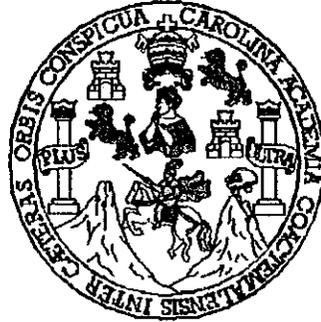


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

DISEÑO DE UNA PLANTA PARA LA FABRICACIÓN DE TENSO-ACTIVOS

TESIS

PRESENTADA A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA

FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

JUAN LUIS CURAN PADILLA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO QUÍMICO

GUATEMALA OCTUBRE DE 1999



HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de tesis titulado:

DISEÑO DE UNA PLANTA PARA LA FABRICACIÓN DE TENSO-ACTIVOS

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Química, con fecha 8 de marzo de 1999.

JUAN LUIS CERAN PADILLA

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

NÓMINA DE LA JUNTA DIRECTIVA

DECANO:	Ing. Herbert René Miranda Barrios
VOCAL 1°.	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL 2°.	Ing. Carlos Humberto Pérez Rodríguez
VOCAL 3°.	Ing. Jorge Benjamín Gutiérrez Quintana
VOCAL 4°.	Br. Oscar Stuardo Chinchilla Guzmán
VOCAL 5°.	Br. Mauricio Alberto Grajeda Mariscal
SECRETARIA	Inga. Gilda Marina Castellanos Baiza de Illescas

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Raúl Francisco Molina Mejía
EXAMINADOR	Ing. Oscar Avendaño Arenas
EXAMINADOR	Ing. Julio Alberto Rivera Palacios
EXAMINADOR	Ing. Mario Estuardo Orellana Vitola
SECRETARIO	Ing. Carlos Enrique Cabrera García

Guatemala 23 de Agosto de 1999.

Ingeniero
Otto Raúl de León de Paz
Director
Escuela de Ingeniería Química
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ingeniero de León:

Por este medio me dirijo a usted para hacer de su conocimiento que he revisado el informe final de tesis del estudiante *Juan Luis Curan Padilla*, titulado: **“DISEÑO DE UNA PLANTA PARA LA FABRICACION DE TENSO-ACTIVOS”**, por lo que me permito dar la aprobación respectiva.

Agradeciendo la atención a la presente, me suscribo de usted,

Atentamente,

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'R. Silva', written over a horizontal line.

Ing. Roberto Silva
ASESOR
Colegiado 417



FACULTAD DE INGENIERIA

Guatemala 1 de Septiembre de 1999.
Ref. EIQ.203

Ingeniero
Otto Raúl de León de Paz
Director Escuela de Ingeniería Química
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ingeniero de León:

Por este medio me permito hacer de su conocimiento que he revisado el informe final de tesis del estudiante *Juan Luis Curan Padilla*, titulado: **“DISEÑO DE UNA PLANTA PARA LA FABRICACION DE TENSO-ACTIVOS”**, dejando constancia de mi aprobación, para proceder a la autorización del respectivo trabajo.

Sin otro particular y agradeciendo la atención que se sirva dar a la presente lo saluda,

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Ing. Manuel Gilberto Galván Estrada
REVISOR



FACULTAD DE INGENIERIA

El Director de la Escuela de Ingeniería Química, Ing. Otto Raúl de León de Paz, después, de conocer el dictamen del Asesor con el Visto Bueno del Jefe de Departamento, al trabajo de Tesis del estudiante Juan Luis Curan Padilla, titulado: **DISEÑO DE UNA PLANTA PARA LA FABRICACION DEL TENSO-ACTIVOS**, procede a la autorización del mismo.

Ing. Otto Raúl de León de Paz
DIRECTOR ESCUELA INGENIERIA QUIMICA



Guatemala, octubre de 1,999.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

El Decano de la Facultad de Ingeniería, luego de conocer la autorización por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Química, Ing. Otto Raúl de León Paz, al trabajo de Tesis titulado: **DISEÑO DE UNA PLANTA PARA LA FABRICACION DE TENSO-ACTIVOS** del estudiante **Juan Luis Curaj Padilla**, procede a la autorización para la impresión de la misma.

