Empleado (h)	Costo Total (\$)
1 Etapa	297,60	8,16	1.053.504
2 Etapas sucesivas	155,23	8,67	926.723
5 Co-corriente	55,13	11,16	196.262
5 Contracorriente	77,28	10,00	193.200

El método de extracción en 5 etapas en contracorriente es mas barato, para ambas hierbas, debido a que se obtiene una cantidad mayor de extracto al 40% y se ocupa un tiempo menor con un costo similar en comparación con el método en co corriente.

Debido a que al usar el método en una etapa se obtiene una gran cantidad de litros de extracto en comparación con el método en contracorriente se realizó la Tabla 3.16 y la Tabla 3.17 donde se igualan los litros de solución obtenida entre estos dos métodos para comparar los costos.

Tabla 3.16 Costo total al obtener 77,28 L de extracto en extracciones de boldo

Métodos de extracción	Solución (40%) (L)	Tiempo Empleado (h)	Costo Total (\$)
1 Etapa	78,07	2,00	363.480
5 Contracorriente	78,07	10,00	278.000

Tabla 3.17 Costo total al obtener 77,28 L de extracto en extracciones de rosa mosqueta.

Métodos de extracción	Solución (40%) (L)	Tiempo Empleado (h)	Costo Total (\$)
1 Etapa	77,28	2,11	273.571
5 Contracorriente	77,28	10,00	193.200

El método en contra corriente sigue siendo mas barato, a pesar de que se ocupa un tiempo de alrededor de cinco veces mas para obtener la misma cantidad. Sin embargo,

considerando que el tiempo por hora de un operario es de alrededor de 700 pesos, este ahorro de tiempo no es importante en relación al costo total de obtener los extractos.

Por lo tanto el método más económico de extracción de hierba es el método en contra corriente en cinco etapas, sin embargo para emergencias de producción debido a la gran cantidad de litros que se obtiene con el método en una etapa este se debe tener en consideración.

3.3 Concentración de los extractos

La concentración de los extractos obtenidos se realizó en un rotavapor (Heidolph VV 2000, Germany) en un baño termostático (Heidolph WB 2000, Germany) a 70°C para el caso del boldo y 90 ° C para la concentración de rosa mosqueta, con un vacío de 28" de Hg. y una agitación de 120 rpm hasta llevar los extractos a un nivel de concentración del 40%.

Los extractos concentrados obtenidos fueron almacenados en botellas de vidrio oscuras de 200 ml.

3.4 Análisis microbiológico

La Tabla 3.18 y la Tabla 3.19 muestran los resultados de los análisis microbiológicos realizados a los extractos obtenidos y la frecuencia con que se llevaron a cabo. Los análisis se efectuaron a 25 ° C. salvo a los 15 y 90 días donde además se efectuaron mediciones a 40 ° C.

Tabla 3.18 Valores de recuento de aerobios mesófilos, mohos, levaduras, *Cl. perfringens* y *Salmonella* en extracto de boldo a 25 y 40 °C

Boldo	Días de control	0		15		30		45		60		75		90	
		25	40	25	40	25	40	25	40	25	40	25	40	25	40
Parámetro		25	40	25	40	25	40	25	40	25	40	25	40	25	40
R.A.M (ufc/g)		<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Mohos (ufc/g)		<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
R. Levadura (ufc/g)		<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
<i>Cl. perfringens</i> (ufc/g)		<10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<10
<i>Salmonella</i> en 25 g (presencia o ausencia)		Au	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Au

Tabla 3.19 Valores de recuento de aerobios mesófilos, mohos, levaduras, *Cl. perfringens* y salmonella en extracto de rosa mosqueta.

Rosa mosqueta	Días de control	0	15		30	45	60	75	90	
Temperatura (°C)		25	25	40	25	25	25	25	25	40
Parámetro		<10	2,0·10 ¹	1,4·10 ²	2,3·10 ²	3,2·10 ²	7,6·10 ²	3,3·10 ³	8,5·10 ³	3,4·10 ⁴
R.A.M (ufc/g)		<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Mohos (ufc/g)		<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
R. Levadura (ufc/g)		<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
<i>Cl. perfringens</i> (ufc/g)		<10	-	-	-	-	-	-	-	<10
<i>Salmonella</i> en 25 g (presencia o ausencia)		Au	-	-	-	-	-	-	-	Au

Se observa que en el caso de los extractos de boldo no se encontró presencia significativa de ningún parámetro determinado. En el caso de la salmonella los análisis mostraron ausencia en 25 g.

En el caso de la rosa mosqueta al primer día casi no hubo presencia de aerobios mesófilos, mohos, levaduras y *Cl. Perfringens*. No se encontró presencia de salmonella en 25 g. Esta tendencia se mantuvo a lo largo de todo el periodo de determinación salvo para los recuentos de aerobios mesófilos los cuales fueron aumentando constantemente con el correr de las determinaciones. En las dos determinaciones realizadas con muestras a 40 ° C (15 y 90 días) se encontró mayor cantidad de ufc/g de aerobios mesófilos en comparación con las encontradas en las muestras conservadas a temperatura ambiente. El máximo valor de RAM encontrado (3,4·10⁴ ufc/g) se encuentra por debajo del límite mínimo “m” que el Reglamento Sanitario de los Alimentos lo define como un “valor del parámetro microbiológico para el cual o por debajo del cual el alimento no representa un riesgo para la salud” que corresponde a 10⁵ ufc/g.

3.5 Estudio de vida útil

Finalizado el análisis sensorial, se analizaron las respuestas del panel de jueces. Las respuestas de todos los parámetros medidos en el test descriptivo se analizaron con ANOVA multifactorial (**ANEXO 7**).

Análisis sensorial para infusiones de boldo

Tabla 3.20 Resumen del análisis de varianza del test descriptivo para infusiones de boldo

ATRIBUTO	EFEECTO	F - ratio	P - value
Sabor	JUEZ	0,49	0,8388
	TIEMPO	7,28	0,0000
Color	JUEZ	1,14	0,3466
	TIEMPO	24,00	0,0000
Aroma	JUEZ	0,41	0,8930
	TIEMPO	37,23	0,0000

La Tabla 3.20 muestra que no hay diferencias significativas entre los jueces ($P \geq 0,05$) lo que indica que homogeneidad en sus evaluaciones. En el factor día los resultados muestran que hubo diferencias significativas entre los días ($P \leq 0,05$) lo que representa un cambio en la evaluación de los jueces con el transcurso del tiempo.

Promedio de evaluaciones al 95%

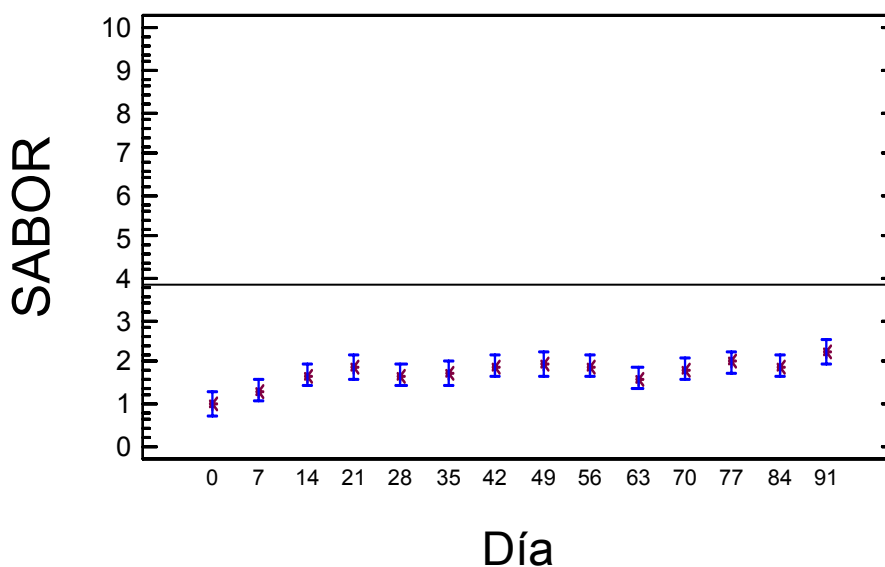


Figura 3.7 Promedios de evaluaciones para sabor a un 95% de confianza.

La Figura 3.7 muestra el gráfico de los promedios de las evaluaciones a un 95% de intervalo de confianza para el parámetro sabor en relación con el factor día. Se desprende que hay un pequeño deterioro que aumenta linealmente hasta el día 21. Posterior a esto no se evidencia una tendencia marcada de deterioro salvo al final del periodo donde se evidenció el mayor valor. Sin embargo todos los valores promedio estuvieron distribuidos bajo el valor 2.3 lo que equivale a un 20.3% de variación con respecto al producto fresco, valor muy por debajo del límite establecido de un 40%. Esto indica que el sabor no sufre variaciones importantes percibida por los jueces durante los 3 meses.

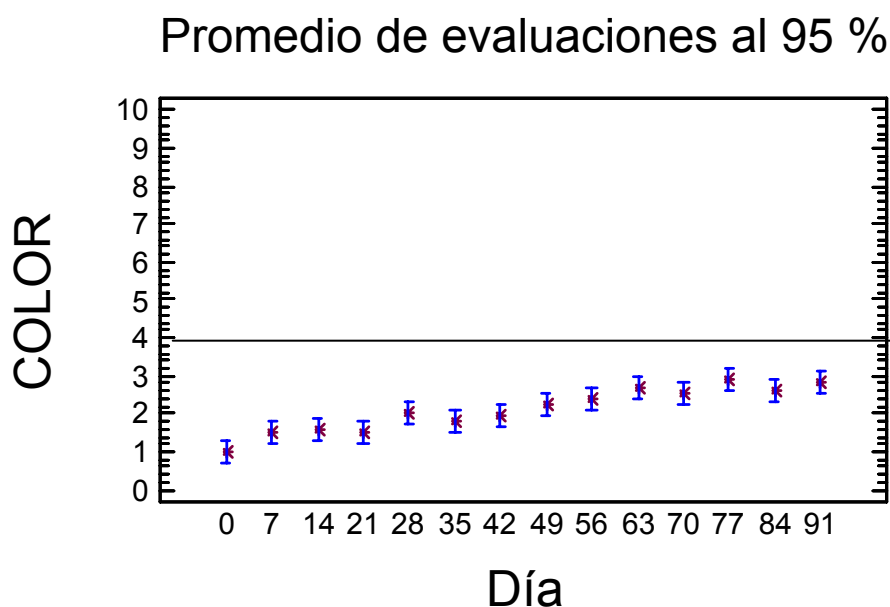


Figura 3.8 Promedios de evaluaciones para color a un 95% de confianza.

La Figura 3.8 muestra el gráfico de los promedios de las evaluaciones a un 95% de intervalo de confianza para el parámetro color en relación al factor día. Se desprende que hay una variación de los promedios con una tendencia al aumento en forma lineal. Sin embargo todos los valores promedio estuvieron distribuidos bajo el valor 3 de la escala lineal no estructurada, lo que equivale a un 30 % de variación con respecto al producto fresco, valor que se encuentra bajo del límite establecido de un 40% de deterioro de la característica inicial. Esto indica que el color no sufre variaciones importantes percibida por los jueces durante los 3 meses.

Promedio de evaluaciones al 95%

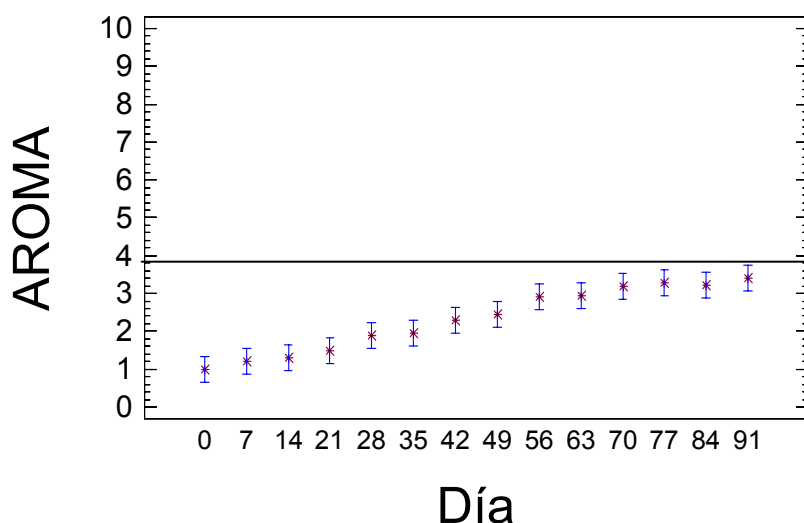


Figura 3.9 Promedios de evaluaciones para aroma a un 95% de confianza.

La Figura 3.9 muestra el gráfico de los promedios de las evaluaciones a un 95% de intervalo de confianza para el parámetro aroma en relación al factor día. Se desprende de este, que hay una variación de los promedios con una tendencia al aumento en forma lineal a medida que se avanza en los días. Todos los valores promedio estuvieron distribuidos bajo el valor 3,4 de la escala lineal no estructurada. Valor por debajo del valor 4 que fue el establecido como límite de pérdida de deterioro de la característica inicial. Esto indica que el aroma no sufre variaciones importantes percibida por los jueces durante los 3 meses.

Análisis sensorial para rosa mosqueta

Tabla 3.21 Resumen del análisis de varianza del test descriptivo para infusiones de rosa mosqueta.

ATRIBUTO	EFEECTO	F - ratio	P - value
Sabor	JUEZ	0,49	0,9009
	TIEMPO	7,28	0,0008
Color	JUEZ	1,14	0,5174
	TIEMPO	24,00	0,0015
Aroma	JUEZ	0,41	0,2205
	TIEMPO	37,23	0,0000

La Tabla 3.21 muestra que no hay diferencias significativas entre los jueces ($P \geq 0,05$) lo que indica que estuvieron de acuerdo en sus evaluaciones. En el factor tiempo los resultados muestran que hubo diferencias significativas entre los días ($P \leq 0,05$) lo que representa que hay una concordancia en la evaluación de los jueces con el transcurso del tiempo.

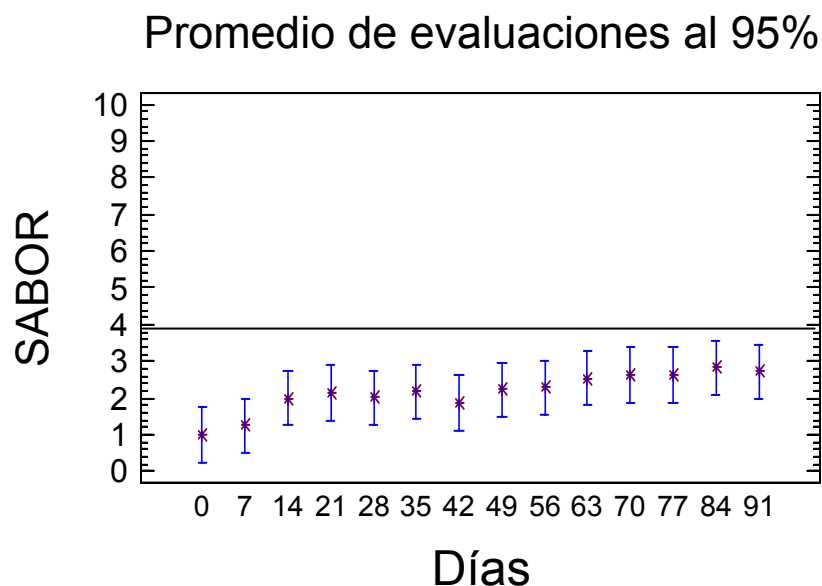


Figura 3.10 Promedios de evaluaciones para sabor a un 95% de confianza

La Figura 3.10 muestra el gráfico de los promedios de las evaluaciones a un 95% de intervalo de confianza para el parámetro sabor en relación con el factor día. Se desprende que los jueces no encuentran una variación de sabor con el transcurso del tiempo ya que los valores promedios se distribuyen alrededor de un mismo valor (2,2).

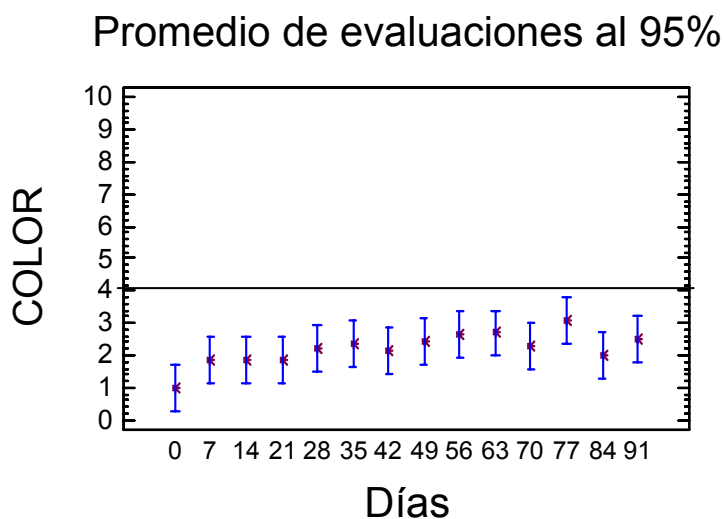


Figura 3.11 Promedios de evaluaciones para color a un 95% de confianza.

La Figura 3.11 muestra el gráfico de los promedios de las evaluaciones a un 95% de intervalo de confianza para el parámetro color en relación al factor día. Se desprende que hay una variación de los promedios con una tendencia al aumento en los primeros periodos, sin embargo en la parte final no se aprecia una tendencia definida. Este cambio puede haber ocurrido por factores externos a la evaluación, como la luz ambiental. Todos los promedios se encuentran dentro de los parámetros establecidos. Lo que indica que el color no sufre variaciones importantes percibida por los jueces durante los 3 meses.

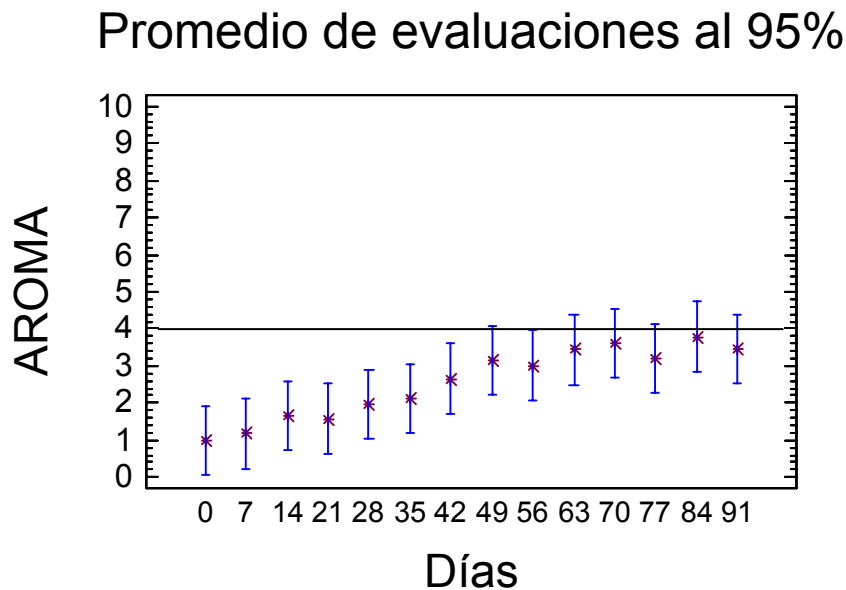


Figura 3.12 Promedios de evaluaciones para aroma a un 95% de confianza.

La Figura 3.12 muestra el gráfico de los promedios de las evaluaciones a un 95% de intervalo de confianza para el parámetro aroma en relación al factor día. Se desprende que hay una variación de los promedios con una tendencia al aumento en forma lineal a medida que se avanza en los días. Al final de la evaluación no se aprecia una tendencia definida. Los valores promedio obtenidos en los periodos finales están al borde de los valores máximos establecidos previamente, lo que indicaría que en un tiempo mayor el aroma tendría una calidad inferior al límite propuesto.

3.6 Diseño de la línea de proceso

3.6.1 Capacidad y ubicación de la planta

Según lo requerido por el gerente general/comercial de la empresa el dimensionamiento de la planta fue calculado para la obtención de 50 L de extractos concentrados a 40% por día.

La planta estará ubicada en las dependencias actuales con las que cuenta la empresa.

3.6.2 Plan de producción

Según el método de extracción elegido el cual fue en contra corriente en cinco etapas y que se muestra en la carta Gantt en el **ANEXO 6** el tiempo de producción es de 10 horas para la producción de 78 L en el caso de boldo y 77 L en el caso de rosa mosqueta ambos al 40% de contenido de sólidos.

Para la producción de extractos se destinará una persona por turno. Como la empresa trabaja con dos turnos en el segundo turno quedarán 6 horas sin producción en las cuales el operario se dedicará a moler la hierba para la producción del día siguiente además de preocuparse de la limpieza y mantenimiento.

3.6.3 Detalle de las instalaciones y equipos

El plano de la planta junto con los equipos se encuentra en el **ANEXO 2**

Los equipos seleccionados se encuentran a continuación

- **Molino de martillo**

Marca: TecnoLab

Modelo: TP2

Motor: 2HP, 1,5 Kw, 2800 rpm.

