

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE
GUATEMALA

Facultad de Ingeniería
Departamento de Ingeniería Química

Diseños de una línea de producción de champú
matapulgas para perros, en Guatemala

Trabajo de investigación presentado por Carlos Roberto
Alvarado Artola para optar al grado académico de
Licenciado en Ingeniería Química

Guatemala
2006

Diseño de una línea de producción de champú matapulgas para perros, en Guatemala

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE
GUATEMALA

Facultad de Ingeniería
Departamento de Ingeniería Química

Diseños de una línea de producción de champú
matapulgas para perros, en Guatemala

Trabajo de investigación presentado por Carlos Roberto
Alvarado Artola para optar al grado académico de
Licenciado en Ingeniería Química

Guatemala
2006

Vo.Bo.:

(f) _____
Ing. Jaime Horacio Rosales

Tribunal:

(f) _____
Ing. José Eduardo Calderón

(f) _____
Ing. Jaime Horacio Rosales

f() _____
Ing. Jorge Luis Muñoz

Fecha de aprobación: 17 de Agosto, 2006

AGRADEZCO A:

DIOS

Por iluminar siempre mis actos y permitir alcanzar mis metas.

MIS PADRES

Lic. Domingo Humberto Alvarado y
Leslye Maritza Artola de Alvarado,
por todo su apoyo.

HERMANOS

Nancy Carolina y
Frank Humberto,
que este logro sea un estímulo y ejemplo.

A MIS ABUELAS

Delia Enriqueta Villalobos y
María Odilly Gomez,
por sus sabias enseñanzas.

A LOS AMIGOS

Por su solidaridad, eterna gratitud.

CONTENIDO

LISTA DE CUADROS	vii
LISTA DE ILUSTRACIONES	x
RESUMEN	xi
Capítulos	
I. INTRODUCCIÓN	1
II. ANTECEDENTES	2
A. Champú	2
B. Pulga	7
C. Plaguicidas	9
III. JUSTIFICACIÓN	11
IV. OBJETIVOS	12
A. General	12
B. Específicos	12
V. PROBLEMA A RESOLVER	13
VI. METODOLOGÍA	14
VII. RESULTADOS	16
A. Formulación de un champú matapulgas	16
B. Capacidad de la línea de producción	16
C. Diagramas del proceso	18
D. Selección del equipo	28
E. Plano de distribución de producción (Layout)	37
F. Factibilidad económica de la línea de producción	39
VIII. DISCUSIÓN	43
A. Formulación champú matapulgas	43
B. Capacidad de la línea de producción	44
C. Diagramas del proceso	45
D. Selección del equipo	47
E. Distribución de la planta (layout)	50
F. Factibilidad económica de la línea de producción	50
IX. CONCLUSIONES	52
X. RECOMENDACIONES	53
XI. BIBLIOGRAFÍA	54

XII.	APÉNDICE	56
	A. Formulación champú matapulgas (pruebas)	56
	B. Selección del equipo	59
	C. Datos utilizados para la elaboración del análisis financiero.....	61
	D. Estructura organizacional de la empresa	74
	E. Especificaciones de materias primas	75
	F. Recomendaciones para el uso de cipermetrina	76
	G. Mercado actual de productos para perros	78

LISTA DE CUADROS

Cuadro		Página
1.	Características del producto terminado	16
2.	Fórmula del producto	16
3.	Capacidad de la línea de producción	16
4.	Balance de masa en el tanque de mezcla	17
5.	Balance de masa en el equipo de llenado de producto	17
6.	Lista de equipo	23
7.	Velocidad de flujo de masa	24
8.	Tuberías	25
9.	Válvulas	26
10.	Instrumentos	26
11.	Transmisores	27
12.	Especificaciones bomba para llenar tanques de almacenamiento de agua	28
13.	Especificaciones tanque de almacenamiento de agua	29
14.	Especificaciones de bomba de la planta de tratamiento de agua para proceso	30
15.	Especificaciones columna de arena	31
16.	Especificaciones columna de carbón activado	31
17.	Especificaciones columna de intercambio catiónico	32
18.	Especificaciones columna de intercambio aniónico	32
19.	Especificaciones tanque de mezcla	33
20.	Especificaciones del agitador	33
21.	Especificaciones equipo para llenar	34
22.	Especificaciones equipo para etiquetar	35
23.	Especificaciones banda transportadora	36
24.	Área de cada sección de la planta	39

25.	Costos variables anuales	39
26.	Costos fijos anuales	39
27.	Inversión inicial	40
28.	Depreciación de activos	40
29.	Préstamo	41
30.	Flujo de caja	41
31.	Tasa interna de retorno (TIR) y tiempo de recuperación de la inversión	42
32.	Viscosidad de pruebas experimentales	56
33.	Características de productos comerciales	56
34.	Porcentaje (p/p) de texapón y amida de coco para obtener un producto de viscosidad de 1320-1650 cSt	58
35.	Ajuste de pH	58
36.	Escalamiento de la formulación	58
37.	Desempeño de la bomba starite modelo HN	59
38.	Inflación total en % desde 1996 al 2006	61
39.	Inversión inicial área de pesado	62
40.	Inversión inicial bodega de materias primas	62
41.	Inversión inicial mantenimiento	63
42.	Inversión inicial cafetería	63
43.	Inversión inicial baños	63
44.	Inversión inicial área de producción	64
45.	Inversión inicial control de calidad	65
46.	Inversión inicial bodega de producto terminado	65
47.	Inversión inicial administración	66
48.	Costos iniciales varios	67
49.	Costos fijos bodega de materias primas	67
50.	Costos fijos mantenimiento	67

51.	Costos fijos producción	68
52.	Costos fijos control de calidad	68
53.	Costos fijos bodega de producto terminado	68
54.	Costos fijos administración	68
55.	Sueldos mensuales	69
56.	Sueldos anuales	70
57.	Prestaciones mensuales	70
58.	Costo del kilo de materia prima	70
59.	Costo de materias primas por lote	70
60.	Costo del material de acondicionamiento	71
61.	Costo del frasco y etiqueta	71
62.	Costo total material de empaque	71
63.	Costo eléctrico	71
64.	Costo de regeneración de las columnas de la planta de tratamiento	71
65.	Salario de operarios	71
66.	Comisiones por ventas	71
67.	Flujo de caja detallado	72
68.	Estructura general del flujo de caja	73
69.	Factores económicos	73
70.	Especificaciones lauril éter sulfato de sodio	75
71.	Especificaciones amida de coco	75
72.	Especificaciones agua desionizada producida por la planta de tratamiento	75
73.	Propiedades del piretroide sintético cipermetrina	76

LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración		Página
1.	Balance de masa del proceso	17
2.	Diagrama de bloques recepción de materias primas y material de empaque	18
3.	Diagrama de bloques tratamiento de agua	19
4.	Diagrama de bloques general del proceso de producción	20
5.	Diagrama de operaciones fabricación de champú matapulgas	21
6.	Diagrama de actividades	22
7.	Secuencia de equipo para la elaboración de champú matapulgas	23
8.	Diagrama de flujo	24
9.	Diagrama detallado del proceso de elaboración de champú matapulgas	25
10.	Elementos para controlar el llenado del tanque de mezcla	27
11.	Bomba para llenar tanque de almacenamiento de agua	28
12.	Tanque de almacenamiento de agua	29
13.	Bomba de la planta de tratamiento de agua para proceso	30
14.	Sistema de mezcla	33
15.	Bomba para llenar	34
16.	Equipo para etiquetar	35
17.	Banda transportadora	36
18.	Plano de distribución de la línea de producción de champú matapulgas	37
19.	Plano de la planta	38
20.	Punto de equilibrio	42
21.	Tiempo de fluidez de pruebas experimentales	57
22.	Desempeño de la bomba starite model HN	59
23.	Guía de selección de tubería para bombear fluidos viscosos	60
24.	Organigrama de la empresa	74

RESUMEN

El objetivo de este trabajo de graduación es desarrollar una línea para producir champú matapulgas para perros. Para tal efecto se determinó la fórmula, la secuencia de actividades y el equipo necesario para elaborar el producto. Además se realizó un análisis económico para establecer la factibilidad económica de la empresa, obteniéndose una tasa interna de retorno de 43.94%. La presentación de venta del producto, el cual contiene cipermetrina como agente insecticida para la eliminación de las pulgas, es de 1 kg de champú por unidad, a un precio de venta de Q 19.75.

I. INTRODUCCIÓN

En el hogar no es raro encontrarse con que los animales domésticos estén infestados por pulgas. Las picaduras de pulga generalmente tienen como resultado, la formación de unas zonas inflamadas y ligeramente elevadas, que producen picor y que tienen un solo punto de picadura en el centro. Estas pulgas pueden producir y transmitir varias enfermedades tanto a las personas como a sus mascotas. Un devastador ejemplo de eso fue la peste negra del siglo XIV, transmitida entre roedores y humanos. El tifus murino (tifus endémico) y en algunos casos los gusanos planos parásitos, pueden ser transmitidos por las pulgas.

Un champú con insecticida formulado especialmente para perros, es una alternativa que además de ser un método eficaz para combatir a estos pequeños insectos, es un producto útil para remover la suciedad y piel muerta, así como también para dar brillo al pelaje de la mascota.

En la industria guatemalteca, existe poca comercialización de productos nacionales de este tipo, de bajo costo y buena calidad; es por esto el interés del presente trabajo, el de realizar el diseño de una línea de producción de champú matapulgas, que satisfaga las necesidades del consumidor.

El champú a formular contendrá como agente insecticida al piretroide sintético Cipermetrina debido a su baja toxicidad en mamíferos. El producto final tendrá un pH de 7.2 a 7.5 adecuado a la piel del perro, además de un aroma agradable y debido a las propiedades de los surfactantes del champú, será apto para la limpieza de estas mascotas.

Este trabajo inicia exponiendo temas referentes a la elaboración de champú (tipos mas comunes que se fabrican, aditivos utilizados y otras características generales). Posteriormente se presenta la justificación de este proyecto, así como los objetivos y la metodología para el cumplimiento de estos. También se muestran los resultados obtenidos, los cuales incluyen el equipo seleccionado, la factibilidad económica y otros aspectos de importancia para la fabricación de un producto de calidad, así mismo se presenta la discusión de estos resultados. Además se exponen las conclusiones a las cuales se llegó y se realizan ciertas recomendaciones. Por último, en el apéndice, se presenta información complementaria de este trabajo de graduación.

II. ANTECEDENTES

A. Champú

El énfasis puesto a la limpieza del pelo y el cuero cabelludo, es relativamente un fenómeno cultural nuevo. La introducción de surfactantes sintéticos, marcó el inicio de una nueva era en el campo de la química del champú. Gran flexibilidad y control de formulación, limpieza más eficiente bajo condiciones de agua-dura, y el desarrollo de surfactantes de baja irritación, constituyen el distintivo de esta era. En el mercado actual, el champú formulado con surfactantes sintéticos, ha reemplazado al champú a base de jabón del pasado. El consumidor actual demanda el óptimo rendimiento del producto, el cual debe limpiar de manera gentil dejando el pelo suave, brillante, con cuerpo y en un estado manejable.

1. **Función y propiedades.** El pelo y el cuero cabelludo acumulan diversidad de sustancias: sebo, escamas, polvo y suciedad. Los aspectos cualitativos y cuantitativos de esta mezcla, varían de un individuo a otro, debido a diferencias bioquímicas, ambientales, etc. Tarde o temprano, los escombros acumulados se vuelven significantes, y pueden exceder el 5 % del total de la masa del pelo. El cabello extensamente sucio, adquiere una apariencia mediocre, se vuelve graso y áspero al tacto, y puede producir olor desagradable. La limpieza del pelo y del cuero cabelludo, requiere de un champú efectivo, que con un cierto grado de manipulación con los dedos y manos, remueva de manera segura y eficiente los escombros y deje el pelo en buenas condiciones.

El encargado de formular un champú, debe tratar con un número esencial y deseable de propiedades, para obtener un producto satisfactorio. Durante la aplicación, el champú debe esparcirse fácilmente, también formar espuma rápidamente tanto en agua suave como agua dura, además de enjuagarse perfectamente sin dejar residuos detectables. Ni el pelo ni el cuero cabelludo deben quedar secos. El cabello debe quedar en un estado suave, lustroso, con cuerpo y manejable. El producto no debe ser tóxico ni irritante, y además se debe conservar en contra de contaminación microbiana y fúngica. Propiedades finales del producto tales como color, pH, viscosidad, fragancia, con la estabilidad apropiada, afectan el éxito o fracaso de este.

El champú para animales (como el de perros o gatos), debe ser formulado especialmente para ellos, debido a que su piel posee un valor de pH diferente al de la piel de los humanos. El pH de la piel canina oscila entre 7.0 y 7.5 y es considerada ligeramente alcalina, tiene mucha importancia con la aplicación de los productos de limpieza, higiene y acondicionamiento de la piel y el pelo.

El champú planeado para animales, debe contener insecticidas u otros medicamentos, para el tratamiento de afecciones de la piel o para el combate de parásitos como pulgas o sarna.

2. **Tipos y formas.** El champú consiste en una solución acuosa, emulsión, o dispersión, de uno o más agentes limpiadores, mezclados con aditivos empleados con el propósito de modificar y estabilizar las propiedades funcionales y estéticas del producto terminado.

Los aditivos se emplean para proveer fragancia y color, para espesar, opacar, para transmitir atributos táctiles específicos al producto. Otros se utilizan como solubilizantes, reguladores de espuma, agentes acondicionadores, medicamentos, reguladores de pH, preservantes, etc.

El champú se encuentra disponible en diferentes formas y tipos. Una clasificación de acuerdo a la forma del producto consiste en: *líquidos claros, lociones, pastas, gelatinas y finalmente, aerosoles y productos secos*. El champú puede diferenciarse también, por el aspecto especial que un componente no común o combinación de componentes, puedan proveer.

a. **Champú líquido claro.** Esta clase de champú puede variar desde soluciones acuosas simples de un solo agente limpiador y un mínimo de preservantes y componentes estéticos, hasta emulsiones claras de mayor complejidad que utilizan diversos agentes limpiadores y variedad de aditivos modificantes. La claridad puede asegurarse a través de una selección cuidadosa de los agentes limpiadores, de aditivos, emulsionantes y solubilizantes. Varias sales de los alquil sulfatos y alquil éter sulfatos son comúnmente utilizadas como agentes limpiadores, debido a su excelente solubilidad y su bajo punto de nube (cloud point). El control de la viscosidad sin afectar adversamente la claridad del producto, frecuentemente se logra ajustando la concentración de la sal o el pH. Alcanolamidas de ácidos grasos y espesantes de celulosa también se utilizan para este propósito.

b. **Champú en loción.** Este tipo de champú es promocionado por su acción de acondicionar; algunos contienen lanolina, otros, polvo de huevo disperso, y muchos contienen alcanolamidas de ácidos grasos elevados, debido a su sobresaliente capacidad acondicionadora.

Este tipo de champú es elegante en apariencia y ofrece al consumidor consistencia cremosa. Debido a que la claridad no representa consideración para este tipo de producto, existe una gran cantidad de agentes limpiadores de donde elegir. La opacidad de este tipo de champú, se logra mediante la adición de agentes perlados como el estearato de glicol.

c. **Champú en gel y pasta.** Ambos tipos de champú tienen consistencia rígida, lo que les permite ser empacados en tarro o en tubo. Deben ser lo suficientemente espesos y dispersarse fácilmente en el cabello durante su aplicación. Por lo general, tanto el gel como la pasta, poseen niveles más altos de detergentes y activos que sus contrapartes líquidas. El champú en gel debe presentar buena claridad y lisura, debido a que los tubos plásticos transparentes son el empaque más común para este tipo de champú. La consistencia a menudo se ajusta con grandes proporciones de sólidos en relación al champú líquido o mediante el fortalecimiento con electrolitos, gomas naturales o espesantes de celulosa.

d. Champú seco y en aerosol. Estos productos pueden ser: líquidos acuosos que producen espuma mientras son liberados del contenedor en el que se encuentran o también productos como champú seco que se rocía en el cabello para una limpieza sin agua. Después del rociado del champú seco, se espera cierto tiempo mientras es absorbido, luego el polvo es removido mediante cepillado o peinado.

El champú en aerosol se empaqueta en botellas de vidrio o en latas de metal. El vidrio ofrece la ventaja de ser no corrosivo, pero requiere de un estuche de plástico en caso de que ocurra una ruptura accidental. En los embases metálicos la corrosión es problema, este es el caso cuando una solución detergente acuosa está en contacto con el metal y el propelente, sin embargo se han diseñado diferentes esquemas internos para separar los componentes reactivos y evitar estos problemas.

3. **Surfactantes sintéticos.** El término surfactante deriva de la definición en inglés: *surface active agent*. Los surfactantes son agentes que disminuyen la tensión superficial de un líquido, son compuestos orgánicos que poseen un grupo hidrofílico y un grupo hidrofóbico, por lo que son solubles tanto en agua como en solventes orgánicos.

De acuerdo a las propiedades eléctricas de sus grupos hidrofílicos en solución acuosa se clasifican en: Aniónicos, Catiónicos, No Iónicos y Anfotéricos.

a. **Surfactantes aniónicos.** Poseen una carga neta negativa. Debido a sus excelentes características de espuma, limpieza y solubilidad, la mayoría de surfactantes utilizados en el champú son del tipo aniónico.

1) Alquil sulfatos. Representados por la fórmula RCH_2OSO_3M , son los surfactantes aniónicos más utilizados en la elaboración del champú. Un gran rango de alquil sulfatos se encuentra disponible en el mercado, siendo más comunes los que contienen cadenas de 12 a 16 carbonos ($C_{12}-C_{16}$).

Generalmente, cualquier mezcla que contenga componentes $C_{12}-C_{16}$, ofrece excelentes propiedades de espuma, limpieza y enjuague, además de dejar el pelo suave. También estos productos son adecuados para su utilización en agua dura, y debido a que pueden perfumarse fácilmente y no se ponen rancios, han adquirido gran importancia.

El lauril sulfato de sodio, el lauril sulfato de amonio y el lauril sulfato de trietanolamina, son los surfactantes más utilizados en la industria. El champú a base de lauril sulfato generalmente contienen de 6-16 % de surfactante anhídrido. La viscosidad puede ser controlada por la adición de sales inorgánicas como el cloruro de sodio o cloruro de amonio.

2) Alquil éter sulfatos. Representados por la fórmula $RCH_2(OCH_2CH_2)_nOSO_3M$, se preparan a partir del tratamiento de alcoholes grasos primarios con óxido de etileno. Tienen la propiedad de generar espuma con burbujas de pequeño tamaño, además son excelentes solventes para fragancias y otros aditivos oleofílicos. Son mucho más solubles en agua fría que los alquil sulfatos y exhiben gran estabilidad de color, por lo que son más apropiados para el

champú claro. La viscosidad puede ser controlada por la adición de pequeñas cantidades de lauril alcohol o electrolitos compatibles.

b. **Surfactantes no iónicos.** Este tipo de sustancias son moléculas tensoactivas que no poseen carga eléctrica neta. Una característica común en muchos de ellos es la etoxilación (o polietoxilación). Como consecuencia, muchos tensoactivos no iónicos podrían ser clasificados como éteres o alcoholes.

Rara vez se consideran como agentes limpiadores primarios, se utilizan para modificar o complementar la acción de los limpiadores primarios. Funcionan como modificantes de la viscosidad, solubilizantes, emulsificantes, modificantes de la espuma, dispersantes y en algunos casos como agentes acondicionadores.

c. **Surfactantes catiónicos.** Un tensoactivo catiónico se caracteriza por poseer una carga eléctrica neta positiva en su parte hidrófila. Las sustancias que a pH altos no presentan carga neta, pero a pH menores son catiónicas, también se incluyen en este grupo, como es el caso de las alquil aminas.

d. **Surfactantes anfóteros.** Las sustancias clasificadas como anfóteras, tienen la particularidad de que la carga eléctrica de la parte hidrofílica cambia en función del pH del medio. Los tensoactivos que son anfóteros, poseen una carga positiva en ambientes fuertemente ácidos, presentan carga negativa en ambientes fuertemente básicos, y en medios neutros tienen forma intermedia híbrida.

4. **Aditivos.** Se han desarrollado una gran cantidad de componentes que contribuyen en el desempeño y aceptación del champú. Estos pueden afectar la espuma, la consistencia, la textura, etc.

a. **Estabilizadores de espuma y agentes espesantes.** Los estabilizadores o formadores de espuma, son ingredientes cuya función es la de incrementar la calidad, el volumen y estabilidad de la espuma. También pueden aumentar la viscosidad e impartir leve efecto acondicionador. Los principales estabilizadores son las alcanolamidas (lauril dietanolamida, lauril monoetanolamida, mono y dietanolamida de coco), alcoholes grasos en baja concentración, sarcosinatos y fosfatos.

Sales inorgánicas como el cloruro de sodio, incrementan la viscosidad cuando se agregan en poca cantidad; niveles altos tienen un efecto adverso. Gomas naturales han sido reemplazadas por resinas sintéticas como metil-celulosa, carboxi-metil-celulosa, hidroximetil-celulosa y el carbopol (polímero carboxivinílico). La viscosidad puede disminuir mediante la adición de pequeñas cantidades de alcohol etílico o isopropanol.

b. **Opacantes.** Por lo general son relativamente insolubles, tiene puntos de fusión elevados, pueden ser fácilmente incorporados al champú. Algunos producen un efecto perlado. Entre los opacantes más comunes se encuentran el glicol mono - o diestearato, diglicol estearato, amidas estearicas, alcoholes elevados como el cetil y estearil alcohol, y emulsiones de copolímeros de latex derivadas del estireno, divinil benceno, o acrilatos.

c. **Preservantes.** La composición del champú, en general, presenta un ambiente ideal para la propagación de microorganismos, particularmente los organismos aerobios gram-negativos del género *Pseudomonas*. En menor grado, esporas gram-positivas, levaduras y mohos pueden encontrarse presentes. La invasión de estos organismos, puede tener un efecto perjudicial para las propiedades físicas del champú, pero aún más importante para la salud del consumidor. El formaldehído es uno de los más populares preservantes, es barato y muy compatible con la mayoría de los ingredientes del champú. Otros preservantes utilizados son el metil, propil y butil hidroxibenzoatos, solos, o en combinación con dehidroacetato de sodio, ácido sorbico y Germall (imidazolidinil urea).

d. **Agentes secuestrantes (sequestrating agents).** Estos previenen la formación de jabones de calcio, magnesio o hierro, cuando el champú se mezcla con agua dura. Sales de EDTA se utilizan para evitar la formación de estos compuestos. También se agregan pequeñas cantidades de no iónicos o iones especiales, los cuales dispersan los jabones de cal formados y evitan que estos se acumulen en el pelo.

e. **Otros aditivos estabilizadores.** Algunas veces es necesario proteger al champú mediante la adición de estabilizadores como antioxidantes, bloqueadores, agentes en suspensión y agentes de control de pH.

Agentes reductores protegen al producto de la decoloración o pérdida de olor debido a la oxidación. Bloqueadores como benzofenona o derivados del benzotriazol, tienen la propiedad de absorber radiación ultravioleta y proteger al producto del daño debido a la exposición del sol. Agentes como las bentonitas, estabilizan al champú en los cuales partículas sólidas se encuentran en suspensión en un líquido.