IMPRIMASE:

Ing. Herbert René Miranda Barrios
DECANO



Guatemala, octubre de 1,999.

AGRADECIMIENTO

Al Ing. Manuel G. Galván

**Por el valioso tiempo invertido en la
revisión de éste trabajo.**

Al Ing. Roberto Silva

Por su acertada asesoría.

DEDICATORIA

- A Dios** Por la bendición, fe y fortaleza que me ha brindado.
- A mis padres** Por su cariño, paciencia y apoyo incondicional.
- A** Laura, mi tesoro, luz y alegría de mi vida.
- A** Anabella y mi AnaLú, con el infinito amor de ayer, de hoy y de siempre.

ÍNDICE GENERAL

	Página
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	III
GLOSARIO	IV
FIGURAS.....	V
SUMARIO	VI
INTRODUCCIÓN	VII
1. ANTECEDENTES.....	1
1.1 Emulsiones.....	1
1.2 Tipos de emulsificantes.....	1
1.3 Emulsificantes	2
1.4 Mecanismos de acción de los emulsificantes.....	3
1.5 Clasificación de los emulsificantes.....	3
1.5.1 Emulsificantes iónicos	4
1.5.2 Catiónicos	4
1.5.3 Aniónicos	4
1.5.4 No aniónicos	5
1.5.5 Emulsificantes anfotéricos	5
1.6 Aspectos generales de los tensoactivos	5
1.6.1 La Solubilidad	7
1.6.2 Equilibrio	7
1.7 Propiedades físicas	8
1.7.1 Influencia del número de carbonos en la molécula..	8
1.8 División de los agentes tensoactivos	9
1.8.1 Agentes aniónicos	9
1.8.2 Agentes catiónicos	10
1.8.3 Agentes no iónicos	10
1.8.4 Agentes anfotericos	12
1.9 Emulsiones	12
1.9.1 Emulsiones de aceite en agua	13
1.9.2 Emulsiones de agua en aceite	13
1.9.3 Emulsión dual o inversión	13
1.9.4 Teoría de la micela	14
1.9.5 Emulgentes	14
1.10 Observaciones de las emulsiones	15
1.10.1 Centrifugación	15
1.10.2 Dilución	16
1.10.3 Examen microscópico	16
1.10.4 Observación de la capa sobrenadante	16

2.	JUSTIFICACIÓN	17
3.	OBJETIVOS	18
	3.1 General	18
	3.2 Específicos	18
4.	HIPÓTESIS	19
5.	PARTE EXPERIMENTAL	20
	a) Diseño experimental del emulsificante no iónico balanceado.....	20
	b) Diseño experimental del emulsificante no iónico	23
	c) Diseño experimental del emulsificante aniónico	26
	d) Diseño del sistema de agitación para la fabricación de los Tensoactivos	31
	e) Diagrama de flujo del sistema de fabricación de los tenso-Activos	35
6.	RESULTADOS	36
	6.1 Tensoactivo no ionico balanceador	36
	6.1.1 Formulación	36
	6.1.2 Estabilidad de la emulsión expresada como porcentaje de crema	36
	6.2 Tensoactivo no ionico	37
	6.2.1 Formulación	37
	6.2.2 Estabilidad de la emulsión expresada como porcentaje de crema	38
	6.2.3 Representación gráfica de la estabilidad	38
	6.3 Tensoactivo aniónico	39
	6.3.1 Formulación	39
	6.3.2 Estabilidad de la emulsión expresada como porcentaje de crema	39
	6.3.3 Representación gráfica de la estabilidad	39
7.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS	40
	CONCLUSIONES	43
	RECOMENDACIONES	44
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	45
	APÉNDICE	47

INDICE DE ILUSTRACIONES

TABLAS

No.	TÍTULO	PÁGINA
I	Estabilidad de la emulsión prueba No.1 del tensoactivo no iónico Balanceado.	22
II	Estabilidad de la emulsión patrón del tensoactivo no iónico balanceado.	22
III	Estabilidad de la emulsión prueba No.1 del tensoactivo no iónico de carácter lipofílico.	25
IV	Estabilidad de la emulsión patrón del tensoactivo no iónico de carácter lipofílico.	25
V	Estabilidad de la emulsión prueba No.1 del tensoactivo Aniónico.	30
VI	Estabilidad de la emulsión prueba patrón del tensoactivo Aniónico.	31
VII-XII	Estabilidad de la emulsión del tensoactivo no iónico Balanceado.	53
XIII-XXII	Estabilidad de la emulsión del tensoactivo no iónico (lipofílico).	59
XXIII-XLIX	Estabilidad de la emulsión del tensoactivo aniónico (hidrofílico).	69