- **Maceradores**

Marca: TecnoLab

Capacidad: 100 L

Dimensiones (mm): 750 x 500

Especificaciones: Estructura cilíndrica en acero inoxidable 304, con fondo cónico. Válvula de descarga en acero AISI 316. Agitador de turbina de 6 aspas con motor de 3kw para agitación a 15 rpm.

- **Bombas centrífugas**

Marca: Alfa Laval

Modelo: LKH-5 sanitaria

Max. Presión entrada: 6 bar

Motor 50 Hz: 1.1 Kw.

Diámetro entrada: 51 mm.

Diámetro salida: 38 mm.

- **Válvulas de 3 pasos.**

Marca: Alfalaval

Modelo: MH 53

Diametro: 51 mm

- **Evaporador**

Marca: Jersa

Capacidad: 380 L

Atmósfera: 76 mmHg.

Especificaciones:

Olla marmita: Hecho de acero inoxidable tipo 304, entrada de vapor lateral, toma de conexiones para vacío, válvula de alivio y vacuometro.

Bomba de vacío de doble efecto de 3.0 HP.

Condensador de 1.22 m de altura con conexiones de acero a marmita y bomba de vacío.

- **Marmitas**

Capacidad: 80 L

Hecho de acero inoxidable tipo 304, entrada de vapor lateral, toma de conexiones para vacío, válvula de alivio y vacuometro.

- **Estanque pulmón**

Capacidad: 380 L

Dimensiones (mm): 630 x 1240

Especificaciones: De acero inoxidable 316 y terminación sanitaria

- **Estanque recepción concentrado**

Dimensiones: 430 x 320

Capacidad: 60 L

CAPITULO IV. CONCLUSIONES

- La temperatura de adición de los solventes fue un factor importante en la obtención de extractos de hierbas concentrados en extracciones con solvente con maceración. Esta fue a temperatura de ebullición la que en el caso de las extracciones de boldo correspondió a 80 °C y en el caso de rosa mosqueta a 95 °C.
- Se determinó que el tiempo óptimo de maceración de los extractos con el solvente es de 30 minutos por estanque
- Se eligió como solvente para la extracción de boldo una mezcla hidroalcohólica al 50%. Para la extracción de rosa mosqueta se utilizó agua como solvente por obtener un mayor porcentaje de sólidos en las extracciones de ambas hierbas.
- Se determinó que hay una relación lineal entre el porcentaje de sólidos totales de cada hierba y el porcentaje de sólidos solubles (° Brix)
- El agotamiento de las hierbas usando 1 L de solvente y 150 g de hierbas se produjo a la quinta extracción, ya que en la siguiente extracción el porcentaje de sólidos obtenidos fue menor al 0,3 %.
- El método de extracción elegido fue el de cinco etapas en contracorriente por ser el más barato.
- El costo de obtención de 78,07 L de extracto al 40% de sólidos de boldo en 10 horas fue de 278.000 pesos realizando extracciones en cinco etapas en contracorriente.
- El costo de obtención de 77,28 L de extracto al 40% de sólidos de rosa mosqueta en 10 horas realizando extracciones en contracorriente en cinco etapas fue de 193.200 pesos.
- Los extractos no sobrepasaron los límites de los criterios microbiológicos establecidos en el Reglamento Sanitario de los Alimentos.
- Se determinó por medio de jueces sensoriales entrenados que los extractos concentrados al 40% de hierbas no presentan una variación importante percibida por los jueces en sabor, color y aroma hasta al menos tres meses bajo condiciones normales de almacenamiento.
- La línea de proceso quedó compuesta por equipos que se adaptan a las necesidades de la empresa.

CAPITULO V. BIBLIOGRAFÍA

- ✓ ALONSO, Jorge. Tratado de Fotoquímica: Bases Clínicas y Farmacológicas. Buenos Aires, Argentina. Editorial ISIS, 1998
- ✓ BERRIOS Sagrado, Eugenio. Boldina: extracción, purificación y análisis: generalidades. Tesis (Bioquímico). Santiago, Chile. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacéuticas, 1980. 101 h.
- ✓ BRENNAN, J. G. Las operaciones de los Alimentos. España, Acribia, 1996. 176p.
- ✓ CASTRO, E. (1986). "Propiedades térmicas de los alimentos". Monografías sobre Ingeniería de Alimentos N°8. Departamento de Ciencia de los Alimentos y Tecnología Química, Facultad de Ciencias químicas y Farmacéuticas, Universidad de Chile. Págs. 1-20.
- ✓ CENTRO DE ESTUDIOS ECOLOGICOS ARGENTINOS. Infusión de rosa mosqueta [en línea] <<http://www.cdeea.com/>> [consulta: 5 de Marzo 2006]
- ✓ CIÑIGUERAL S., Plantas Medicinales y Drogas Vegetales para Infusión y Tisana. España. EMF internacional, 1998.
- ✓ INFOMED. Biblioteca virtual de Salud: información sobre infusión [en línea] <<http://www.sld.cu/fitomed/g303.html>> [consulta: 25 de Marzo 2006]
- ✓ DEL VALLE J.M., ROGALINSKI T., ZETZL C., BRUNNER G. Extraction of boldo (*Peumus boldus M.*) leaves with supercritical CO₂ and hot pressurized water. Food Research International. 38:203-213, 2005
- ✓ DIARIO DEL CONSUMIDOR. El boldo: Estimula y protege el buen funcionamiento del hígado y de la vesícula biliar [en línea] <http://www.consumer.es/web/es/alimentacion/salud_y_alimentacion/plantas_medicinales/2003/08/15/64183.php> [consulta: 17 de Marzo 2006]

- ✓ GALAZ, A. Relación entre Momento de Cosecha y Algunos Parámetros de Calidad en dos Especies de Rosa Mosqueta: *Rosa moschata* y *Rosa rubiginosa*. Tesis (Ingeniero Agrónomo) Chillan, Chile. Universidad de Concepción Facultad de Agronomía.1999.

- ✓ MENDOZA Montalar, María Soledad. Diseño de técnicas analíticas cualitativas para el control de calidad de drogas vegetales: matico, manzanilla, melisa y boldo. Tesis (Químico farmacéutico). Santiago, Chile. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacéuticas, 1999. 95 h.

- ✓ MUNOZ O., MONTES M., WILKOMIRISKY T., Plantas Medicinales de Uso en Chile: Química y Farmacología. Santiago, Chile. Editorial Universitaria, Junio 2001. 245p.

- ✓ O'BRIEN P.,CARRASCO-POZO C., SPEISKY H. Boldine and its or health-promoting properties. Chemico-Biological interactions. 159: 1-17, 2006.

- ✓ ORGANIZACIÓN DE CONSUMDORES Y USUARIOS. Características de las infusiones [en línea] <<http://www.ocu.org/map/show/5561/src/27651.htm>> [consulta: 16 de Marzo 2006]

- ✓ VALDEBENITO Gerardo, "et all". Innovación Tecnológica y Comercial de Productos Forestales No Madereros (PFNM) en Chile, [en línea] boletín informativo N ° 2 *Peumus boldus* Julio 2003
<http://www.gestionforestal.cl/pfnm/paqtecnologicos/paqtecpfnm.htm>
[Consulta: 20 marzo 2006]

- ✓ VARMAN A., SUTHERLAND J., Beverages technology, Chemistry and Microbiology. Editorial Springer, Abril 1994.162p.

- ✓ SUDZUKI, F. La rosa Mosqueta (*Rosa eglanteria*). Como Cultivar: Revista Chile Agrícola. Enero-Febrero-Marzo: 29-32p, 1995.

- ✓ MUNOZ O., MONTES M., WILKOMIRISKY T., Plantas Medicinales de Uso en Chile: Química y Farmacología. Santiago, Chile. Editorial Universitaria, Junio 2001. 245p.

ANEXO 1

Novafoods S.A.
Desarrollo

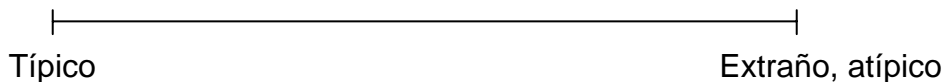
EVALUACIÓN SENSORIAL

Producto: ***Infusión de boldo***

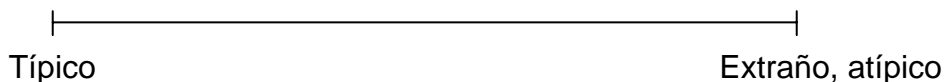
Nombre: _____ Fecha: _____

Sírvase degustar la muestra evaluando los siguientes parámetros marcando con una línea correspondiente a muestra de acuerdo a su percepción.

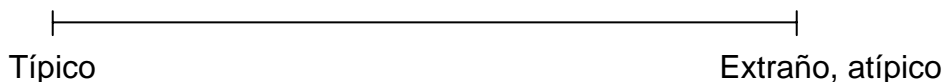
Sabor: evalúe la variación del sabor con respecto al producto patrón.



Aroma: evalúe el grado de variación o presencia de aromas extraños.



Color: evalúe la variación del color con respecto al producto patrón.



Observaciones

Gracias por su colaboración.

Novafoods S.A.
Desarrollo

EVALUACIÓN SENSORIAL

Producto: ***Infusión de rosa mosqueta***

Nombre: _____ Fecha: _____

Sírvase degustar la muestra evaluando los siguientes parámetros marcando con una línea correspondiente a la muestra de acuerdo a su percepción.

Sabor: evalúe la variación del sabor con respecto al producto patrón.

Típico Extraño, atípico

Aroma: evalúe el grado de variación o presencia de aromas extraños.

Típico Extraño, atípico

Color: evalúe la variación del color con respecto al producto patrón.

Típico Extraño, atípico

Observaciones

Gracias por su colaboración.

ANEXO 2

LINEA DE PROCESO

- PLANO DE LA LINEA
- MOLINO DE MARTILLO
- MACERADORES
- BOMBAS CENTRIFUGAS
- VALVULA DE TRES PASOS

ANEXO 3

CÁLCULO DE COSTO DE CONCENTRAR LOS EXTRACTOS A UN 40% (SIN CONSIDERAR COSTOS DE EVAPORACIÓN)

Para el cálculo de costos de concentrar los extractos a un 40% por ml. de contenido de sólidos de hierbas se consideraron los siguientes precios:

Solventes

Agua: 0,5 pesos /L

Alcohol etílico de melaza norma potable (96%): 460 pesos/L

Mezcla hidroalcohólica 50/50:

Ya que en 1L hay un 96% de alcohol y la mezcla hidroalcohólica tendrá 50% de alcohol, la cantidad de alcohol al 96% en 1L de la mezcla es de $\frac{1}{2} \cdot \frac{100}{96} = 0,52L$

Por lo tanto se debe adicionar 0,48L de agua para completar el litro de mezcla, así el valor de la mezcla es:

$$0,52L \times 460 \frac{\text{pesos}}{L} + 0,48 \times 0,5 \frac{\text{pesos}}{L} = 239,4 \text{ pesos} / L$$

Materia Prima

Boldo: 300 pesos/kg

Rosa Mosqueta: 1250 pesos/kg

El costo total por ml de extractos concentrados a un 40% de sólidos totales (sin considerar los costos de evaporación) fueron calculados usando la siguiente expresión:

$$\text{CostoTotal} / \text{ml} = \left(\frac{\text{CostoHierba} + \text{CostoSolvente}}{\text{ml.extracto} \cdot (40\%)} \right)$$

Extracción en una etapa de boldo

Los resultados de este experimento utilizando 1 L de solvente en 150 g de hierba fueron los siguientes:

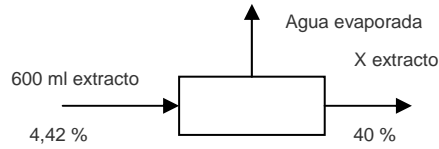
Solución obtenida (extracto más solvente) = 600 ml

Porcentaje de Sólidos = 4,42%

Cálculo del costo de concentrar el extracto a un 40 %

Cálculo de la cantidad de extracto al 40 %

Balance de Masa



$$600ml = Agua_{(evaporada)} + x$$

Balance de sólidos

$$600ml \cdot 4,42\% = x \cdot 40\%$$

$$x = 66,3ml_{(Extracto.40\%)}$$

$$CostoTotal / ml = \left(\frac{0,15kg \cdot 300 pesos / kg + 1L \cdot 239,44 pesos / L}{66,3ml} \right)$$

$$CostoTotal / ml = 4,29 pesos / ml$$

Extracción en una etapa de rosa mosqueta

Los resultados de este experimento utilizando 1 L de solvente en 150 g de hierba fueron los siguientes:

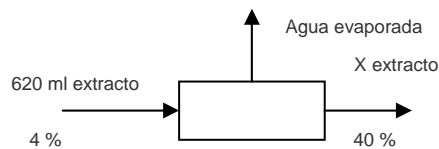
Solución obtenida (extracto más solvente) = 620 ml

Porcentaje de Sólidos = 4,0%

Cálculo del costo total de concentrar el extracto a un 40 %

Cálculo de la cantidad de extracto al 40 %

Balance de Masa



$$620ml = Agua_{(evaporada)} + x$$

Balance de sólidos

$$620ml \cdot 4\% = x \cdot 40\%$$

$$x = 60ml_{(Extracto.40\%)}$$

$$CostoTotal / ml = \left(\frac{0,15kg \cdot 1250 pesos / kg + 1L \cdot 0,5 pesos / L}{60ml} \right)$$

$$CostoTotal / ml = 3,13 pesos / ml$$

Extracción en dos etapas sucesivas

Extracción en dos etapas sucesivas de boldo

Los resultados obtenidos utilizando 2 recipientes con 150 g de hierba cada uno y utilizando como solvente para el segundo recipiente la solución (solvente más extracto) proveniente de la primera extracción fueron los siguientes:

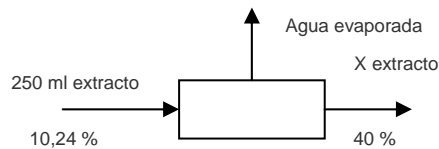
Solución obtenida (extracto más solvente) = 250 ml

Porcentaje de Sólidos = 10,24 %

Cálculo del costo de concentrar el extracto a un 40 %

Cálculo de la cantidad de extracto al 40 %

Balance de Masa



$$250ml = Agua_{(evaporada)} + x$$

Balance de sólidos

$$250 \cdot 10,24\% = x \cdot 40\%$$

$$x = 64ml_{(Extracto.40\%)}$$

$$CostoTotal / ml = \left(\frac{2 \cdot 0,15kg \cdot 300 pesos / kg + 1L \cdot 239,44 pesos / L}{64ml} \right)$$

$$CostoTotal / ml = 5,147 pesos / ml$$

Extracción en dos etapas sucesivas de rosa mosqueta

Los resultados de esta experiencia utilizando 1 L de solvente en 150 g de hierba fueron los siguientes:

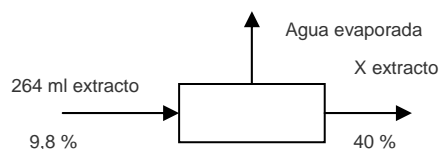
Solución obtenida (extracto más solvente) = 264 ml

Porcentaje de Sólidos = 9,8%

Cálculo del costo de concentrar el extracto a un 40 %

Cálculo de la cantidad de extracto al 40 %

Balance de Masa



$$264ml = Agua_{(evaporada)} + x$$

Balance de sólidos

$$264ml \cdot 9,8\% = x \cdot 40\%$$

$$x = 64,7ml_{(Extracto.40\%)}$$

$$CostoTotal / ml = \left(\frac{2 \cdot 0,15kg \cdot 1250 pesos / kg + 1L \cdot 0,5 pesos / L}{64,7ml} \right)$$

$$CostoTotal / ml = 5,8 pesos / ml$$

Extracción sucesiva en 5 etapas en co-corriente de boldo

Los resultados para este procedimiento se muestran a continuación:

Etapas previas:

Solución (extracto + solvente) = 2400 ml

Sólidos = 4,4 %

Boldo = 600 g

Solvente = 4 L

Etapas 1

Solución (extracto + solvente) = 580 ml

Sólidos = 5,1

Boldo = 150 g

Solvente = 1 L

Etapas 2

Solución (extracto + solvente) = 550 ml

Sólidos = 4,84

Boldo = 150 g

Solvente = 1L

Etapas 3

Solución (extracto + solvente) = 510

Sólidos = 4,8

Boldo = 150

Solvente = 1L

Etapas 4

Solución (extracto + solvente) = 460

Sólidos = 4,8

Boldo = 150

Solvente = 1L

Etapas 5

Solución (extracto + solvente) = 420

Sólidos = 4,8

Boldo = 150

Solvente = 1L

Extracto Total recolectado

$$2400 + 580 + 550 + 510 + 460 + 420 = 4920ml$$

Porcentaje del Extracto recolectado

$$2400 * 4,4 + 580 * 5,1 + 550 * 4,84 + 510 * 4,8 + 460 * 4,8 + 420 * 4,8 = 4920 * x$$

$$x = 4,64\% \text{ Extracto}$$

Solvente total usado

$$4000 + 1000 + 1000 + 1000 + 1000 + 1000 = 9000ml$$

Boldo total usado

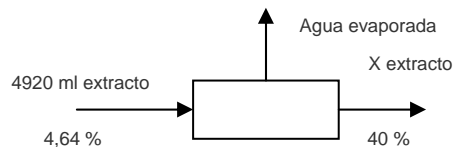
$$600 + 150 + 150 + 150 + 150 + 150 = 1350g$$

Por lo tanto usando 9 L de solvente y 1350 g de Boldo se obtienen 4,92 L de extracto al 4,64 %

Cálculo del costo total del extracto al 40% de sólidos

Cálculo de la cantidad de extracto al 40 %

Balance de Masa



$$4920ml = \text{Agua}_{(evaporada)} + x$$

Balance de sólidos

$$4920ml \cdot 4,64\% = x \cdot 40\%$$

$$x = 570,7ml_{(Extracto.40\%)}$$

$$\text{CostoTotal} / ml = \left(\frac{1,35kg \cdot 300 \text{ pesos} / kg + 9L \cdot 239,44 \text{ pesos} / L}{570,7ml} \right)$$

$$\text{CostoTotal} / ml = 4,48 \text{ pesos} / ml$$

Extracción sucesiva en 5 etapas en co-corriente de Rosa mosqueta

Los resultados para este procedimiento con Rosa mosqueta se muestran a continuación:

Etapla previa:

Solución (extracto + solvente) = 2480 ml

Sólidos = 4,1 %

Rosa mosqueta = 600 g

Solvente = 4 L

Etapla 1

Solución (extracto + solvente) = 600 ml

Sólidos = 4,82

Rosa mosqueta = 150 g

Solvente = 1 L

Etapla 2

Solución (extracto + solvente) = 580 ml

Sólidos = 4,61

Rosa mosqueta = 150 g

Solvente = 1L

Etapa 3

Solución (extracto + solvente) = 510

Sólidos = 4,5

Rosa mosqueta = 150 g

Solvente = 1L

Etapa 4

Solución (extracto + solvente) = 460

Sólidos = 4,5

Rosa mosqueta = 150

Solvente = 1L

Etapa 5

Solución (extracto + solvente) = 440

Sólidos = 4,5

Rosa mosqueta = 150

Solvente = 1L

Extracto Total recolectado

$$2480 + 600 + 580 + 510 + 460 + 440 = 5070ml$$

Porcentaje del Extracto recolectado

$$2480 * 4,1 + 600 * 4,82 + 580 * 4,61 + 510 * 4,5 + 460 * 4,5 + 440 * 4,5 = 5070 * x$$

$$x = 4,35\% \text{ Extracto}$$

Solvente total usado

$$4000 + 1000 + 1000 + 1000 + 1000 + 1000 = 9000ml$$

Rosa mosqueta usada

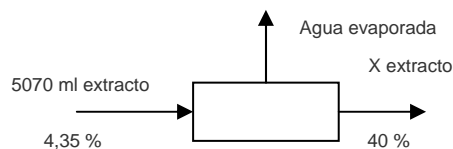
$$600 + 150 + 150 + 150 + 150 + 150 = 1350g$$

Por lo tanto usando 9 L de solvente y 1350 g de rosa mosqueta se obtienen 5,07 L de extracto al 4,35 %

Cálculo del costo total del extracto al 40% de sólidos

Cálculo de la cantidad de extracto al 40 %

Balace de Masa



$$5070ml = \text{Agua}_{(evaporada)} + x$$

Balance de sólidos

$$5070ml \cdot 4,35\% = x \cdot 40\%$$

$$x = 551ml_{(Extracto,40\%)}$$

$$CostoTotal / ml = \left(\frac{1,35kg \cdot 1250 pesos / kg + 9L \cdot 0,5 pesos / L}{551ml} \right)$$

$$CostoTotal / ml = 3,07 pesos / ml$$

Extracción sucesiva en 5 etapas en contra corriente de boldo

Los resultados para este procedimiento con boldo se muestran a continuación:

Etapa previa:

Solución (extracto + solvente) = 2400 ml

Sólidos = 4,4 %

Boldo = 600 g

Solvente = 4 L

Etapa 1

Solución (extracto + solvente) = 680 ml

Sólidos = 7,3

Boldo = 150 g

Solvente = 1 L

Etapa 2

Solución (extracto + solvente) = 640 ml

Sólidos = 7,12

Boldo = 150 g

Solvente = 1L

Etapa 3

Solución (extracto + solvente) = 600 ml

Sólidos = 7,05

Boldo = 150

Solvente = 1L

Etapa 4

Solución (extracto + solvente) = 500 ml

Sólidos = 7,01

Boldo = 150

Solvente = 1L

Etapa 5

Solución (extracto + solvente) = 500 ml

Sólidos = 6,92

Boldo = 150

Solvente = 1L

Extracto Total recolectado

$$2400 + 680 + 640 + 600 + 500 + 500 = 5320ml$$

Porcentaje del Extracto recolectado

$$2400 * 4,4 + 680 * 7,3 + 640 * 7,12 + 600 * 7,05 + 500 * 7,01 + 500 * 6,92 = 5320 * x$$

$$x = 5,87\% \text{ Extracto}$$

Solvente total usado

$$4000 + 1000 + 1000 + 1000 + 1000 + 1000 = 9000ml$$

Boldo total usado

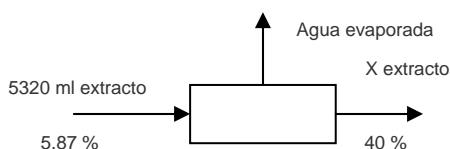
$$600 + 150 + 150 + 150 + 150 + 150 = 1350g$$

Por lo tanto usando 9 L de solvente y 1350 g de Boldo se obtienen 5,32 L de extracto al 5,87 %

Cálculo del costo total del extracto al 40% de sólidos

Cálculo de la cantidad de extracto al 40 %

Balance de Masa



$$5320ml = Agua_{(evaporada)} + x$$

Balance de sólidos

$$5320ml \cdot 5,87\% = x \cdot 40\%$$

$$x = 780,7ml_{(Extracto.40\%)}$$

$$CostoTotal / ml = \left(\frac{1,35kg \cdot 300 pesos / kg + 9L \cdot 239,44 pesos / L}{780,7ml} \right)$$

$$CostoTotal / ml = 3,28 pesos / ml$$

Extracción sucesiva en 5 etapas en contra corriente de rosa mosqueta.