Varios agentes reguladores de pH pueden ser tan simples como bases y ácidos ordinarios, estos agentes protegen el producto de cambios de color, olor o cambios en el nivel de irritación debido a cambios de pH. El ácido cítrico es un ingrediente utilizado para el ajuste del pH.

5. **Fragancia.** La fragancia del champú es extremadamente importante, es uno de los factores tomados en consideración durante la compra. Las fragancias están compuestas por un diverso número de aceites esenciales. Hay varios factores que se deben evaluar:

- La fragancia al momento de olerla directamente de la botella.
- La fragancia durante el momento de la aplicación.
- La fragancia residual en el cabello después del enjuague del champú.

- La estabilidad de la fragancia durante el almacenamiento.

Muchos aceites esenciales, debido a que son productos naturales, pueden diferir en olor de temporada a temporada y de año a año, por lo que es importante monitorear la calidad de la fragancia.

6. **Manufactura y empaque.** La manufactura del champú es una simple operación de mezcla, requiriendo solamente un tanque de acero inoxidable con sistema de calentamiento y enfriamiento, equipado con agitadores adecuados. Las materias primas se pesan, luego se agregan al tanque progresivamente, realizando agitación de la mezcla entre cada adición. Se utiliza una cantidad adecuada de calor para reducir la viscosidad y facilitar la mezcla. Algunos agentes que dan el efecto de perlado, se encuentran en estado sólido a temperatura ambiente y requieren ser fundidos por aparte antes de su uso. Es común el uso de agua desmineralizada en orden de minimizar contaminación del producto. No se requiere de procesamiento posterior luego de la mezcla de las materias primas, y el producto puede ser empacado directamente desde el tanque.

En algunos sectores de la industria, un proveedor puede producir la base del champú, la cual es vendida y posteriormente procesada por el formulador. Típicamente, este segundo nivel de proceso involucra solamente la adición de agua, color y fragancia. Ingredientes para proporcionar características especiales al producto o ingredientes terapéuticos, se adicionan en esta etapa.

El producto y el empaque se complementan mutuamente. El empaque es en gran medida la representación del producto al público. El champú debe ser empacado en un contenedor que posea buenas propiedades de barrera, esto para limitar a los componentes del producto con el medio externo. Además el empaque no debe interactuar ni modificar las características del producto.

B. Pulga

Pulga es el nombre común de cualquiera de los pequeños insectos sin alas del orden *Siphonaptera*. Son extremadamente angostas de lado a lado, lo cual les permite pasar entre los vellos corporales con facilidad. Su último par de patas están modificados para saltar. Tienen numerosas espinas y vellos sobre su cuerpo, las partes de su boca están adaptadas para perforar la piel y chupar sangre. Algunas especies bien conocidas de pulgas son: la pulga del perro (*Ctenocephalides canis*), la pulga del gato (*Ctenocephalides felis*).

1. **Ciclo de vida.** El ciclo de vida de una pulga consiste de cuatro etapas: el huevo, la larva, la pupa y el adulto. Los huevos son depositados sobre una mascota, en el lugar donde duerme la mascota, en grietas o ranuras del piso.

Los huevos que se ponen sobre las mascotas no están sujetos firmemente y pronto caen. Alrededor de una semana, salen de los huevos pulgas inmaduras llamadas larvas. Las larvas son muy diferentes a las pulgas adultas. Tienen la apariencia de gusanos, les faltan las patas, no se alimentan de sangre fresca, sino viven de material orgánico, incluyendo partículas de sangre seca y excremento desechado por las pulgas adultas. Las larvas crecen a su máximo tamaño en aproximadamente doce

días, pasan a la etapa pupal y luego se transforman en pulgas adultas. Las adultas se alimentan de sangre fresca de animal más de una vez al día. Pueden vivir un año y aun más en ciertos casos. Las mordidas de las pulgas en los humanos generalmente son en los tobillos y en la porción baja de las piernas.

2. **Importancia en la salud pública.** Las pulgas pueden transmitir enfermedades al humano, de las cuales la más importante es la plaga. En el siglo XIV, esta enfermedad conocida como la "muerte negra", mató a un cuarto de la población de Europa (aproximadamente 25 millones de personas). En 1665, la epidemia en Londres mató a 70,000 personas de una población total de 460,000.

El tifo mórvido, una enfermedad que afecta primordialmente a ratas y ratones, se puede transmitir al humano por pulgas infectadas. Cuando una pulga se está alimentando, usualmente defeca al mismo tiempo, y se cree que la transmisión del patógeno del tifo mórvido, ocurre al rascar el excremento sobre la herida.

3. **Los problemas médicos relacionados con las pulgas.** Infecciones de la piel. Con frecuencia se observan zonas irritadas de la piel en animales con pulicosis. Esto puede deberse a que el animal se rasque intensamente y luego se lama.

Tenia. Las pulgas constituyen un vínculo fundamental en el ciclo de vida de la tenia, en el perro y en el gato. Un buen programa para el control de pulgas debería estar acompañado por el tratamiento de la tenia a la mascota. La tenia es un parásito segmentado que en raras oportunidades se elimina entero. Por lo general, sólo observará una cantidad de segmentos blancos individuales en las deposiciones. Pueden tener la apariencia de granos de arroz.

Anemia. Una mascota con pulicosis avanzada, puede perder una porción significativa de su sangre. Esto puede provocar una menor resistencia a otros trastornos y hacer que la mascota parezca aletargada.

4. **Manejo.** El tratamiento para mascotas se puede lograr de varias maneras. El tratamiento más común envuelve el uso de un champú que contenga un insecticida. Este tratamiento es muy efectivo para pulgas adultas que estén sobre la mascota cuando se aplica el champú.

Por lo general, no tienen una acción residual; sin embargo, deberán estar acompañados por un tratamiento externo como la aplicación de talco anti pulgas o el uso de un collar anti pulgas.

Un tratamiento complementario para la erradicación del las pulgas consiste en la fumigación del hogar, el beneficio de usar estos materiales es que proveen una reducción inmediata en el número de pulgas adultas que muerden. Desafortunadamente, muchos de los materiales efectivos sólo pueden ser adquiridos por profesionales certificados.

C. Plaguicidas

Es el nombre genérico que se da a cualquier sustancia química, sustancia biológica, agente biológico o mezcla de dichas sustancias, que se destinen a combatir, destruir, controlar, prevenir, atenuar o repeler cualquier forma de vida animal o vegetal, sea ésta, insecto, roedor, nematodo, hongo, maleza, arácnido o molusco, cuya acción afecta la salud y bienestar del ser humano, y de los animales y plantas útiles.

Insecticida es el plaguicida que se emplea para destruir, controlar, prevenir, repeler o atenuar la acción de los insectos.

1. **Piretrinas.** Piretro es una mezcla de sustancias químicas, que ocurre naturalmente en ciertas flores de crisantemos. Las propiedades insecticidas del piretro, se descubrieron en Asia alrededor del año 1800, y se utilizó para matar garrapatas y varios tipos de insectos, tales como pulgas y mosquitos. Existen seis piretrinas de origen natural. Son minimamente tóxicas para los mamíferos (su dosis oral letal 50 en ratas es de 1,500 mg por kg de peso).

En flores molidas, el piretro tiene la apariencia de polvo de color canela, mientras que el extracto crudo es un líquido con la apariencia de almíbar.

Las piretrinas son poco solubles en agua, pero se disuelven en solventes orgánicos, tales como alcohol, hidrocarburos clorados y querosén.

Las piretrinas se usan a menudo en insecticidas caseros y en productos para controlar insectos en animales domésticos o el ganado. Las piretrinas se degradan rápidamente en el ambiente, especialmente cuando se exponen a la luz solar.

2. **Piretroides.** Estos insecticidas sintéticos modernos, son similares químicamente a las piretrinas naturales, pero las estructuras básicas han sido modificadas para incrementar su estabilidad en el ambiente natural. En la actualidad, se utilizan ampliamente en la agricultura, en casas y jardines, y para el tratamiento de enfermedades por ectoparásitos.

Los piretroides se formulan como concentrados emulsificables, polvos humectables, gránulos y concentrados para aplicación en volumen ultra bajo. En el producto técnico pueden estar combinados con otros pesticidas (algunas veces altamente tóxicos).

Las moléculas de la mayoría de los piretroides de uso comercial, están constituidas por los mismos tipos de átomos enlazados en la misma secuencia, pero con diferente orientación en el espacio, por lo que pueden tener diferentes propiedades de insecticida y diferente toxicidad.

a. **Cipermetrina.** Insecticida piretroide de amplio espectro. La cipermetrina es un insecticida no sistémico que actúa por contacto e ingestión. Su uso se extiende a nivel mundial en un gran número de cultivos debido a su control efectivo y baja toxicidad para los mamíferos. Controla una gran gama de insectos, entre ellos Lepidópteros, Coleópteros y Hemípteros en los cultivos.

La cipermetrina también es utilizada para controlar las moscas y demás insectos en los habitáculos de los animales domésticos y plagas que afectan la salud pública. Puede conservarse durante un mínimo de tres años a temperatura ambiente.

III. JUSTIFICACIÓN

Actualmente, en Guatemala, es grande el número de establecimientos que se dedican a la limpieza y cuidado de mascotas como los perros. Esto pone de manifiesto el crecimiento de este sector de la industria nacional, el cual vislumbra un mercado novedoso para la fabricación de estos productos.

Además, son pocos los productos fabricados en el país, que cumplen con la función de un champú para la limpieza y eliminación de pulgas, de bajo costo y excelente calidad, capaces de competir con productos similares de procedencia extranjera. De tal manera, que la fabricación a nivel local de un nuevo champú con las características antes mencionadas podría solucionar dicha necesidad.

Con producción del champú matapulgas para perros, se solucionará la necesidad de los dueños de las mascotas, de contar con un producto barato, efectivo y de alta calidad. Además con la fabricación de este producto se estará fomentando la inversión en una industria nacional, lo cual generará nuevas fuentes de trabajo para guatemaltecos y evitará fuga de divisas para el país, promoviendo así el desarrollo de Guatemala.

IV. OBJETIVOS

A. GENERALES

1. Diseñar un sistema para la producción de un champú, efectivo para la limpieza y eliminación de pulgas en perros.

B. ESPECÍFICOS

1. Formular un champú matapulgas para perros.
2. Calcular la capacidad de la línea de producción de champú matapulgas.
3. Elaborar el diagrama de flujo del proceso de producción de champú matapulgas.
4. Seleccionar el equipo para la producción de champú matapulgas para perros.
5. Realizar el plano de distribución de la línea de producción de champú matapulgas (layout).
6. Determinar la factibilidad económica de la línea de producción de champú matapulgas para perro.

V. PROBLEMA A RESOLVER

Actualmente en Guatemala hay variedad de productos extranjeros para la limpieza de perros. Sin embargo hay falta en el mercado de un producto nacional tipo champú, de alta calidad y bajo costo, efectivo para limpiar y eliminar las pulgas en estas mascotas.

VI. METODOLOGÍA

A. Formular un champú matapulgas

En esta etapa se experimentó con diferentes fórmulas para logra obtener un producto de alta calidad y bajo costo. Para realizar esto se realizó lo siguiente:

1. Búsqueda en la literatura y en Internet sobre :
 - a. Diferentes materias primas (surfactantes, aditivos, fragancias) comúnmente utilizadas en la elaboración del champú.
 - b. Tipos de champú más populares y formulaciones más comunes para cada tipo.
 - c. Investigación acerca de insecticidas utilizados para la eliminación de pulgas, en específico sobre del piretroide sintético: Cipermetrina.
2. Se consultó con proveedores sobre disponibilidad y precios de las materias primas y otros aspectos relacionados con la elaboración del champú.
3. Visita a una empresa productora de champú para perros.
4. Formulación del champú
 - a. Con base a la información recabada se especificaron las características básicas del producto.
 - b. Se experimentó con diferentes fórmulas para la elaboración del champú.
 - c. Se realizaron pruebas en la formulación y de acuerdo a los resultados se seleccionó la fórmula final del producto.

B. Cálculo de la capacidad de la línea de producción de champú matapulgas

La capacidad de producción del champú para perros se determinó de acuerdo a los siguientes aspectos

1. La composición de la fórmula final
2. A partir del balance de masa para establecer la cantidad de materias primas requeridas y la cantidad de producto final.
3. La disponibilidad de materias primas y costos de estas.

C. Elaboración del diagrama de flujo del proceso de producción

Esta etapa consistió en determinar la secuencia del equipo y las operaciones unitarias del proceso.

1. Se realizó el diagrama de bloques como forma de representación del proceso en forma simplificada.
2. Se realizó una representación pictórica del proceso.
3. Se elaboró del diagrama de flujo detallado con la presentación las cantidades de flujo de cada componente y el flujo total de producto.

D. Selección del equipo para la producción de champú matapulgas

Esta etapa consistió en seleccionar el equipo adecuado para la elaboración del champú. La selección del equipo se basó en la capacidad de la línea de producción. Además se considerarán otros factores como:

1. Requerimientos funcionales
 - a. Naturaleza del proceso
 - b. Volumen y flujo
 - c. Composición
 - d. Condiciones de operación
 - e. Materiales de construcción.
2. Requerimientos de desempeño
 - a. Cantidad de producción desarrollada
 - b. Operación tipo lote (batch).
 - c. Tiempo de proceso
3. Se cotizó equipo con proveedores locales y en Internet.
 - a. Se compararon y evaluaron las ofertas.

En base a los factores mencionados anteriormente se procedió a la selección del equipo

E. Realizar el plano de distribución de la línea de producción de champú matapulgas (Layout)

En esta etapa se realizó el plano que muestra la forma en la cual los equipos se encuentran distribuidos para la elaboración del producto final.

F. Determinar la factibilidad económica de la línea de producción de champú matapulgas para perro

Se hizo un análisis económico para determinar la rentabilidad de la línea de producción, y para esto se consideraron varios factores. A continuación se mencionan solamente algunos de estos.

1. Costos de materia prima.
2. Costos de mano de obra.
3. Costo de equipo.
4. Consumo de energía eléctrica.

VII. RESULTADOS

A. Formulación champú matapulgas

Cuadro 1. Características del producto terminado

Olor	Manzana verde
Color	Manzana verde
Viscosidad	1320-1650 cSt
pH	7.2-7.5

Cuadro 2. Fórmula del producto

Función	Ingrediente	%(m/m)
Surfactante	Lauril éter sulfato de sodio	25.00
Regulador de espuma y viscosidad	Amida de coco	6.200
Preservante	Propil paraben	0.300
Agente secuestrante (Sequestring agent)	EDTA	0.100
Fragancia	Esencia de manzana	0.300
Colorante	Verde ingles	0.004
Insecticida	Cipermetrina	0.100
Regulador de pH	Ácido cítrico	0.008
Medio	Agua desionizada	67.99

B. Capacidad de la línea de producción

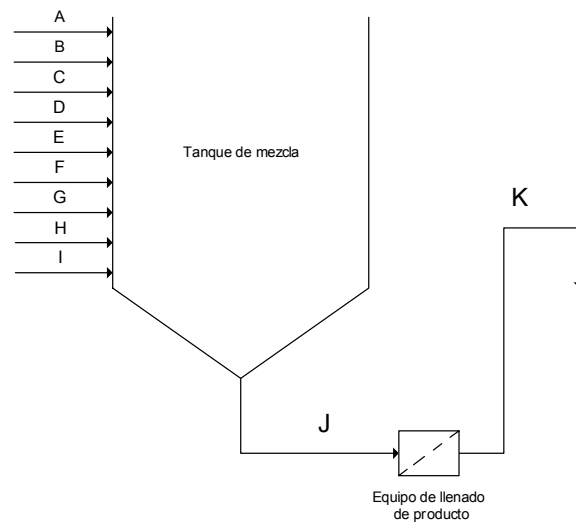
1. Capacidad

Cuadro 3. Capacidad de la línea de producción

Cantidad de producto por lote	1,000 kg
Presentación del producto	1 kg de producto por unidad
Capacidad anual	275,000 unidades

2. Balance de masa

Ilustración 1. Balance de masa del proceso.



Cuadro 4. Balance de masa en el tanque de mezcla

Compuesto	Descripción	Cantidad kg
A	Lauril éter sulfato de sodio (texapón)	256.3840
B	Amida de coco	63.5832
C	Preservante	3.0766
D	EDTA	1.0255
E	Fragancia	3.0766
F	Colorante	0.0410
G	Insecticida	1.0255
H	Acido cítrico	0.0820
I	Agua desionizada	697.2413
Entrada al tanque	A+B+C+D+E+F+G+H+I	1,025.5358
Salida del tanque (champú)	J	1,005.0251
Pérdidas en tanque	20.5107 kg	

Cuadro 5. Balance de masa en el equipo de llenado de producto

Compuesto	Descripción	Cantidad kg
J	Champú (producto)	1,005.0251
K	Producto envasado	1,000.0000
Pérdidas en equipo y tubería de llenado	5.0251 kg	

Base de Cálculo: 1 lote de producto (1000 kg)

C. Diagramas del proceso

1. Diagrama de bloques

Ilustración 2. Diagrama de bloques recepción de materias primas y material de empaque