GLOSARIO

Emulsión	Es el sistema heterogéneo formado por la dispersión de pequeños glóbulos de un líquido en otro.
Concentrado emulsificable	Es el sistema líquido plaguicida de una sola fase y que posee la propiedad de formar una emulsión, cuando se mezcla con agua.
Expontaneidad	Es la propiedad de un líquido concentrado emulsificable de suspenderse instantáneamente en aguas de dureza conocida, obteniéndose una emulsión libre de gránulos u otros materiales.
Grado de estabilidad de la emulsión	Representa la medida de la separación de la crema, de aceite o agua a intervalos de tiempo determinados.
Separación de crema	Es la formación de una capa cremosa en la parte superior o inferior de la emulsión y que contiene una mayor proporción de la fase dispersa que el resto de la emulsión.
Separación de agua	Es la aparición de una zona transparente y generalmente incolora en la parte inferior o superior de la emulsión.
Separación de aceite	Es la aparición de una zona de aspecto oleoso en la parte superior o inferior de la emulsión, que tiene lugar cuando la emulsión se rompe parcial o totalmente.

FIGURAS

No.	TÍTULO	PÁGINA
1	Análisis del tensoactivo no iónico balanceado	20
2	Análisis del tensoactivo no iónico de carácter lipofílico	23
3	Análisis del tensoactivo no iónico de carácter lipofílico (continuación)	23
4	Análisis del tensoactivo aniónico (rango 0.14 - 7)	26
5	Análisis del tensoactivo aniónico (rango 0.16 - 6)	27
6	Análisis del tensoactivo aniónico (rango 0.2 - 5)	27
7	Análisis del tensoactivo aniónico (rango 0.25 - 4)	28
8	Análisis del tensoactivo aniónico (rango 0.33 - 3)	28
9	Análisis del tensoactivo aniónico (rango 0.50-2)	29

SUMARIO

El presente proyecto de tesis consiste en el diseño experimental de un proceso para la fabricación de tensoactivos de carácter no Iónico y Aniónico utilizados en la formulación de concentrados emulsificables, se presenta también el diseño de una planta para su elaboración.

Del diseño experimental se concluye que el tensoactivo no iónico requiere para su formulación: 40% en peso de dodecilbencensulfonato de calcio, 50% en peso de nonifenol de 30 moles y un 10% en peso de benceno, este tensoactivo por sus componentes es de carácter lipofílico. El tensoactivo aniónico requiere para su formulación: 50% en peso de dodecilbencensulfonato de calcio, 30% en peso de nonifenol de 12 moles y un 20% en peso de nonifenol de 10 moles. Debido a sus componentes es un tensoactivo con características hidrofílicas. Por último, el tensoactivo no iónico balanceador requiere para su formulación: 50% en peso de dodecilbencensulfonato de calcio y 50% en peso de polialquilenglicol eter.

Para la fabricación se utiliza un tanque agitado de acero inoxidable equipado con deflectores y agitador de turbina de paletas planas; con una capacidad de 500 galones, siendo su operación de tipo batch.

INTRODUCCIÓN

El propósito de este trabajo de tesis es fabricar tensoactivos no iónicos y aniónicos utilizados para las formulaciones de insecticidas organofosforados (concentrados emulsificables) utilizados en nuestro país.

Estos tensoactivos cumplen con las siguientes características.

- ◆ pH: entre 5.00 y 7.00
- ◆ Humedad: menor que 0.5%
- ◆ Emulsión: 0.5% de cremado en aguas de 50 y 500 ppm de dureza, en un tiempo de 2 horas de análisis, a una temperatura de 30°C, y 2% de cremado, en aguas de 50 y 500 ppm de dureza en un tiempo de 24 horas.
- ◆ Carácter: no iónico, aniónico y balanceadores.
- ◆ Viscosidad: rango entre 1,500 – 4,000 cps.