Los resultados para este procedimiento con Rosa mosqueta se muestran a continuación:

Etapas previas:

Solución (extracto + solvente) = 2480 ml

Sólidos = 4,1 %

Rosa mosqueta = 600 g

Solvente = 4 L

Etapas 1

Solución (extracto + solvente) = 700 ml

Sólidos = 7,1

Rosa mosqueta = 150 g

Solvente = 1 L

Etapas 2

Solución (extracto + solvente) = 650 ml

Sólidos = 6,75

Rosa mosqueta = 150 g

Solvente = 1L

Etapa 3

Solución (extracto + solvente) = 640 ml

Sólidos = 6,6

Rosa mosqueta = 150 g

Solvente = 1L

Etapa 4

Solución (extracto + solvente) = 560 ml

Sólidos = 6,62

Rosa mosqueta = 150

Solvente = 1L

Etapa 5

Solución (extracto + solvente) = 540 ml

Sólidos = 6,53

Rosa mosqueta = 150

Solvente = 1L

Extracto Total recolectado

$$2480 + 700 + 650 + 640 + 560 + 540 = 5570ml$$

Porcentaje del Extracto recolectado

$$2480 * 4,1 + 700 * 7,1 + 650 * 6,75 + 640 * 6,6 + 560 * 6,62 + 540 * 6,53 = 5570 * x$$

$$x = 5,55\% \text{ Extracto}$$

Solvente total usado

$$4000 + 1000 + 1000 + 1000 + 1000 + 1000 = 9000ml$$

Rosa mosqueta usada

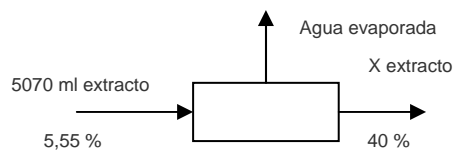
$$600 + 150 + 150 + 150 + 150 + 150 = 1350g$$

Por lo tanto usando 9 L de solvente y 1350 g de rosa mosqueta se obtienen 5,57 L de extracto al 5,55 %

Cálculo del costo total del extracto al 40% de sólidos

Cálculo de la cantidad de extracto al 40 %

Balance de Masa



$$5570ml = \text{Agua}_{(evaporada)} + x$$

Balance de sólidos

$$5570ml \cdot 5,55\% = x \cdot 40\%$$

$$x = 772ml_{(Extracto.40\%)}$$

$$\text{CostoTotal} / \text{ml} = \left(\frac{1,35\text{kg} \cdot 1250 \text{ pesos} / \text{kg} + 9\text{L} \cdot 0,5 \text{ pesos} / \text{L}}{772\text{ml}} \right)$$

$$\text{CostoTotal} / \text{ml} = 2,2 \text{ pesos} / \text{ml}$$

Tabla resumen de costo de obtención de extractos al 40% por ml. (solo materias primas) sin considerar costos de evaporación

Etapas	Hierbas	
	Boldo (pesos/ml)	Rosa m. (pesos/ml)
1 Etapa	4,29	3,13
2 Etapas sucesivas	5,147	5,8
Co-corriente	4,48	3,07
Contracorriente	3,28	2,2

ANEXO 4

CÁLCULO DEL COSTO DE CONCENTRACIÓN POR ML DE EXTRACTO AL 40% DE CONTENIDO DE SÓLIDOS DE HIERBA.

Cálculo del costo de concentración por ml de extracto obtenido de boldo.

Para los cálculos con boldo se considerarán los siguientes datos:

- Temperatura de concentración = 80°C = 176 °F
- Entalpía a 176°F = 992,6 Btu/lb
- Temperatura de la alimentación = 40°C = 104 °F
- Calentamiento del evaporador: Vapor de agua 4 kg/cm² (según catálogo)
- Entalpía del vapor de calefacción a 4 kg/cm² (56,8 psig) = 918 Btu/lb
- Cp del agua = 1Btu/lb.°F
- Se consideró un 17% de pérdida de calor.
- Producción de vapor de la caldera de 33 Lb vapor/h por litro de petróleo
- Costo del petróleo diesel = 450 pesos/L

Extracción en 1 etapa de boldo.

Como a nivel de laboratorio se obtuvieron 600 ml al 4,42% de solución usando 1 L de solvente.

Suponiendo el uso de 5 estanques de 100 L cada uno. La cantidad de solución obtenida con un 4,42% de sólidos de boldo es:

$$\frac{500L_{(solvente)} \times 0,6L_{(solución)}}{1L_{(solvente)}} = 300L_{(solución)}$$

Balance de masa

Balance total

$$300L = x + y$$

Balance del contenido de boldo para obtener un concentrado al 40% de sólidos

$$300L \times 4,42 = 40x$$

$$x = 33,15L \text{ Boldo al 40\%}$$

$$y = 266,85L \text{ Agua a evaporar.}$$

Densidad: Según Chen (Castro, 1986)

$$d_{(4,42\%)} = 62,4 \times (0,44 \times X_s + 0,997)$$

$$d_{(4,42\%)} = 62,4 \times (0,44 \times 0,042 + 0,997)$$

$$d_{(4,42\%)} = 63,36 \frac{lb}{pie^3} \quad \text{Como } 1pie^3 = 28,3L$$

$$d_{(4,42\%)} = 2,24 \frac{lb}{L}$$

Balance de energía

$$m \cdot \lambda_{\text{vapor}} = M_1 Cp(\Delta t) + M_1 \cdot \lambda + 17\% \text{ (pérdida)}$$

$$m \cdot \lambda_{\text{vapor}} = m \cdot 918 \left[\frac{\text{Btu}}{\text{lb}} \right]$$

$$M_1 Cp(\Delta t) = 300[\text{L}] \cdot 2,24 \left[\frac{\text{lb}}{\text{L}} \right] \cdot 0,96 \left[\frac{\text{Btu}}{\text{lb} \cdot ^\circ \text{F}} \right] \cdot (176^\circ \text{F} - 104^\circ \text{F})$$

$$M_1 Cp(\Delta t) = 46448,6 [\text{Btu}]$$

$$M_1 \cdot \lambda_{(176^\circ \text{F})} = 300[\text{L}] \cdot 2,24 \left[\frac{\text{lb}}{\text{L}} \right] \cdot 992,6 \left[\frac{\text{Btu}}{\text{lb}} \right]$$

$$M_1 \cdot \lambda_{(176^\circ \text{F})} = 667027,2 [\text{Btu}]$$

$$M_1 Cp(\Delta t) + M_1 \cdot \lambda_{(176^\circ \text{F})} = 713475,8 [\text{Btu}]$$

$$M_1 Cp(\Delta t) + M_1 \cdot \lambda_{(176^\circ \text{F})} + 17\% = 834766,7 [\text{Btu}]$$

Igualando

$$m \cdot 918 \left[\frac{\text{Btu}}{\text{lb}} \right] = 834766,7 [\text{Btu}]$$

$$m = 909,3 [\text{lb}] \quad \text{De consumo de vapor}$$

Cálculo del costo por ml de extracto al 40%

Como un litro de petróleo produce 33 lb de vapor, la cantidad de petróleo que se necesita para generar 909,3 lb de vapor por hora son:

$$L_{\text{petróleo}} = \frac{909,3 \text{ lb} \cdot \text{L}}{33 \text{ lb}}$$

$$L_{\text{petróleo}} = 27,5 \text{ L}$$

Como el costo del petróleo es de 450 pesos el costo de los 27,5 L de petróleo es:

$$\text{Costo} = \frac{450 \text{ pesos} \cdot 27,5 \text{ L}}{1 \text{ L}}$$

$$\text{Costo} = 12400 \text{ pesos}$$

Según el balance de masa se obtuvieron 33,15 L de boldo al 40% de contenido de sólidos, lo que equivale a 33150 ml. Ya que 1L=1000 ml

Así el costo por ml es:

$$\text{Costo} = \frac{12400 \text{ pesos} \cdot 1 \text{ ml}}{33150 \text{ ml extracto}}$$

$$\text{Costo} = 0,374 \text{ pesos por ml de extracto al 40\%}$$

Extracción en dos etapas sucesivas.

Usando 2 recipientes en serie, donde la solución obtenida del primero se uso como solvente en el siguiente recipiente, la cantidad obtenida experimentalmente fue de 250 ml al 10,24% usando 1 L de solvente de entrada.

Así, suponiendo el proceso para estanques con capacidad de 100 L de solvente por etapa se obtendrá lo siguiente:

$$\frac{100L_{(solvente)} \times 0,25L_{(solución)}}{1L_{(solvente)}} = 25L_{(solución)} \text{ con un 10,24\% de sólidos totales de boldo}$$

Balance de masa

Balance total

$$25L = x + y$$

Balance del contenido de boldo para obtener un concentrado al 40% de sólidos

$$25L \times 10,24 = 40x$$

$$x = 6,4L \text{ Boldo al 40\%}$$

$$y = 18,6L \text{ Agua a evaporar}$$

Densidad: Según Chen (Castro, 1986)

$$d_{(10,24\%)} = 62,4 \times (0,44 \times X_s + 0,997)$$

$$d_{(10,24\%)} = 62,4 \times (0,44 \times 0,1024 + 0,997)$$

$$d_{(10,24\%)} = 65 \frac{lb}{pie^3} \quad \text{Como } 1 pie^3 = 28,3L$$

$$d_{(10,24\%)} = 2,3 \frac{lb}{L}$$

Balance de energía

$$m \cdot \lambda_{vapor} = M_1 Cp(\Delta t) + M_1 \cdot \lambda + 17\%_{(pérdida)}$$

$$m \cdot \lambda_{vapor} = m \cdot 918 \left[\frac{Btu}{lb} \right]$$

$$M_1 Cp(\Delta t) = 25[L] \cdot 2,3 \left[\frac{lb}{L} \right] \cdot 0,9 \left[\frac{Btu}{lb \cdot ^\circ F} \right] \cdot (176^\circ F - 104^\circ F)$$

$$M_1 Cp(\Delta t) = 3726 [Btu]$$

$$M_1 \cdot \lambda_{(176^\circ F)} = 25[L] \cdot 2,3 \left[\frac{lb}{L} \right] \cdot 992,6 \left[\frac{Btu}{lb} \right]$$

$$M_1 \cdot \lambda_{(176^\circ F)} = 57074,5 [Btu]$$

$$M_1 Cp(\Delta t) + M_1 \cdot \lambda_{(176^\circ F)} = 60800,5 [Btu]$$

$$M_1 Cp(\Delta t) + M_1 \cdot \lambda_{(176^\circ F)} + 17\% = 71136,6 [Btu]$$

Igualando

$$m \cdot 918 \left[\frac{Btu}{lb} \right] = 71136,6 [Btu]$$

$$m = 77,5 [lb] \quad \text{Consumo de vapor}$$

Cálculo del costo por ml de extracto al 40%

Como un litro de petróleo produce 33 lb de vapor, la cantidad de petróleo que se necesita para generar 91 lb de vapor por hora son:

$$L_{\text{petróleo}} = \frac{77,5 lb \cdot L}{33 lb}$$

$$L_{\text{petróleo}} = 2,35 L$$

Como el costo del petróleo es de 450 pesos el costo de los 2,35 L de petróleo es:

$$\text{Costo} = \frac{450 \text{ pesos} \cdot 2,35 L}{1 L}$$

$$\text{Costo} = 1057,5 \text{ pesos}$$

Según el balance de masa se obtuvieron 6,4 L de boldo al 40% de contenido de sólidos, lo que equivale a 6400 ml. Ya que 1L=1000 ml

Así el costo por ml es:

$$\text{Costo} = \frac{1057,5 \text{ pesos} \cdot 1 ml}{6400 ml \cdot \text{extracto}}$$

$$\text{Costo} = 0,16 \text{ pesos por ml de extracto al 40\%}$$

Extracción de boldo en co-corriente.

A nivel de laboratorio usando 9L de solvente se obtiene 4,92L de extracto al 4,64% de solución de boldo. Por lo tanto llevando esto a estanques de 100L la cantidad de solvente a usar es de 900L y la cantidad de solución obtenida es:

$$\frac{900 L_{(\text{solvente})} \times 4,92 L_{(\text{solución})}}{9 L_{(\text{solvente})}} = 492 L_{(\text{solución})}$$

Balance de masa

Balance total

$$492 L = x + y$$

Balance del contenido de boldo para obtener un concentrado al 40% de sólidos

$$492 L \times 4,64 = 40x$$

$$x = 57 L \text{ boldo al 40\%}$$

$$x = 147 lb \text{ de solución concentrada al 40\% a la salida del evaporador}$$

$$y = 435 L \text{ Agua a evaporar.}$$

Densidad: Según Chen (Castro, 1986)

$$d_{(4,64\%)} = 62,4 \times (0,44 \times X_s + 0,997)$$

$$d_{(4,64\%)} = 62,4 \times (0,44 \times 0,042 + 0,997)$$

$$d_{(4,64\%)} = 63,36 \frac{lb}{pie^3} \quad \text{Como } 1 pie^3 = 28,3L$$

$$d_{(4,64\%)} = 2,24 \frac{lb}{L}$$

Balance de energía

$$m \cdot \lambda_{vapor} = M_1 Cp(\Delta t) + M_1 \cdot \lambda + 17\% \text{ (pérdida)}$$

$$m \cdot \lambda_{vapor} = m \cdot 918 \left[\frac{Btu}{lb} \right]$$

$$M_1 Cp(\Delta t) = 492[L] \cdot 2,24 \left[\frac{lb}{L} \right] \cdot 0,95 \left[\frac{Btu}{lb \cdot ^\circ F} \right] \cdot (176^\circ F - 104^\circ F)$$

$$M_1 Cp(\Delta t) = 75382,2 [Btu]$$

$$M_1 \cdot \lambda_{(176^\circ F)} = 492[L] \cdot 2,24 \left[\frac{lb}{L} \right] \cdot 992,6 \left[\frac{Btu}{lb} \right]$$

$$M_1 \cdot \lambda_{(176^\circ F)} = 1093424,6 [Btu]$$

$$M_1 Cp(\Delta t) + M_1 \cdot \lambda_{(176^\circ F)} = 1169306,8 [Btu]$$

$$M_1 Cp(\Delta t) + M_1 \cdot \lambda_{(176^\circ F)} + 17\% = 1368089 [Btu]$$

Igualando

$$m \cdot 918 \left[\frac{Btu}{lb} \right] = 1368089 [Btu]$$

$$m = 1490 [lb]$$

Cálculo del costo por ml de extracto al 40%

Como un litro de petróleo produce 33 lb de vapor, la cantidad de petróleo que se necesita para generar 1054 lb de vapor por hora son:

$$L_{petróleo} = \frac{1490 lb \cdot L}{33 lb}$$

$$L_{petróleo} = 45 L$$

Como el costo del petróleo es de 450 pesos el costo de 45 L es:

$$Costo = \frac{450 pesos \cdot 45 L}{1 L}$$

$$Costo = 20322,17 pesos$$

Según el balance de masa se obtuvieron 57 L de boldo al 40% de contenido de sólidos, lo que equivale a 57000 ml. Ya que 1L=1000 ml

Así el costo por ml es:

$$\text{Costo} = \frac{20322,17 \text{ pesos} \cdot 1 \text{ ml}}{57000 \text{ ml} \cdot \text{extracto}}$$

$\text{Costo} = 0,35 \text{ pesos}$ por ml de extracto al 40%

Extracción de boldo en contracorriente.

A nivel de laboratorio usando 9L de solvente se obtiene 5,32L de extracto al 5,87% de solución de boldo. Por lo tanto llevando esto a estanques de 100L la cantidad de solvente a usar es de 900L y la cantidad de solución obtenida es:

$$\frac{900L_{(\text{solvente})} \times 5,32L_{(\text{solución})}}{9L_{(\text{solvente})}} = 532L_{(\text{solución})}$$

Balance de masa

Balance total

$$532L = x + y$$

Balance del contenido de boldo para obtener un concentrado al 40% de sólidos

$$532L \times 5,87 = 40x$$

$$x = 78L \text{ boldo al } 40\%,$$

$$y = 453,9L \text{ Agua a evaporar.}$$

Densidad: Según Chen (Castro, 1986)

$$d_{(5,87\%)} = 62,4 \times (0,44 \times X_s + 0,997)$$

$$d_{(5,87\%)} = 62,4 \times (0,44 \times 0,058 + 0,997)$$

$$d_{(5,87\%)} = 63,8 \frac{\text{lb}}{\text{pie}^3}$$

$$\text{Como } 1 \text{ pie}^3 = 28,3L$$

$$d_{(5,87\%)} = 2,25 \frac{\text{lb}}{L}$$

Balance de energía

$$m \cdot \lambda_{\text{vapor}} = M_1 Cp(\Delta t) + M_1 \cdot \lambda + 17\% \text{ (pérdida)}$$

$$m \cdot \lambda_{\text{vapor}} = m \cdot 918 \left[\frac{\text{Btu}}{\text{lb}} \right]$$

$$M_1 Cp(\Delta t) = 532[L] \cdot 2,25 \left[\frac{\text{lb}}{\text{L}} \right] \cdot 0,94 \left[\frac{\text{Btu}}{\text{lb} \cdot ^\circ \text{F}} \right] \cdot (176^\circ \text{F} - 104^\circ \text{F})$$

$$M_1 Cp(\Delta t) = 81013 [\text{Btu}]$$

$$M_1 \cdot \lambda_{(176^\circ \text{F})} = 532[L] \cdot 2,25 \left[\frac{\text{lb}}{\text{L}} \right] \cdot 992,6 \left[\frac{\text{Btu}}{\text{lb}} \right]$$

$$M_1 \cdot \lambda_{(176^\circ \text{F})} = 1188142,2 [\text{Btu}]$$

$$M_1 Cp(\Delta t) + M_1 \cdot \lambda_{(176^\circ \text{F})} = 1269155,2 [\text{Btu}]$$

$$M_1 Cp(\Delta t) + M_1 \cdot \lambda_{(176^\circ \text{F})} + 17\% = 1484911,5 [\text{Btu}]$$

Igualando

$$m \cdot 918 \left[\frac{\text{Btu}}{\text{lb}} \right] = 14849,11 [\text{Btu}]$$

$$m = 1617,55 [\text{lb}]$$

Cálculo del costo por ml de extracto al 40%

Como un litro de petróleo produce 33 lb de vapor, la cantidad de petróleo que se necesita para generar 1617,55 lb de vapor por hora son:

$$L_{\text{petróleo}} = \frac{1617,55 \text{ lb} \cdot \text{L}}{33 \text{ lb}}$$

$$L_{\text{petróleo}} = 49 \text{ L}$$

Como el costo del petróleo es de 450 pesos el costo de los 49 L de petróleo es:

$$\text{Costo} = \frac{450 \text{ pesos} \cdot 49 \text{ L}}{1 \text{ L}}$$

$$\text{Costo} = 22057 \text{ pesos}$$

Según el balance de masa se obtuvieron 78 L de boldo al 40% de contenido de sólidos, lo que equivale a 78000 ml. Ya que 1L=1000 ml

Así el costo por ml es:

$$\text{Costo} = \frac{22057 \text{ pesos} \cdot 1 \text{ ml}}{78000 \text{ ml} \cdot \text{extracto}}$$

$$\text{Costo} = 0,28 \text{ pesos por ml de extracto al 40\%}$$

Cálculo del costo de evaporación por ml de extracto obtenido de rosa mosqueta.