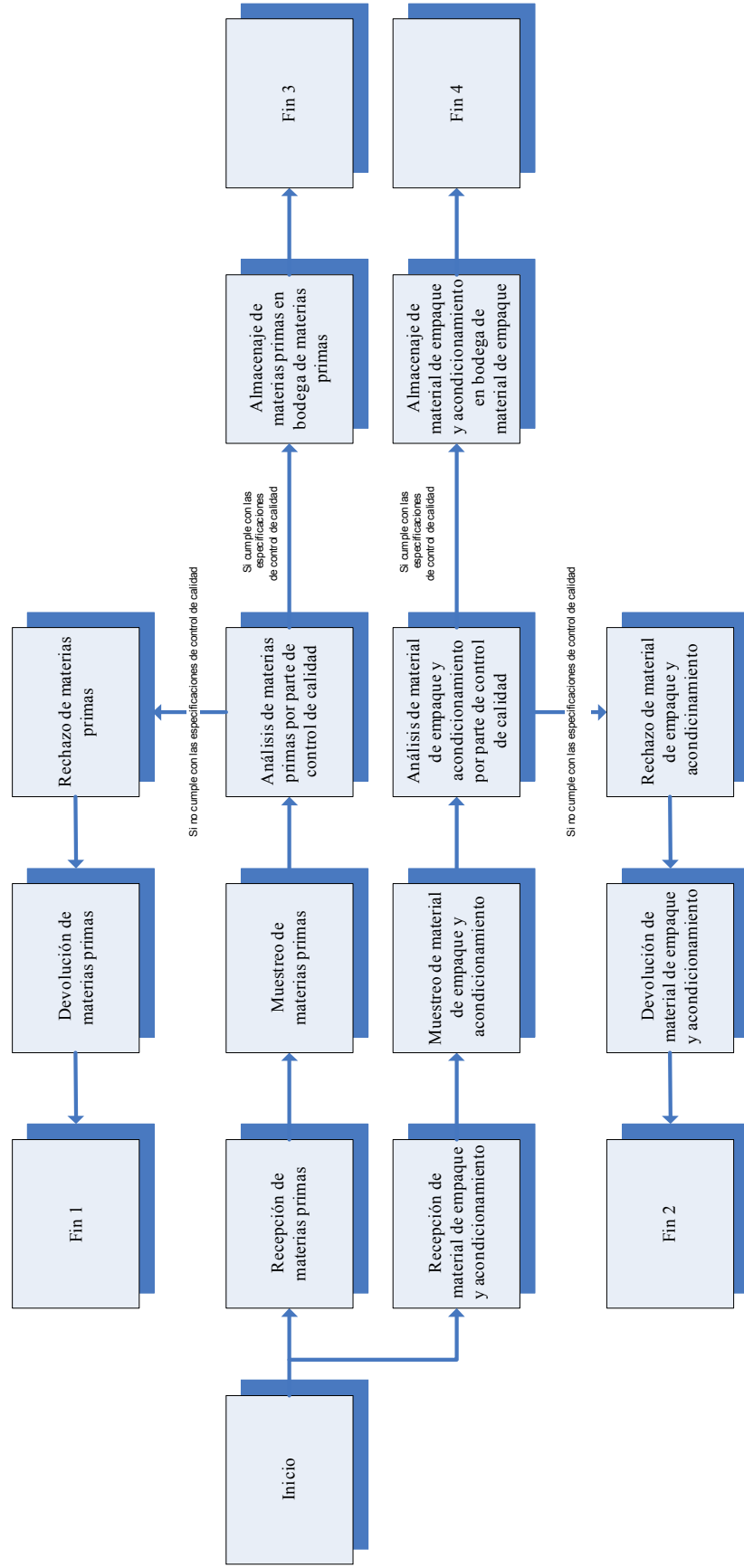


Ilustración 3. Diagrama de bloques tratamiento de agua

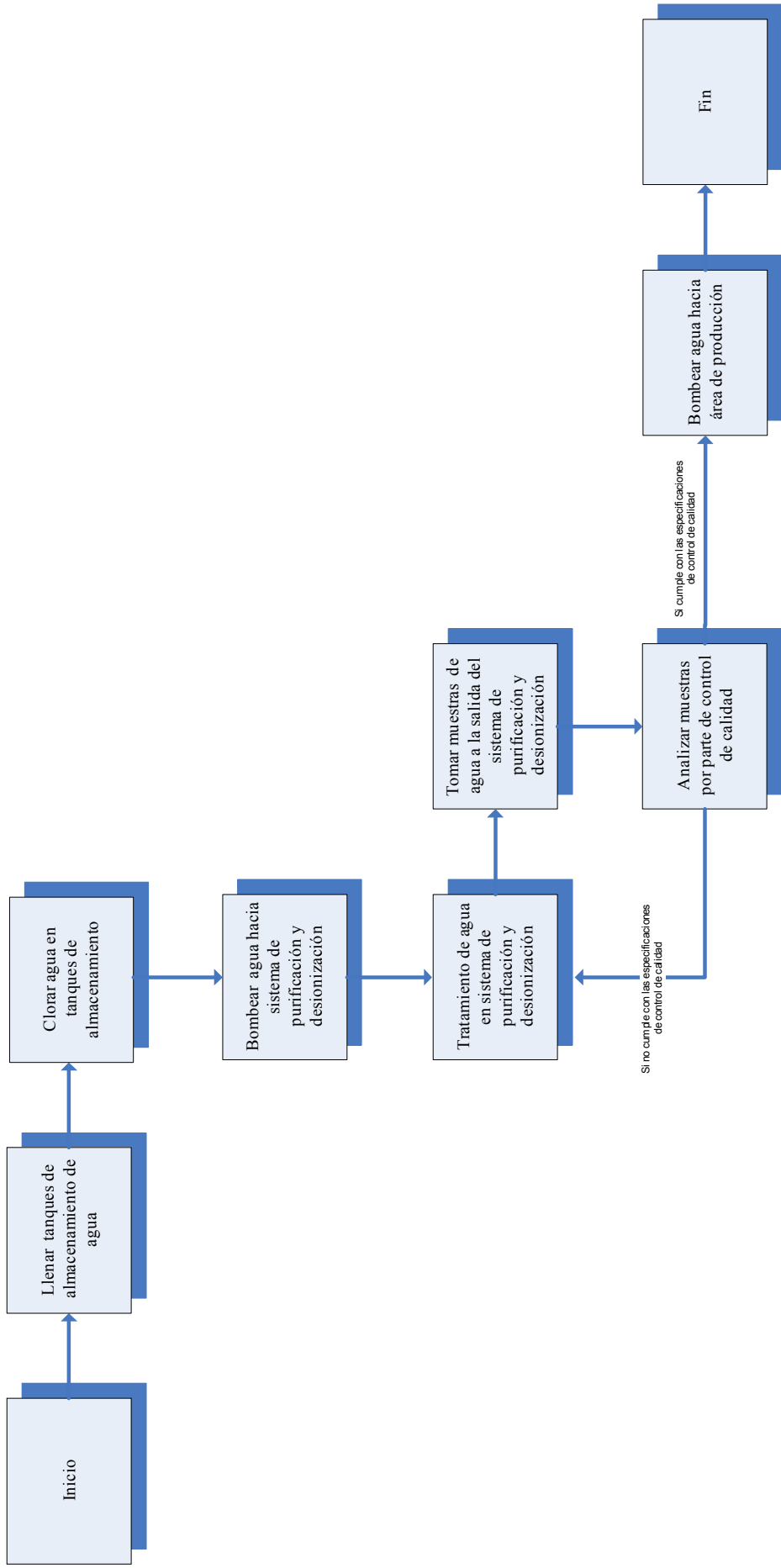
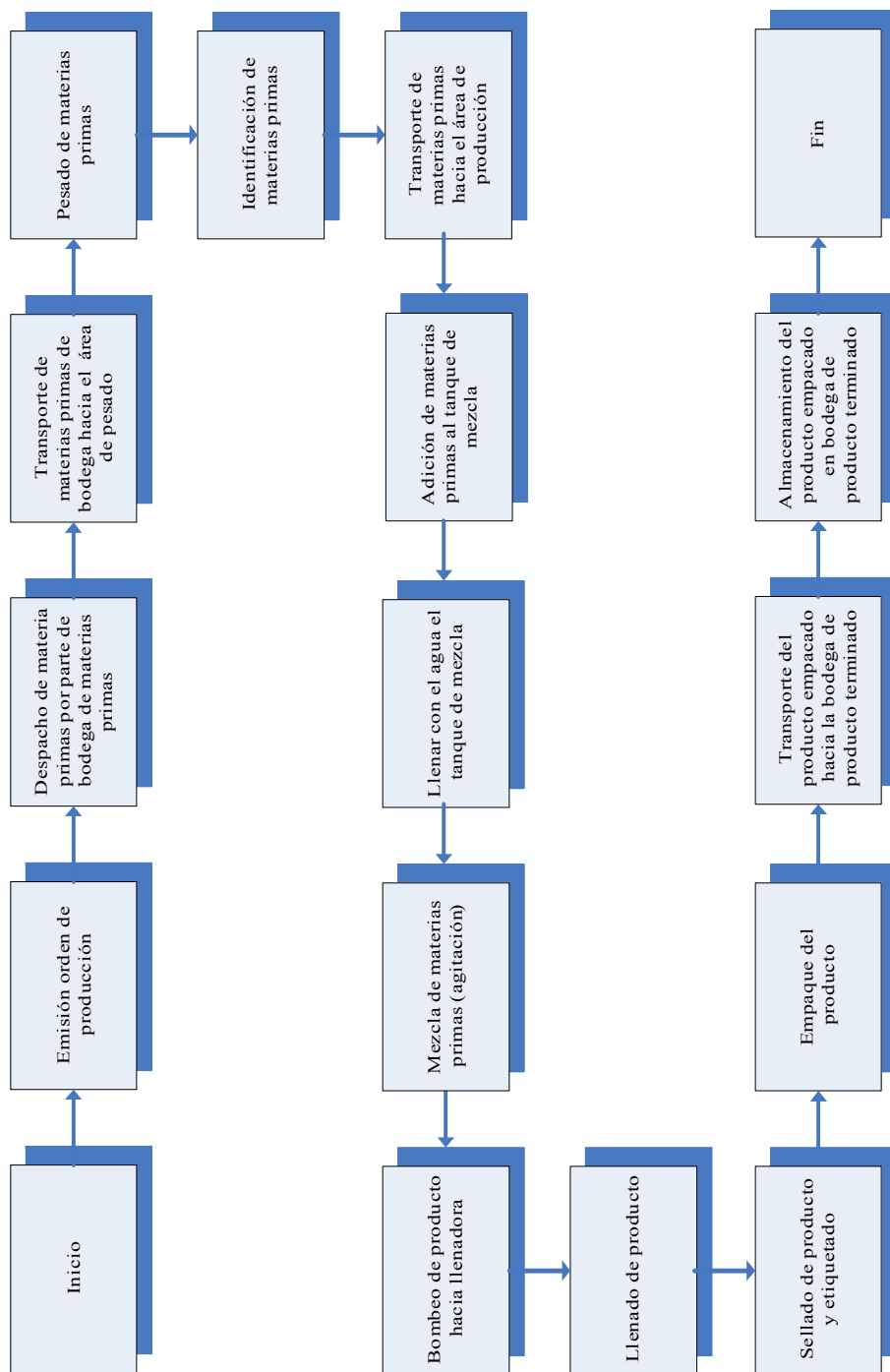


Ilustración 4. Diagrama de bloques general del proceso de producción.



2. Diagrama de operaciones

Ilustración 5. Diagrama de operaciones fabricación de champú matapulgas

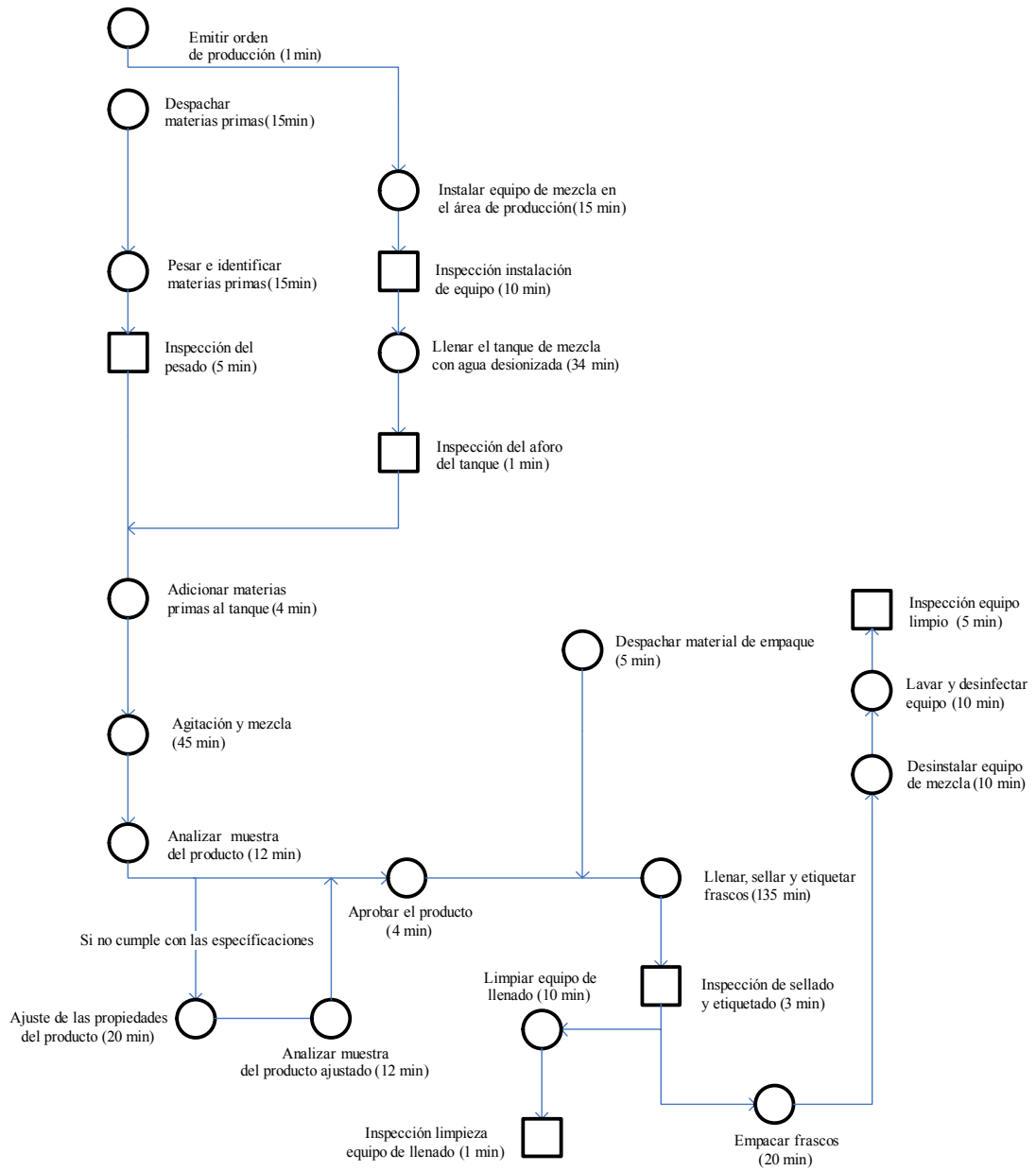
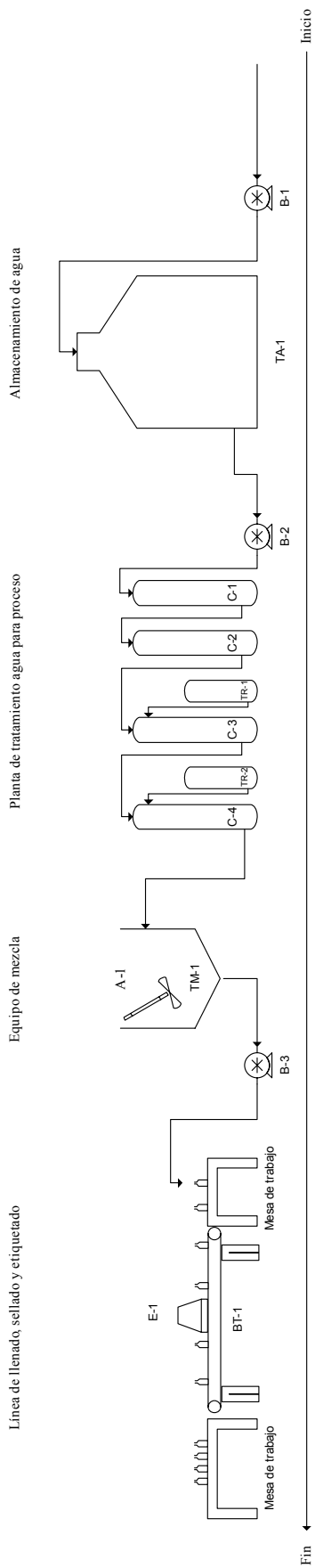


Ilustración 6. Diagrama de actividades

Resumen		No.	t (min)	Proceso		Fabricación de champú matapulgas para perros
Operaciones			17	Inicio (min)		0,00
Inspecciones			6	Fin (min)		439,00
Transporte			6			
Almacenaje			2			
Demoras			0			
Detalles del Método						
1	Emitir orden de producción	●	1	60		Observaciones
2	Transportar equipo de mezcla al área de producción	○	2	120		
3	Instalar equipo de mezcla en el área de producción	○	15	900		
4	Inspección instalación de equipo	○	10	600		Llenar bitácora del equipo
5	Llenar el tanque de mezcla con agua desionizada	○	35	2100		Activar sistema automático de llenado
6	Inspección del alforo del tanque	○	1	60		
7	Despachar materias primas	○	15	900		
8	Transportar materias primas al área de pesado	○	4	240		
9	Pesar e identificar materias primas	○	15	900		Elaborar etiquetas de identificación
10	Inspección del pesado	○	5	300		
11	Transportar materias primas al área de producción	○	4	240		
12	Accionar materias primas al tanque de mezcla	○	4	240		
13	Agitación y mezcla	○	45	2700		Activar el agitador
14	Analizar muestra de producto	○	12	720		Verificar la viscosidad y el pH
15	Ajuste de las propiedades del producto	○	20	1200		Solo si el producto no cumple con las especificaciones
16	Analizar muestra de producto ajustado	○	12	720		Verificar el cambio en la viscosidad y pH
17	Aprobar el producto	○	4	240		
18	Despachar material de empaque	○	5	300		
19	Transportar material de empaque al área de llenado y empaque	○	4	240		
20	Llenar, sellar, etiquetar frascos	○	135	8100		Estas actividades se realizan en línea
21	Inspección de sellado y etiquetado	○	3	180		
22	Limpiar equipo de llenado	○	10	600		
23	Inspección limpieza equipo de llenado	○	1	60		Llenar registro de equipo limpio de llenado
24	Empacar frascos	○	20	1200		Identificar caja con el No. de lote respectivo
25	Transportar cajas con producto terminado a bodega de producto terminado	○	10	600		
26	Almacenar cajas con producto terminado en bodega de producto terminado	○	15	900		
27	Desinstalar equipo de mezcla	○	10	600		
28	Lavar y desinfectar equipo de mezcla	○	10	600		
29	Inspección equipo limpio	○	5	300		Llenar registro de equipo limpio
30	Transportar equipo al área de equipo limpio	○	2	120		
31	Almacenar equipo en área de equipo limpio	○	5	300		

3. Representación pictórica del proceso

Ilustración 7. Secuencia de equipo para la elaboración de champú matapulgas



Cuadro 6. Lista de equipo

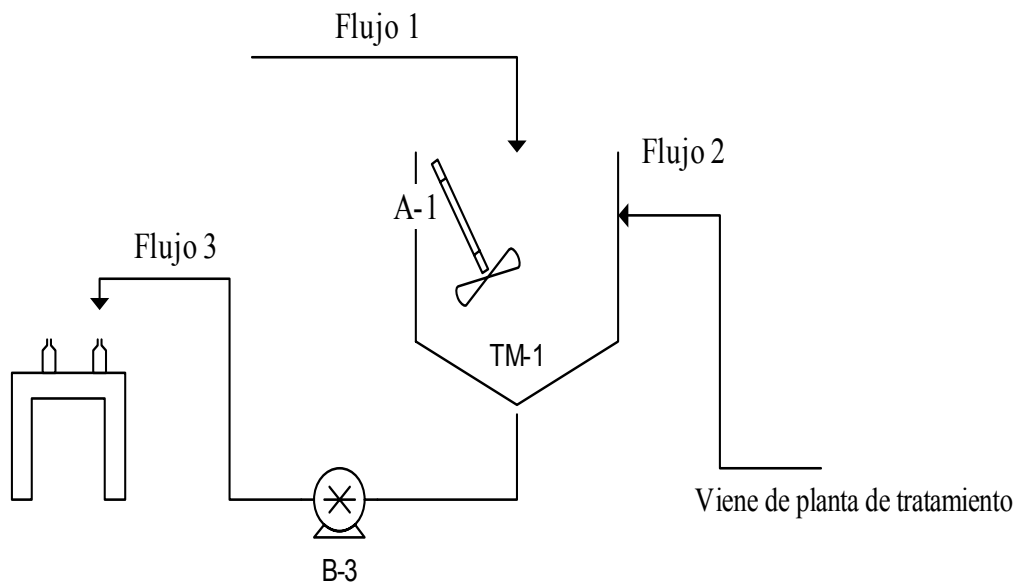
Código	Nombre del equipo
A-1	Agitador
B-1	Bomba centrífuga
B-2	Bomba centrífuga
B-3	Bomba modular digital (bomba para llenar)
BT-1	Banda transportadora
C-1	Columna de arena
C-2	Columna de carbón
C-3	Columna catiónica
C-4	Columna aniónica
E-1	Etiquetadora
TA-1	Tanque almacenamiento
TM-1	Tanque de mezcla
TR-1	Tanque con solución regenerante
TR-2	Tanque con solución regenerante

4. Diagrama de Flujo

Cuadro 7. Velocidad de flujo de masa

Flujo	Composición	Velocidad de Flujo de Masa (kg/min)	Velocidad de Flujo de Masa (kg/s)
1	A,B,C,D,E,F,G,H (materias primas)	82.07	1.3679
2	I (agua desionizada)	19.92	0.3320
3	J (champú matapulgas)	7.73	0.1288

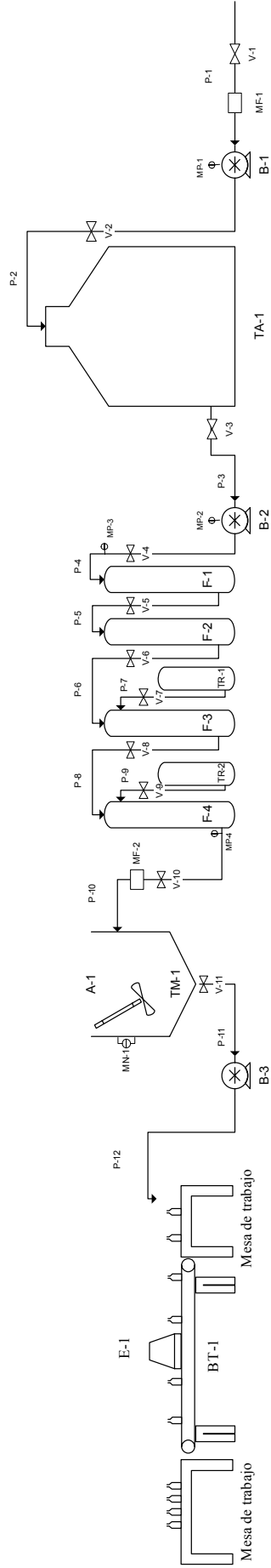
Ilustración 8. Diagrama de flujo



El proceso es tipo lote (batch).

5. Diagrama detallado del proceso

Ilustración 9. Diagrama detallado del proceso de elaboración de champú matapulgas



Cuadro 8. Tuberías

Código	Flujo a transportar	Tamaño	Cédula	Material
P-1	Agua potable	0.0317 m (1 1/4")	80	PVC (cloruro de polivinilo)
P-2	Agua potable	0.0254 m (1") con reducción a 0.0190 m (3/4")	80	PVC
P-3	Agua clorada	0.0508 (2") con reducción a 3/4" (0.0190 m)	80	PVC
P-4	Agua clorada	0.0381 m (1 1/2") con reducción a 0.0127 m (1/2")	80	PVC
P-5	Agua filtrada en filtro de arena	0.0127 m (1/2")	80	PVC
P-6	Agua filtrada en filtro de carbón	0.0127 m (1/2")	80	PVC
P-7	Solución regenerante HCl	0.0127 m (1/2")	80	PVC
P-8	Agua sin dureza	0.0127 m (1/2")	80	PVDF (fluoruro de polivinilideno)
P-9	Solución regenerante NaOH	0.0127 m (1/2")	80	PVC
P-10	Agua desmineralizada	0.0127 m (1/2")	80	PVDF (fluoruro de polivinilideno)
P-11	Champú matapulgas	B/T	92	TYGON LFL
P-12	Champú matapulgas	B/T	92	TYGON LFL

Cuadro 9. Válvulas

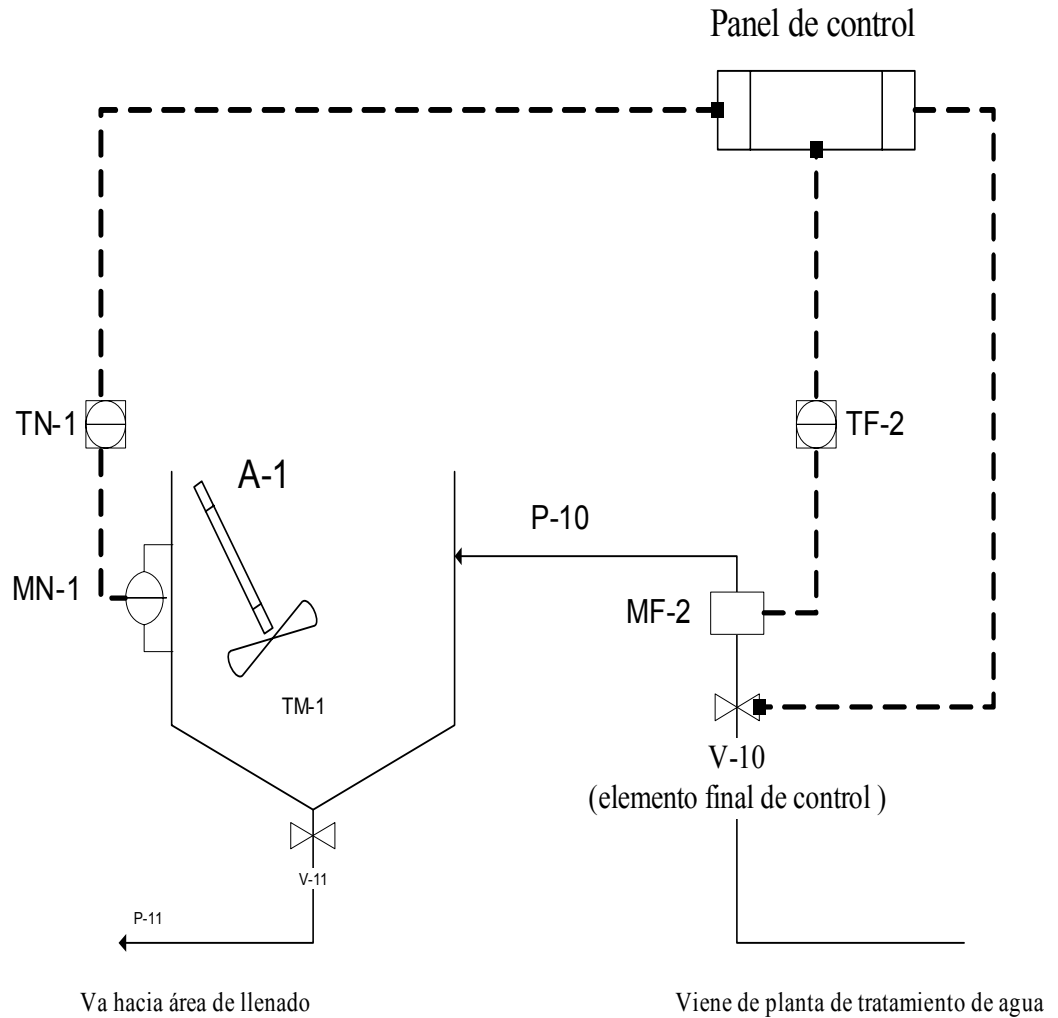
Código	Descripción	Tamaño	Clase
V-1	Válvula de paso de agua potable	0.0317 m (1 1/4")	Mariposa
V-2	Válvula de llenado del tanque de agua	0.0190 m (3/4")	Mariposa
V-3	Válvula de vaciado del tanque de agua	0.0190 m (3/4")	Bola
V-4	Válvula de paso de agua al filtro de arena	0.0127 m (1/2")	Diafragma
V-5	Válvula de paso de agua al filtro de carbón	0.0127 m (1/2")	Diafragma
V-6	Válvula de paso de agua a la columna catiónica	0.0127 m (1/2")	Diafragma
V-7	Válvula de paso de solución regenerante a columna catiónica	0.0127 m (1/2")	Diafragma
V-8	Válvula de paso de agua a la columna aniónica	0.0127 m (1/2")	Diafragma
V-9	Válvula de paso de solución regenerante a columna aniónica	0.0127 m (1/2")	Diafragma
V-10	Válvula de paso de agua desionizada	0.0127 m (1/2")	Globo
V-11	Válvula de paso de champú matapulgas	0.0508 (2")	Mariposa

Cuadro 10. Instrumentos

Código	Descripción
M-F1	Medidor de flujo
M-F2	Medidor de flujo
M-N1	Medidor de nivel
M-P1	Medidor de presión
M-P2	Medidor de presión
M-P3	Medidor de presión
M-P4	Medidor de presión

6. Diagrama de control e instrumentación para llenar el tanque de mezcla

Ilustración 10. Elementos para controlar el llenado del tanque de mezcla



Cuadro 11. Transmisores

TF-2	Transmisor de flujo
TN-1	Transmisor de nivel

D. Selección del equipo

1. Sistema de almacenamiento de agua

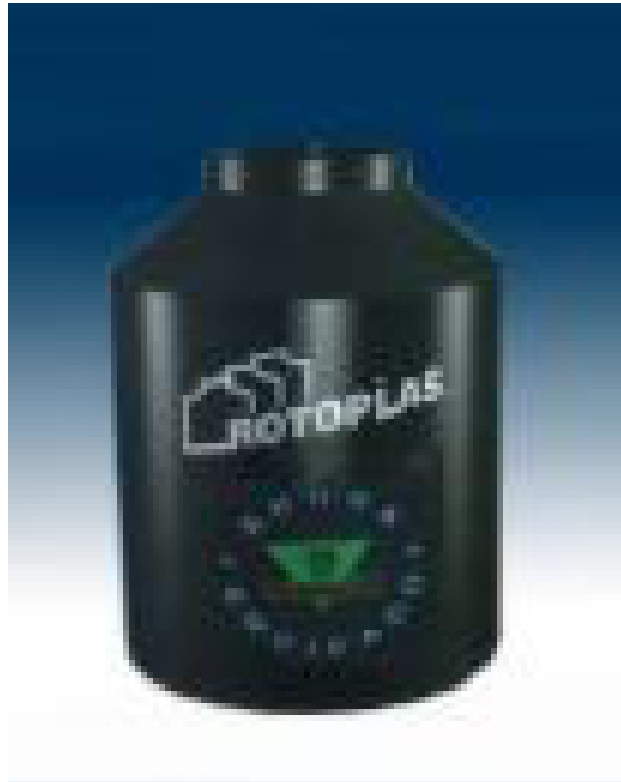
Ilustración 11. Bomba para llenar tanques de almacenamiento de agua



Cuadro 12. Especificaciones bomba para llenar tanques de almacenamiento de agua

Código del equipo	B-1
Descripción	Bomba centrífuga resistente a la corrosión
Marca	Sta-Rite
Serie	HN series
Modelo	HNE-L
Modelo Motor	C48L2EC11C3
Código	1CO5E 0300
Potencia	0.746 kW (1 HP)
Voltaje (Rango)	115-230 V
Corriente	19.9-9.95 A
Velocidad	3450 RPM
Frecuencia	60 Hz
T máx. operación	50 °C
Rango de operación	2.08×10^4 - 3.47×10^4 kg/m ² (30- 50 psi)
Presión de apagado	4.65×10^4 kg/m ² (67 psi)
Accesorios	Tubería y accesorios de PVC de 0.0190 m (3/4"), 0.0254 m (1") y 0.0317 m (1 1/4") . Manómetro. Interruptor de presión (switch de presión). Flipón eléctrico.