Los resultados obtenidos del diseño experimental, comparados con los tensoactivos patrones, no arrojaron diferencia significativa. Estos resultados son de gran valor porque en el mercado local estos productos se importan, por lo que la producción local brinda una opción más, ya que el tensoactivo obtenido tiene la misma calidad que el importado, por lo que se puede sin ninguna dificultad, suplir ésta demanda.

Lo anterior demuestra que se puede contribuir al aspecto económico productivo del país.

1. ANTECEDENTES

1.1 Emulsiones

Una emulsión es un sistema de dos fases inmiscibles, una de las cuales esta suspendida en la otra. Las dos fases son inmiscibles ya que las fuerzas de cohesión son mayores que las de adhesión.

Las moléculas de superficie de una fase están sujetas a fuerzas cohesivas no compensadas hacia el interior de la fase, esto hace que el líquido presente la menor superficie y permanezca en forma de glóbulos.

Para lograr una emulsión es necesario que las fuerzas cohesivas entre las moléculas de una de las fases sean disminuidas. Al disminuir las fuerzas cohesivas de una de las fases ésta rodeará la otra. Para disminuir las fuerzas cohesivas se usan sustancias que tienen la propiedad de migrar a la superficie interfacial y provocar dicho fenómeno. A estos se les llama **EMULSIFICANTES**, que son solutos de superficie activa, tensoactivos o surfactantes.

1.2 Tipos de Emulsificantes

Las emulsiones constan de una fase oleosa y una acuosa, se clasifican según sea la fase dispersa.

Si la fase dispersa es la oleosa se dice que es una emulsión aceite en agua y si la fase dispersa es la acuosa, se dice que es una emulsión agua en aceite.

1.3 Emulsificantes

Son aquellos compuestos químicos que se acumulan en la superficie interfacial de dos líquidos inmiscibles, disminuyendo la tensión interfacial del que lo disuelve más fácilmente.

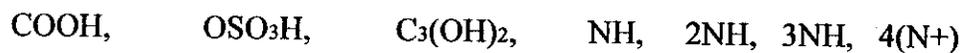
Las moléculas de los emulsificantes están formadas por una parte hidrofílica y una lipofílica, es casi siempre una cadena hidrocarbonada alifática o un radical aromático alifático. Las partes hidrofílicas son las que determinan la solubilidad en agua y consisten en grupos ácidos y básicos.

La disposición asimétrica de la molécula, con dos porciones opuestas en su solubilidad, es la causante de la distinta afinidad por las fases. Por la distinta afinidad por las fases, hace que las moléculas se sitúen en la superficie interfacial formando barreras moleculares que evitan la coalescencia de la fase dispersa.

Los grupos hidrofílicos pueden ser fuertes o débiles. Los débiles son grupos que no forman sales por estar intercalados como grupos de enlace, por ejemplo:



Los grupos fuertes forman sales y pueden ser ácidos o básicos por ejemplo:



Los grupos lipofílico son radicales hidrocarbonados por ejemplo:

CH_3 $(\text{H}_2)_x$ o grupos aromáticos sustituidos. De la longitud de la cadena y de su ramificación dependen las propiedades tensoactivas del material.

1.4 Mecanismos de acción de los emulsificantes

Al poner dos líquidos inmiscibles en contacto, aparece entre ellos una interfase. Se coloca en esta interfase una cantidad dada de emulsificante que se solubiliza y se extiende libremente. Al extenderse forma moléculas mono o multimoleculares, que disminuyen fácilmente las fuerzas cohesivas de la fase que lo disuelve, constituyéndose en la fase continua.

Al agitar el sistema, se forman glóbulos dispersos en la fase continua y la película de emulsificantes les impide coalescer.

Una emulsión existe como resultado de dos procesos competitivos, que son de dispersión de un líquido en otro en forma de gotas y la combinación de éstos para formar las dos fases separadas de nuevo, el primer proceso incrementa la energía libre del sistema, el segundo lo reduce. Esto se debe a que el segundo proceso es espontáneo.

1.5 Clasificación de los emulsificantes

Los compuestos sintéticos se dividen en iónicos, no iónicos y anfotéricos.