Para los cálculos con rosa mosqueta se considerarán los siguientes datos:

- Temperatura de concentración = 90°C = 194 °F
- Entalpía a 194°F = 918 Btu/lb
- Temperatura de la alimentación = 40°C = 104 °F
- Calentamiento del evaporador: Vapor de agua 4 kg/cm² (según catálogo)
- Entalpía del vapor de calefacción a 4 kg/cm² (56,8 psig) = 918 Btu/lb
- Cp del agua = 1Btu/lb.°F
- Se consideró un 17% de pérdida de calor.
- Producción de vapor de la caldera de 33 Lb vapor/h por litro de petróleo
- Costo del petróleo = 450 pesos/L

Extracción en 1 etapa de rosa mosqueta.

Como a nivel de laboratorio se obtuvieron 620 ml al 4% de solución usando 1 L de solvente.

Suponiendo el uso de 5 estanques de 100 L cada uno. La cantidad de solución obtenida con un 4% de sólidos de rosa mosqueta es:

$$\frac{500L_{(solvente)} \times 0,62L_{(solución)}}{1L_{(solvente)}} = 310L_{(solución)}$$

Balance de masa

Balance total

$$310L = x + y$$

Balance del contenido de rosa mosqueta para obtener un concentrado al 40% de sólidos

$$310L \times 4 = 40x$$

$$x = 31L \text{ rosa mosqueta al 40\%}$$

$$y = 279L \text{ Agua a evaporar}$$

Densidad: Según Chen (Castro, 1986)

$$d_{(4,42\%)} = 62,4 \times (0,44 \times X_s + 0,997)$$

$$d_{(4,42\%)} = 62,4 \times (0,44 \times 0,042 + 0,997)$$

$$d_{(4,42\%)} = 63,36 \frac{lb}{pie^3}$$

$$\text{Como } 1 pie^3 = 28,3L$$

$$d_{(4,42\%)} = 2,23 \frac{lb}{L}$$

Balance de energía

$$m \cdot \lambda_{vapor} = M_1 Cp(\Delta t) + M_1 \cdot \lambda + 17\%_{(pérdida)}$$

$$m \cdot \lambda_{\text{vapor}} = m \cdot 918 \left[\frac{\text{Btu}}{\text{lb}} \right]$$

$$M_1 Cp(\Delta t) = 310[L] \cdot 2,23 \left[\frac{\text{lb}}{\text{L}} \right] \cdot 0,96 \left[\frac{\text{Btu}}{\text{lb} \cdot ^\circ \text{F}} \right] \cdot (196^\circ \text{F} - 104^\circ \text{F})$$

$$M_1 Cp(\Delta t) = 59728,32 [\text{Btu}]$$

$$M_1 \cdot \lambda_{(176^\circ \text{F})} = 310[L] \cdot 2,23 \left[\frac{\text{lb}}{\text{L}} \right] \cdot 981,5 \left[\frac{\text{Btu}}{\text{lb}} \right]$$

$$M_1 \cdot \lambda_{(176^\circ \text{F})} = 678510,9 [\text{Btu}]$$

$$M_1 Cp(\Delta t) + M_1 \cdot \lambda_{(176^\circ \text{F})} = 738239,27 [\text{Btu}]$$

$$M_1 Cp(\Delta t) + M_1 \cdot \lambda_{(176^\circ \text{F})} + 17\% = 86374 [\text{Btu}]$$

Igualando

$$m \cdot 918 \left[\frac{\text{Btu}}{\text{lb}} \right] = 86374 [\text{Btu}]$$

$$m = 940,9 [\text{lb}]$$

Cálculo del costo por ml de extracto al 40%

Como un litro de petróleo produce 33 lb de vapor, la cantidad de petróleo que se necesita para generar 940,9 lb de vapor por hora son:

$$L_{\text{petróleo}} = \frac{940,9 \text{ lb} \cdot \text{L}}{33 \text{ lb}}$$

$$L_{\text{petróleo}} = 28,5 \text{ L}$$

Como el costo del petróleo es de 450 pesos el costo de los 28,5 L de petróleo es:

$$\text{Costo} = \frac{450 \text{ pesos} \cdot 28,5 \text{ L}}{1 \text{ L}}$$

$$\text{Costo} = 12825 \text{ pesos}$$

Según el balance de masa se obtuvieron 310 L de boldo al 40% de contenido de sólidos, lo que equivale a 31000 ml. Ya que 1L=1000 ml

Así el costo por ml es:

$$\text{Costo} = \frac{12825 \text{ pesos} \cdot 1 \text{ ml}}{31000 \text{ ml extracto}}$$

$$\text{Costo} = 0,413 \text{ pesos por ml de extracto al 40\%}$$

Extracción en dos etapas sucesivas de rosa mosqueta.

Usando 2 recipientes en serie, donde la solución obtenida del primero se uso como solvente en el siguiente recipiente, la cantidad obtenida experimentalmente fue de 264 ml al 9,8% usando 1 L de solvente de entrada.

Así, llevando esto a estanques de 100 L en una etapa se obtendrá:

$$\frac{100L_{(solvente)} \times 0,264L_{(solución)}}{1L_{(solvente)}} = 26,4L_{(solución)} \quad \text{con un } 9,8\% \text{ de sólidos totales de rosa}$$

mosqueta.

Balance de masa

Balance total

$$26,4L = x + y$$

Balance del contenido de boldo para obtener un concentrado al 40% de sólidos

$$52,8L \times 9,8 = 40x$$

$$x = 6,47L \text{ rosa mosqueta al } 40\%.$$

$$y = 19,93L \text{ Agua a evaporar.}$$

Densidad: Según Chen (Castro, 1986)

$$d_{(9,8\%)} = 62,4 \times (0,44 \times X_s + 0,997)$$

$$d_{(9,8\%)} = 62,4 \times (0,44 \times 0,098 + 0,997)$$

$$d_{(9,8\%)} = 65 \frac{lb}{pie^3}$$

$$\text{Como } 1 \text{ pie}^3 = 28,3L$$

$$d_{(9,8\%)} = 2,3 \frac{lb}{L}$$

Balance de energía

$$m \cdot \lambda_{vapor} = M_1 Cp(\Delta t) + M_1 \cdot \lambda + 17\% \text{ (pérdida)}$$

$$m \cdot \lambda_{vapor} = m \cdot 918 \left[\frac{Btu}{lb} \right]$$

$$M_1 Cp(\Delta t) = 26,4[L] \cdot 2,3 \left[\frac{lb}{L} \right] \cdot 0,9 \left[\frac{Btu}{lb \cdot ^\circ F} \right] \cdot (196^\circ F - 104^\circ F)$$

$$M_1 Cp(\Delta t) = 4918,3[Btu]$$

$$M_1 \cdot \lambda_{(176^\circ F)} = 26,4[L] \cdot 2,3 \left[\frac{lb}{L} \right] \cdot 981,5 \left[\frac{Btu}{lb} \right]$$

$$M_1 \cdot \lambda_{(176^\circ F)} = 59596,7[Btu]$$

$$M_1 Cp(\Delta t) + M_1 \cdot \lambda_{(176^\circ F)} = 64515[Btu]$$

$$M_1 Cp(\Delta t) + M_1 \cdot \lambda_{(176^\circ F)} + 17\% = 75482[Btu]$$

Igualando

$$m \cdot 918 \left[\frac{Btu}{lb} \right] = 75482 [Btu]$$

$$m = 82,2 [lb]$$

Cálculo del costo por ml de extracto al 40%

Como un litro de petróleo produce 33 lb de vapor, la cantidad de petróleo que se necesita para generar 82,2 lb de vapor por hora son:

$$L_{\text{petróleo}} = \frac{82,2 lb \cdot L}{33 lb}$$

$$L_{\text{petróleo}} = 2,5 L$$

Como el costo del petróleo es de 450 pesos el costo de los 2,5 L de petróleo es:

$$\text{Costo} = \frac{450 \text{ pesos} \cdot 2,5 L}{1 L}$$

$$\text{Costo} = 1121,25 \text{ pesos}$$

Según el balance de masa se obtuvieron 6,47 L de rosa mosqueta al 40% de contenido de sólidos, lo que equivale a 6470 ml. Ya que 1L=1000 ml

Así el costo por ml es:

$$\text{Costo} = \frac{1121,25 \text{ pesos} \cdot 1 ml}{6470 ml \cdot \text{extracto}}$$

$$\text{Costo} = 0,17 \text{ pesos por ml de extracto al 40\%}$$

Extracción de rosa mosqueta en co-corriente.

A nivel de laboratorio usando 9L de solvente se obtiene 5,07L de extracto al 4,35% de solución de rosa mosqueta. Por lo tanto llevando esto a estanques de 100L la cantidad de solvente a usar es de 900L y la cantidad de solución de rosa mosqueta obtenida es:

$$\frac{900 L_{(\text{solvente})} \times 5,07 L_{(\text{solución})}}{9 L_{(\text{solvente})}} = 507 L_{(\text{solución})}$$

Balance de masa

Balance total

$$507 L = x + y$$

Balance del contenido de rosa mosqueta para obtener un concentrado al 40% de sólidos

$$507 L \times 4,35 = 40x$$

$$x = 55,13 L \text{ rosa mosqueta al 40\%}$$

$$y = 451,87 L \text{ Agua a evaporar.}$$

Densidad: Según Chen (Castro, 1986)

$$d_{(4,35\%)} = 62,4 \times (0,44 \times X_s + 0,997)$$

$$d_{(4,35\%)} = 62,4 \times (0,44 \times 0,0435 + 0,997)$$

$$d_{(4,35\%)} = 63,4 \frac{lb}{pie^3} \quad \text{Como } 1 pie^3 = 28,3L$$

$$d_{(4,35\%)} = 2,24 \frac{lb}{L}$$

Balance de energía

$$m \cdot \lambda_{vapor} = M_1 Cp(\Delta t) + M_1 \cdot \lambda + 17\% \text{ (pérdida)}$$

$$m \cdot \lambda_{vapor} = m \cdot 918 \left[\frac{Btu}{lb} \right]$$

$$M_1 Cp(\Delta t) = 507[L] \cdot 2,24 \left[\frac{lb}{L} \right] \cdot 0,95 \left[\frac{Btu}{lb \cdot ^\circ F} \right] \cdot (196^\circ F - 104^\circ F)$$

$$M_1 Cp(\Delta t) = 97100,64 [Btu]$$

$$M_1 \cdot \lambda_{(176^\circ F)} = 507[L] \cdot 2,24 \left[\frac{lb}{L} \right] \cdot 981,5 \left[\frac{Btu}{lb} \right]$$

$$M_1 \cdot \lambda_{(176^\circ F)} = 1114669,92 [Btu]$$

$$M_1 Cp(\Delta t) + M_1 \cdot \lambda_{(176^\circ F)} = 1211770,56 [Btu]$$

$$M_1 Cp(\Delta t) + M_1 \cdot \lambda_{(176^\circ F)} + 17\% = 1417771,5 [Btu]$$

Igualando

$$m \cdot 918 \left[\frac{Btu}{lb} \right] = 1417771,5 [Btu]$$

$$m = 1544,4 [lb]$$

Cálculo del costo por ml de extracto al 40%

Como un litro de petróleo produce 33 lb de vapor, la cantidad de petróleo que se necesita para generar 1544,4 lb de vapor por hora son:

$$L_{petróleo} = \frac{1544,4 lb \cdot L}{33 lb}$$

$$L_{petróleo} = 46,8 L$$

Como el costo del petróleo es de 450 pesos el costo de los 46,8 L de petróleo es:

$$Costo = \frac{450 pesos \cdot 46,8 L}{1 L}$$

$$Costo = 21060,18 pesos$$

Según el balance de masa se obtuvieron 55,13 L de rosa mosqueta al 40% de contenido de sólidos, lo que equivale a 55130 ml. Ya que 1L=1000 ml

Así el costo por ml es:

$$Costo = \frac{2106018 pesos \cdot 1ml}{55130 ml \cdot extracto}$$

Costo = 0,38 pesos por ml de extracto al 40%

Extracción de rosa mosqueta en contracorriente.

A nivel de laboratorio usando 9L de solvente se obtiene 5,57L de extracto al 5,55% de solución de rosa mosqueta. Por lo tanto llevando esto a estanques de 100L la cantidad de solvente a usar es de 900L y la cantidad de solución obtenida es:

$$\frac{900L_{(solvente)} \times 5,57L_{(solución)}}{9L_{(solvente)}} = 557L_{(solución)}$$

Balance de masa

Balance total

$$557L = x + y$$

Balance del contenido de rosa mosqueta para concentrar al 40% de sólidos

$$557L \times 5,55 = 40x$$

$$x = 77,28L \text{ rosa mosqueta al } 40$$

$$y = 479,7L \text{ Agua a evaporar.}$$

Densidad: Según Chen (Castro, 1986)

$$d_{(5,55\%)} = 62,4 \times (0,44 \times X_s + 0,997)$$

$$d_{(5,55\%)} = 62,4 \times (0,44 \times 0,055 + 0,997)$$

$$d_{(5,55\%)} = 63,7 \frac{lb}{pie^3} \quad \text{Como } 1 pie^3 = 28,3L$$

$$d_{(5,55\%)} = 2,25 \frac{lb}{L}$$

Balance de energía

$$m \cdot \lambda_{vapor} = M_1 Cp(\Delta t) + M_1 \cdot \lambda + 17\% \text{ (pérdida)}$$

$$m \cdot \lambda_{vapor} = m \cdot 918 \left[\frac{Btu}{lb} \right]$$

$$M_1 Cp(\Delta t) = 557[L] \cdot 2,25 \left[\frac{lb}{L} \right] \cdot 0,945 \left[\frac{Btu}{lb \cdot ^\circ F} \right] \cdot (196^\circ F - 104^\circ F)$$

$$M_1 Cp(\Delta t) = 106588,9 [Btu]$$

$$M_1 \cdot \lambda_{(176^\circ F)} = 557[L] \cdot 2,25 \left[\frac{lb}{L} \right] \cdot 981,5 \left[\frac{Btu}{lb} \right]$$

$$M_1 \cdot \lambda_{(176^\circ F)} = 1230064,9 [Btu]$$

$$M_1 Cp(\Delta t) + M_1 \cdot \lambda_{(176^\circ F)} = 1336653,8 [Btu]$$

$$M_1 Cp(\Delta t) + M_1 \cdot \lambda_{(176^\circ F)} + 17\% = 1563885 [Btu]$$

Igualando

$$m \cdot 918 \left[\frac{Btu}{lb} \right] = 1563885 [Btu]$$

$$m = 1703,6 [lb]$$

Cálculo del costo por ml de extracto al 40%

Como un litro de petróleo produce 33 lb de vapor, la cantidad de petróleo que se necesita para generar 1703,6 lb de vapor por hora son:

$$L_{\text{petróleo}} = \frac{1703,6 \text{ lb} \cdot L}{33 \text{ lb}}$$

$$L_{\text{petróleo}} = 51,6 \text{ L}$$

Como el costo del petróleo es de 450 pesos el costo de los 51,6 L de petróleo es:

$$\text{Costo} = \frac{450 \text{ pesos} \cdot 51,6 L}{1 L}$$

$$\text{Costo} = 23230,6 \text{ pesos}$$

Según el balance de masa se obtuvieron 77,28 L de rosa mosqueta al 40% de contenido de sólidos, lo que equivale a 77280 ml. Ya que 1L=1000 ml

Así el costo por ml es:

$$\text{Costo} = \frac{23230,6 \text{ pesos} \cdot 1 \text{ ml}}{77280 \text{ ml. extracto}}$$

$$\text{Costo} = 0,3 \text{ pesos por ml de extracto al 40\%}$$

Cuadro resumen de costos de evaporación

Etapas	Hierbas	
	Boldo	Rosa Mosqueta
	Costo x ml (\$)	Costo x ml (\$)
1 Etapa	0,37	0,41
2 sucesivas	0,16	0,17
Co-corriente	0,35	0,38
Contracorriente	0,28	0,3

ANEXO 5

CÁLCULO DEL COSTO TOTAL POR ML DE EXTRACTOS DE HIERBA AL 40%

El costo total por ml de extractos concentrados a un 40% de sólidos totales por ml se calculó usando la siguiente formula.

$$\text{CostoTotal} / \text{ml} = \left(\frac{\text{CostoHierba} + \text{CostoSolvente}}{\text{ml.extracto} \cdot (40\%)} \right) + \text{CostoEvaporacion} / \text{ml}$$

La expresión “ $\frac{\text{CostoHierba} + \text{CostoSolvente}}{\text{ml.extracto} \cdot (40\%)}$ ” fue calculada en el **ANEXO 3**

Los $\text{CostosEvaporacion} / \text{ml}$ fueron calculados en el **ANEXO 4**

Por lo tanto el costo total por ml de extracto al 40% por ml es el siguiente:

Boldo 1 etapa

$$\frac{\text{CostoHierba} + \text{CostoSolvente}}{\text{ml.extracto} \cdot (40\%)} = 4,29 \text{ pesos} / \text{ml}$$

$$\text{CostoEvaporacion} / \text{ml} = 0,374 \text{ pesos} / \text{ml}$$

$$\text{CostoTotal} / \text{ml} = 4,66$$

Rosa mosqueta 1 etapa

$$\frac{\text{CostoHierba} + \text{CostoSolvente}}{\text{ml.extracto} \cdot (40\%)} = 3,13 \text{ pesos} / \text{ml}$$

$$\text{CostoEvaporacion} / \text{ml} = 0,413 \text{ pesos} / \text{ml}$$

$$\text{CostoTotal} / \text{ml} = 3,54$$

Boldo 2 etapas sucesivas

$$\frac{\text{CostoHierba} + \text{CostoSolvente}}{\text{ml.extracto} \cdot (40\%)} = 5,147 \text{ pesos} / \text{ml}$$

$$\text{CostoEvaporacion} / \text{ml} = 0,16 \text{ pesos} / \text{ml}$$

$$\text{CostoTotal} / \text{ml} = 5,3$$

Rosa mosqueta 2 etapas sucesivas

$$\frac{\text{CostoHierba} + \text{CostoSolvente}}{\text{ml.extracto} \cdot (40\%)} = 5,8 \text{ pesos} / \text{ml}$$

$$\text{CostoEvaporacion} / \text{ml} = 0,17 \text{ pesos} / \text{ml}$$

$$\text{CostoTotal} / \text{ml} = 5,97$$

Boldo Co-corriente

$$\frac{\text{CostoHierba} + \text{CostoSolvente}}{\text{ml.extracto.(40\%)}} = 4,48 \text{ pesos / ml}$$

$$\text{CostoEvaporacion / ml} = 0,35 \text{ pesos / ml}$$

$$\text{CostoTotal / ml} = 4,83$$

Rosa mosqueta co-corriente

$$\frac{\text{CostoHierba} + \text{CostoSolvente}}{\text{ml.extracto.(40\%)}} = 3,07 \text{ pesos / ml}$$

$$\text{CostoEvaporacion / ml} = 0,38 \text{ pesos / ml}$$

$$\text{CostoTotal / ml} = 3,45$$

Boldo contracorriente

$$\frac{\text{CostoHierba} + \text{CostoSolvente}}{\text{ml.extracto.(40\%)}} = 3,28 \text{ pesos / ml}$$

$$\text{CostoEvaporacion / ml} = 0,28 \text{ pesos / ml}$$

$$\text{CostoTotal / ml} = 3,56$$

Rosa mosqueta contracorriente

$$\frac{\text{CostoHierba} + \text{CostoSolvente}}{\text{ml.extracto.(40\%)}} = 2,2 \text{ pesos / ml}$$

$$\text{CostoEvaporacion / ml} = 0,3 \text{ pesos / ml}$$

$$\text{CostoTotal / ml} = 2,5$$

$$2880L \cdot 4,64\% = x \cdot 40\%$$

$$x = 318,24L_{(Extracto.40\%)}$$

Como el costo total por ml es de 4,66 pesos; el costo de obtener los 318,24L en 8 horas 10 minutos es:

$$CostoTotal = 4660 \frac{pesos}{L} * 318,24L$$

$$CostoTotal = 1.483.000 pesos$$

Rosa mosqueta

Debido a que por cada extracción usando 1 L de solvente se obtienen 620 ml de solución al 4 % usando 100 L de solvente se obtendrán 62 L al 4 % por método.

Según la carta Gantt relativa a la producción para una etapa, la cantidad de veces que se pueden realizar extracciones de este tipo en ocho horas diez minutos es de 48.