Ilustración 12. Tanque de almacenamiento de agua



Cuadro 13. Especificaciones tanque de almacenamiento de agua

Código del equipo	T-2
Descripción	Tinaco para almacenamiento de agua, con capa exterior negra, impide el paso de la luz, evitando el desarrollo de microorganismos.
Marca	Rotoplas
Máxima Capacidad	2500 L (2.5 m ³)
Peso con agua	2692 kg
Torque máx. de tapadera	44.72 kg/m (30 lb/ft)
Accesorios	Multiconector reforzado. Flotador #5. Válvula de llenado de 0.0190 m (3/4") Válvula de esfera de 0.0190 m (3/4") con reducción a 0.0127 m (1/2") Tubería y accesorios de PVC de 0.0190 m (3/4") Interruptor de flote (switch de flote).

2. Planta de tratamiento de agua para proceso

Ilustración 13. Bomba de la planta de tratamiento de agua para proceso



Cuadro 14. Especificaciones bomba de la planta de tratamiento de agua para proceso

Código del equipo	B-2
Descripción	Bomba centrífuga resistente a la corrosión
Marca	Sta-Rite
Serie	PD
Modelo	PD2HF-L
Modelo Motor	C48L2EC11B1
Código	1E02D 0168
Potencia	1.119 kW (1.5 HP)
Voltaje (Rango)	115-230 V
Corriente	19.9-9.95 A
Velocidad	3450 rpm
Frecuencia	60 Hz
T máx. operación	50 °C
Presión de trabajo	6.936×10^4 - 2.77×10^4 kg/m ² (10-40 psi)
Accesorios	Tubería y accesorios de PVC de 0.0127 m (1/2"), 0.0190 m (3/4"), 0.0381 m (1 1/2"), 0.0508 m (2"). Manómetro. Interruptor de presión (switch presión). Flipón eléctrico.

Cuadro 15. Especificaciones columna de arena

Código del equipo	C-1
Descripción	Filtro para la retención de sólidos en suspensión no coloidales
Alto	1.40 m
Diámetro	0.20 m
Marca	Pammixi
Material de la Carcasa	Fibra de vidrio reforzada (RFG) inerte. Recubrimiento interior de resina de poliéster.
Producción	15.12 – 22.69 L/min (4-6 gal/min)
Presión de trabajo	1.39×10^4 - 2.77×10^4 kg/m ² (20-40 psi)
Presión Máxima	4.16×10^4 kg/m ² (60 psi)
Suministro (Resina)	El lecho filtrante esta constituido por un colchón de gravas clasificadas y una carga de 0.021 m ³ ($\frac{3}{4}$ ft ³) de arena sílice.
Accesorios	5 válvulas y accesorios de PVC, de 0.0127 m ($\frac{1}{2}$ " de diámetro. Manómetro de $0-6.94 \times 10^4$ kg/m ² (0-100 psi)
Otros	Malla de acero inoxidable mesh 40, para evitar el paso de resina.

Cuadro 16. Especificaciones columna de carbón activado

Código del equipo	C-2
Descripción	Elimina el mal olor y sabor en el agua provocado por el hipoclorito de calcio (cloro).
Alto	1.40 m
Diámetro	0.20 m
Marca	Pammixi
Material de la Carcasa	Fibra de vidrio reforzada (RFG) inerte. Recubrimiento interior de resina de poliéster.
Producción	15.12 – 22.69 L/min (4-6 gal/min)
Presión de trabajo	1.39×10^4 - 2.77×10^4 kg/m ² (20-40 psi)
Presión Máxima	4.16×10^4 kg/m ² (60 psi)
Suministro (Resina)	El lecho filtrante esta constituido por un colchón de arena y una carga de carbón activado de 0.14 m ³ ($\frac{1}{2}$ ft ³).
Accesorios	6 válvulas y accesorios de PVC, de 0.0127 m ($\frac{1}{2}$ " de diámetro.
Otros	Malla de acero inoxidable mesh 40, para evitar el paso de resina.

Cuadro 17. Especificaciones columna de intercambio catiónico

Código del equipo	C-3
Descripción	Unidad de desionización catiónica.
Alto	1.40 m
Diámetro	0.20 m
Marca	Pammixi
Material de la Carcasa	Fibra de vidrio reforzada (RFG) inerte. Recubrimiento interior de resina de poliéster.
Producción	15.12 – 22.69 L/min (4-6 gal/min)
Presión de trabajo	1.39×10^4 - 2.77×10^4 kg/m ² (20-40 psi)
Presión Máxima	4.16×10^4 kg/m ² (60 psi)
Suministro (Resina)	Catiónica en ciclo de hidrógeno, 0.021 m ³ (¾ ft ³).
Sistema de Regeneración	Por succión
Nivel de Regeneración	5.67 L (1.5 gal) de HCl 37% en solución al 10% por ft ³ de resina catiónica.
Fuga de Cationes	0.4%
Retrolavado	22.69 L/min (6 gal/min)
Flujo de Regeneración	3.78 L/min (1 gal/min)
Accesorios	6 válvulas y accesorios de PVC, de 0.0127 m (½") de diámetro.
Otros	Malla de acero inoxidable mesh 60, para evitar el paso de resina. Tanque para solución regenerante (ácido muriático) de 0.90 m alto x 0.20 m diámetro. Material fibra de vidrio reforzado inerte.

Cuadro 18. Especificaciones columna de intercambio aniónico

Código del equipo	C-3
Descripción	Unidad de desionización aniónica.
Alto	1.40 m
Diámetro	0.20 m
Marca	Pammixi
Material de la Carcasa	Fibra de vidrio reforzado (RFG) inerte. Recubrimiento interior de resina de poliéster.
Producción	15.12 – 22.69 L/min (4-6 gal/min)
Presión de trabajo	1.39×10^4 - 2.77×10^4 kg/m ² (20-40 psi)
Presión Máxima	4.16×10^4 kg/m ² (60 psi)
Suministro (Resina)	Aniónica en ciclo de OH, ¾ ft ³ .
Sistema de Regeneración	Por succión.
Nivel de Regeneración	1.36 kg (3 lb) de NaOH al 100 % para una solución al 4% por ft ³ de resina aniónica.
Fuga de Aniones	0.4%
Retrolavado	22.69 L/min (6 gal/min)
Flujo de Regeneración	3.78 L/min (1 gal/min)
Accesorios	5 válvulas y accesorios de PVC, de 0.0127 m (½") de diámetro. Manómetro de $0-6.94 \times 10^4$ kg/m ² (0-100 psi)
Otros	Malla de acero inoxidable mesh 60, para evitar el paso de resina. Tanque para solución regenerante (soda cáustica) de 0.90 m alto x 0.20 m diámetro. Material fibra de vidrio reforzada inerte

3. Equipo de mezcla

Ilustración 14. Sistema de mezcla (tanque de acero inoxidable con agitador)



Cuadro 19. Especificaciones tanque de mezcla

Código del equipo	TM-1
Descripción	Tanque con desnivel en el fondo
Marca	Indco
Material	Acero inoxidable 304
Capacidad	1550 L (1.55 m ³)
Dimensiones	1.18 m x 1.32 m
Modelo	SST-400
Otros	Válvula de drenado de 0.0508 m (2")

Cuadro 20. Especificaciones del agitador

Código del equipo	A-1
Descripción	Agitador portátil con brazo ajustable
Marca	Indco
Material	Acero inoxidable 304
Tipo	GA-Air
Relación de mezcla	4:01
Velocidad	70-700 rpm
Potencia	1.119 kW (1.5 HP)
Dimensiones del eje	0.0222 m x 1.16 m (7/8" x 46")
Hélices	Dos de 0.0508 m (2")

4. Equipo para llenar y etiquetar el producto.

Ilustración 15. Bomba para llenar



Cuadro 21. Especificaciones equipo para llenar

Código del equipo	B-3
Nombre del equipo	Bomba modular digital de velocidad variable
Descripción	Bomba para la transferencia y dispensado de fluidos
Modelo	LC-07585-40
Dimensiones	0.62 m x 35.4 m x 26.8 m
Capacidad de flujo	0.3-45 L/min (0.07-12 gal/min)
Rpm	12-350
Reversible	Sí
Control externo entrada	0/20mA, 4/20mA, o 0/10V, Encendido/Apagado, CW/CCW, PRIME (cebado) vía contacto cerrado
Control externo salida	0/20mA, 4/20mA, o 0/10V, o TTL
Voltaje	90-130 V
Frecuencia	50-60 Hz
Potencia	0.373 kW (1/2 HP)
T operación	0-40 °C
Accesorios	Tubería B/T 92 de TYGON LFL Control de transmisión (controlador de flujo y dispensación)

Ilustración 16. Equipo para etiquetar



Cuadro 22. Especificaciones equipo para etiquetar

Código del equipo	E-2
Descripción	Equipo semi-automático para etiquetar frascos
Marca	Labelette
Modelo	HG
Dimensiones	0.914 m x 1.397 m x 0.635 m
Velocidad máx. de etiquetado	50 contenedores por minuto
Tamaño de etiqueta	Ancho: 0.0762 - 0.609 m Largo: 0.0444 - 0.196m
Potencia	1.9 kW (2.5 HP)
Voltaje (Rango)	120 V
Corriente	16 A

Ilustración 17. Banda transportadora



Cuadro 23. Especificaciones banda transportadora

Código del equipo	BT-1
Descripción	Transportador horizontal de banda
Marca	Gilmore Kramer
Modelo	SB
Dimensiones de banda	Largo 4.57m Ancho 0.609 m
Velocidad	0.33 m/s (19.82 m/min)
Potencia	0.373 kW (1/2 HP)
Voltaje (Rango)	230-460 V
Frecuencia	60 Hz

E. Plano de distribución de la línea de producción (Layout)

Ilustración 18. Plano de distribución de la línea de producción de champú matapulgas

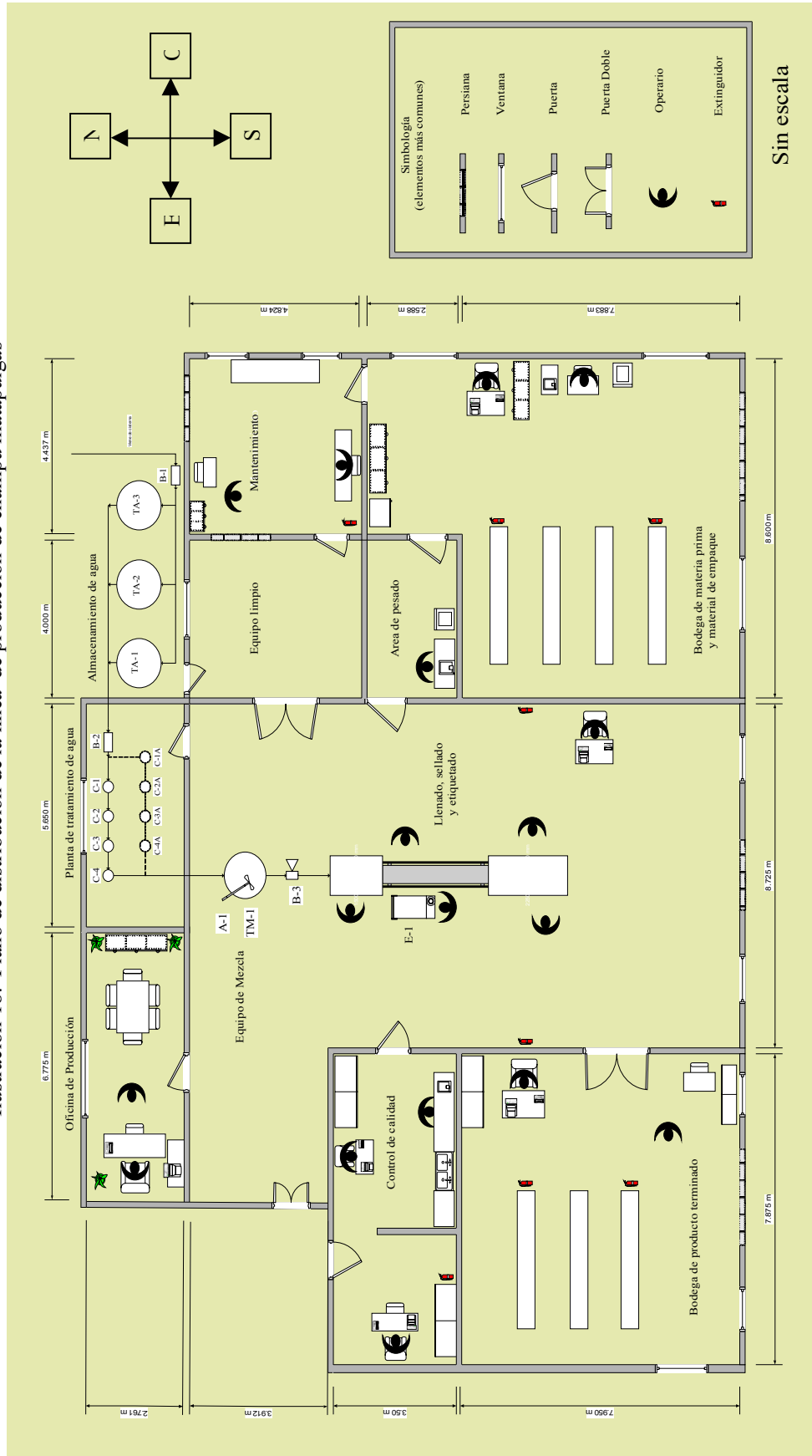
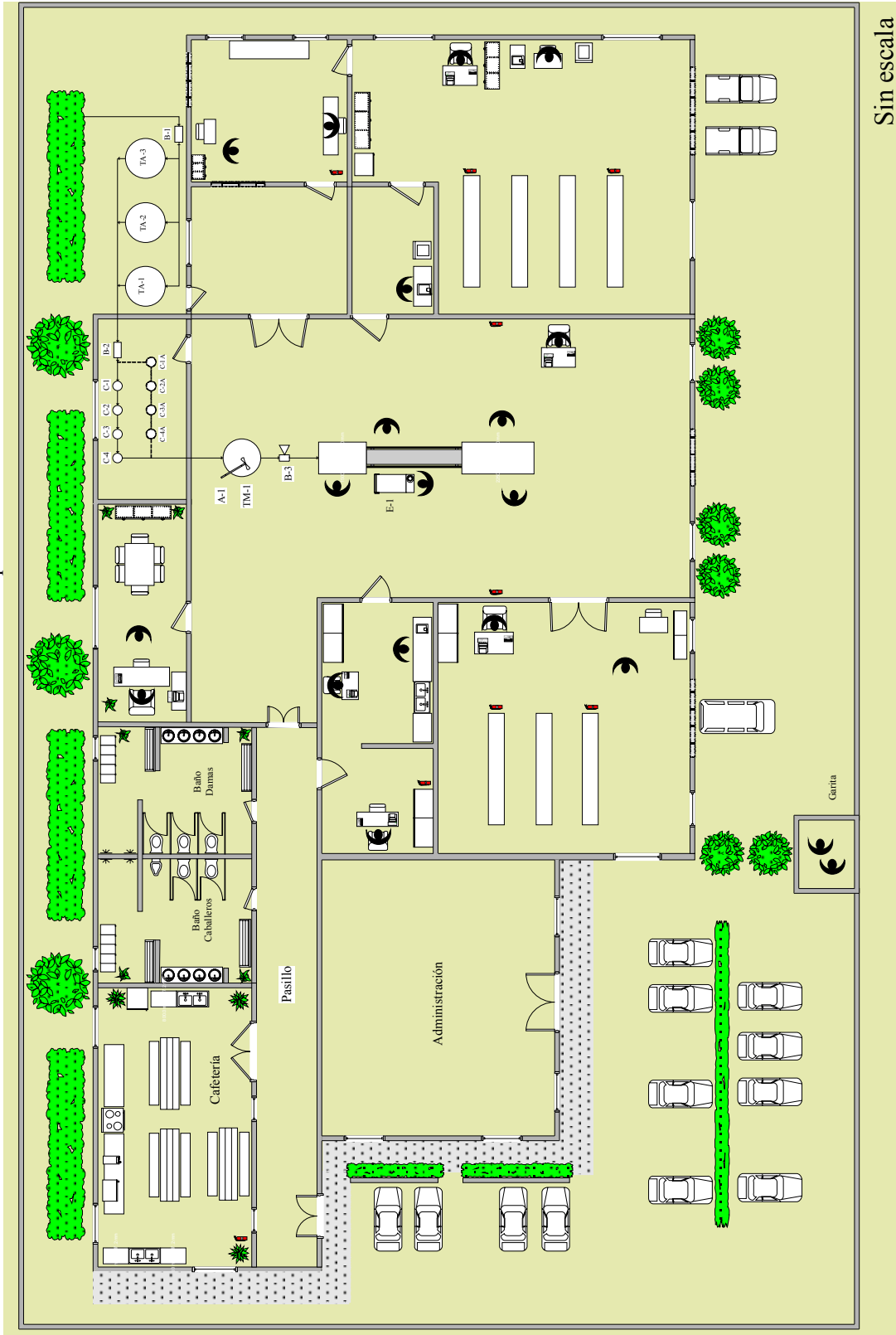


Ilustración 19. Plano de la planta



Sin escala

Gerente



Cuadro 24. Área de cada sección de la planta

Administración	65.56 m ²
Producción	153.61 m ²
Oficina de producción	20.87 m ²
Planta de tratamiento de agua	16.56 m ²
Equipo limpio	19.30 m ²
Control de calidad	28.27 m ²
Mantenimiento	19.00 m ²
Bodega de materia prima y material de empaque	66.94 m ²
Bodega de producto terminado	62.60 m ²
Cafetería	43.98 m ²
Baños	39.62 m ²
Garita	3.7625 m ²
Pasillo	34.36 m ²
Área del terreno	1088.87 m ²

F. Factibilidad económica de la línea de producción

Cuadro 25. Costos variables anuales

Concepto	Costo (Q)
Materia prima	1,482,530.05
Material de empaque	742,500.00
Consumo eléctrico	2,797.81
Regeneración de columnas planta de tratamiento de agua	550.00
Comisiones por ventas	115,500.00
Salario anual de operarios	130,642.80
Total (Q)	2,474,520.66

Cuadro 26. Costos fijos anuales

Concepto	Costo (Q)
Bodega de materias primas	11,200.00
Mantenimiento	58,700.00
Producción	17,500.00
Control de calidad	29,000.00
Bodega de producto terminado	7,700.00
Administración	253,200.00
Sueldos	1,524,578.88
Total	1,901,878.88

Cuadro 27. Inversión inicial

Concepto	Costo (Q)
Bodega de materias primas	21,740.00
Area de pesado	15,800.00
Mantenimiento	21,090.00
Area de producción	487,037.03
Control de calidad	18,940.00
Bodega de producto terminado	12,140.00
Cafetería	7,930.00
Baños	5,400.00
Administración	156,110.00
Instalación de equipo (instalación, soportes estructurales)	125000
Instrumentación y control	60000
Sistema de ventilación y aire acondicionado	125,000.00
Sistema eléctrico (instalaciones eléctricas, lámparas, etc)	160,000.00
Subestación eléctrica	75,000.00
Planta de aire	45,000.00
Sistema de distribución de agua potable (tuberías, accesorios)	145,000.00
Edificio y terreno	1,900,000.00
Controles ambientales	90,000.00
Ingeniería y supervisión (pruebas, puesta en marcha, supervisiones, inspecciones)	320,000.00
Gastos legales (identificación de regulaciones, preparación de formas para entidades reguladoras, aprobaciones)	70,000.00
Otros Imprevistos	120,000.00
TOTAL	3,981,187.03

Cuadro 28. Depreciación de activos

Año 1 (Q)	Año 2 (Q)	Año 3 (Q)	Año 4 (Q)	Año 5 (Q)	Año 6 (Q)	Año 7 (Q)	Año 8 (Q)
142,734.86	230,227.46	141,320.56	87,065.38	83,011.25	46,578.98	10,169.48	5,079.05

Cuadro 29. Préstamo

Año	Saldo de la deuda (Q)	Cuota (Q)	Interés del préstamo (Q)	Amortización de deuda (Q)
1	1,300,000.00	310,079.58	260,000.00	50,079.58
2	1,249,920.42	310,079.58	249,984.08	60,095.50
3	1,189,824.92	310,079.58	237,964.98	72,114.60
4	1,117,710.31	310,079.58	223,542.06	86,537.52
5	1,031,172.79	310,079.58	206,234.56	103,845.03
6	927,327.77	310,079.58	185,465.55	124,614.03
7	802,713.74	310,079.58	160,542.75	149,536.84
8	653,176.90	310,079.58	130,635.38	179,444.20
9	473,732.70	310,079.58	94,746.54	215,333.04
10	258,399.65	310,079.58	51,679.93	258,399.65