1.5.1 Emulsificantes iónicos

Los emulsificantes iónicos se dividen en aniónicos y catiónicos dependiendo de la porción característica tensoactiva del compuesto en la que se encuentran, ya sea como anión o catión.

En los emulsificantes iónicos, las porciones hidrofílicas son frecuentemente débiles a su atracción por el agua, aumentando con un ión inorgánico. Son sensibles a la presencia de otros iones, por lo que son inefectivos en aguas duras o en presencia de electrolitos.

1.5.2 Catiónicos

Los emulsificantes catiónicos reciben este nombre por ser en este grupo en el que reside la actividad superficial de la molécula.

1.5.3 Aniónicos

Los emulsificantes aniónicos, también reciben este nombre por ser en este grupo donde reside la actividad superficial de la molécula.

1.5.4 Emulsificantes no aniónicos

Son sustancias que no se disocian, pero que poseen en la misma molécula afinidad por las grasas y el agua. Son los grupos hidróxilo o las uniones eter o éster los que generan la acción hidrofílica.

Su extenso uso se debe a que no reaccionan con los emulsificantes iónicos, no son susceptibles a cambios de pH, ni a la presencia de otros iones. Es decir que las emulsiones realizadas con emulsificantes no iónicos pueden acidificarse, neutralizarse, alcalinizarse o agregarse electrólitos, sin afectar su estabilidad.

1.5.5 Emulsificantes anfotéricos

Se llaman emulsificantes anfotéricos aquellas sustancias que pueden actuar como catiónicos o aniónicos. Su actuación como catiónicos o aniónicos depende del pH del medio.

1.6 Aspectos generales de los tensoactivos

El agente tensoactivo disminuye la tensión interfacial o de superficie de un líquido. Esta disminución reduce la cohesión en la fase interna.

La molécula de un tensoactivo tiene uno o más grupos o cadenas que tienen afinidad por el agua o sea que actúan como un agente hidrofílico y otro como agente hidrófobo.

La porción de hidrocarburo de la molécula es extraída por cualquier grupo hidrofílico y la otra porción por grupos hidrófobos semejantes. Se han definido también como agentes tensoactivos aquellos compuestos que tienen una cadena larga conteniendo una cabeza soluble en aceite y una larga cola soluble en agua o viceversa.

El grupo hidrofílico en la molécula del agente tensoactivo está caracterizado por su polaridad.

Por otro lado, el grupo hidrófobo o hidrocarburo caracteriza la porción no polar de la molécula, entre las que están:

- a) Grupo Alkil: de cadena recta de 8 a 18 átomos de carbono, derivados de los ácidos grasos naturales.
- b) Grupo Alkil: de 3 a 8 átomos de carbono, son frecuentemente atacados por un núcleo aromático.
- c) Cadenas ramificadas mono-olefinicas: de 8 a 20 átomos de carbono que puede ser condensada con benceno.
- d) Hidrocarburos del petróleo: de 8 a 20 o más átomos de carbono derivados de kerosina, aceites ligeros o fracción de cera parafinica.
- e) Acidos naftalénicos derivados de algunos tipos de petróleo.
- f) Alcoholes de cadenas largas e hidrocarburos derivados de fischer-tropsh y síntesis relacionadas.
- g) Aromáticas modificadas por terpenos o alcoholes de terpeno.

Los dos factores más importantes en el campo de los agentes emulsificantes son: solubilidad y equilibrio.

1.6.1 La solubilidad

La solubilidad de un hidrocarburo en el agua se obtiene por introducción de grupos solubilizantes, como por ejemplo: HSO_3 o HSO_4 . Por aumento de grupos hidrofílicos o por combinación de éstos con sales de metales alcalinos, amidas, sulfamidas con mono, di y trihidroxialquilamidas.

La solubilidad de una molécula depende de la longitud de las cadenas y del grupo hidrofílico; un incremento en la primera, facilita la solubilidad en los aceites y viceversa. Se ha demostrado que los dobles enlaces aumentan la solubilidad de la molécula en agua.

1.6.2 Equilibrio

Es la relación que existe entre el grupo hidrofílico e hidrófobo en la misma molécula. Si una sustancia es soluble en agua, el equilibrio está desplazado a favor del lado hidrofílico. Por el contrario cuando el equilibrio tiende hacia el hidrófobo, la molécula no será soluble en solventes acuosos pero sí será soluble en los no acuosos y en hidrocarburos.