Por lo tanto se obtienen 2976 L al 4 %. Para el cálculo de los litros al 40% de contenido de sólidos se realiza un balance de masa

Balance de masa

$$2976L \cdot 4\% = x \cdot 40\%$$

$$x = 297,6L_{(Extracto.40\%)}$$

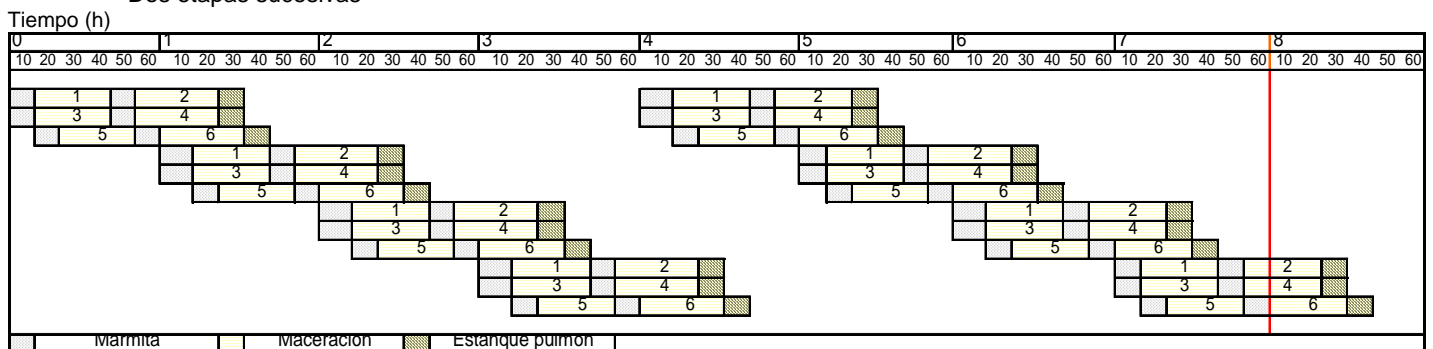
Como el costo total por ml es de 3,54 pesos; el costo de obtener los 297,6 L en 8 horas 10 minutos es:

$$CostoTotal = 3540 \frac{pesos}{L} * 297,6L$$

$$CostoTotal = 1.053.504 pesos$$

Cálculo para dos etapas sucesivas

Dos etapas sucesivas



Boldo

Debido a que por cada extracción usando 1 L de solvente se obtienen 250 ml de solución al 10,24 %. Usando 100 L de solvente se obtendrán 25 L al 10,24 % por método.

Según la carta Gantt relativa a la producción para dos etapas sucesivas, la cantidad de veces que se pueden realizar extracciones de este tipo en ocho horas cuarenta minutos es de 24.

Por lo tanto se obtienen 600 L al 10,24%. Para el cálculo de los litros al 40% de contenido de sólidos se realiza un balance de masa

Balance de masa

$$600L \cdot 10,24\% = x \cdot 40\%$$

$$x = 153,6L_{(Extracto.40\%)}$$

Como el costo total por ml es de 5,3 pesos; el costo de obtener los 153,6 L en 8 horas 40 minutos es:

$$CostoTotal = 5300 \frac{pesos}{L} * 153,6L$$

$$CostoTotal = 814.080 pesos$$

Rosa mosqueta

Debido a que por cada extracción usando 1 L de solvente se obtienen 264 ml de solución al 9,8 %. Usando 100 L de solvente se obtendrán 26,4 L al 9,8 % por método.

Según la carta Gantt relativa a la producción para dos etapas sucesivas, la cantidad de veces que se pueden realizar extracciones de este tipo en ocho horas cuarenta minutos es de 24.

Por lo tanto se obtienen 633,6 L al 9,8 %. Para el cálculo de los litros al 40% de contenido de sólidos se realiza un balance de masa

Balance de masa

$$633,6L \cdot 9,8\% = x \cdot 40\%$$

$$x = 155,23L_{(Extracto.40\%)}$$

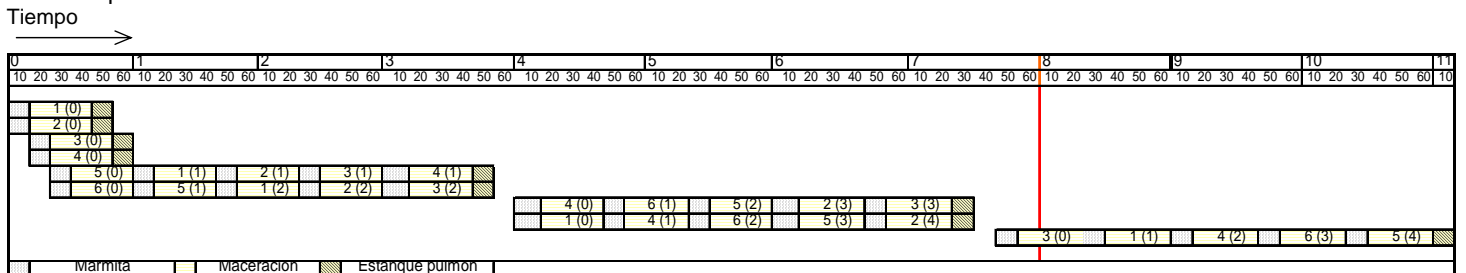
Como el costo total por ml es de 5,97 pesos; el costo de obtener los 155,23 L en 8 horas 40 minutos es:

$$CostoTotal = 5970 \frac{pesos}{L} * 155,23L$$

$$CostoTotal = 926.723 pesos$$

Cálculo para cinco etapas en co corriente.

Cinco etapas en co-corriente



Boldo

Debido a que por cada extracción usando 9 L de solvente se obtienen 4,92 L de solución al 4,64 %. Usando 900 L de solvente se obtendrán 492 L al 4,64% por método.

Boldo

Debido a que en todo el método, por cada extracción usando 9 L de solvente, se obtienen 5,32 L de solución al 5,87 %. Usando 900 L de solvente se obtendrán 532 L al 5,87% por extracción en cinco etapas en contra corriente.

Según la carta Gantt relativa a la producción para cinco etapas en contracorriente, la cantidad de veces que se pueden realizar extracciones de este tipo en diez horas es de una.

Por lo tanto se obtienen 532 L al 5,87 %. Para el cálculo de los litros de solución al 40% de contenido de sólidos se realiza un balance de masa

Balance de masa

$$532L \cdot 5,87\% = x \cdot 40\%$$

$$x = 78,07L_{(Extracto.40\%)}$$

Como el costo total por ml es de 3,56 pesos; el costo de obtener los 78,07 L en diez horas es:

$$CostoTotal = 3560 \frac{pesos}{L} * 78,07L$$

$$CostoTotal = 278.000 pesos$$

Rosa mosqueta

Debido a que en todo el método, por cada extracción usando 9 L de solvente, se obtienen 5,57 L de solución al 5,55 %. Usando 900 L de solvente se obtendrán 557 L al 5,55% por extracción en cinco etapas en contra corriente.

Según la carta Gantt relativa a la producción para cinco etapas en contracorriente, la cantidad de veces que se pueden realizar extracciones de este tipo en diez horas es de una.

Por lo tanto se obtienen 557 L al 5,55 %. Para el cálculo de los litros de solución al 40% de contenido de sólidos se realiza un balance de masa

Balance de masa

$$557L \cdot 5,55\% = x \cdot 40\%$$

$$x = 77,28L_{(Extracto.40\%)}$$

Como el costo total por ml es de 2,5 pesos; el costo de obtener los 77,28 L en diez horas es:

$$CostoTotal = 2500 \frac{pesos}{L} * 77,28L$$

$$CostoTotal = 193.200 pesos$$

ANEXO 7

ANÁLISIS DE VARIANZA PARA INFUSIONES DE BOLDO

SABOR

Análisis de la Varianza para SABOR - Sumas de Cuadrados de Tipo III

Fuente	Suma de cuadrados	GL	Cuadrado Medio	Cociente-F	P-Valor
EFECTOS PRINCIPALES					
A: jueces	0.36139	7	0.0516271	0.49	0.8388
B: TIEMPO	9.9475	13	0.765192	7.28	0.0000
RESIDUOS	9.56486	91	0.105108		
TOTAL (CORREGIDO)	19.8849	111			

Test de Rangos Múltiples para SABOR por jueces

Método: 95.0 porcentaje HSD de Tukey

Jueces	Recuento	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
I	14	1.65714	0.0866472	X
II	14	1.70714	0.0866472	X
IV	14	1.74286	0.0866472	X
VII	15	1.75975	0.0840379	X
VI	14	1.77143	0.0866472	X
VIII	13	1.78491	0.0903254	X
III	14	1.83571	0.0866472	X
V	14	1.83571	0.0866472	X

Test de Rangos Múltiples para SABOR por Tiempo (días)

Método: 95.0 porcentaje HSD de Tukey

TIEMPO	Recuento	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
a	8	1.0	0.114623	X
b	8	1.3125	0.114623	XX
j	8	1.6125	0.114623	XX
c	8	1.6875	0.114623	XX
e	8	1.6875	0.114623	XX
f	8	1.7125	0.114623	XXX
k	8	1.8375	0.114623	XXX
d	8	1.8625	0.114623	XXX
g	8	1.9125	0.114623	XX
i	8	1.9125	0.114623	XX
m	8	1.9125	0.114623	XX
h	8	1.95	0.114623	XX
l	8	2.0	0.114623	XX
n	8	2.26565	0.115665	X

COLOR

Análisis de la Varianza para COLOR - Sumas de Cuadrados de Tipo III

Fuente	Suma de cuadrados	GL	Cuadrado Medio	Cociente-F	P-Valor
EFECTOS PRINCIPALES					
A: TIEMPO	35.0512	13	2.69625	24.00	0.0000
B: jueces	0.894929	7	0.127847	1.14	0.3466
RESIDUOS	10.2226	91	0.112336		
TOTAL (CORREGIDO)	46.2568	111			

Test de rangos Múltiples para COLOR según jueces

Método: 95.0 porcentaje HSD de Tukey				
jueces	Recuento	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
I	14	1.98571	0.0895768	X
III	14	1.99286	0.0895768	X
II	14	2.1	0.0895768	X
VI	14	2.13571	0.0895768	X
V	14	2.14286	0.0895768	X
VIII	13	2.15317	0.0933793	X
VII	15	2.16725	0.0868792	X
IV	14	2.27857	0.0895768	X

Test de rangos Múltiples para COLOR según TIEMPO (días)

Método: 95.0 porcentaje HSD de Tukey				
TIEMPO	Recuento	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
a	8	1.0	0.118499	X
d	8	1.525	0.118499	XX
b	8	1.5375	0.118499	XX
c	8	1.6	0.118499	X
f	8	1.7875	0.118499	XX
g	8	1.95	0.118499	XXX
e	8	2.0	0.118499	XXX
h	8	2.25	0.118499	XXX
i	8	2.4125	0.118499	XXX
k	8	2.525	0.118499	XXX
m	8	2.625	0.118499	XX
j	8	2.7125	0.118499	XX
n	8	2.81074	0.119576	XX
l	8	2.9375	0.118499	X

AROMA

Análisis de la Varianza para AROMA - Sumas de Cuadrados de Tipo III

Fuente	Suma de cuadrados	GL	Cuadrado Medio	Cociente-F	P-Valor
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:jueces	0.451648	7	0.0645211	0.41	0.8930
B:TIEMPO	75.8846	13	5.83728	37.23	0.0000
RESIDUOS	14.2696	91	0.156809		
TOTAL (CORREGIDO)	90.6706	111			

Test de Rangos Múltiples para AROMA según jueces

Método: 95.0 porcentaje HSD de Tukey				
jueces	Recuento	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
VI	14	2.21429	0.105833	X
I	14	2.25714	0.105833	X
III	14	2.27857	0.105833	X
II	14	2.30714	0.105833	X
VII	15	2.32754	0.102646	X
VIII	13	2.37591	0.110326	X
V	14	2.37857	0.105833	X
IV	14	2.41429	0.105833	X

Test de Rangos Múltiples para AROMA según TIEMPO

Método: 95.0 porcentaje HSD de Tukey

TIEMPO	Recuento	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
a	8	1.0	0.140004	X
b	8	1.2	0.140004	XX
c	8	1.3	0.140004	XXX
d	8	1.475	0.140004	XXX
e	8	1.875	0.140004	XXX
f	8	1.9375	0.140004	XX
g	8	2.3	0.140004	XX
h	8	2.4375	0.140004	XX
i	8	2.9125	0.140004	XX
j	8	2.9375	0.140004	XX
k	8	3.1875	0.140004	X
m	8	3.2125	0.140004	X
l	8	3.2875	0.140004	X
n	8	3.40605	0.141276	X

ANALISIS DE VARIANZA PARA INFUSIONES DE ROSA MOSQUETA

SABOR

Análisis de la Varianza para SABOR - Sumas de Cuadrados de Tipo III

Fuente	Suma de cuadrados	GL	Cuadrado Medio	Cociente-F	P-Valor
EFFECTOS PRINCIPALES					
A: jueces	2.05443	7	0.29349	0.40	0.9009
B: TIEMPO	29.4656	13	2.26659	3.08	0.0008
RESIDUOS	67.0031	91	0.736297		
TOTAL (CORREGIDO)	98.7568	111			

Los cocientes F están basados en el error cuadrático medio residual.

Test de Rangos Múltiples para SABOR por jueces

Método: 95.0 porcentaje HSD de Tukey

jueces	Recuento	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
VII	15	1.88293	0.144114	X
IV	14	1.88571	0.148589	X
III	14	1.90714	0.148589	X
II	14	1.90714	0.148589	X
V	14	2.00714	0.148589	X
I	14	2.03571	0.148589	X
VIII	13	2.08123	0.154896	X
VI	14	2.24286	0.148589	X

Test de Rangos múltiples para SABOR según TIEMPO

Método: 95.0 porcentaje HSD de Tukey

TIEMPO	Recuento	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
a	8	1.0	0.303376	X
b	8	1.25	0.303376	XX
g	8	1.875	0.303376	XXX
c	8	2.0	0.303376	XXX
e	8	2.0125	0.303376	XXX
d	8	2.15	0.303376	XXX
f	8	2.175	0.303376	XXX
h	8	2.2375	0.303376	XXX
i	8	2.2875	0.303376	XXX
j	8	2.5375	0.303376	XX
l	8	2.6375	0.303376	XX
k	8	2.6375	0.303376	XX
n	8	2.72937	0.306133	XX
m	8	2.825	0.303376	X

COLOR

Análisis de la Varianza para COLOR - Sumas de Cuadrados de Tipo III

Fuente	Suma de cuadrados	GL	Cuadrado Medio	Cociente-F	P-Valor
EFECTOS PRINCIPALES					
A:jueces	4.35856	7	0.622651	0.89	0.5174
B:TIEMPO	26.3915	13	2.03012	2.90	0.0015
RESIDUOS	63.6239	91	0.699164		
TOTAL (CORREGIDO)	94.2996	111			

Los cocientes F están basados en el error cuadrático medio residual.

Test de rangos Múltiple de Rangos para COLOR según jueces

Método: 95.0 porcentaje HSD de Tukey

jueces	Recuento	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
I	14	1.97143	0.223473	X
II	14	2.04286	0.223473	X
III	14	2.05714	0.223473	X
VII	15	2.10139	0.216743	X
VI	14	2.18571	0.223473	X
VIII	13	2.25993	0.23296	X
V	14	2.41429	0.223473	X
IV	14	2.59286	0.223473	X

Test de rangos Múltiple de Rangos para COLOR según TIEMPO

Método: 95.0 porcentaje HSD de Tukey

TIEMPO	Recuento	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
a	8	1.0	0.295627	X
c	8	1.825	0.295627	XX
d	8	1.8375	0.295627	XX
b	8	1.85	0.295627	XX
m	8	1.975	0.295627	XX
g	8	2.15	0.295627	XX
e	8	2.1875	0.295627	XX
k	8	2.275	0.295627	XX
f	8	2.375	0.295627	XX
h	8	2.4625	0.295627	X
n	8	2.48232	0.298313	X
i	8	2.65	0.295627	X
j	8	2.6875	0.295627	X
l	8	3.0875	0.295627	X

AROMA

Análisis de la Varianza para AROMA - Sumas de Cuadrados de Tipo III

Fuente	Suma de cuadrados	GL	Cuadrado Medio	Cociente-F	P-Valor
EFECTOS PRINCIPALES					
A: jueces	11.4818	7	1.64025	1.39	0.2205
B: TIEMPO	94.7187	13	7.28606	6.16	0.0000
RESIDUOS	107.639	91	1.18285		
TOTAL (CORREGIDO)	214.705	111			

Los cocientes F están basados en el error cuadrático medio residual.

Test de rangos Múltiples de Rangos para AROMA según jueces

Método: 95.0 porcentaje HSD de Tukey

jueces	Recuento	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
V	14	2.02143	0.290671	X
I	14	2.16429	0.290671	X
III	14	2.53571	0.290671	X
VI	14	2.56429	0.290671	X
II	14	2.6	0.290671	X
VIII	13	2.62339	0.303009	X
IV	14	2.92857	0.290671	X
VII	15	3.02639	0.281917	X

Contraste Múltiple de Rangos para AROMA según TIEMPO

Método: 95.0 porcentaje HSD de Tukey				
TIEMPO	Recuento	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos

a	8	1.0	0.384521	X
b	8	1.175	0.384521	XX
d	8	1.575	0.384521	XXX
c	8	1.6625	0.384521	XXXX
e	8	1.9625	0.384521	XXXXX
f	8	2.125	0.384521	XXXXX
g	8	2.65	0.384521	XXXXX
i	8	3.0125	0.384521	XXXX
h	8	3.1375	0.384521	XXX
l	8	3.2	0.384521	XXX
j	8	3.4375	0.384521	XXX
n	8	3.46213	0.388015	XX
k	8	3.625	0.384521	X
m	8	3.7875	0.384521	X

Evaporador Concentrador a Vacío | Modelo L-200



Concentra pulpas de frutas o productos líquidos o semilíquidos como jugos, néctares, mermeladas, jarabes y salsas

El *Evaporador Concentrador a Vacío Modelo L-200* de Maquinaria Jersa concentra pulpas de frutas o productos en estado líquido o semilíquido como jugos, néctares, mermeladas, confituras, jarabes, salsas y hasta leche. Es también empleado para la pasteurización y la desaeración de productos tales como los jugos y los néctares.

Evaporador Concentrador a Vacío

Modelo L-200

Descripción:

Consta de una marmita cerrada, agitador tipo ancla, una columna de condensación, motobomba centrífuga y de vacío,

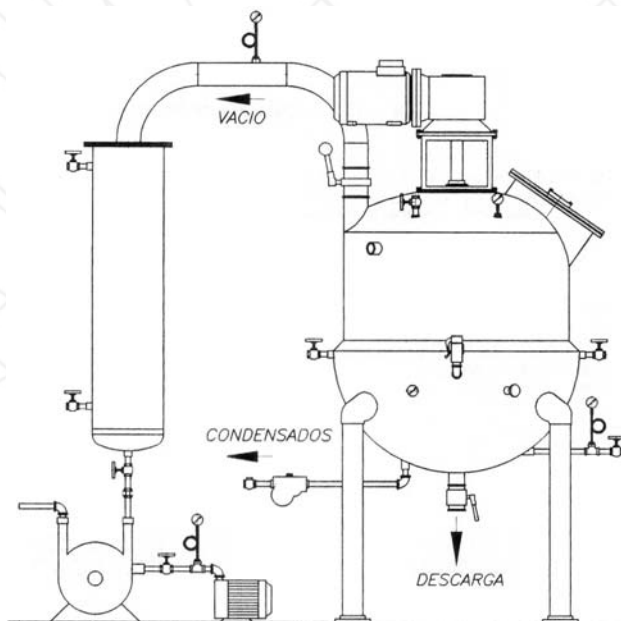
Consta de una marmita cerrada con mirilla y agitador tipo ancla, y una columna de condensación. El calentamiento se efectúa mediante vapor que circula a presión en la chaqueta del evaporador. Este calentamiento es por simple efecto, es decir, que el calor de la condensación del vapor se utiliza una vez. Trabaja al vacío para extraer el aire y el agua de condensación que se forma durante la concentración.

Características:

- Capacidad: hasta 220 litros
- Presión de trabajo: 4.0 kg/cm²
- Trampa termodinámica de condensado
- Válvulas de mariposa y de alivio
- Vacuómetro y manómetro
- Termómetro con termopozo
- Lote de conexiones
- Tablero de control con botoneras

Especificaciones técnicas:

1. Construido totalmente en acero inoxidable tipo 304.
2. Agitador tipo ancla en acero inoxidable con sello mecánico y raspadores en teflón.
3. Motorreductor de 1.0 H.P. 220/440 V. 3F y 1750/60 R.P.M.
4. Condensador de 0.39 x 1.22 m. de altura en acero inoxidable tipo 304.
5. Motobomba centrífuga de ½ H.P.
6. Bomba de vacío de doble efecto de 3.0 H.P.
7. Vacuómetro de 0 a 76 cm./hg.



Debido a la mejora continua de sus productos, Maquinaria Jersa se reserva el derecho de discontinuar o cambiar las especificaciones, modelos o diseños sin previo aviso y sin incurrir en ninguna obligación.