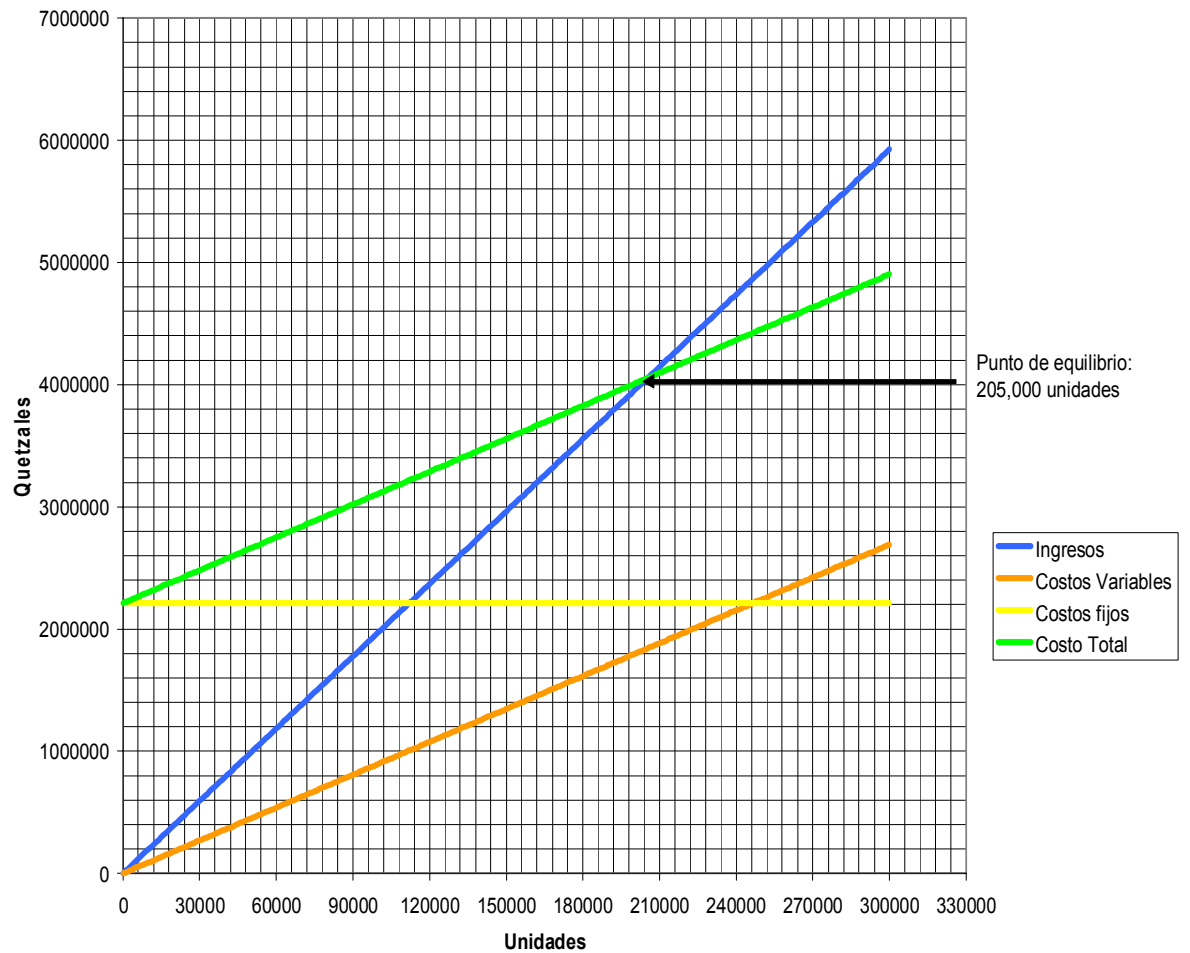
Cuadro 30. Flujo de caja

Año	Flujo de caja (Q)
0	-2,681,187.03
1	639,617.47
2	873,757.37
3	1,111,277.10
4	1,392,407.85
5	1,724,672.10
6	2,099,497.98
7	2,528,515.22
8	3,023,895.83
9	3,587,982.46
10	4,058,629.92

Cuadro 31. Tasa interna de retorno (TIR) y tiempo de recuperación de la inversión

TIR	43.94%
Tiempo de recuperación de la inversión	3 años, 3 meses y 29 días
Precio de venta por unidad	Q19.75
Unidades anuales vendidas	275,000.00

Ilustración 20. Punto de equilibrio



VIII. DISCUSIÓN

A. Formulación champú matapulgas

El champú matapulgas formulado tiene lauril éter sulfato de sodio como ingrediente base, esto debido a sus excelentes propiedades para limpiar y producir espuma, además de ser mucho más soluble en agua fría que otros tensoactivos del tipo aniónico. Además resultó ser excelente solvente para la fragancia y el colorante, ya que después de varios meses de elaborado el producto, estas propiedades se conservaron, lo cual resulta importante debido a las características en anaquel que el champú debe presentar. Se utilizó amida de coco para regular la espuma que se produce durante el proceso de manufactura, así como también para aumentar la viscosidad del producto. La adición de metil paraben obedeció a la necesidad de conservar el producto libre de contaminación por bacterias y hongos y evitar así la descomposición del mismo. Es necesario contra restar el efecto negativo que la dureza del agua ejerce en la formación de espuma, por lo fue necesario incluir en la fórmula un agente como el EDTA y que el producto fuera elaborado con agua desionizada. Se utilizó ácido cítrico para ajustar el pH del producto de acuerdo al pH de la piel del perro. El ingrediente seleccionado para el combate de las pulgas fue el insecticida cipermetrina, debido a su baja toxicidad en mamíferos. Se decidió utilizar una fragancia de manzana verde para reducir el mal olor del insecticida y proporcionar un olor agradable al producto.

La fórmula final del champú matapulgas se obtuvo después de realizar varias pruebas experimentales. La primera etapa consistió en realizar diferentes formulaciones variando la concentración de los ingredientes lauril éter sulfato de sodio (texapón), amida de coco y agua, esto con el objetivo de determinar cambios en la viscosidad del producto. De las pruebas realizadas se determinó que un aumento en el porcentaje de amida de coco eleva la viscosidad del producto; los resultados se pueden apreciar en el Cuadro 32 del capítulo XII, sección A. Estas pruebas se realizaron sin fragancia, colorante e insecticida, pues lo que se pretendía era determinar la composición base del producto. Todas las fórmulas se realizaron con porcentajes peso/peso (p/p) de preservante y EDTA de 0.3 % y 0.1% respectivamente, ya que así lo establece la Administración de Alimentos y Drogas de Estados Unidos (FDA, Food and Drug Administration, por sus siglas en inglés).

Además, para determinar el rango de viscosidad del champú, se procedió con el análisis de varios productos comerciales del mismo tipo, tanto nacionales como de origen extranjero. El Cuadro 33 de la sección A del capítulo XII, muestra los resultados obtenidos, y en él se observa que el rango de los productos que se comercializan en el mercado guatemalteco, varía desde 46.9 cSt hasta 2066.90 cSt, el cual es un intervalo muy amplio. Sin embargo, de todos estos productos, los únicos que presentaban características de champú, fueron los que se encontraban en el rango de 1300 a 1900 cSt. Fue por esta razón que el producto se especificó con una viscosidad comprendida entre 1320 y 1650 cSt. Con base a la Ilustración 21 (ver capítulo XII, sección A), se determinaron las cantidades de texapón y amida de coco, necesarias para obtener un producto dentro del rango de viscosidad establecido previamente. De todas las formulaciones se seleccionó la que contenía 25 % de texapón y 6.2 % de amida de coco, por ser la de menor costo (cuadro 34, capítulo XII, sección A).

Después de obtener la base del producto, se procedió con la adición de la fragancia, el colorante y el insecticida. Por último se procedió a realizar el ajuste del pH con ácido cítrico ya que el champú presentaba un valor muy alcalino (ver cuadro 35, capítulo XII, sección A). Después de la adición de estos aditivos, el producto se mantuvo en el rango establecido de viscosidad y en el rango de pH de 7.2-7.5 el cual es adecuado a la piel del perro. Además es importante resaltar que los productos comerciales analizados, no cumplen con poseer un pH adecuado a la piel del perro, todas las muestras analizadas presentan valores diferentes (ver cuadro 33, sección A, capítulo XII).

De acuerdo a las pruebas realizadas se obtuvo la fórmula y características finales del champú matapulgas (ver cuadros 1 y 2 del capítulo VII, sección A). Como último paso, se realizó el escalamiento de la fórmula. Se elaboraron lotes de champú de diferentes tamaños, para determinar si existían cambios en las propiedades del producto y para establecer que la fórmula era estándar para cualquier cantidad a producir. Se comprobó que las propiedades del producto de fragancia y olor se conservaron, y tanto la viscosidad, como el pH se conservaron en el rango establecido. En el cuadro 36 de la sección A del capítulo XII se presentan estos resultados.

B. Capacidad de la línea de producción

La capacidad de línea de producción es de 275,000 unidades anuales; con lo que se pretende satisfacer parte de la demanda del mercado nacional, así como parte del mercado centroamericano. La presentación es de 1 kg de champú matapulgas por unidad producida. La industria de alimentos para mascotas "estima" que en toda Centroamérica habitan unos 6 millones de perros, concentrados en mayor número en Guatemala, donde la cantidad es de unos 2 millones, mientras que en el Salvador se encuentran entre 800 mil y 900 mil caninos. Esto se pone de manifiesto en el buen número de establecimientos en Guatemala que se dedican al cuidado y salud de las mascotas. Por lo tanto con una producción de 275,000 unidades de champú matapulgas se pretende abarcar aproximadamente el 30% de las ventas de este tipo de productos del mercado centroamericano.

La capacidad de la línea se estableció como 1000 kg de producto por lote. Se eligió fabricar esta cantidad por lote en base a la fórmula final y a la naturaleza de las materias primas, en específico por la composición del lauril éter sulfato de sodio. Esta materia prima se encuentra en estado semi sólido y se necesita que durante el proceso de fabricación, la agitación sea lenta para evitar la formación de la espuma y además para obtener una mezcla homogénea. Lotes de mayor tamaño requieren de equipos de agitación de mucha mayor potencia y además el tiempo requerido de mezcla aumenta con la cantidad de texapón, lo que significa un aumento en el tiempo total del proceso. Además con esta capacidad por lote se logra satisfacer una producción anual de 275,000 unidades, producción que cómo se analiza en secciones posteriores de este capítulo, es necesaria para que la empresa sea rentable económicamente.

Del balance de masa se determinaron las cantidades necesarias para la fabricación de los 1000 kg de producto por lote. Las pérdidas en el proceso de manufactura se deben principalmente a la naturaleza viscosa del producto, ya que es debido a esto que restos del champú quedan adheridos a las paredes del tanque de mezcla, en el agitador, y en el equipo de llenado, así como también en tuberías.

Se estimó la eficiencia del proceso de mezcla en 98% y la eficiencia del proceso de llenado en 99.5%. Esta estimación se realizó en base a las pruebas experimentales realizadas durante la determinación de la fórmula final del champú. Esta alta eficiencia se debe principalmente a la simplicidad del proceso de fabricación y a que es posible envasar el producto directamente después de la fabricación. En la Ilustración 1 del capítulo VII se puede apreciar el balance de masa.

C. Diagramas del proceso

1. **Diagrama de bloques.** Se realizaron tres diagramas de bloques en los que se representan los procesos más importantes de la etapa de producción. El primero corresponde al proceso de recepción de materias primas y material de empaque, el cual muestra los pasos para la aprobación de las materias primas y el material de empaque a utilizar en el proceso de fabricación; el diagrama también ilustra la secuencia de pasos a seguir en caso de que no se cumpla con las especificaciones de control de calidad (ver ilustración 2, capítulo VII, sección C). El segundo diagrama de bloques es el correspondiente al tratamiento de agua, el cual presenta las diferentes etapas del proceso de purificación del agua que ha de utilizarse como materia prima en la fabricación del champú (ver ilustración 3, capítulo VII, sección C). Ambos diagramas representan procesos previos a la fabricación, pero que son importantes para asegurar la calidad del producto final.

El tercer diagrama de flujo (ilustración 4, capítulo VII, sección C) representa el proceso de elaboración del champú matapulgas para perro; inicia con la emisión de la orden de producción, continua con la etapa del pesado de las materias primas, posteriormente se realiza el proceso de mezcla, hasta terminar en el llenado, sellado, etiquetado y transporte del producto a la bodega de producto terminado para su distribución correspondiente. Estos diagramas de flujo se utilizaron como base para la elaboración del diagrama detallado del proceso.

2. **Diagrama de operaciones.** El diagrama de operaciones elaborado para el proceso de fabricación de champú matapulgas, ilustra las actividades necesarias para la obtención del producto final. Además se indica el tiempo de realización de cada una de las etapas, lo cual es importante para tener un control del tiempo y poder detectar con mayor facilidad puntos en los cuales pudieran ocurrir demoras de la producción y así poder corregirlas rápidamente para evitar atrasos en el proceso.

El diagrama de operaciones se complementó con el diagrama de actividades, en el cual se hacen observaciones adicionales a ciertas actividades del proceso. Estos diagramas se pueden apreciar en las ilustraciones 5 y 6, del capítulo VII. En este diagrama se incluyó el resumen de las actividades para la elaboración del producto, en el cual se aprecia que el tiempo total para fabricar un lote es de 439 minutos (26340 s). Este tiempo considera posibles ajustes de las propiedades, como la viscosidad y el pH del producto, en caso de que por alguna razón este no cumpliera con las especificaciones de control de calidad.

3. **Representación pictórica del proceso.** La ilustración 7 (capítulo VII, sección C) muestra la secuencia de equipos necesarios para la elaboración del champú matapulgas. El proceso incluye una bomba (B-1) la cual se encarga de llenar con agua el tanque de almacenamiento (TA-1). La bomba (B-2) es la encargada de hacer pasar el agua proveniente del tanque de almacenamiento por la planta de tratamiento y hacerla llegar hasta el área de producción, en la cual se encuentra el equipo para la elaboración del producto. El equipo para la elaboración del champú está constituido por un tanque de mezcla (TM-1) y un agitador (A-1). El champú es bombeado del tanque al área de llenado mediante una bomba modular digital (B-3), la cual también realiza la función de dosificar el champú en cantidades de 1kg (1L de producto); se utiliza como equipo para llenar. El producto ya envasado pasa a través de la banda transportadora en donde se le coloca el tapón respectivo de forma manual y después pasa por el equipo para etiquetar (E-1). Finalmente el producto es empacado en cajas y transportado a la bodega de producto terminado.

4. **Diagrama de flujo.** Se elaboró el diagrama de flujo del proceso de fabricación del champú matapulgas en base a las cantidades de materias primas requeridas para el proceso y al tiempo de adición de estas al tanque de mezcla. El diagrama se puede apreciar en la ilustración 8 (ver capítulo VII, sección C). Para este proceso el flujo 1 está compuesto por las materias primas texapón, amida de coco, preservante, EDTA, ácido cítrico, fragancia, colorante y el insecticida; y el tiempo de llenado del tanque con este flujo corresponde a 4 minutos. El flujo 2 está constituido por el agua desionizada proveniente de la planta de tratamiento, el flujo másico es de 19.95 kg/min por lo que el tiempo para llenar el tanque con la cantidad necesaria para la elaboración de un lote es de 35 minutos (1 lote contiene 697.2413 kg de agua). El proceso es de tipo batch (por lote) y después de adicionar los flujos 1 y 2 al tanque se procede con la agitación y mezcla por 45 minutos, para obtener un producto homogéneo. Después de la fabricación se bombea y llena el producto a una tasa de 7.73 kg/min, para cumplir con el tiempo de llenado, sellado y etiquetado establecido en el diagrama de operaciones.

5. **Diagrama detallado del proceso.** La ilustración 11 (ver capítulo VII, sección C) presenta el diagrama detallado del proceso de elaboración de champú matapulgas; en este diagrama además de presentar los equipos involucrados, se incluyeron las tuberías con sus respectivas especificaciones, así como también las válvulas y los instrumentos de control del proceso. En la sección D de este mismo capítulo se explica detalladamente el equipo, las válvulas y tuberías seleccionadas para el proceso.

6. **Diagrama de control e instrumentación para llenar el tanque de mezcla.** De todo el proceso de fabricación, la única etapa que se decidió controlar de manera automática fue el llenado del tanque de mezcla. El agua desionizada proveniente de la planta de tratamiento, es la única que no puede ser pesada debido al gran volumen que se maneja para la elaboración de un lote de producto; este sistema de control es simple y lo único que se pretende con él, es llenar el tanque con la

cantidad de agua exacta requerida para la fabricación del lote y evitar así cambios en la composición del producto.

En este sistema de control, se instaló un medidor de flujo (MF-2) que actúa como sensor, el cual determina la cantidad de litros por minuto que pasan por la tubería, posteriormente el transmisor de flujo (TF-1) se encarga de enviar esta información al panel de control, para que este haga las comparaciones entre la señal transmitida y el valor deseado (set point). Cuando hay variaciones de flujo, el panel de control actúa automáticamente y envía una señal al instrumento final de control, que en este caso es una válvula de globo (V-10), la cual se encarga de regular y reposicionar el valor correcto del flujo.

Además el tanque de mezcla posee un medidor de nivel (MN-1) y un transmisor de nivel (TN-1). El panel de control monitorea constantemente la señal enviada por el transmisor de nivel, y cuando el nivel del agua es equivalente a la cantidad requerida por lote, este envía una señal a la válvula de globo para que se cierre por completo y evitar que siga pasando más flujo de agua. El diagrama de control e instrumentación para llenar el tanque de mezcla se puede observar en la ilustración 10 del capítulo VII.

D. Selección del equipo

1. **Almacenamiento de agua.** Este sistema consiste de una bomba (B-1) la cual se encarga de suministrar agua de la cisterna a un tanque (TA-1) cuya capacidad es de 2500 L. Cuando el tanque se encuentra lleno se procede a la adición de cloro como método de desinfección. La bomba fue seleccionada en base a la capacidad en litros por minuto requerida para llenar el tanque y a la cabeza de descarga. Se eligió una bomba marca Starite Projet de la serie HN (tipo pozo poco profundo) por que cumple con las especificaciones funcionales y de desempeño requeridas, además esta hecha con un material que resiste a la corrosión, es fácil su instalación y mantenimiento. El modelo HNE se determino en base a la tabla de desempeño para este tipo de bomba (ver ilustración 22, capítulo XII, sección B).

El material de la tubería seleccionado fue el PVC debido a que el flujo a transportar era agua potable y el calibre se seleccionó con base a las medidas de la descarga y succión de la bomba. Se colocó un medidor de flujo en la tubería P-1, para establecer un control del consumo de agua potable. Además las tuberías P-1 y P-2 poseen válvulas de mariposa (V-1 y V-2) para regular el flujo de agua que se desea suministrar desde la cisterna hasta el tanque de almacenamiento (ver ilustración 9: Diagrama detallado del proceso, capítulo VII, sección C).

Además, el sistema de almacenamiento de agua posee dos tanques adicionales de reserva de la misma capacidad, los cuales al igual que el TA-1, poseen una válvula de bola para poder ser drenados. También el sistema incluye una bomba de reserva (B-1A) en caso de que la bomba principal llegará a fallar o mientras este en mantenimiento.

2. **Planta de tratamiento de agua.** Para la fabricación del champú matapulgas es necesario utilizar agua desionizada para obtener un producto de buena calidad. Se optó que la línea contará con su propia planta de producción de agua desionizada debido a la gran cantidad que se necesita por lote, además el costo de producirla es mucho menor que comprarla a un proveedor. Se eligió una planta de tratamiento tipo paquete, la cual incluye un filtro de arena (C-1), un filtro de carbón activado (C-2), una columna de intercambio aniónico (C-3) y una columna de intercambio aniónico (C-4), con la cual se logra obtener agua con las especificaciones de calidad requeridas. Además la bomba incluye el equipo y tuberías para bombear el agua hasta el área de producción.

Dependiendo del nivel de saturación de los filtros, esta planta tiene la capacidad de producir de 15.12 a 22.69 L/min (4-6 gal/min aproximadamente) de agua desionizada, por lo que es necesario realizar retrolavados periódicos a la unidad, así como regeneración de las columnas de intercambio iónico. El material de las columnas es de fibra de vidrio reforzada que no contamina el producto; además las válvulas son de tipo diafragma las cuales son adecuadas para plantas de este tipo, debido a que son las que menos se contaminan. El equipo cuenta con accesorios y tuberías de PVC, sin embargo las tuberías P-8 y P-10 son de fluoruro de polivinilideno (PVDF) debido a que éstas transportan agua que ya ha sido tratada en las columnas de intercambio y se encuentra sin dureza y libres de iones. En los cuadros 15, 16, 17 y 18 del capítulo VII, sección D, se presenta en detalle las especificaciones de cada uno de los equipos que conforman la planta de tratamiento de agua.

Además la planta cuenta con un by-pass antes de la entrada a la columna de arena, que desvía el flujo hacia un segundo sistema de columnas de tratamiento, las cuales se utilizan en caso de que el primero presente algún problema o este en mantenimiento. Este arreglo se puede apreciar en la ilustración 18 del capítulo VII, sección E.

3. **Equipo de mezcla.** Para la elaboración del producto se necesita de un tanque en el cual se puedan adicionar las materias primas y un agitador para realizar una mezcla adecuada, y así poder obtener un producto de composición homogénea. Para este propósito se selecciono un equipo tipo paquete, el cual incluye un tanque de mezcla (TM-1) y un agitador (A-1).

El tanque está hecho de acero inoxidable para evitar la corrosión, además tiene un volumen de 1500 L. Este valor es aproximadamente 50% mayor al volumen requerido para un lote de producto, pero debido a la naturaleza del proceso de fabricación, en el cual durante la agitación y mezcla se produce cierto nivel de espuma, fue necesario que el tanque tuvieran un mayor volumen para evitar derrames y pérdidas del producto. El fondo del tanque no es plano, presenta cierto desnivel lo que facilita el drenado del tanque mediante una válvula de mariposa.

El agitador tiene la ventaja de ser desmontado con facilidad para su limpieza y mantenimiento, además posee un regulador de velocidad que permite operar al equipo en un rango de 70 a 700 rpm y obtener así un producto con la viscosidad requerida. El equipo está diseñado de tal forma que la posición del agitador evite el flujo turbulento, ya que este se encuentra separado del centro del tanque y con cierto ángulo de inclinación. En la ilustración 14 del capítulo VII se puede apreciar el equipo.

5. Equipo para llenar y etiquetar el producto

a. Equipo para llenar el producto. Para realizar el llenado del producto, se eligió una bomba modular digital de velocidad variable. Se seleccionó este equipo porque además de tener la capacidad para bombear el producto directamente desde el tanque, también tiene la característica de poder dosificarlo en cantidades de 1000 mL (equivalente a 1 kg de producto). Además puede transferir fluidos en cantidades que van desde los 0.250 L/min hasta 45.26 L/min, lo cual es ideal para el proceso, ya que el flujo requerido de llenado es de 7.73 kg/min (7.73 L/min, asumiendo la densidad del producto 1g/mL).

Además este equipo tiene la ventaja de poseer un cabezal de tipo carga rápida (RAPID-LOAD), que permite cambiar fácilmente la tubería. También posee un exterior de acero inoxidable, acero de carbón y polímero de acetato que facilita la instalación y prolonga la vida de servicio. Otra característica que posee la bomba, es que el producto nunca entra en contacto directo con el equipo, el fluido entra en contacto únicamente con la tubería.

La bomba requiere de escaso mantenimiento ya que no posee sellos que puedan gotear, ni utiliza válvulas que se puedan tapar o desgastar. Posee desplazamiento positivo sin contraflujo, además esta bomba es adecuada para manejar líquido de alta viscosidad. La selección de la tubería para este equipo se realizó en base a la guía de selección de tuberías del fabricante (ver ilustración 23, capítulo XII), en la cual se comparó la viscosidad del champú matapulgas y la tasa de flujo requerida para el proceso; como resultado se obtuvo una tubería B/T 92.

Otra característica por la cual se eligió este equipo fue porque posee un panel de control que monitorea el flujo, dispensa la cantidad requerida de volumen y desde el cual se puede calibrar la bomba. Un factor importante de selección también lo fue el costo, ya que debido a todas las aplicaciones que tiene este equipo resultó mucho más económico que otros equipos para llenar líquidos.

El producto será llenado en botes de tereftalato de polietileno (PET), ya que es un polímero de gran resistencia y que no contamina el producto, además es transparente, por lo que se puede apreciar el color verde del champú, lo que lo hace más atractivo para la venta.

b. Equipo para etiquetar el producto. Se optó por una máquina semi-automática para etiquetar los envases de champú, con el objetivo de reducir tiempo del proceso, ya que el tiempo de etiquetado a mano resulta mucho mayor y se necesitan más operarios para realizar esta labor. La máquina tiene la capacidad de etiquetar hasta 50 botes por minuto, con lo cual se cumple con el tiempo de etiquetado establecido por el proceso. El producto etiquetado y sellado es transportado por una banda hasta una mesa de trabajo en donde los operarios se encargan de empacarlos en las respectivas cajas. La velocidad de la banda es de 0.33 m/s, la cual permite que el proceso de llenado, sellado y etiquetado se realice en línea, evitando aglomeraciones de producto a lo largo de la banda y así evitar demoras.

C. Distribución de la planta (layout)

En el layout se presenta la forma en la cual los equipos han sido distribuidos para la elaboración del champú matapulgas, así como también las diferentes áreas que conforman la planta. La ilustración 18 (capítulo VII, sección E) muestra el plano del área de producción, mientras que la ilustración 19 presenta (capítulo VII, sección E) el plano general de toda la planta.

Se diseñó la bodega de materias con un acceso a través del área de pesado, para poder transportar directamente las materias primas al tanque de mezcla y evitar contaminación de estas. Es importante mencionar que el área de pesado es parte de la bodega de materias primas, pero tiene su propio espacio delimitado con paredes y ventanas, para no alterar las mediciones de los equipos como balanzas y básculas, mientras estos se encuentren operando.

El área de equipo limpio tiene acceso directo al área de mezcla, para poder facilitar el traslado del equipo para su instalación. La planta de tratamiento de agua posee su propio espacio para facilitar labores de mantenimiento y no interrumpir el proceso de fabricación del champú. Control de calidad esta ubicado en uno de los costados del área de producción, a donde se puede acceder fácilmente para realizar el muestreo de los lotes fabricados para su respectivo análisis.

Del área de producción se tiene acceso a la bodega de producto terminado, para poder almacenar los lotes fabricados. El área de producción cuenta con una salida de emergencia en caso de presentarse algún tipo de evacuación inesperada.

Cómo se aprecia en el plano de distribución, el equipo se encuentra ubicado en línea para facilitar el proceso de elaboración de champú matapulgas, además se cuenta con espacio suficiente de ampliación en caso de que fuera necesario instalar nuevos equipos.

E. Factibilidad económica de la línea de producción

Para determinar la rentabilidad de la empresa se realizó un análisis económico. Para el primer año de operaciones de la fábrica, se estimó producir 275,000 unidades anuales, a un precio de venta de Q19.75 el bote de champú, en presentación de 1 kg. Este precio es competitivo con productos nacionales del mismo tipo, teniendo la ventaja sobre estos en la cantidad de producto ofrecida al público, ya que la mayoría se comercializan en presentaciones de aproximadamente 0.5 kg. Con esto se le estaría dando la posibilidad al consumidor de comprar un producto del mismo tipo y de mejor calidad, con el doble de cantidad y al mismo precio. Respecto a los productos extranjeros se tiene la ventaja de ser mucho más barato y de igual o mejor calidad en algunos casos.

Con base a las 275,000 unidades anuales se estimaron los costos variables, entre los cuales se incluyeron las materias primas, el material de empaque, el consumo eléctrico de los equipos involucrados en el proceso de fabricación, el costo de regeneración de la planta de tratamiento de agua, así como también las comisiones por ventas y el pago a operarios. Todos estos costos totalizaron un valor anual de Q2,467,645.66, siendo las materias primas y el material de empaque los que más aportan a esta cantidad (60.08% y 30.09% respectivamente). Los costos fijos anuales se estimaron en Q21,901,878.88; la mayor parte de este valor se debe al pago de salarios (80.16 %).

También se hizo un estimado de la inversión inicial necesaria para poner en operación la planta, la cual reportó un valor de Q3,981,187.03. La inversión en el área de producción representa el 12.23% de esta cantidad, mientras que el 47.72 % corresponde a la inversión del terreno y la construcción del edificio. Se optó por la construcción de la planta y no en alquilar un edificio ya existente, ya que la renta de una propiedad con un área de construcción y características similares, resulta demasiado elevada; además se necesitaba invertir una cantidad adicional para adaptarla a las necesidades propias de la empresa. Debido al alto valor correspondiente a la inversión inicial, se decidió recurrir a un préstamo bancario a diez años de Q1,300,000.00, con una tasa de interés anual del 20%.

La depreciación de los activos se calculó mediante el "sistema modificado acelerado de recuperación de costos (SMARC)". En el cuadro 28 del capítulo VII, sección F, se puede apreciar la suma de las depreciaciones de los diferentes activos para cada año. Dependiendo la categoría de cada activo, fue que se le aplicó la correspondiente tasa de descuento anual.

De acuerdo a toda esta información se realizó el flujo de caja de la empresa proyectado desde el año cero hasta el año diez. Se supuso un crecimiento anual de las ganancias del 11%, así como una tasa de inflación en los costos del 7.58% (promedio de inflación desde el mes de enero del 1996 hasta el mes de julio del año 2006, ver cuadro 38 del capítulo XII, sección C). El cálculo de los impuestos se realizó según el IVA (impuesto al valor agregado 12 %) y al ISR (impuesto sobre la renta 5 %). En el cuadro 30 del capítulo VII sección F, se aprecian los flujos de caja obtenidos. Según estos valores se utilizó el criterio de la "tasa interna de retorno (TIR)" para la evaluar la rentabilidad del proyecto. El valor obtenido fue de 43.94 %, lo cual significa que el la línea de producción de champú matapulgas para perros, sí es rentable. Además se calculó el tiempo de recuperación de la inversión, el cual es de 3 años 3 meses con 29 días, el cual es un período corto de recuperación, lo que hace a la empresa atractiva para posibles inversionistas. En la ilustración 20 puede apreciarse que el punto de equilibrio para el primer año de operación de la planta es 205,000 unidades. Al producir 275,000 anuales se tiene que el proyecto está generando ganancias desde del primer año de operación.

IX. CONCLUSIONES

- A. La fórmula del champú matapulgas para perros contiene lauril éter sulfato de sodio, amida de coco, propil paraben, EDTA, esencia de manzana, color verde inglés, cipermetrina, ácido cítrico y agua desionizada en las proporciones respectivas de 25.00, 6.20, 0.300, 0.100, 0.300, 0.004, 0.100, 0.008 y 67.99 % m/m
- B. El champú matapulgas posee olor a manzana, es de color verde, tiene viscosidad comprendida en el rango de 1320 a 1630 cSt y un pH en el rango de 7.2 a 7.5.
- C. La capacidad de la línea de producción es de 1 lote diario.
- D. La capacidad anual de la línea de producción es de 275 lotes.
- E. La cantidad de producto por lote elaborado es de 1000 kg.
- F. El tiempo para la elaboración de un lote de producto es de 439 minutos (26,100 s).
- G. El proceso diseñado permite elaborar un champú matapulgas de muy buena calidad.
- H. Los costos variables anuales de la empresa corresponden a Q2,228, 337.86.
- I. Los costos fijos anuales de la empresa son de Q2,032,521.68.
- J. La inversión inicial estimada es de Q3,016,187.03.
- K. El precio de venta por unidad de producto es de Q18.30.
- L. La tasa interna de retorno de la línea de producción tiene un valor de 43.59%, por lo que la empresa es económicamente rentable
- M. El tiempo de recuperación de la inversión es de 3 años, 3 meses y 29 días, lo que hace a la empresa atractiva para posibles inversionistas, debido al corto período de recuperación del capital de inversión.

X. RECOMENDACIONES

- A. Realizar un tratamiento a las aguas residuales del proceso debido a que pueden contener residuos del insecticida.
- B. Utilizar el equipo existente para la elaboración de otro tipo de productos de uso veterinario.
- C. Implementar nueva tecnología para la elaboración de productos complementarios al champú, como jabón o talco matapulgas.
- D. Automatizar la planta de tratamiento de agua para proceso.

XI. BIBLIOGRAFÍA

- Balsam, M.; Sagarin, E. 1972. *Cosmetics science and technology*. 2ª ed. New York, Wiley Interscience. Vol. 2.
- Chemfinder. 2004. CambridgeSoft Corporation: Database and internet searching. U.S.A. [En línea]. <<http://chemfinder.cambridgesoft.com/>> [Fecha de consulta: 20/02/2006].
- Cypermethrin - a synthetic pyrethroid. 1995. The journal of the pesticides trust [now PAN UK]. Pesticides News No 30, December. [En línea]. <<http://www.pan-uk.org/pestnews/Actives/cypermet.htm>> [Fecha de consulta: 20/02/2006].
- El problema de las pulgas: cómo controlar los síntomas y los problemas relacionados con las pulgas en los perros y gatos*. 2002. Eukanuba The Lams Company. [En línea]. <http://www.eukanuba.com/es_LA/jhtmls/nutrition/sw_NutritionQuestions_answer.jhtml?li=es_CL&sc=D&bc=E&pti=PN&q=700069> [Fecha de consulta: 20/02/2006].
- Giffin, J; Carlson, L. 2000. *Dog owner's home veterinary handbook (Hardcover)*. 3ª ed. New York, Howell Book House. 592 págs.
- Hair Shampoo*. 1992. PACIA. Plastics and chemicals industries association. Australia. [En línea]. <http://www.pacia.org.au/_uploaditems/docs/3.hair_shampoo.pdf> [Fecha de consulta: 20/02/2006].
- Jacobs, S. 2003. *Notas entomológicas*. Penn State, Colegio de Ciencias Agrícolas, Extensión Cooperativa. Pennsylvania. [En línea]. <<http://www.cas.psu.edu/docs/casdept/entomol/extension/factsheets/Spanish/FleasSp.htm>> [Fecha de consulta: 20/02/2006].
- Kent, J. 2003. *Riegel's handbook of industrial chemistry*. 10ª ed. New York, Kluwer Academic/Plenum Publishers. 1374 págs.
- Kirk-Othmer. 1978. *Encyclopedia of chemical technology*. 3ª ed. New York. Wiley Interscience. Vol.12
- Klaassen, C.D.; Amdur, M.O. y Doull. J. 1996. *Toxicology. The basics science of poisons*. 5ª ed. Toronto, McGraw-Hill Companies Inc. 1110 págs.
- Michalun, N; Michalun, V. 2000. *Skin care and cosmetic ingredients dictionary (Milady's Skin Care and Cosmetics Ingredients Dictionary)*. 2ª ed. USA, Milady Publisher. 304 págs.
- Milne, G. 1994. *CRC Handbook of pesticides*. USA, CRC Press, Inc. 414 págs.
- Norma Coguanor NGO 44 001:97. Comité Guatemalteco de Normalización. Guatemala. 1997

- Perry, J. 1966. *Manual del ingeniero químico*. Traducción al español de la tercera edición en inglés, revisada por Santiago Alonso. México. McGraw-Hill. Tomo I y II.
- Ramírez, L. 2005. *La capa de piel y el pelaje de los animales de compañía*. BIO-ZOO, S.A. DE C.V. México. [En línea]. <<http://www.bio-zoo.com.mx/articulos/salud-animal/capa-piel-y-pelaje-animales.html>> [Fecha de consulta: 20/02/2006].
- Reigart, J.; Roberts, J. 1999. *Reconocimiento y manejo de los envenenamientos por pesticidas*. 5ª ed, USA. [En línea]. <<http://www.epa.gov/oppfead1/safety/spanish/healthcare/handbook/Spfrrt.pdf>> [Fecha de consulta: 20/02/2006].
- Resumen de salud pública: Piretrinas y piretroides (Pyrethrins and pyrethroids)*. 2003. Departamento de Salud y Servicios Humanos de EE.UU: Agencia para sustancias tóxicas y el registro de enfermedades. Atlanta. [En línea]. <http://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es_phs155.html> [Fecha de consulta: 20/02/2006].
- Rozendaal, J. 1997. *Vector control : methods for use by individuals and communities* Geneva : World Health Organization. [En línea]. <http://www.who.int/docstore/water_sanitation_health/vectcontrol/ch24.htm#b3-Control%20measures> [Fecha de consulta: 20/02/2006].
- Winter, R. 2005. *A consumer's dictionary of cosmetic ingredients: complete information about the harmful and desirable ingredients in cosmetics and cosmeceuticals*. 6ª ed. USA, Three Rivers Press. 576 págs.
- Sanchez, M; Abril, J. 2004. *Fichero de datos técnicos de materias primas*. Abaco Vital. Club de Perfumería y Cosmética. España. [En línea]. <<http://www.abacovital.com/fichastecnicas/tensioactivos/clasificacion.htm>> [Fecha de consulta: 20/02/2006].
- Santamaría, Ixchel. 1997-2006. Mascotas a cuerpo de rey. Laprensagráfica.com. [En línea]. <<http://www.laprensagrafica.com/economista/399536.asp>> [Fecha de consulta: 20/02/2006].
- Sousa, Candence.1997. *Fleas, flea allergy, and flea control, a review*. Dermatology Online Journal 3(2): 7.California Digital Library. [En línea]. <<http://dermatology.cdlib.org/DOJvol3num2/fleas/fleas.html>> [Fecha de consulta: 20/02/2006].

XII. APÉNDICE

A. Formulación champú matapulgas

1. Pruebas para la determinación de la viscosidad. La medición de la viscosidad fue realizada con una Copa EZ No. 4, en la cual se determinó el tiempo t(s)* en el cual la muestra tarda en fluir a través de ella.

Cuadro 32. Viscosidad de pruebas experimentales

Prueba	% Texapón	% Amida de coco	Tiempo de fluidez t (s)*	Viscosidad cSt (centistokes)
1	23.00	3.00	6.88	-6.6
2	23.00	4.00	6.92	-5.5
3	23.00	5.00	10.90	82.8
4	23.00	6.00	29.39	366.8
5	23.00	7.00	142.33	1882.5
6	25.00	3.00	7.50	9.8
7	25.00	4.00	12.69	115.3
8	25.00	5.00	19.09	217.9
9	25.00	6.00	65.74	861.4
10	25.00	7.00	225.39	2985.6
11	27.00	3.00	8.21	26.8
12	27.00	4.00	24.76	301.2
13	27.00	5.00	33.18	419.6
14	27.00	6.00	124.55	1646.1
15	27.00	7.00	74.03	Fuera de rango

La viscosidad en cSt se calculó a partir de la ecuación específica para la copa No. 4. Como ejemplo se muestra el cálculo de la viscosidad realizado para la prueba 3.

$$\text{Viscosidad (cSt)} = 13.26 \times t(s)^* - (673 / t(s)^*)$$

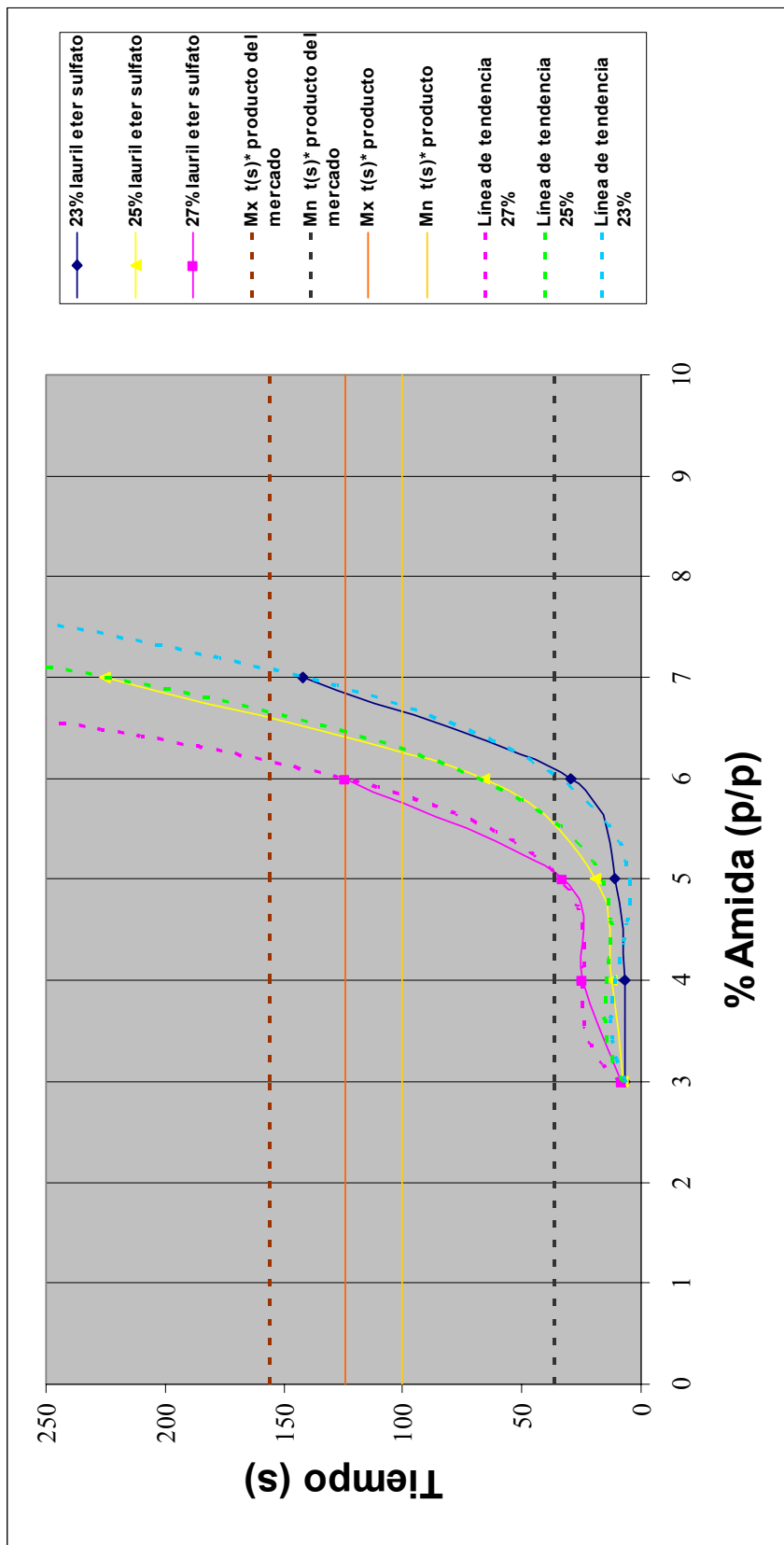
$$\text{Viscosidad} = 13.26 \times 10.90 - (673/10.90) = 82.8 \text{ cSt}$$

Los valores negativos indican que las muestras analizadas se encuentran fuera del rango de operación de la copa No. 4.

Cuadro 33. Características de productos comerciales

Producto	Tiempo de fluidez t (s)*	Viscosidad cSt	pH
A	9.11	46.9	7.10
B	36.52	465.8	7.92
C	58.50	764.2	7.86
D	76.09	1000.1	5.03
E	101.41	1338.1	4.88
F	129.18	1707.7	6.75
G	143.28	1895.20	6.90
H	156.20	2066.90	6.06

Ilustración 21. Tiempo de fluidez de pruebas experimentales



El rango de viscosidad de 1320-1650 cSt del producto es equivalente a 100-124 s en una copa No. 4

Cuadro 34. Porcentaje (p/p) de texapón y amida de coco para obtener un producto con viscosidad de 1320-1650 cSt.

% (p/p) Texapón	% (p) Amida de Coco	Costo Q
23.00	6.8	4.6977
23.00	6.9	4.7293
25.00	6.2	4.6951
25.00	6.3	4.7267
27.00	5.8	4.7557
27.00	5.9	4.7873

Cuadro 35. Ajuste de pH.

Muestra	Cantidad g	pH inicial	Acido citrico agregado	pH final
a	100.0024	9.34	0.0809	7.43
b	100.0013	9.35	0.0810	7.45
c	100.0008	9.36	0.0805	7.47
d	100.0012	9.38	0.0808	7.44
e	100.0031	9.38	0.0801	7.40
Promedio	100.00176	9.362	0.0806	7.438

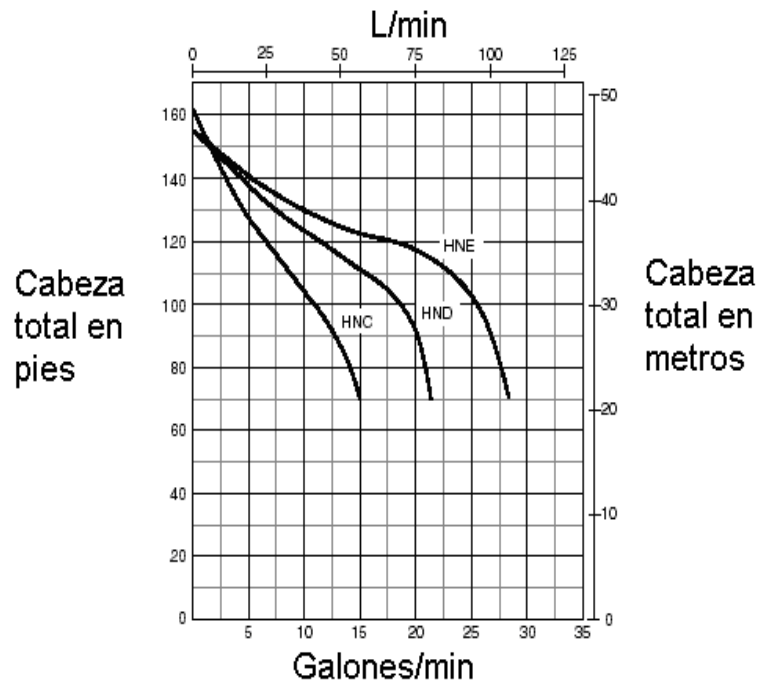
Cuadro 36. Escalamiento de la formulación

Prueba	Cantidad	Viscosidad 1320-1650 cSt	pH 7.2-7.5
A	100 g	En el rango	En el rango
B	500 g	En el rango	En el rango
C	1000 g	En el rango	En el rango
D	10000g	En el rango	En el rango

Se comprobó que la viscosidad y el pH se mantuvieron en el rango establecido.