MAQUINARIA
JERSA

Emiliano Zapata 51, Col. San José Buenavista
Cuautitlán Izcalli, Edo. de México, C.P. 54710
Tel.: (52) 55-5889-0006, Fax: (52) 55-5889-0234
ventas@jersa.com.mx, www.jersa.com.mx

LKH Centrifugal Pump

Application

The LKH pump is a highly efficient and economical centrifugal pump, which meets the requirements of sanitary and gentle product treatment and chemical resistance. LKH is available in twelve sizes, LKH-5, -10, -15, -20, -25, -35, -40, -45, -50, -60, -70 and -80.

Standard design

The LKH pump consists of a standard motor, stub shaft, mechanical compression coupling (LKH-5 with pin bolts), adaptor, back plate, impeller, pump casing and shaft seal. (LKH-5 has clamp connection between pump casing and back plate).

The LKH pump is designed for CIP with emphasis on large internal roundings and cleanable seals.

The sanitary version of LKH has a stainless steel shroud for protection of the motor, and the complete unit is supported on four adjustable stainless steel legs.

The industrial version of LKH has no shroud.

Shaft seals

The LKH pump is equipped with either an external single or a flushed shaft seal. Both have stationary seal rings in acid-resistant steel AISI 329 with sealing surface in silicon carbide and rotating seal rings in carbon. The secondary seal of the flushed seal is a long lasting lip seal. The pump may also be equipped with a double mechanical shaft seal.

Materials

Product wetted steel parts: Acid-resistant steel AISI 316L.
Other steel parts: Stainless steel AISI 304.
Finish: Semi bright.
Product wetted seals: EPDM rubber.

Technical data

Max. inlet pressure: LKH-5: 600kPa (6 bar)
LKH-10 - 80: 1000 kPa (10 bar).
Temperature range: -10°C to +140°C (EPDM).
Noise level (at 1 m): 60 - 85 dB (A).

Flushed shaft seal (LKH-5 to LKH-80):

Water pressure inlet: max. 1 bar.
Water consumption: 0.25 -0.5 l/min.

Double mechanical shaft seal:

Water pressure inlet, LKH-5 to -60: Max. 500 kPa (5 bar).
Water pressure inlet, LKH-70 and -80: Max. 300 kPa (3 bar).
Water consumption: 0.25 -0.5 l/min.



Fig. 1. LKH-10 with shroud and legs.

Connections for FSS and DMSS:

R 1/8" (BSP) external thread.

Motor

Foot-flanged motor according to the IEC metric standard, 2 poles = 3000/3600 rpm. at 50/60 Hz, IP 55 (with drain hole with labyrinth plug), insulation class F.

Voltage and frequency

(3 ~, 50 Hz, 220-240V Δ/380-420VY ≤ 4 kW)
(3 ~, 60 Hz, 250-280V Δ/440-480VY ≤ 4.6 kW)

(3 ~, 50 Hz, 380-420V Δ/660-690VY ≥ 5.5 kW)
(3 ~, 60 Hz, 440-480V Δ ≥ 6.4 kW)

Motor sizes

50 Hz: 0.75 - 1.1 - 1.5 - 2.2 - 3 - 4 - 5.5 - 7.5 - 11 - 15 -
18.5 - 22 - 30 - 37 - 45 - 55 - 75 kW.

60 Hz: 0.9 - 1.3 - 1.75 - 2.5 - 3.5 - 4.6 - 6.4 - 8.6 - 12.5 -
17 - 21 - 25 - 35 - 43 - 52 - 63 - 86 kW.

Dimensions (mm) - Sanitary and Industrial version (90002/3)

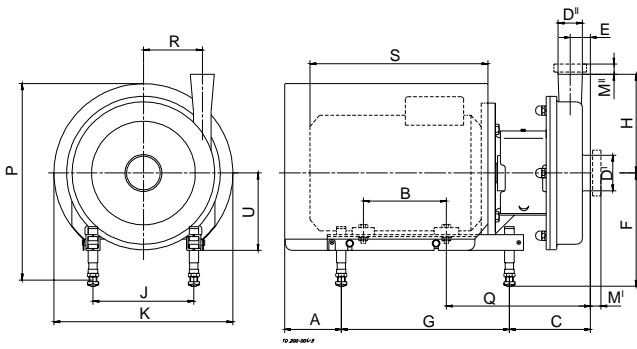
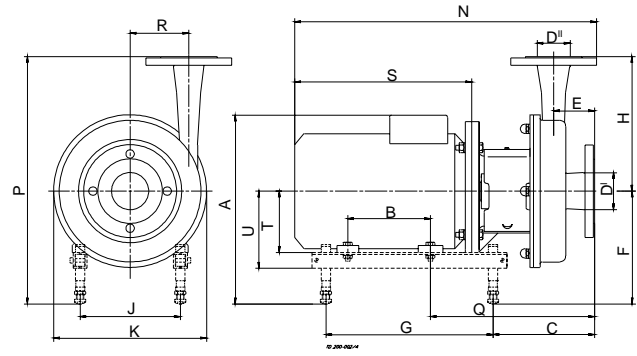


Fig. 2. Dimensions - A. Sanitary version.



B. Industrial version.

LKH-5 (Sanitary)

Size	ABB-Motor		
	0.75/1.1 kW	1.5 kW	2.2 kW
A	74	109	109
B	100	100	125
C	125	127	127
E	22	22	22
F min.	183	189	189
F max.	275	275	275
G	242	242	242
H	158	158	158
J	125	140	140
K	251	269	269
P min.	308	323	323
P max.	400	409	409
Q	207	209	209
R	71	71	71
S	232	245	270
U	125	125	125
Weight (kg)	27	30	33

LKH-5 (Industrial)

Size	ABB-Motor		
	0.75/1.1kW	1.5 kW	2.2 kW
A min.	295	305	305
A max.	389	399	399
B	100	100	125
C	173	175	175
E	70	70	70
F min.	183	189	189
F max.	275	275	275
G	242	242	242
H	175	175	175
J	125	140	140
**K	241	241	241
N	442	480	480
P min.	358	364	364
P max.	450	450	450
Q	255	257	257
R	71	71	71
S	232	245	270
T	80	90	90
U	125	125	125
Weight (kg)	24	27	30

LKH-10 (Sanitary)

Size	ABB-Motor			
	1.5 kW	2.2 kW	3 kW	4 kW
A	109	109	78	81
B	100	125	140	140
C	132	132	140	147
E	23	23	23	23
F min.	189	189	185	184
F max.	275	275	295	297
G	242	242	320	320
H	142	142	142	142
J	140	140	160	190
K	268	268	323	359
P min.	323	323	357	383
P max.	409	409	467	496
Q	215	215	235	242
R	87	87	87	87
S	245	270	299	301
U	125	125	145	147
Weight (kg)	36	39	47	57

LKH-10 (Industrial)

Size	ABB-Motor			
	1.5 kW	2.2 kW	3 kW	4 kW
A min.	311	311	321	330
A max.	397	397	431	443
B	100	125	140	140
C	188	188	196	203
E	79	79	79	79
F min.	189	189	185	184
F max.	275	275	295	297
G	242	242	320	320
H	160	160	160	160
J	140	140	160	190
**K	247	247	250	250
N	416	488	530	533
P min.	349	349	345	344
P max.	435	435	455	457
Q	270	270	291	298
R	87	87	87	87
S	245	270	299	301
T	90	90	100	112
U	125	125	145	147
Weight (kg)	33	36	43	52

**K widest dimension (motorflange or casing)

Dimensions (mm) - Sanitary and Industrial version (90002/3)

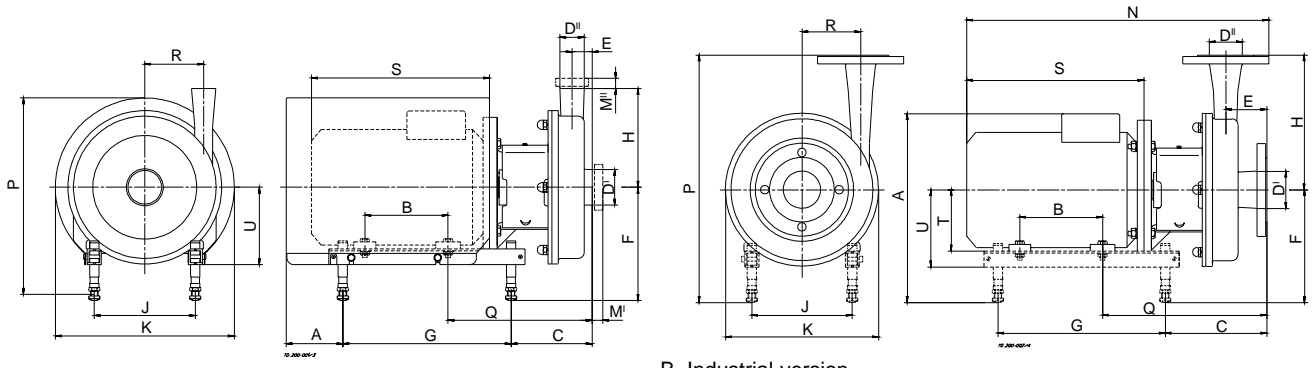


Fig. 3. Dimensions - A. Sanitary version.

B. Industrial version.

LKH-15 (Sanitary)

Size	ABB-Motor		
	3 kW	4 kW	5.5 kW
A	78	81	81
B	140	140	178
C	176	183	181
E	43	43	43
F min.	185	184	184
F max.	295	297	317
G	320	320	400
H	166	166	166
J	160	190	216
K	323	359	383
P min.	357	383	380
P max.	467	492	513
Q	271	278	316
R	66	66	66
S	299	301	402
U	145	147	167
Weight (kg)	51	61	79

LKH-15 (Industrial)

Size	ABB-Motor		
	3 kW	4 kW	5.5 kW
A min.	321	330	348
A max.	431	443	481
B	140	140	178
C	239	246	244
E	106	106	106
F min.	185	184	184
F max.	295	297	317
G	320	320	400
H	191	191	191
J	160	190	216
**K	256	256	300
N	564	566	686
P min.	376	375	375
P max.	486	488	508
Q	334	341	379
R	66	66	66
S	299	301	402
T	100	112	132
U	145	147	167
Weight (kg)	47	56	72

LKH-20 (Sanitary)

Size	ABB-Motor				
	1.5 kW	2.2 kW	3 kW	4 kW	5.5/7.5 kW
A	109	109	78	81	81
B	100	125	140	140	178
C	145	145	152	159	157
E	27	27	27	27	27
F min.	189	189	185	184	184
F max.	275	275	295	297	317
G	242	242	320	320	400
H	180	180	180	180	180
J	140	140	160	190	216
K	268	268	323	359	383
P min.	323	323	357	383	380
P max.	409	409	467	496	513
Q	227	227	247	254	292
R	88	88	88	88	88
S	245	270	299	301	402
U	125	125	145	147	167
Weight (kg)	38	41	49	59	77

LKH-20 (Industrial)

Size	ABB-Motor				
	1.5 kW	2.2 kw	3 kw	4 kw	5.5/7.5 kw
A min.	311	311	321	330	348
A max.	397	397	431	443	481
B	100	125	140	140	178
C	201	201	208	215	213
E	83	83	83	83	83
F min.	189	189	185	184	184
F max.	275	275	295	297	317
G	242	242	320	320	400
H	198	198	198	198	198
J	140	140	160	190	216
**K	256	256	256	256	300
N	472	497	538	540	660
P min.	387	387	383	382	382
P max.	473	473	493	495	515
Q	283	283	303	310	348
R	88	88	88	88	88
S	245	270	299	301	402
T	90	90	100	112	132
U	125	125	145	147	167
Weight (kg)	35	38	45	54	69

**K widest dimension (motorflange or casing)

Dimensions (mm) - Sanitary and Industrial version (90002/3)

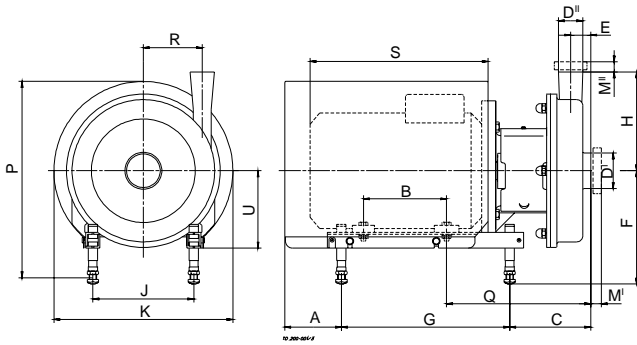
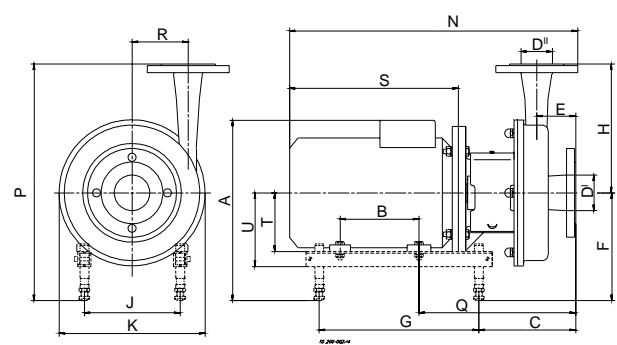


Fig. 4. Dimensions - A. Sanitary version.



B. Industrial version.

LKH-25 (Sanitary)

Size	ABB-Motor	
	5.5/7.5 kw	11/15 kw
A	81	105
B	178	210
C	163	192
E	32	32
F min.	184	228
F max.	317	345
G	400	483
H	193	193
J	216	254
K	383	485
P min.	380	490
P max.	513	607
Q	298	345
R	106	106
S	402	493
U	167	195
Weight (kg)	81	125/134

LKH-25 (Industrial)

Size	ABB-Motor	
	5.5/7.5 kw	11/15 kw
A min.	348	438
A max.	481	554
B	178	210
C	223	252
E	92	92
F min.	184	228
F max.	317	345
G	400	483
H	218	218
J	216	254
**K	303	303
N	670	790
P min.	402	446
P max.	535	563
Q	358	405
R	106	106
S	402	493
T	132	160
U	167	195
Weight (kg)	73	113/122

LKH-35 (Sanitary)

Size	ABB-Motor		
	4 kW	5.5/7.5 kW	11/15 kW
A	81	81	105
B	140	178	210
C	150	148	177
E	23	23	23
F min.	184	184	228
F max.	297	317	345
G	320	400	483
H	193	193	193
J	190	216	254
K	359	383	485
P min.	383	380	490
P max.	496	513	607
Q	245	283	330
R	119	119	119
S	301	402	493
U	147	167	195
Weight (kg)	63	81	125/134

LKH-35 (Industrial)

Size	ABB-Motor		
	4 kW	5.5/7.5 kW	11/15 kW
A min.	330	348	438
A max.	443	481	554
B	140	178	210
C	206	203	233
E	79	79	79
F min.	184	184	228
F max.	297	317	345
G	320	400	483
H	211	211	211
J	190	216	254
**K	303	303	350
N	535	655	774
P min.	395	395	439
P max.	508	528	556
Q	301	338	386
R	119	119	119
S	301	402	493
T	112	132	160
U	147	167	195
Weight (kg)	58	73	113/122

**K widest dimension (motorflange or casing)

Dimensions (mm) - Sanitary and Industrial version (90002/3)

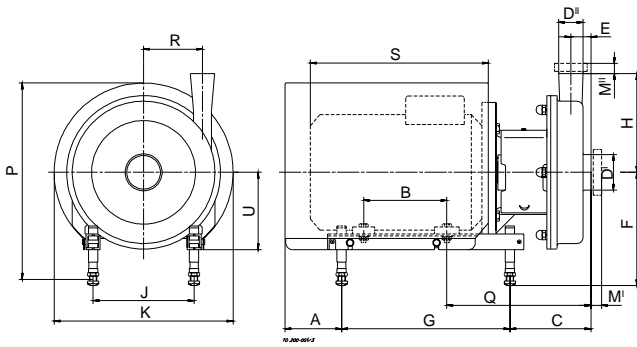
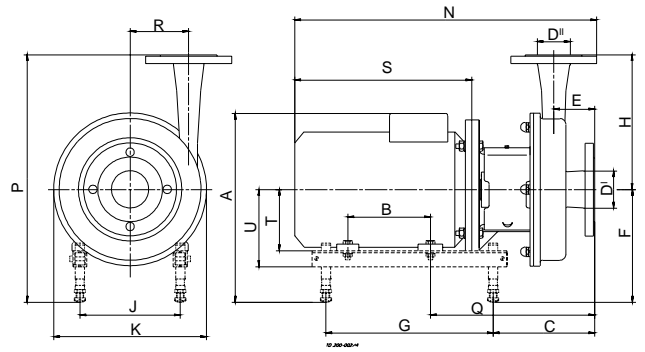


Fig. 5. Dimensions - A. Sanitary version.



B. Industrial version.

LKH-40 (Sanitary)

Size	ABB-Motor		
	7.5 kW	11/15/18.5 kW	22 kW
A	81	105	156
B	178	210	241
C	158	187	201
E	28	28	28
F min.	184	228	260
F max.	317	345	365
G	400	483	508
H	212	212	212
J	216	254	279
K	383	485	533
P min.	380	490	546
P max.	513	607	671
Q	293	340	353
R	126	126	126
S	402	493	570
U	167	195	215
Weight (kg)	84	128/137/147	174

LKH-40 (Industrial)

Size		ABB-Motor		
		7.5 kW	11/15/18.5 kW	22 kW
A	min.	348	438	484
A	max.	481	554	589
B		178	210	241
C		218	247	261
E		88	88	88
F	min.	184	228	260
F	max.	317	345	365
G		400	483	508
H		232	232	232
J		216	254	279
**K		329	350	350
N		670	789	867
P	min.	416	460	492
P	max.	549	577	600
Q		353	400	413
R		126	126	126
S		402	493	570
T		132	160	180
U		167	195	215
Weight (kg)		76	116/125/135	160

LKH-45 (Sanitary)

Size	ABB-Motor		
	4 kW	5.5/7.5 kW	11/15 kW
A	81	81	105
B	140	178	210
C	179	177	206
E	41	41	41
F min.	184	184	228
F max.	297	317	345
G	320	400	483
H	193	193	193
J	190	216	254
K	359	383	485
P min.	383	380	490
P max.	496	513	607
Q	274	312	359
R	97	97	97
S	301	402	493
U	147	167	195
Weight (kg)	65	83	127/136

LKH-45 (Industrial)

Size		ABB-Motor		
		4 kw	5.5/7.5 kw	11/15 kw
A	min.	330	347	438
A	max.	443	480	555
B		140	178	210
C		242	240	269
E		104	104	104
F	min.	184	184	228
F	max.	297	317	345
G		320	400	483
H		218	218	218
J		190	216	254
**K		303	303	350
N		564	684	803
P	min.	402	402	446
P	max.	515	535	563
Q		337	375	422
R		97	97	97
S		301	402	493
T		112	132	160
U		147	167	195
Weight (kg)		60	75	115/124

**K widest dimension (motorflange or casing)

Dimensions (mm) - Sanitary and Industrial version (90002/3)

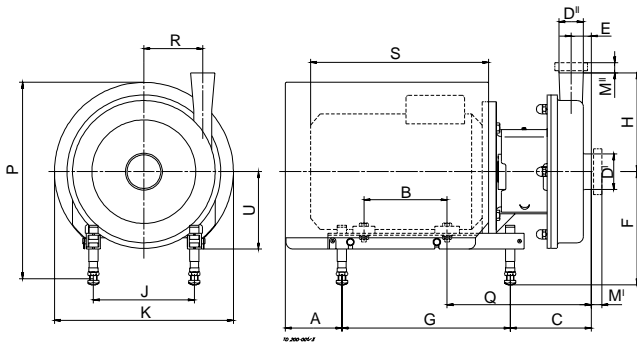
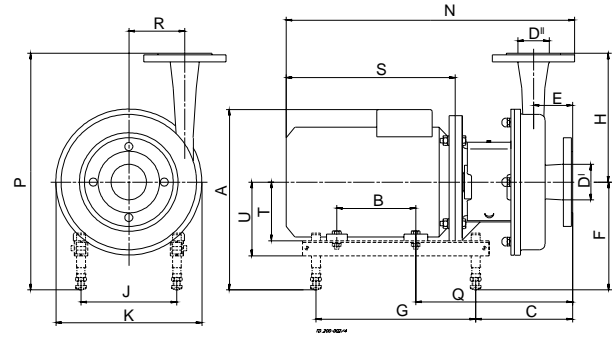


Fig. 6. Dimensions - A. Sanitary version.