B. Selección del equipo

Ilustración 22. Desempeño de la bomba Starite modelo HN



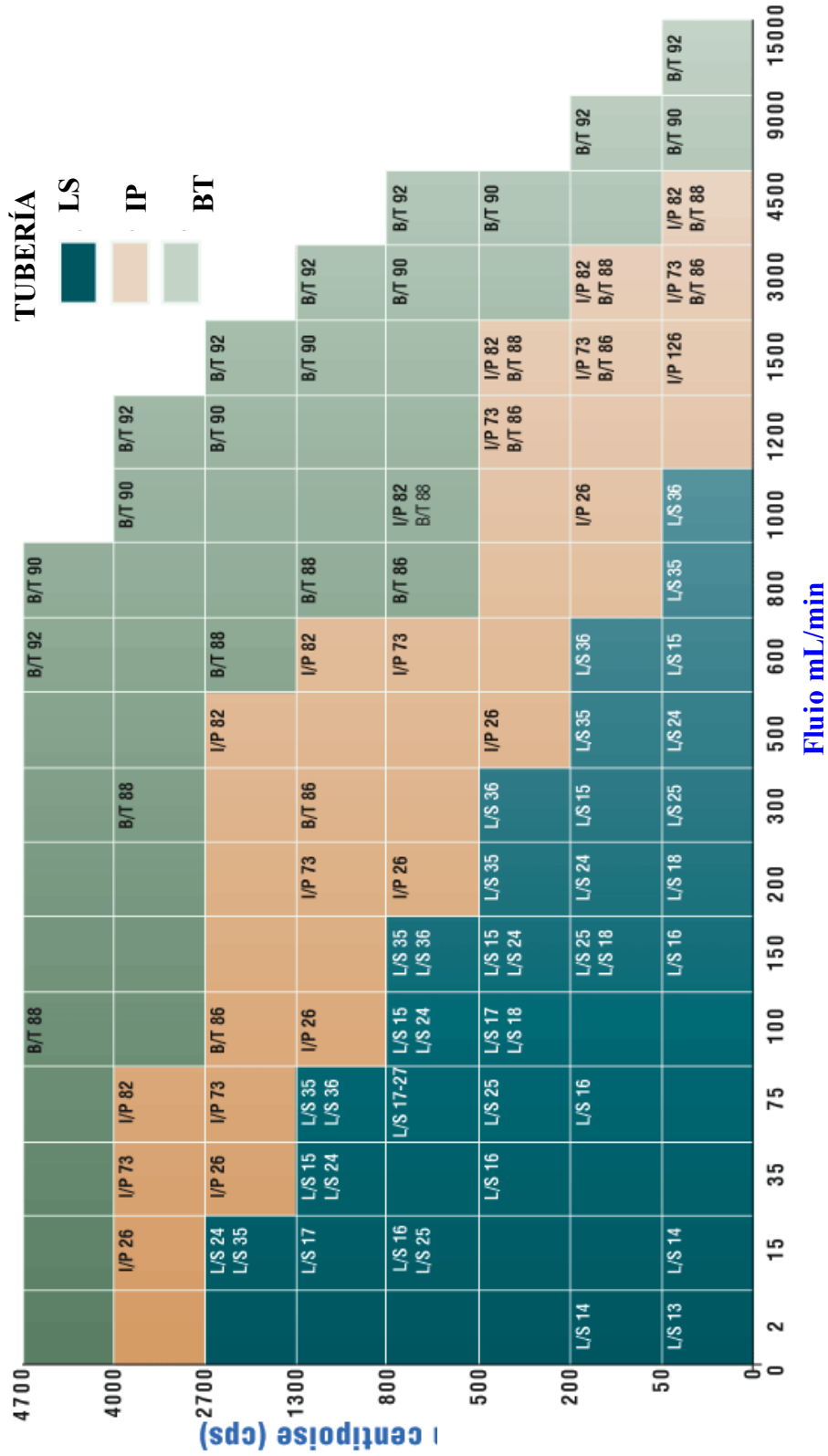
<http://www.starite.com/>

Cuadro 37. Desempeño de la bomba Starite modelo HN

No. catálogo	HP	No. catálogo	Succión dinámica					Presión de Apagado PSI
			5'	10'	15'	20'	25'	
HNC	1/2	30	15.0	13.0	11.6	8.7	6.9	70
		40	12.5	11.4	10.1	8.2	6.8	
		50	8.0	6.8	6.1	4.8	3.5	
HND	3/4	30	21.4	19.1	16.5	13.3	9.5	67
		40	20.8	18.7	15.8	13.2	9.3	
		50	13.5	11.6	10.1	7.4	2.4	
HNE	1	30	28.5	25.0	21.4	17.4	12.6	67
		40	28.3	24.4	21.0	17.2	12.3	
		50	21.5	18.3	10.9	3.1	1.6	

<http://www.starite.com/>

Ilustración 23. Guía de selección de tubería para bombear fluidos viscosos



C. Datos utilizados para la elaboración del análisis financiero

1. Inflación

Cuadro 38. Inflación total en % desde 1996 al 2006

PERIODO	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Enero	9.76	10.80	7.29	6.29	5.27	6.05	8.85	6.20	6.21	9.04	8.08
Febrero	10.83	12.66	5.45	5.17	6.62	5.99	9.01	6.00	6.26	9.04	7.26
Marzo	11.48	11.51	6.11	3.99	8.28	5.42	9.13	5.78	6.57	8.77	7.28
Abril	11.95	10.13	6.94	3.47	9.07	4.87	9.25	5.67	6.65	8.88	7.48
Mayo	11.02	9.61	7.32	3.73	7.36	6.05	9.31	5.56	7.27	8.52	7.62
Junio	10.34	8.97	7.43	4.22	7.23	6.30	9.14	5.24	7.40	8.80	7.55
Julio	11.60	7.98	7.27	5.22	6.14	6.97	9.10	4.65	7.64	9.30	
Agosto	12.03	8.05	6.31	6.03	4.71	8.79	7.73	4.96	7.66	9.37	
Septiembre	11.77	8.33	5.49	6.79	4.29	8.99	7.10	5.68	8.05	9.45	
Octubre	10.64	8.48	4.97	7.57	3.84	9.47	6.60	5.84	8.64	10.29	
Noviembre	10.44	7.66	7.35	5.15	4.17	9.51	6.34	5.84	9.22	9.25	
Diciembre	10.85	7.13	7.48	4.92	5.08	8.91	6.33	5.85	9.23	8.57	

Fuente: Banco de Guatemala.

2. Inversión inicial

Cuadro 39. Inversión inicial área de pesado

Área de Pesado (PSD)		
Equipo	Código	Costo por equipo (Q)
Mesa	PSD-001	500.00
Báscula	PSD-002	5,000.00
Balanza	PSD-003	10,000.00
Banco	PSD-004	300.00
TOTAL PSD (Q)		15,800.00

Cuadro 40. Inversión inicial bodega de materias primas

Bodega de Materia Prima (BMP)		
Equipo	Código	Costo por equipo (Q)
Escritorio secretarial	BMP-001	800.00
Silla oficina	BMP-002	350.00
Estantería	BMP-003	700.00
Estantería	BMP-004	700.00
Estantería	BMP-005	700.00
Estantería	BMP-006	700.00
Refrigerador	BMP-007	1,200.00
Escalera	BMP-008	480.00
Archivo	BMP-009	800.00
Archivo	BMP-010	800.00
Carreta	BMP-011	1,000.00
Carreta	BMP-012	1,500.00
Mesa	BMP-013	200.00
Silla	BMP-014	45.00
Silla	BMP-015	45.00
Computadora y periféricos	BMP-016	4,000.00
Teléfono	BMP-017	120.00
Balanza	BMP-018	1,200.00
Báscula	BMP-019	5,000.00
Extintor	BMP-020	700.00
Extintor	BMP-021	700.00
TOTAL BMP (Q)		21,740.00

Cuadro 41. Inversión inicial mantenimiento

Mantenimiento (MNT)		
Equipo	Código	Costo por equipo (Q)
Escritorio secretarial	MNT-001	800.00
Banco	MNT-002	300.00
Estantería	MNT-003	700.00
Estantería	MNT-004	700.00
Archivo	MNT-005	800.00
Escalera	MNT-006	500.00
Escalera	MNT-007	480.00
Carreta	MNT-008	700.00
Télefono	MNT-009	120.00
Mesa	MNT-010	200.00
Silla	MNT-011	45.00
Silla	MNT-012	45.00
Herramientas	MNT-013	15,000.00
Extintuidor	MNT-014	700.00
TOTAL MNT (Q)		21,090.00

Cuadro 42. Inversión inicial cafetería

Cafetería (CFT)		
Equipo	Código	Costo por equipo (Q)
Mesa	CFT-001	800.00
Mesa	CFT-002	350.00
Mesa	CFT-003	700.00
Banca	CFT-004	700.00
Banca	CFT-005	700.00
Banca	CFT-006	700.00
Banca	CFT-007	1,200.00
Microondas	CFT-008	480.00
Refrigerador	CFT-009	800.00
Estufa	CFT-010	800.00
Extintuidor	CFT-011	700.00
TOTAL CFT(Q)		7,930.00

Cuadro 43. Inversión inicial baños

Baños (BNS)		
Equipo	Código	Costo por equipo (Q)
Casilleros hombres	BNS-001	2,000.00
Casilleros mujeres	BNS-002	2,000.00
Banca hombres	BNS-003	300.00
Banca hombres	BNS-004	400.00
Banca mujeres	BNS-005	300.00
Banca mujeres	BNS-006	400.00
TOTAL BNS (Q)		5,400.00

Cuadro 44. Inversión inicial área de producción

Área de Producción (PRO)		
Equipo	Código	Costo por equipo (Q)
Planta de tratamiento de agua (tipo paquete) incluye:		75,000.00
Bomba de agua	B-2	
Columna de arena	C-1	
Columna de carbón	C-2	
Columna catiónica	C-3	
Columna aniónica	C-4	
Columna de arena	C-1A	
Columna de carbón	C-2A	
Columna catiónica de reserva	C-3A	
Columna aniónica de reserva	C-4A	
Bomba de reserva planta de tratamiento de agua	B-2A	3,080.00
Equipo de mezcla (tipo paquete) incluye		57,857.80
Agitador	A-1	
Tanque de mezcla	TM-1	
Equipo de mezcla de reserva (tipo paquete) incluye		57,857.80
Agitador	A-2	
Tanque de mezcla	TM-2	
Equipo para llenar y sellar		
Bomba para llenar	B-3	38,538.50
Banda transportadora	BT-1	33,012.98
Etiquetadora	E-1	130,079.95
Sistema de almacenamiento de agua		
Bomba de agua	B-1	3,080.00
Tanque de almacenamiento de agua	TA-1	2,500.00
Bomba de reserva sistema de almacenamiento de agua	B-1A	3,080.00
Tanque de almacenamiento de agua	TA-2	2,500.00
Tanque de almacenamiento de agua	TA-3	2,500.00
Tubería y válvulas		30,000.00
Instrumentos y controladores		30,000.00
Mesa de trabajo	PRO-001	500.00
Mesa de trabajo	PRO-002	500.00
Silla	PRO-003	40.00
Silla	PRO-004	40.00
Silla	PRO-005	40.00
Silla	PRO-006	40.00
Silla	PRO-007	40.00
Silla	PRO-008	40.00
Computadora	PRO-009	4,000.00
Computadora	PRO-010	4,000.00
Teléfono	PRO-011	120.00
Teléfono	PRO-012	120.00
Teléfono	PRO-013	120.00
Escritorio secretarial	PRO-014	1,100.00
Silla oficina	PRO-015	400.00
Mesa de grupo de (con sillas)	PRO-016	3,000.00
Escritorio	PRO-017	600.00
Silla	PRO-018	250.00
Archivo	PRO-019	800.00
Archivo	PRO-020	800.00
Extintor	PRO-021	700.00
Extintor	PRO-022	700.00
TOTAL Producción (Q)		487,037.03

Cuadro 45. Inversión inicial control de calidad

Control de Calidad (CCA)		
Equipo	Código	Costo por equipo (Q)
Escritorio	CCA-001	800.00
Escritorio	CCA-002	800.00
Computadora y periféricos	CCA-003	4,000.00
Computadora y periféricos	CCA-004	4,000.00
Teléfono	CCA-005	120.00
Teléfono	CCA-006	120.00
Archivo	CCA-007	700.00
Archivo	CCA-008	700.00
Mesa con gabinetes	CCA-009	700.00
Mesa con gabinetes	CCA-010	700.00
Silla oficina	CCA-011	350.00
Silla oficina	CCA-012	350.00
Banco	CCA-013	150.00
Banco	CCA-014	150.00
Silla	CCA-015	200.00
Silla	CCA-016	200.00
Balanza	CCA-017	1,500.00
Viscosímetro	CCA-018	1,200.00
Potenciometro	CCA-019	700.00
Medidor de conductividad	CCA-020	800.00
Extintor	CCA-021	700.00
TOTAL CCA (Q)		18,940.00

Cuadro 46. Inversión inicial bodega de producto terminado

Bodega de Producto Terminado (BPT)		
Equipo	Código	Costo por equipo (Q)
Escritorio secretarial	BPT-001	800.00
Silla oficina	BPT-002	350.00
Estantería	BPT-003	700.00
Estantería	BPT-004	700.00
Estantería	BPT-005	700.00
Escalera	BPT-008	480.00
Archivo	BPT-009	800.00
Archivo	BPT-010	800.00
Carreta	BPT-011	1,000.00
Mesa	BPT-013	200.00
Silla	BPT-014	45.00
Silla	BPT-015	45.00
Computadora y periféricos	BPT-016	4,000.00
Teléfono	BPT-017	120.00
Extintor	BPT-018	700.00
Extintor	BPT-019	700.00
TOTAL BPT (Q)		12,140.00

Cuadro 47. Inversión inicial administración

Administración (ADM)		
Equipo	Código	Costo por equipo (Q)
Escritorio	ADM-001	3,500.00
Escritorio	ADM-002	2,500.00
Escritorio	ADM-003	800.00
Escritorio	ADM-004	800.00
Escritorio	ADM-005	800.00
Escritorio	ADM-006	800.00
Archivo	ADM-007	1,200.00
Archivo	ADM-008	1,200.00
Archivo	ADM-009	800.00
Archivo	ADM-010	800.00
Archivo	ADM-011	800.00
Computadora y periféricos	ADM-012	12,000.00
Computadora y periféricos	ADM-013	7,000.00
Computadora y periféricos	ADM-014	7,000.00
Computadora y periféricos	ADM-015	4,000.00
Computadora y periféricos	ADM-016	4,000.00
Computadora y periféricos	ADM-017	4,000.00
Planta telefónica	ADM-018	10,000.00
Fax	ADM-019	1,500.00
Fax	ADM-020	1,500.00
Fotocopiadora	ADM-021	12,000.00
Teléfono	ADM-022	500.00
Teléfono	ADM-023	500.00
Teléfono	ADM-024	500.00
Teléfono	ADM-025	120.00
Teléfono	ADM-026	120.00
Teléfono	ADM-027	120.00
Silla	ADM-028	2,000.00
Silla	ADM-029	1,500.00
Silla	ADM-030	750.00
Silla	ADM-031	750.00
Silla	ADM-032	750.00
Silla	ADM-033	350.00
Silla	ADM-034	350.00
Silla	ADM-035	350.00
Silla	ADM-036	350.00
Silla	ADM-037	350.00
Silla	ADM-038	350.00
Mesa de grupo (con sillas)	ADM-039	3,000.00
Vehículo	ADM-040	65,000.00
Extintidor	ADM-041	700.00
Extintidor	ADM-042	700.00
TOTAL ADM (Q)		156,110.00

Cuadro 48. Costos iniciales varios

Otros costos iniciales	
Bodega de materias primas	21,740.00
Área de pesado	15,800.00
Mantenimiento	21,090.00
Área de producción	487,037.03
Control de calidad	18,940.00
Bodega de producto terminado	12,140.00
Cafetería	7,930.00
Baños	5,400.00
Administración	156,110.00
Instalación de equipo (instalación, soportes estructurales)	125000
Instrumentación y control	60000
Sistema de ventilación y aire acondicionado	125,000.00
Sistema eléctrico (instalaciones eléctricas, lámparas, etc)	160,000.00
Subestación eléctrica	75,000.00
Planta de aire	45,000.00
Sistema de distribución de agua potable (tuberías, accesorios)	145,000.00
Edificio y terreno	1,900,000.00
Controles ambientales	90,000.00
Ingeniería y supervisión (pruebas, puesta en marcha, supervisiones, inspecciones)	320,000.00
Gastos legales (identificación de regulaciones, preparación de formas para entidades reguladoras, aprobaciones)	70,000.00
Otros imprevistos	120,000.00
TOTAL	3,981,187.03

3. Costos fijos

Cuadro 49. Costos fijos bodega de materias primas

Bodega de Materias Primas (BMP)	
Concepto	Costo anual (Q)
Calibración de balanzas y básculas	3,500.00
Equipo de seguridad (mascarillas, guantes, lentes, etc)	3,500.00
Uniformes	1,200.00
Suministros de oficina (lapiceros, hojas, tinta para impresora)	3,000.00
Total	11,200.00

Cuadro 50. Costos fijos mantenimiento

Mantenimiento (MNT)	
Concepto	Costo anual (Q)
Repuestos	18,000.00
Mantenimiento de edificio	12,000.00
Suministros sistema de ventilación	8,000.00
Suministros sistema eléctrico	8,000.00
Herramientas	10,000.00
Uniformes	1,200.00
Suministros de oficina	1,500.00
Total	58,700.00

Cuadro 51. Costos fijos producción

Área de Producción (PRO)	
Concepto	Costo anual (Q)
Equipo de seguridad (mascarillas, lentes, guantes, cofias)	4,500.00
Uniformes	3,000.00
Resinas planta de tratamiento de agua	3,500.00
Suministros de oficina	2,500.00
Utensilios de proceso	4,000.00
Total	17,500.00

Cuadro 52. Costos fijos control de calidad

Control de Calidad (CCA)	
Concepto	Costo anual (Q)
Cristalería	8,000.00
Suministros para análisis (kit de dureza, kit de cloro, buffers para calibrar potenciómetro)	15,000.00
Uniformes	3,500.00
Suministros de oficina	2,500.00
Total	29,000.00

Cuadro 53. Costos fijos bodega de producto terminado

Bodega de Producto Terminado (BPT)	
Concepto	Costo anual (Q)
Utensilios	3,500.00
Suministros de oficina	3,000.00
Uniformes	1,200.00
Total	7,700.00

Cuadro 54. Costos fijos administración

Administración (ADM)	
Concepto	Costo anual (Q)
Seguros (vehículos, contra incendios, etc)	30,000.00
Combustible	33,000.00
Servicio de alarma	12,000.00
Teléfono	28,000.00
Servicio de Internet	7,200.00
Suministros de oficina	15,000.00
Electricidad	38,000.00
Servicio de agua	10,000.00
Varios (bonos, viáticos, publicidad, jardinería, suministros de limpieza)	80,000.00
Total	253,200.00

Cuadro 55. Sueldos mensuales

Puesto	Empleados	Sueldo base por empleado (Q)	Sueldo base (Q)	I.G.G.S (Q)	IRTRA (Q)	INTECAP (Q)	Bono 14 (Q)	Aginaldo (Q)	Pasivo Laboral (Q)	Bonificación (Q)	Total
Gerente general	1	10,000.00	10,000.00	1,067.00	100.00	100.00	833.33	833.33	833.33	250.00	14,017.00
Gerente administrativo	1	6,500.00	6,500.00	693.55	65.00	65.00	541.67	541.67	541.67	250.00	9,198.55
Encargado de compras	1	3,500.00	3,500.00	373.45	35.00	35.00	291.67	291.67	291.67	250.00	5,068.45
Encargado sistema de informática	1	4,000.00	4,000.00	426.80	40.00	40.00	333.33	333.33	333.33	250.00	5,756.80
Auxiliar sistema de informática	1	2,500.00	2,500.00	266.75	25.00	25.00	208.33	208.33	208.33	250.00	3,691.75
Secretaría	1	1,600.00	1,600.00	170.72	16.00	16.00	133.33	133.33	133.33	250.00	2,452.72
Vendedores	4	4,000.00	16,000.00	1,707.20	160.00	160.00	1,333.33	1,333.33	1,333.33	1,000.00	23,027.20
Chofer	1	1,400.00	1,400.00	149.38	14.00	14.00	116.67	116.67	116.67	250.00	2,177.38
Conserje	1	1,400.00	1,400.00	149.38	14.00	14.00	116.67	116.67	116.67	250.00	2,177.38
Seguridad	2	1,400.00	2,800.00	298.76	28.00	28.00	233.33	233.33	233.33	500.00	4,354.76
Regente	1	4,000.00	4,000.00	426.80	40.00	40.00	333.33	333.33	333.33	250.00	5,756.80
Gerente de producción	1	5,300.00	5,300.00	565.51	53.00	53.00	441.67	441.67	441.67	250.00	7,546.51
Gerente de control de calidad	1	5,300.00	5,300.00	565.51	53.00	53.00	441.67	441.67	441.67	250.00	7,546.51
Supervisor de producción	2	2,900.00	5,800.00	618.86	58.00	58.00	483.33	483.33	483.33	500.00	8,484.86
Supervisor de control de calidad	1	2,900.00	2,900.00	309.43	29.00	29.00	241.67	241.67	241.67	250.00	4,242.43
Analista control de calidad	1	1,500.00	1,500.00	160.05	15.00	15.00	125.00	125.00	125.00	250.00	2,315.05
Encargado de mantenimiento	1	2,900.00	2,900.00	309.43	29.00	29.00	241.67	241.67	241.67	250.00	4,242.43
Auxiliar de mantenimiento	1	1,400.00	1,400.00	149.38	14.00	14.00	116.67	116.67	116.67	250.00	2,177.38
Encargado bodega de materias primas	1	2,100.00	2,100.00	224.07	21.00	21.00	175.00	175.00	175.00	250.00	3,141.07
Auxiliar bodega de materias primas	2	1,400.00	2,800.00	298.76	28.00	28.00	233.33	233.33	233.33	500.00	4,354.76
Encargado bodega de producto terminado	1	2,100.00	2,100.00	224.07	21.00	21.00	175.00	175.00	175.00	250.00	3,141.07
Auxiliar bodega de producto terminado	1	1,400.00	1,400.00	149.38	14.00	14.00	116.67	116.67	116.67	250.00	2,177.38

Cuadro 56. Sueldos anuales

Salarios mensuales (Q)	127,935.14
Total sueldos anuales (Q)	1,524,578.88

Cuadro 57. Prestaciones mensuales

Prestación	Porcentaje
I.G.G.S	10.67%
IRTRA	1.00%
INTECAP	1.00%
Bono 14	8.33%
Aguinaldo	8.33%
Pasivo laboral	8.33%
Bonificación	Q250.00
Otros	8.33%

3. Costos variables

Cuadro 58. Costo del kilo de materia primas

Ingrediente	Costo (Q)
Lauret sulfato de sodio	9.75
Amida de coco	32.00
Metil paraben	28.00
EDTA	70.00
Manzana verde	120.00
Verde	45.00
Cipermetrina	46.25
Ácido cítrico	16.00
Agua	0.40

Cuadro 59. Costo de materias primas por lote

Unidades por lote	1,000.00
Lotes anuales	275.00
Costos por lote (Q/lote)	5,391.02
Costo anual m.p. (Q)	1,482,530.05

Cuadro 60. Costo del material de acondicionamiento

Caja de corrugado (Q)	4
Cantidad de unidades por caja	20
Unidades por lote	1,000
Cajas por lote	50
Costo cajas por lote (Q)	200
Lotes anuales	275
Costo anual material de acondicionamiento (Q)	55,000

Cuadro 61. Costo del frasco y etiqueta

Botella con tapadera (Q)	2.30
Etiqueta (Q)	0.20
Costo material de empaque por unidad (Q)	2.50
Unidades por lote	1,000
Costo por lote(Q)	2,500
Lotes anuales	275
Costo anual material de empaque	687,500

Cuadro 62. Costo total material de empaque

Costo anual material frasco con etiqueta (Q)	687,500.00
Costo anual material de acondicionamiento (Q)	55,000.00
Costo anual empaque (Q)	742,500.00

Cuadro 63. Costo eléctrico

Costo energía eléctrica (Q/kWh)	1.43
Lotes anuales	275.00
Consumo eléctrico por lote (kWh)	7.11
Costo eléctrico por lote (Q)	10.17
Costo anual energía eléctrica (Q)	2,797.81

Cuadro 64. Costo de regeneración de las columnas de la planta de tratamiento

Costo para regenerar columnas de intercambio (Q)	30.00
Período de reneración (lotes)	15.00
Costo regeneración por lote (Q/lote)	2.00
Lotes anuales	275.00
Costo anual de regeneración de columnas (Q)	550.00

Cuadro 65. Salarios de operarios.