B. Industrial version.

LKH-50 (Sanitary)

Size	ABB-Motor		
	5.5/7.5 kW	11/15/18.5 kW	22 kW
A	81	105	156
B	178	210	241
C	171	200	213
E	35	35	35
F min.	184	228	260
F max.	317	345	365
G	400	483	508
H	205	205	205
J	216	254	279
K	383	485	534
P min.	380	490	546
P max.	513	607	671
Q	306	353	366
R	118	118	118
S	402	493	570
U	167	195	215
Weight (kg)	86	130/139/149	174

LKH-50 (Industrial)

Size	ABB-Motor		
	5.5/7.5 kW	11/15/18.5 kW	22 kW
A min.	348	438	484
A max.	481	554	589
B	178	210	241
C	234	263	276
E	98	98	98
F min.	184	228	260
F max.	317	345	365
G	400	483	508
H	229	229	229
J	216	254	279
**K	329	350	350
N	684	803	880
P min.	413	457	489
P max.	546	574	594
Q	369	416	429
R	118	118	118
S	402	493	570
T	132	160	180
U	167	195	215
Weight (kg)	79	114/128/138	163

LKH-60 (Sanitary)

Size	ABB-motor			BROOK-motor 30 kW
	5.5/7.5 kW	11/15/18.5 kW	22 kW	
A	81	105	156	202
B	178	210	241	305
C DN150	250	279	292	304
C 4"	200	229	242	254
C clamp 6"	240	269	282	294
E DN150	112	112	112	112
E 4"	62	62	62	62
E clamp 6"	102	102	102	102
F min.	184	228	260	260
F max.	317	345	365	385
G	400	483	508	534
H	262	262	262	262
J	216	254	279	318
K	383	485	534	673
P min.	380	490	546	661
P max.	513	607	671	786
Q DN150	385	432	445	457
Q 4"	335	382	395	407
Q clamp 6"	375	422	435	447
R	102	102	102	102
S	402	493	570	700
U	167	195	215	220
Weight (kg)	94	138/147/157	182	327

LKH-60 (Industrial)

Size	ABB-motor			BROOK-motor 30 kW
	5.5/7.5 kW	11/15/18.5 kW	22 kW	
A min.	348	437	484	585
A max.	481	554	589	710
B	178	210	241	305
C DN150	277	306	319	331
C DN100	227	256	269	281
E DN150	139	139	139	139
E DN100	89	89	89	89
F min.	184	228	260	260
F max.	317	345	365	385
G	400	483	508	534
H	288	288	288	288
J	216	254	279	318
**K	329	350	350	400
N	696	815	892	1022
P min.	472	516	548	548
P max.	605	633	653	673
Q DN150	412	459	472	484
Q DN100	362	409	422	434
R	102	102	102	102
S	402	493	570	700
T	132	160	180	200
U	167	195	215	220
Weight (kg)	85	120/134/144	169	309

**K widest dimension (motorflange or casing)

Dimensions (mm) - Sanitary and Industrial version (90002/3)

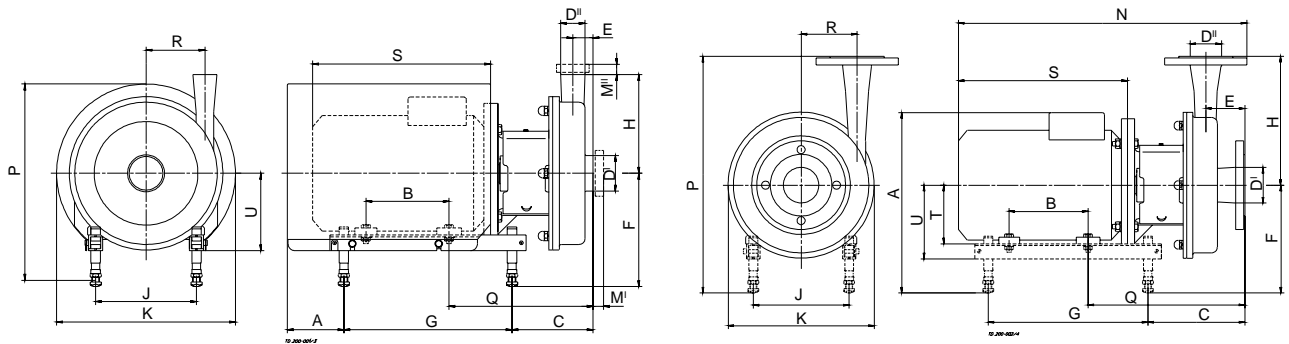


Fig. 7. Dimensions - A. Sanitary version.

B. Industrial version.

LKH-70 (Sanitary)

Size	ABB-motor		BROOK-Motor	
	18.5 kW	22 kW	30/37/45 kW	55/75 kW
A	105	156	246	389
B	210	241	305	310/349
C 4"	212	226	238	277
C 6"clamp/DN150	302	316	328	367
E 4"	25	25	25	25
E 6"clamp/DN150	115	115	115	115
F min.	228	260	260	401
F max.	345	365	385	462
G	483	508	534	640
H 3"	254	254	254	254
H 4"/DN100	335	335	335	335
J	254	279	318	406
K	485	534	673	753
P min.	490	546	661	811
P max.	607	671	786	872
Q 4"	365	378	390	471
Q 6"clamp/DN150	455	468	480	561
R	147	147	147	147
S	493	570	700	845/890
U	195	215	220	
Weight (kg)	207	232	381/381/401	555/570

LKH-70 (Industrial)

Size	ABB-motor		BROOK-Motor	
	18.5 kW	22 kW	30/37/45 kW	55/75 kW
A min.	437	484	585	746/776
A max.	554	589	710	807/837
B	210	241	305	310/349
C DN100	275	289	301	340
C DN150	329	343	355	394
E DN100	88	88	88	88
E DN150	142	142	142	142
F min.	228	260	260	401
F max.	345	365	385	462
G	483	508	534	640
H DN80	278	278	278	278
H DN100	362	362	362	362
J	254	279	318	406
**K	408	408	408	550
N DN80	825	902	1032	1123/1168
N DN100	835	912	1042	1233/1278
P DN80 min.	506	538	538	679
P DN100 min.	590	622	622	763
P DN80 max.	623	643	663	740
P DN100 max.	707	727	747	824
Q DN100	428	441	453	534
Q DN150	482	495	507	588
R	147	147	147	147
S	493	570	700	845/890
T	160	180	200	250
U	195	215	220	
Weight (kg)	194	219	363/363/383	531/546

**K widest dimension (motorflange or casing)

Dimensions (mm) - Sanitary and Industrial version (90002/3)

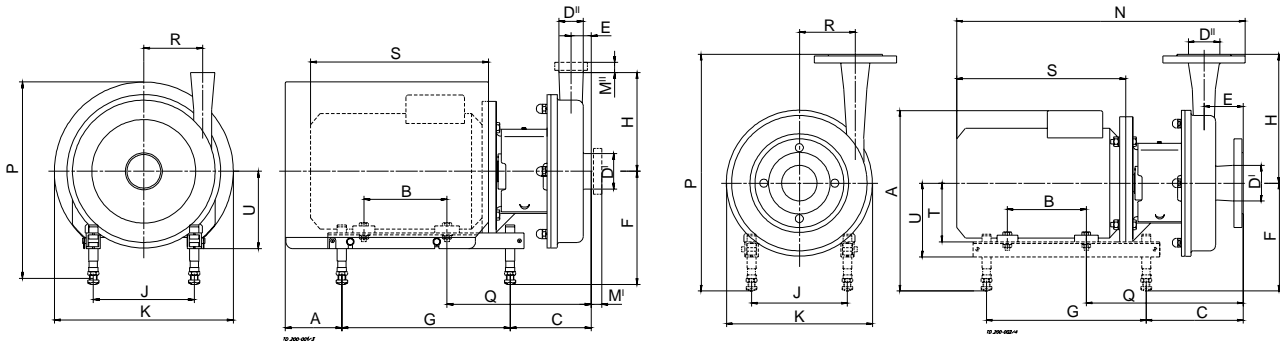


Fig. 8. Dimensions - A. Sanitary version.

B. Industrial version.

LKH-80 (Sanitary)

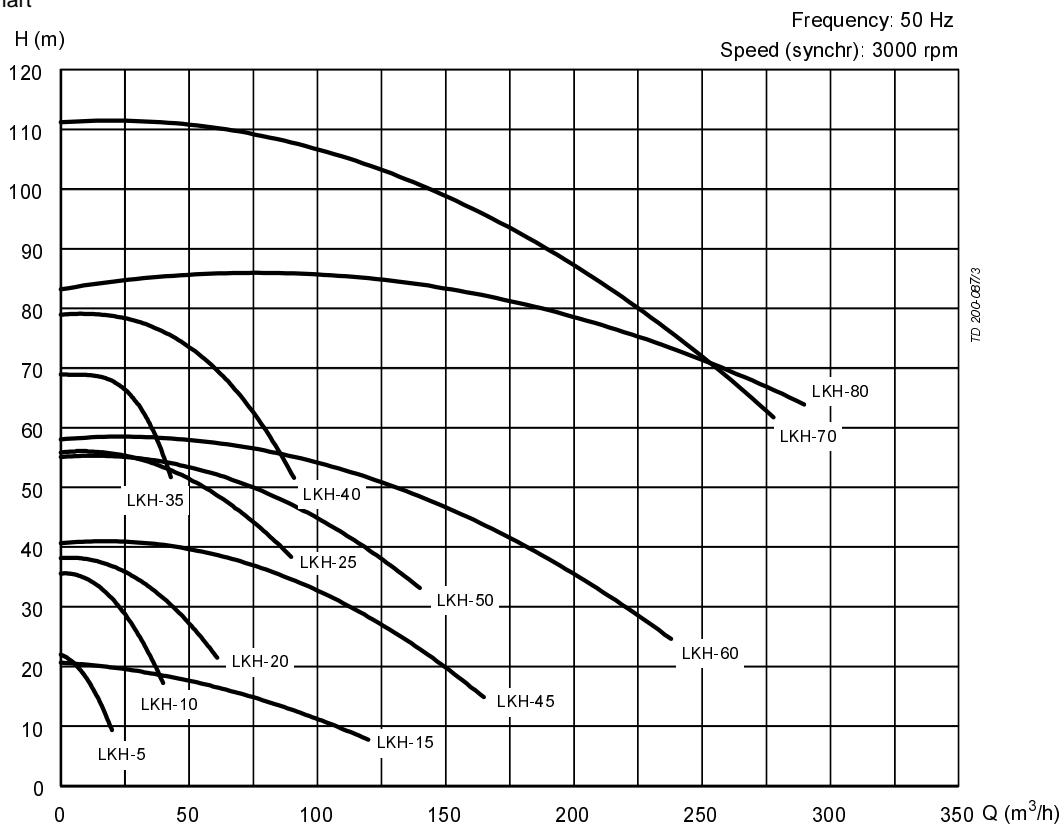
Size	ABB-motor		BROOK-Motor	
	18.5kw	22 kw	30/37/45 kw	55/75 kw
A	105	156	246	389
B	210	241	305	310/349
C	237	250	262	302
E	43	43	43	43
F min.	228	260	260	401
F max.	345	365	385	462
G	483	508	534	640
H	326	326	326	326
J	254	279	318	406
K	485	534	673	753
P min.	490	546	661	811
P max.	607	671	786	872
Q	390	403	415	496
R	152	152	152	152
S	493	570	700	845/890
U	195	215	220	
Weight (kg)	218	243	392/392/412	566/581

LKH-80 (Industrial)

Size	ABB-motor		BROOK-Motor	
	18.5kw	22 kw	30/37/45 kw	55/75 kw
A min.	437	484	585	746/776
A max.	554	589	710	807/837
B	210	241	305	310/349
C	324	337	349	389
E	130	130	130	130
F min.	228	260	260	401
F max.	345	365	385	462
G	483	508	534	640
H	353	353	353	353
J	254	279	318	406
**K	443	443	443	550
N	842	919	1049	1240/1285
P min.	506	538	538	679
P min.	590	622	622	763
Q	477	490	502	583
R	152	152	152	152
S	493	570	700	845/890
T	160	180	200	250
U	195	215	220	
Weight (kg)	205	230	374/374/394	542/557

**K widest dimension (motorflange or casing)

Fig. 8. Flow chart



Connections (mm) Sanitary version

LKH-5

D ^I 51	ISO	ISO	DIN	SMS	BS	DS
D ^{II} 38	Clamp	Male	Male	Male	Male	Male
M ^I	21	21	22	20	27	20
M ^{II}	21	21	22	20	27	20

LKH-60

D ^I 101.6	ISO	ISO	DIN	SMS	BS	DS
D ^{II} 101.6	Clamp	Male	Male	Male	Male	Male
M ^I	21	21	30	35	32	24
M ^{II}	21	21	30	35	32	24

LKH-10, -20, -35

D ^I 63.5	ISO	ISO	DIN	SMS	BS	DS
D ^{II} 51	Clamp	Male	Male	Male	Male	Male
M ^I	21	21	25	24	27	24
M ^{II}	21	21	22	20	27	20

LKH-60, -70, -80

D ^I DN150	DIN	D ^I 6"	ISO
D ^{II} DN100	Male	D ^{II} 4"	Clamp
M ^I	50	M ^I	38
M ^{II}	30	M ^{II}	16

LKH-25

D ^I 76.1	ISO	ISO	DIN	SMS	BS	DS
D ^{II} 63.5	Clamp	Male	Male	Male	Male	Male
M ^I	21	21	30	24	27	24
M ^{II}	21	21	25	24	27	24

Industrial version

Size	Inlet D ^I Flange accord. to DIN2642/BS4505	Outlet D ^{II} Flange accord. to DIN2642/BS4505
LKH-5	NW50	NW40
LKH-10, -20, -35	NW65	NW50
LKH-25, -40	NW80	NW65
LKH-15, -45, -50, -70	NW100	NW80
LKH-60	NW100	NW100
LKH-60, -70, -80	NW150	NW100

LKH-40

D ^I 76.1	ISO	ISO	DIN	SMS	BS	DS
D ^{II} 63.5	Clamp	Male	Male	Male	Male	Male
M ^I	21	21	30	24	27	24
M ^{II}	12	21	27	24	22	21

LKH-15, -45, -50, -70

D ^I 101.6	ISO	ISO	DIN	SMS	BS	DS
D ^{II} 76.1	Clamp	Male	Male	Male	Male	Male
M ^I	21	21	30	35	32	24
M ^{II}	21	21	30	24	27	24

Options

Equipment

- A) Impeller with reduced diameter.
- B) Impeller screw/nut (standard for LKH-70 and -80).
- C) Motor for other voltage and/or frequency.
- D) 1500 rpm. motor.
- E) Motor with increased safety/flame proof motor.
- F) Inducer (only LKH-10 to -50).
- G) Flushed shaft seal.
- H) Double mechanical shaft seal.
- I) Counter flanges, seal rings and bolts for flanged connections (industrial version).
- J) Wider clearance between impeller and backplate if there is a risk of buliding up a hard layer of product. Standard clearance is 0.5 mm (1 mm for LKH-70/80) and can be made up to 2.5 mm).

Material grades

- K) Surface roughness, product wetted parts:
 $R_a \leq 0.8 \mu\text{m}$.
- L) Product wetted seals of Nitrile (NBR), Fluorinated rubber (FPM) or FEP.
- M) Rotating seal ring of Silicon Carbide.

Ordering

Please state the following when ordering:

- Pump size.
- Version, sanitary or industrial.
- Connections.
- Impeller diameter.
- Motor size.
- Voltage and frequency.
- Flow, pressure and temperature.
- Density and viscosity of the product.
- Options.

Note! For further details, see also PD 65036 and IM 70737.

The information contained herein is correct at the time of issue, but may be subject to change without prior notice.

MH Koltek valve

Application

MH is a manually or pneumatically operated valve, designed for use in the food, chemical, pharmaceutical and other industries where valves of sanitary design are needed.

Working principle

A PTFE shutter is operated by means of a handle or an actuator. A spring system presses the shutter against the inside cylindrical surface of the valve body thus ensuring complete tightness.

The air actuated valve can be fitted with *ThinkTop*[®] or a laterally fitted indication unit for remote indication of the valve position.

The manually operated valve can be fitted with laterally indication units, used for LKLA actuators.

The actuator for the valve comes in two versions, single acting or double acting. The single acting actuator operates with one main piston whereas the double acting actuator operates with two main pistons.

Standard design

The valve consist of a rigid body with an internal cylindrical bore and 2 or 3 ports for pipe connection. The two lids have guide rings or bearings for an internal shaft which supports and positions the shutter. The stainless steel handle or the acuator is fitted to turn the shaft.

The actuator consists a system of cylinders and one or two main pistons interconnected with a toothed bar which interacts with a gear wheel on the valve shaft. The system is insensitive to pressure shocks in the valve.

The valve has welding ends as standard.

Technical data

Max. temperature: 110°C.

Max. pressure against shutter: 300 kPa (3 bar).
Max. pressure behind shutter: 1000 kPa 10 bar).

Air pressure for actuator: Max. 800 kPa (8 bar).
Min. 500 kPa (5 bar).



Fig. 1. MH52 with handle.



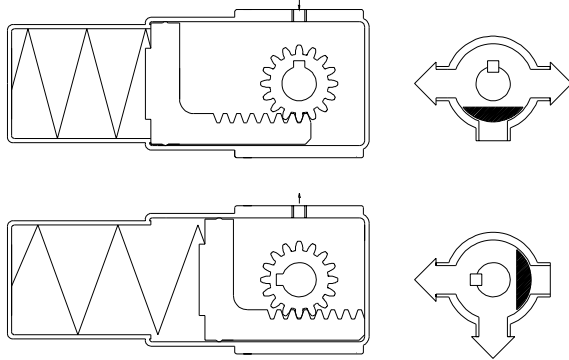
Fig. 2. MH53 with actuator, type KH631.

Actuator functions

Actuator type 630:

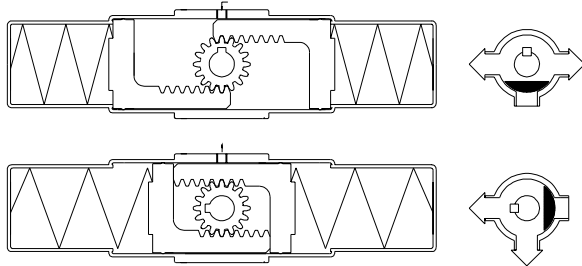
- for 25 mm to 76.1 mm valves only
- two positions
- spring/air
- turning angle $1 \times 90^\circ$

Sizes 25-51mm/DN25-50:

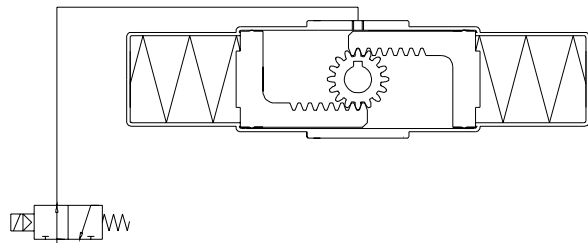
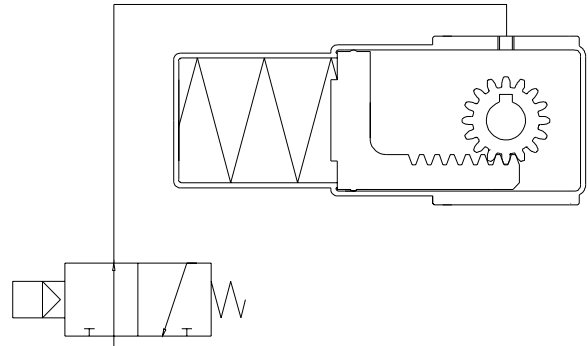


Sizes 63.5-76.1mm/DN65:

Double acting actuator



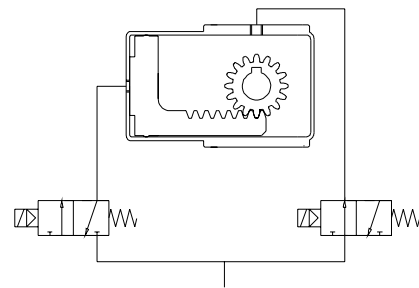
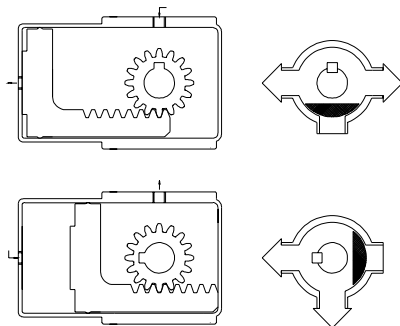
Pneumatic connections



Actuator type 631:

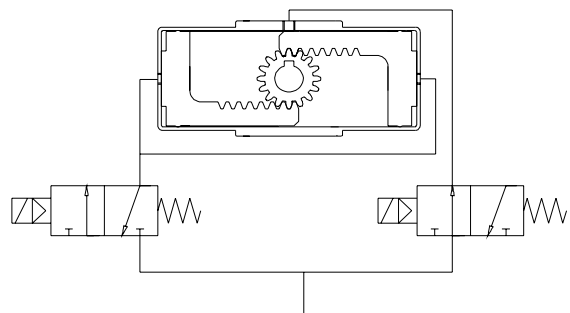
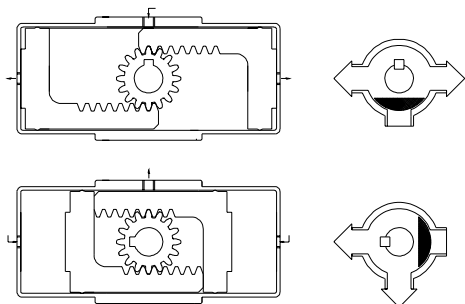
- two positions
- air/air
- turning angle $1 \times 90^\circ$

Sizes 25-76.1mm/DN25-65:



Sizes 89-101.6mm/DN80-100:

Double acting actuator

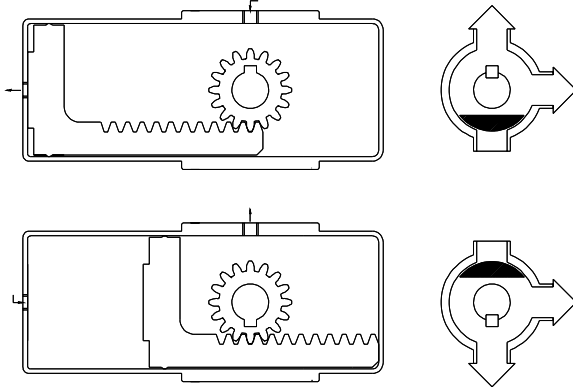


Actuator functions

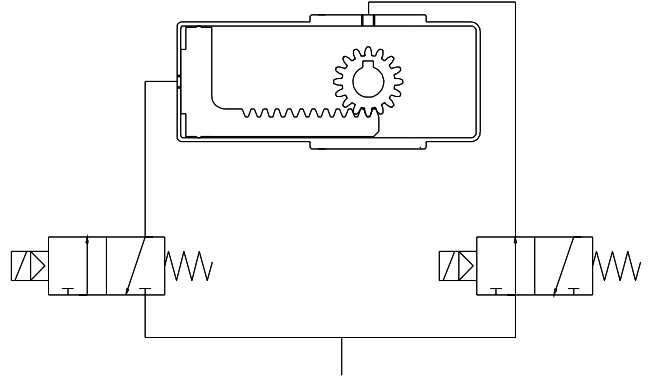
Actuator type 632:

- two positions
- air/air
- turning angle 1x180°

Sizes 25-76.1mm/DN25-65:



Pneumatic connections

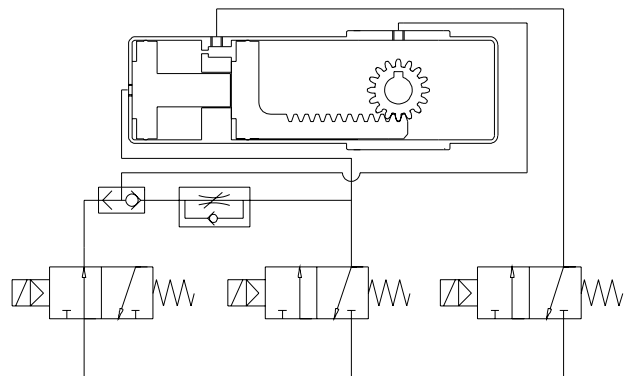
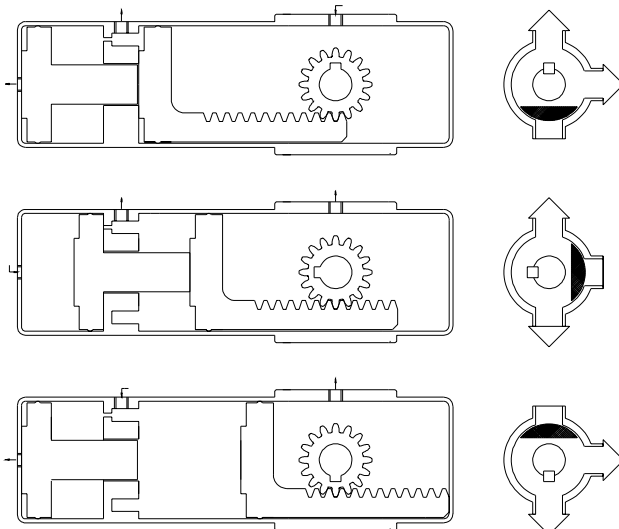


**Sizes 89-101.6mm/DN80-100:
Double acting actuator.**

Actuator type 633:

- three positions
- air/air
- turning angles 2x90°

Sizes 25-76.1mm/DN25-65:



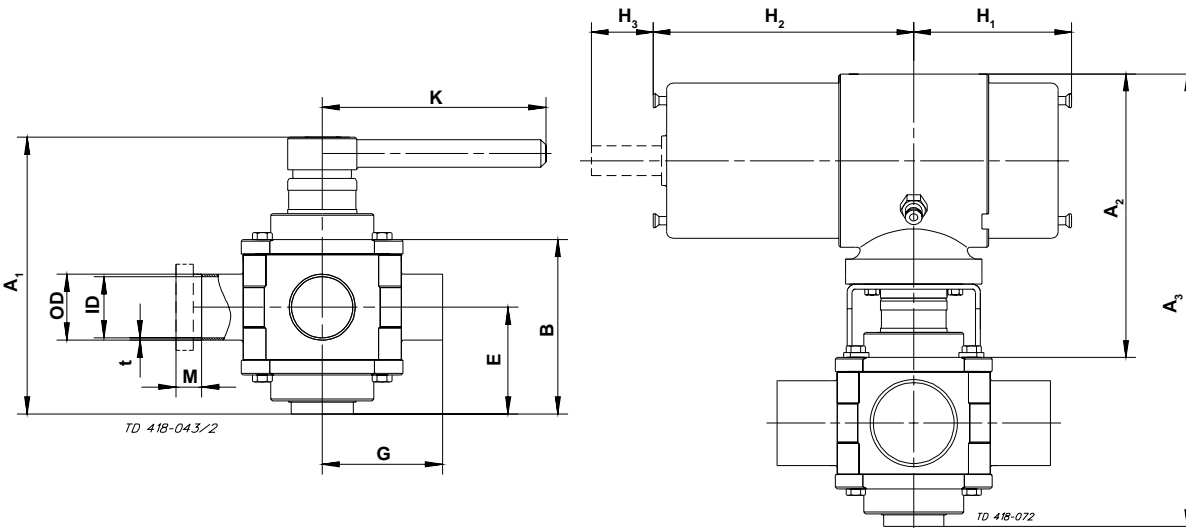
**Sizes 89-101.6mm/DN80-100:
Double acting actuator.**

Dimensions (mm)
MH valves:

Size	25 mm	38 mm	51 mm	63.5 mm	76.1 mm	101.6 mm	25 DN	40 DN	50 DN	65 DN	80 DN	100 DN
A ₁	116	149	161	179	204	292	116	150	161	204	272	292
B	65	90	102	118	137	195	65	90	102	137	174	195
OD	25.4	38.1	50.8	63.5	76	101.6	29	41	53	70	85	104
ID	22.1	34.8	47.5	60.2	72	97.6	26	38	50	66	81	100
t	1.65	1.65	1.65	1.65	2	2	1.5	1.5	1.5	2	2	2
E	42	56	62	70	80	117	42	56	62	80	107	117
G	55	70	82	105	110	155	64.5	80	82.5	100.5	115.5	130.5
K	130	130	180	180	235	330	130	130	180	235	330	330
M/DIN male							22	22	23	25	25	30
M/SMS male	15	20	20	24	24	35						
Weight (kg)	1.8	3.3	4.8	6.9	10.5	25.0	1.8	3.3	4.8	10.5	22.0	25.0

Actuators

Size	25mm DN25	38mm DN40	51mm DN50	63.5mm	76.1mm DN65	89mm DN80	101.6mm DN100
A ₂	170	170	170	172	178	194	194
A ₃	233	260	273	290	315	369	389
H ₁ KH630	57	57	57	285	285		
H ₁ KH631	57	57	57	57	57	119	119
H ₁ KH632	95	95	95	95	95	194	194
H ₁ KH633	95	95	95	95	95	281	281
H ₂ KH630	326	326	326	285	285		
H ₂ KH631	119	119	119	119	119	119	119
H ₂ KH632	157	157	157	157	157	194	194
H ₂ KH633	243	243	243	243	243	281	281
H ₃	43	43	43	43	43	43	43

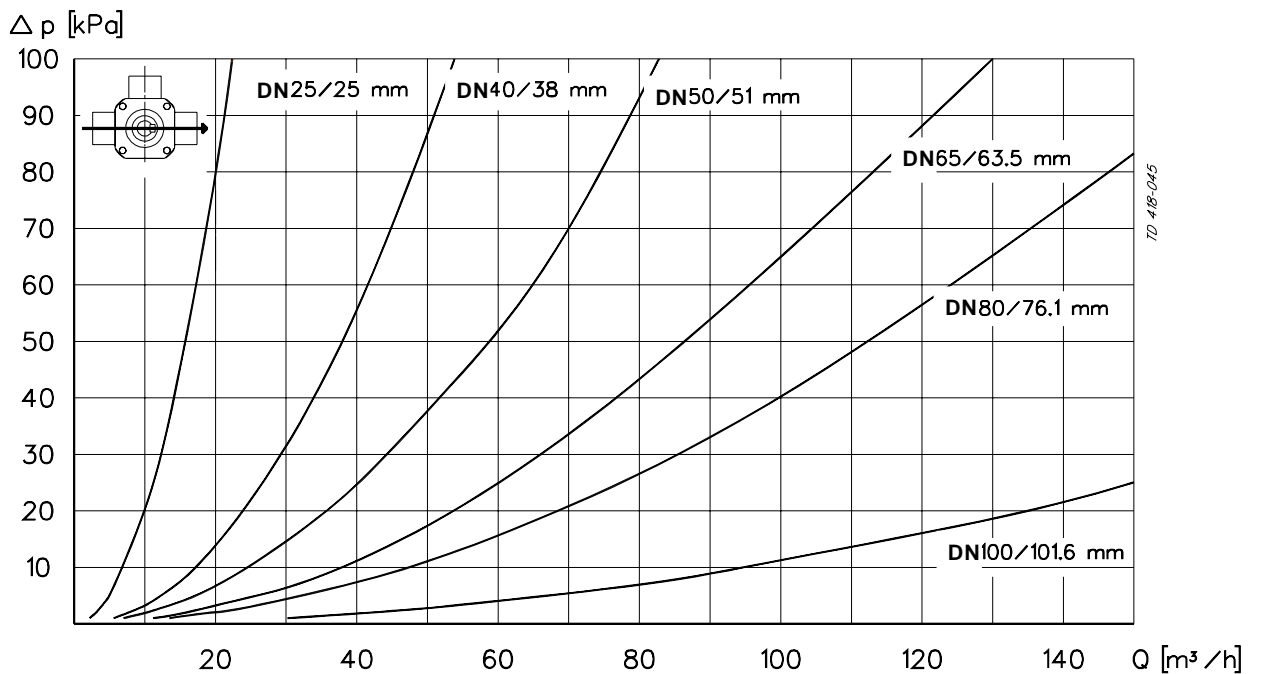
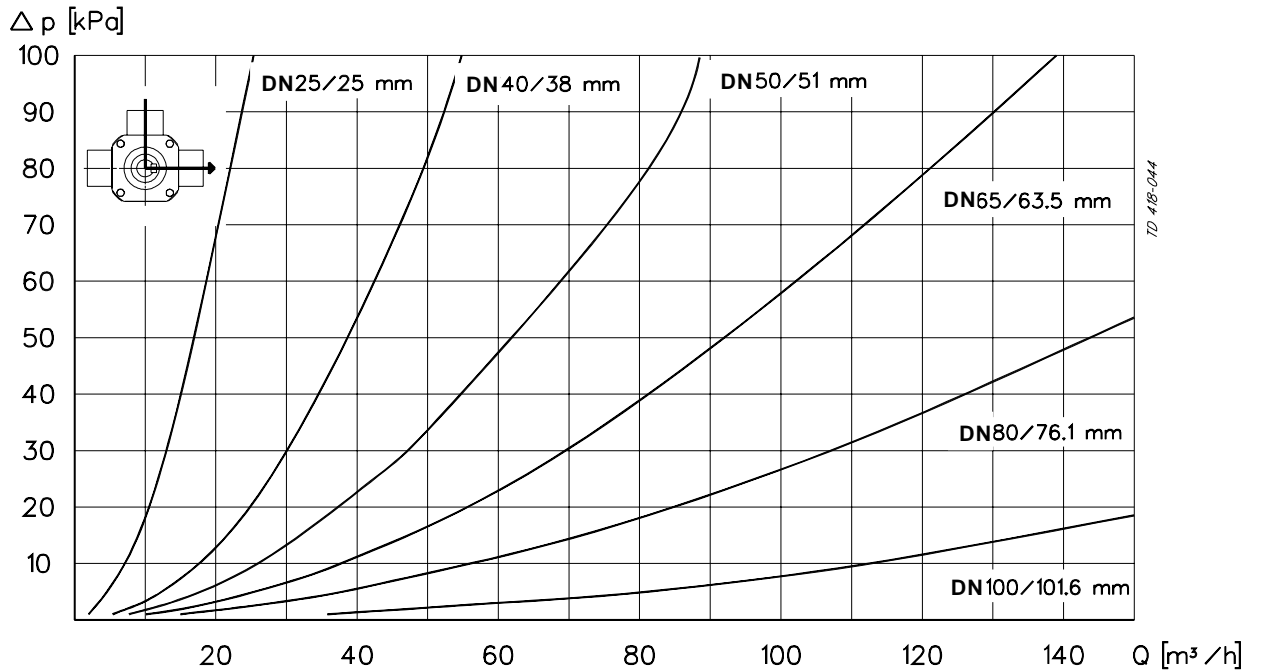


a. MH53 with handle.

Fig. 3. Dimensions.

b. MH53 with actuator, type KH631.

Pressure drop/capacity diagrams



NOTE! For the diagram the following applies:
 Medium: Water (20°C).
 Measurement: In accordance with VDI 2173.

Caution, opening/closing time:

Opening/closing time will be effected by the following:

- The air supply (air pressure).
- The length and dimensions of the air hoses.
- Number of valves connected to the same air hose.
- Use of single solenoid valve for serial connected air actuator functions.
- Product pressure.

Air Connections

Compressed air: R 1/8" (BSP), internal thread.

Materials

Product wetted steel parts: Acid-resistant steel AISI 316L.
 Finish: Semi-bright (Ra = 0.8 µm).
 Seals: Shutter in PTFE.
 Seals: In valve: EPDM rubber.
 In actuator: Nitrile (NBR).

Options

Equipment

- A) Male parts or clamp liners in accordance with required standard.
- B) **ThinkTop®**
- C) Bottom lid for hot water or steam heating.
- D) Bottom fitted indication unit.
- E) Limit stop for manual valve.
- F) Pilot valve, type L or T (for actuator type 633).
Type L is used when two LKT-N top units are used.
- G) Rebuilding to double acting value, if high viscosity product or quick operation.

**Bottom fitted indication units*
(together with bracket for indication unit)**

Actuator type	KH630	KH631	KH632	KH633
Indication unit				
LKLA (lateral indication unit)	1 pcs.	1 pcs.	2 pcs.**	2 pcs.**

- *) Not possible in combination with heated lid.
- **) Not suitable for micro switch.

Material grades

- H) Product wetted seals of Nitrile (NBR) or Fluorinated rubber (FPM).
- I) Shutter in reinforced PTFE (max. 130° C together with seals in EPDM or FPM).

Note! For all manually operated valves: LKLA indication units.

Ordering

Please state the following when ordering:

- Koltek valve; manually or air-operated.
- Size.
- Number of ports; 2 or 3.
- Connections, if not welding ends.
- Type of actuator (if applicable).
- Options.

Note! For further details, see also PD 65036 and instruction IM 70735.

The valve is authorized to carry the 3A symbol and can be delivered in a 3A version.

Precision Hammer/Knife Mills

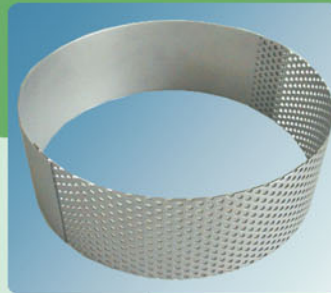
For Preparation of Dried & Fresh Material

A versatile and efficient Hammer Mill With interchangeable Knife feature. This stand alone unit can be used for the preparation of both fresh and dried plant and other materials. It has interchangeable sieves offering a range of optimum particle sizes

- Interchangeable Hammer/Knife facility
- Suitable for both dried & fresh material
- Optimum particle size via quick change sieves
- High performance motor
- Portable

Technical Specification

- Model TP2
- Motor - 2HP, 1,5 KW, 2,800 RPM
- Power Supply 220/110 VAC, 50/60 Hz
- Noise Level < 70 DB
- Weight 28 Kg/78 Lbs
- Standard Sieve Sizes 2mm, 4mm, 10mm
- Optional 1mm and custom sizes available
- Open sieve for Fresh Material





TECNOLAB

HOMOGENIZADORES, EMULSIONADORES,
MEZCLADORES, MACERADORES, AGITADORES,
DEPÓSITOS DE ALMACENAJE Y TRANSPORTE



de 50 a
2000 lt

sectores: Alimentario, Farmacéutico,
Cosmético, Químico

Una novedosa línea de: CONTENEDORES, AGITADORES, EMULSIONADORES, MEZCLADORES, HOMOGENIZADORES.

Soluciones estándar y personalización para satisfacer las exigencias de elaboración

La empresa capaz de realizar soluciones personalizadas para cada exigencia específica del cliente: máquinas fiables para garantizar un resultado de alta calidad.

Todos los productos TecnoLab se proyectan y construyen con respeto a la normativa CE y resultan extremadamente robustos, resistentes, sencillos de usar y de fácil manutención.

La extrema fiabilidad de los materiales utilizados, unida a un excelente servicio de asistencia técnica hacen de la empresa un válido punto de referencia para cualquier problema o nueva exigencia.

CARACTERÍSTICAS GENERALES

- Capacidad variable de 50 a 2000 litros, resistentes, higiénicos y prácticos
- Realizados con materiales de primera calidad, seleccionados y certificados, pueden suministrarse de forma tronco-cónica y cilíndrica, con fondos específicos y con diversos tipos de acabado interno y superficie externa satinada, etc.
- Construcción en acero inox AISI 304 o AISI 316
- Válvulas y juntas en materiales específicos y recomendados para el uso

CONTENEDORES

Ideales para el almacenaje, el transporte y el movimiento de cualquier producto.

Pueden suministrarse completos de: cubierta anti-polvo, cubierta hermética, base de apoyo fija, base en carro móvil, flotadores anti-oxidación, columna de visualización del nivel y toma de muestras.

AGITADORES

Construidos con contenedor vibrante o rotativo en sentido alterno.

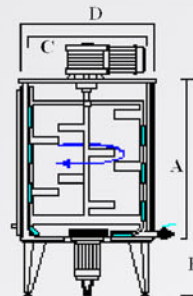
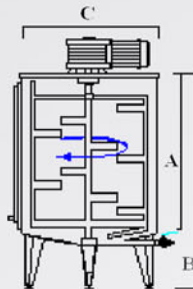
EMULSIONADORES, MEZCLADORES, HOMOGENIZADORES, TURBO EMULSORES

Ideales para la mezcla y la preparación de productos densos como: champú y cremas.

- La mezcla se realiza con bombas centrifugas de rotor múltiple; con hélice inclinada e intercambiable o con siempre con doble efecto con palas inversas.
- Transmisión con actuadores monofásico o trifásico a doble velocidad
- Barras de sujeción y recuperación, aplicadas lateralmente, con para-aceite, soportes mecánicos, sistema de seguridad para la puerta superior móvil.
- Doble cámara de aislamiento térmico – sobre pedido – con termostatación y control electrónico directo y enfriamiento en circuito cerrado o no.
- **Turbo-Emulsos** con agujeros redondos u ovals de doble emulsión y palas de fuerza diferenciada con velocidad variable controlada electrónicamente.
- Panel eléctrico en normativa IP 65 con comandos independientes, dotados de: diferencial con bobina de seguridad de desconexión y reconexión manual, botón de emergencia, lectura y preajuste de temperatura, espía de control y visualización, variador de velocidad, protección en plexiglás.

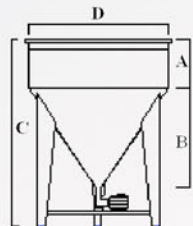
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Modelos CCT	50	100	200	300	400	500	
Capacidad Lt	50	100	200	300	400	500	
Dimensiones mm	A	600	750	900	900	1000	1100
	B	1000	1150	1300	1300	1400	1500
	C	400	500	600	700	780	800
	D	500	600	700	800	900	950



Modelos CFC	50	100	200	300	400	500	1000
Capacidad Lt	50	100	200	300	400	500	1000
Dimensiones mm	A	550	680	800	850	900	1100
	B	950	1080	1200	1250	1300	1500
	C	400	480	620	700	780	800

Modelos TCA	50	100	200	300	400	500	
Capacidad Lt	50	100	200	300	400	500	
Dimensiones mm	A	200	240	270	310	360	400
	B	600	620	640	660	700	700
	C	1100	1160	1200	1270	1400	1400
	D	500	600	800	900	1000	1000



Las especificaciones que aparecen en esta hoja informativa son sólo de carácter informativo y el fabricante se reserva el derecho de cambiarlas sin previo aviso.