Salario por operario y por lote (Q/operario x lote)	95.01
Operarios	5.00
Salario por lote (Q/lote)	475.06
Lotes anuales	275.00
Salario anual de operarios (Q)	130,642.80

Cuadro 66. Comisiones por ventas

Comisión por unidad (%)	2.00
Precio por unidad (Q/unidad)	19.75
Comisión por unidad (Q)	0.40
Comisión por lote (Q/lote)	395
Comisión anual	108,625.00

Cuadro 68. Estructura general del flujo de caja

+	Ingresos afectos a impuestos
-	Egresos afectos a impuestos (costos variables y costos fijos)
-	Intereses del préstamo
-	Gastos no desembolsables (depreciación)
=	Utilidad antes de impuesto
-	Impuesto (IVA y ISR)
=	Utilidad después del impuesto
+	Ajuste por gastos no desembolsables (depreciación)
-	Egresos no afectos a impuesto (inversión inicial)
+	Préstamo
-	Amortización de la deuda
=	Flujo de caja

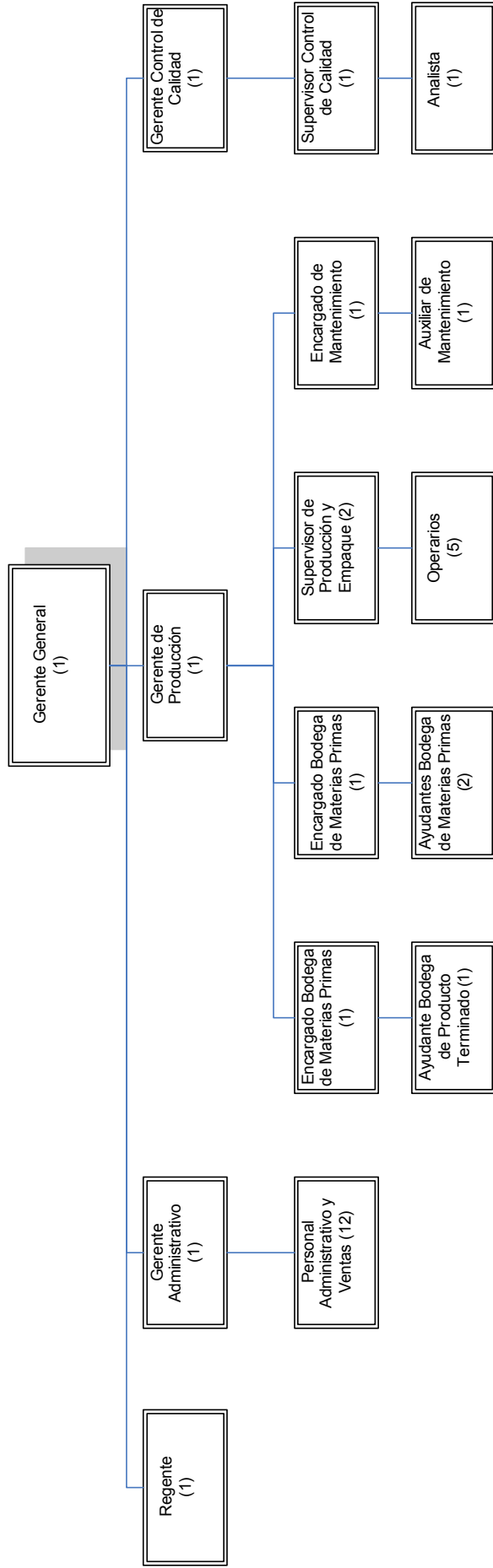
La estructura anterior fue utilizada para la construcción de los flujos de caja del proyecto, para los primeros diez años de operaciones.

Cuadro 69. Factores económicos

Crecimiento anual esperado	11.00%
Inflación	7.58%
Impuestos (IVA, ISR)	17.00%

D. Estructura organizacional de la empresa

Ilustración 24. Organigrama de la empresa



E. Especificaciones de materias primas.

Cuadro 70. Especificaciones Lauril éter sulfato de sodio

Fórmula	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{10}\text{CH}_2(\text{OCH}_2\text{CH}_2)_n\text{OSO}_3^-\text{Na}^+$
Aspecto	Dependiendo de su concentración varía desde un líquido amarillento hasta una pasta.
pH	6.4-7.5
Viscosidad	Max. 200 cP.
Propiedades	Este producto presenta notable resistencia a los endurecedores del agua, e incluso a bajas temperaturas es capaz de desarrollar todo su poder espumante.
Aplicaciones	Es una excelente sustancia para la preparación de champú y gel de baño.

Cuadro 71. Especificaciones Amida de coco

Fórmula	$\text{H}_3\text{C}(\text{CH}_2)_n\text{C}(=\text{O})\text{N}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH})_2$ n: 10 a 16
Aspecto	Líquido oleoso viscoso de color amarillo claro o pasta blanda
pH	8.0-10.0
Viscosidad	Max. 200 cP.
Propiedades	Se disuelve en agua para formar una solución turbio-jabonosa levemente espumante. Este producto posee poder emulsionante y codisolvente. En soluciones detergentes destacan sus propiedades espesantes y formadoras de espuma.
Aplicaciones	Se emplea ventajosamente en la fabricación de detergentes líquidos, especialmente en champús transparentes y en emulsión. En estos casos no es indispensable la incorporación de sal para elevar la viscosidad.

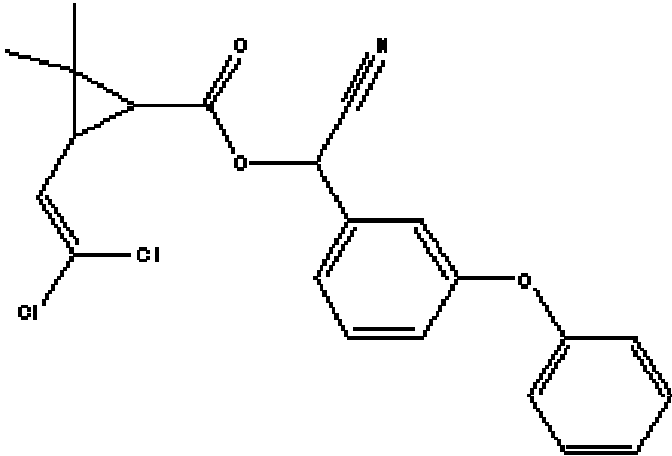
Cuadro 72. Especificaciones agua desionizada producida por la planta de tratamiento

Aspecto	Líquido transparente
pH	5.0-7.0
Conductividad	1 $\mu\text{S}/\text{cm}$ a 80 $\mu\text{S}/\text{cm}$
Propiedades	Agua que se prepara a partir de agua potable y cumple con los requerimientos de la USP 27. Es un tipo de agua en la que se eliminan las sales minerales e impurezas volátiles, se utiliza un sistema de filtros de arena y carbón, además de un sistema de filtros con resinas de intercambio iónico.
Aplicaciones	El agua desionizada se utiliza como materia prima en las soluciones orales, fabricación de productos cosméticos y alimenticios, análisis de laboratorio y para obtener agua de calidad superior (agua destilada).

F. Recomendaciones para el uso de cipermetrina

1. Propiedades físicas

Cuadro 73. Propiedades del piretroide sintético Cipermetrina.

Fórmula	$C_{22}H_{19}Cl_2NO_3$
Estructura	
Sínomimos	(+/-)- α -ciano-3-fenoxibencil (+/-)-cis,trans-3-(2,2-diclorovinil)-2,2 dimetilciclopropano carboxilato; ciano-3-fenoxibencil 2,2-dimetil-3-(2,2-diclorovinil)ciclopropano carboxilato; ciano(3-fenoxifenil)metil 3-(2,2-dicloroetenil)-2,2-dimetilciclopropano carboxilato
Peso Molecular	416.303
Punto de Fusión	60-80 °C
Punto de Ebullición	170-195 °C
Densidad	1.12

LD₅₀ (dosis letal): oral rata 70 mg/kg; inhalado rata LC₅₀ 7889 mg/m³/4H; intravenosa rata LD_{L0} 6 mg/kg; piel rata >1600 mg/kg; oral ratón 138 mg/kg; oral conejo 3000 mg/kg; piel conejo > 2400 mg/kg; oral conejillo 500 mg/kg; oral hamster 400 mg/kg; oral pollo 7000 mg/kg. (Sherma 1993).

2. **Recomendaciones para su uso.** Las medidas de precaución para el manejo incluyen: evitar el contacto con los ojos y la piel; usar guantes, gafas, máscara respiratoria, overoles y zapatos protectores hechos de PVC; mantener a niños y mascotas alejados de las áreas que están siendo tratadas. En caso de accidente, se aplican las siguientes se deben realizar las siguientes acciones.

Contacto con la piel: remueva la ropa que ha sido contaminada, lave las áreas expuestas con abundante jabón y agua.

Contacto con los ojos: enjuagar con agua limpia durante 15 minutos, buscar auxilio médico.

Inhalación: mantener al sujeto en observación.

Ingestión: cuando el paciente está consciente, provocar el vómito (por medio de estimulación de la faringe). Buscar auxilio médico.

3. Toxicidad

a. **Toxicidad aguda.** La cipermetrina está clasificada por la Organización Mundial de la Salud (WHO), como "moderadamente dañina" (clase II). Esta interactúa con los canales de sodio en las células nerviosas mediante los cuales el sodio entra a la célula para transmitir una señal nerviosa. Estos canales pueden permanecer abiertos por segundos a diferencia del período normal de pocas milésimas de segundo, después de la transmisión de la señal. La cipermetrina también interfiere con otros receptores en el sistema nervioso. El efecto resultante es una larga secuencia de impulsos repetitivos en los órganos sensitivos (The Journal of the Pesticides Trust 1995).

Los síntomas del envenenamiento incluyen sensaciones faciales anormales, mareo, dolor de cabeza, náusea, anorexia y fatiga, vómito y secreción estomacal incrementada. La cipermetrina es también un irritante para la piel y los ojos. Por lo regular, los síntomas deberán aparecer después de algunos días pero los pacientes severamente expuestos pueden sufrir además estirones musculares y ataques convulsivos. En tales casos, los síntomas pueden persistir por varias semanas (The Journal of the Pesticides Trust 1995).

b. **Toxicidad crónica.** Se han reportado síntomas crónicos después de estar en contacto con los piretroides. Los síntomas que se incluyen son trastornos cerebrales y locomotores, polineuropatía y supresiones inmunológicas, y que además se asemejan al síndrome de sensibilidad química múltiple (The Journal of the Pesticides Trust 1995).

c. **Carcinogenicidad.** Las opiniones difieren en cuanto al hecho de si la cipermetrina es un carcinógeno o no. La cipermetrina está clasificada por la EPA (Environmental Protection Agency) de Estados Unidos como una débil categoría C -un posible carcinógeno humano con evidencia limitada de carcinogenicidad en los animales pero sin ninguna evidencia en el caso de los humanos: produjo tumores benignos de pulmón en ratones hembras con dosis muy altas y tiene carcinogenicidad probable en el hígado de los roedores. Sin embargo, el punto de vista de WHO es que no hay ninguna evidencia de carcinogenicidad en ratones machos ya que los resultados de los estudios mutágenos han sido principalmente negativos (The Journal of the Pesticides Trust 1995).

d. **Mutagenicidad.** Se encontró que la cipermetrina era genotóxica en el bazo y en la médula espinal de los ratones 9, pero otros estudios han resultado negativos (The Journal of the Pesticides Trust 1995).

e. **Supresión inmunológica.** Las pruebas hechas con ratones han sugerido que los piretroides en general pueden tener un efecto de supresión inmunológica. La WHO concluye que "se debería poner más atención a ese aspecto, pero a la fecha, no se puede formular ninguna opinión acerca de su relevancia en la extrapolación de esta información para el ser humano" (The Journal of the Pesticides Trust 1995).

f. **Toxicidad en la reproducción.** Si la cipermetrina se administra a ratas embarazadas y recién nacidas puede causar un retraso funcional en la maduración del cerebro de las crías. El nivel de toxicidad en los críos es más alto mientras más pequeños sean éstos, esto también se debe a que las vías para degradar la cipermetrina aún no están bien desarrolladas en las ratas más pequeñas (The Journal of the Pesticides Trust 1995).

g. **Efectos en el Medio Ambiente.** Los piretroides se usan ampliamente debido a su baja toxicidad en general hacia los pájaros y mamíferos. Sin embargo, son altamente tóxicos para los organismos acuáticos y para los peces tanto como para las abejas -con la misma intensidad de acción en cada organismo. Los valores de LC 50 para peces pequeños y otros organismos acuáticos generalmente se encuentran por debajo de 1 mg/L, y el valor LD 50 para abejas es 0.03 -0.12 mg por abeja. Para su uso con rociadores hidráulicos convencionales, es necesario contar con zonas de tolerancia de 16-24 m para reducir la mortalidad de las mariposas en los alrededores (The Journal of the Pesticides Trust 1995).

Una vez aplicada, la cipermetrina es absorbida por los componentes del suelo y por lo tanto no es probable que alcance el agua del subsuelo. La cipermetrina no persiste en el suelo y es rápidamente degradada a productos menos tóxicos (con un período de vida media de 2 a 4 semanas) (The Journal of the Pesticides Trust 1995).

G. Mercado actual de productos para perros

Tapetes persa y almohadones de lujo, televisión de plasma, aire acondicionado, spa y la posibilidad de usar el "huesófono" para oír la voz de su amo son algunos de los servicios que los perros pueden gozar en el Pets Hotel, en California, EUA.

Mientras, en el American Dog and Cat Hotel de Las Vegas, encuentran lujosas suites para canes VIP ("very important pets") y condominios estilo mediterráneo para gatos, con música de fondo al estilo "new age" y manicure y pedicure para relajar a los huéspedes.

No sólo se trata de hoteles exóticos para visitantes de cuatro patas, sino de sitios que son muestra de un fenómeno evidente en el mundo de hoy: cada día es más fuerte la tendencia de mimar a las mascotas e invertir parte del presupuesto familiar para lograrlo.

En el país de El Salvador, la Dirección General de Estadísticas y Censos (DIGESTYC), basándose en los resultados preliminares de la Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares (ENIGH), revela que el gasto de los salvadoreños en las mascotas se está convirtiendo en parte importante del presupuesto mensual. Ese gasto podría, incluso, llegar a formar parte de la canasta de mercado (que agrupa los bienes básicos en los que gasta la familia y con los cuales se mide la inflación) en un futuro próximo.

Detrás del amor por perros y gatos está creciendo una gigantesca industria de productos y servicios, que mueve millones de dólares a escala global. En 2004, la industria de productos para mascotas sumó \$37 mil millones en Estados Unidos. Las tiendas Petco y PetSmart, especializadas en el segmento, ya sumaban 765 y 750 locales, respectivamente.

El año pasado, se estimaba que el 62% de los propietarios celebraba el cumpleaños de las mascotas en EUA, 73% había declarado que se endeudaría para cuidarlas y 20% las incluía en su testamento.

Las cifras astronómicas deslumbraban también en Europa y Asia. Alemania gastó unos \$3.5 mil millones en cuidar a las mascotas, mientras que en Inglaterra se desembolsaron \$150 millones solo en regalos de Navidad para los animales de compañía, y en España, el corte de cabello para perro llegó a valer 30 euros (unos \$36). Japón gasta un promedio de \$8 mil 800 millones al año en el cuidado de perros y gatos.

En El Salvador, las cifras no son tan certeras, pero quienes están involucrados de cerca en la industria están seguros de que hay un gran negocio en desarrollo, sobre todo cuando calculan que existe una población canina de entre 800 mil y 900 mil y una felina de 350 mil. La industria de alimentos para mascotas estima que en toda Centroamérica habitan unos 6 millones de perros, concentrados en mayor número en Guatemala, donde habría unos 2 millones.

De acuerdo con datos proporcionados por Distribuidora Los Héroes, empresa de productos y alimentos para mascotas salvadoreña, solo en la región metropolitana urbana hay un perro por cada 6.5 personas y un gato por cada 27. Por su parte, la Asociación Canófila de El Salvador (ACANSAL) tiene registrados unos 30 mil canes de raza pura en el país, de acuerdo con la directora del registro genealógico, Doris Cea.

Cada año, entre 600 y 900 perros se añaden a la lista, en un país en el que hay gente dispuesta a pagar lo que vale un buen cachorro y su registro, que cuesta alrededor de \$20. Las razas de perros pequeños que están más de moda en este momento, estima Cea, son la yorkshire terrier (los cachorros valen entre \$500 y \$600), la puddle toy (que vale unos \$300), la chihuahua (que se encuentra a unos \$400) y la schnauzer. Entre los perros de raza grande, los más populares son los golden retriever, los labrador, los pastor alemán, los boxer y los rottweiler, explica Cea, quien también es dueña de uno de los 19 criaderos de perros que según ACANSAL existen en El Salvador. Estos criaderos se dedican a reproducir las razas puras para su posterior venta. “También hay quienes mandan a traer a sus perras a Alemania o importan perros de raza que afuera no les cuestan menos de \$1 mil”, aclara Cea.

El primer gasto que hacen los salvadoreños es, entonces, la compra misma de las mascotas. Quienes adquieren perros cruzados, pueden adquirirlos desde \$50. El caso es que la percepción generalizada de la industria es que no solo quien ha gastado una alta suma de dinero en comprar su perro es quien luego invierte en cuidarlo. “Podemos ver que a veces la gente con menos recursos económicos es la que está más pendiente de comprarle su alimento balanceado al perro”, asegura Francisco Sol, gerente de ventas de la única empresa productora de comida para mascotas en el país, Tecnutral.

La afirmación es respaldada por veterinarios e instructores de perros. Rafael Telles, director del club de obediencia de ACANSAL y quien posee una escuela para perros, afirma que entre los canes que ha entrenado ya ha tenido callejeros. <<Vienen perritos feitos a entrenarse, pero la gente los quiere. A veces ni siquiera se imagina uno, pero gente de clase media se entusiasma bastante y hace un gran sacrificio en mandar a los perros a la escuela>>, sentencia Telles. Un entrenamiento de un mes en su escuela en San José La Majada, incluyendo hospedaje y excluyendo comida y ajuar, cuesta alrededor de \$175. En esas instalaciones se entrenan de ocho a diez perros por mes. El número podría ser más grande por la demanda, pero el espacio lo limita. En la escuela de obediencia de ACANSAL también se dan clases particulares a un precio de \$7 cada una. Además ofrecen la opción de pagar \$60 por un trimestre de clases grupales, tres veces por semana. También existen entrenadores que van a domicilio. En el país, se ofrece entrenamiento para que los perros sean obedientes en casa, pero también especializado en cacería, pastoreo, seguridad e incluso belleza (para show).

1. **Diversificación.** En la década de los sesenta, existía apenas un par de clínicas veterinarias en el país y en América Latina escasamente se encontraban alimentos para animales, recuerda el veterinario y empresario Rodolfo Rosales, quien es director ejecutivo de Distribuidora Los Héroes y parte de las clínicas de Grupo Vet, asegura que quien quería estudiar veterinaria en esa época lo hacía fuera del país, pues no existían escuelas especializadas.

Los desechos de cerdo, llamados sancocho, y las sobremesas (o sobras) eran el principal alimento de los canes, y llevarlos al veterinario no era una práctica común. <<La gente llegaba con pena, porque no se veía bien que gastara en la salud de un animal>>, afirma Rosales, que fundó en 1974 la veterinaria Los Héroes. En los años setenta comenzó a crecer un poco el número de veterinarias. <<La gente empezó a salir del país, venían diplomáticos acostumbrados a cuidar a sus mascotas, se empezó a dar un cambio cultural>>, dice Rosales. Ese cambio cultural es evidente en la actualidad, influenciado un tanto por los salvadoreños residentes en el exterior.

Las clínicas veterinarias se han multiplicado y, no solo eso, se han diversificado para ofrecer una serie de servicios que a veces son tan o más rentables que las consultas mismas. Datos preliminares del directorio de establecimientos económicos del VII Censo Económico 2005 de la DIGESTYC registran que existen al menos 70 clínicas veterinarias en el país (San Salvador).

Sin embargo, Rosales estima que hay más de 90. <<El 95% de estas clínicas está en la zona metropolitana>>, apunta. Una consulta veterinaria cuesta entre \$7 y \$10, pero en el primer año de vida de un cachorro, debido a las vacunas, se puede llegar a gastar entre \$175 y \$200 solo en controles veterinarios, sin tener en cuenta posibles enfermedades. Algunas veterinarias ofrecen como servicio

adicional la peluquería canina, así como la venta de artículos relacionados con el cuidado de perros, como champú, collares, cadenas, platos y hasta alimentos. <<La gente ya no sólo va a llevar a la consulta a la mascota, ni a traer solo la comida o champú, sino que puede encontrar accesorios surtidos>>, apunta Rosemarie de Argüello, gerente de la distribuidora CRS. <<Es un negocio y están en boom>>, dice un veterinario que pide reserva. Una peluquería canina llega a recibir entre 30 y 70 visitantes diarios. Un baño puede costar entre \$5 y \$7, pero con corte o champús especiales alcanza los \$12. También hay servicio de “pedicure”, peinados, baños relajantes y mucho más. Todo un salón de belleza. Dentro de las clínicas veterinarias y en otros negocios independientes también se está popularizando ofrecer servicios de hospedaje para perros, para que durante las vacaciones de sus amos no se queden solos en casa. Un hospedaje normal puede costar entre \$5 y \$10 diarios, sin incluir comida.

En general, la DIGESTYC señala que al menos 252 personas trabajan en clínicas veterinarias, hospitales, salas de estéticas y servicios para mascotas.

(Santamaría 1996).