1.7 Propiedades físicas

Los agentes tensoactivos cuando se hallan libres de sales inorgánicas son cuerpos generalmente pastosos o gelatinosos. Como propiedades pueden citarse la detergencia, la humectación, la formación de espuma, la dispersión y la emulsificación.

1.7.1 Influencia del número de carbonos en la molécula

Tomando como base una familia de humectantes sencillos cuya fórmula es $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_x\text{COOH}$, se analizan los siguientes casos:

- 1) Si x tiende a 0 implica un producto soluble en agua.
- 2) Si x tiende a 6, el material se hace demasiado insoluble para actuar como agente humectante.
- 3) Si $x = 8$ aparecen propiedades coloidales.
- 4) Si x tiende a 14, 16 y 18 la solubilidad en agua disminuye.

Se logra aumentar la solubilidad de la serie añadiendo un doble enlace, sin afectar las propiedades tensoactivas del producto, pero no se mejora su poder humectante; esto se debe a que los dobles enlaces son de carácter hidrofílico. Para muchos tensoactivos, cuando el número de carbonos aumenta de 12 a 18 el poder humectante y penetrante disminuye. El poder detergente aumenta y la resistencia para el agua dura disminuye.

Las propiedades humectantes de los ácidos grasos aumenta empleando sales metálicas de otros compuestos básicos como:

El amoníaco y sus derivados

El etil y metil amina

El dietil amina

El dietilendiamina

Mono, di y tri etanolamina

Los compuestos cíclicos se usan frecuentemente como partida en la obtención de agentes humectantes, así tienen un elevado poder humectante los anillos de solo 6 carbonos.

1.8 División de los agentes tensoactivos

Pueden dividirse los agentes tensoactivos en cuatro grupos: aniónicos, catiónicos, no iónicos y anfotéricos.

1.8.1 Agentes aniónicos

Pueden ionizarse en solución para dar un ion largo cargado negativamente (anión) y un pequeño cargado positivamente.

Estos agentes aniónicos se subdividen en cuatro categorías según su estructura química:

Sulfatos

Ácidos alquil sulfónicos y sus sales

Ácidos carboxílicos y sus sales

Ácidos alcaril sulfónicos y sus sales

1.8.2 Agentes catiónicos

Pueden ionizarse para dar un ion largo con carga positiva (catión) y un pequeño con carga negativa.

Se caracterizan porque:

a) Son atraídos eléctricamente y se unen con los agentes tensoactivos de carga negativa.

Pueden dividirse en:

Sales aminas

Compuestos cuaternarios de amonio y mezcla de ambos

1.8.3 Agentes no iónicos

Estos no se ionizan en solución, son compatibles con cualquier agente catiónico o aniónico su efectividad es independiente de la dureza del agua o del pH de la emulsión.

Pueden ser clasificados según tengan:

Alcoxi eter

Alcoxi ester

Cadenas de amidas

Para la solubilización de grupos, los primeros presentan gran estabilidad ante la hidrólisis y la resistencia del enlace etéreo al agua dura.

Pueden dividirse en tres clases según sea su comportamiento con el agua:

a) Los no dispersables

No se pueden dispersar en el agua o se dispersan muy poco. Sin embargo, pueden embeber una gran cantidad de agua, tienen un aspecto aceitoso y una tensión superficial baja que en consecuencia disminuyen la tensión superficial de los aceites en los cuales se disuelven.

b) Los dispersables

Se dispersan cuando se agitan con el agua. Algunos de los compuestos de este grupo son capaces de disolver considerables cantidades de agua sin enturbiarse.

c) Los hidrosolubles

Son solubles en agua. La solución formada permanece clara u opalescente. No son compatibles con todos los disolventes apolares. En este grupo se encuentran compuestos capaces de una acción humectante y penetrante intensa, particularmente en soluciones acuosas de electrólitos y sales metálicas.

Por pequeñas adiciones de disolventes alcohólicos y ácidos grasos pueden crearse cambios en la solubilidad, lo mismo sucede en presencia de electrólitos.

1.8.4 Agentes anfotéricos

Son llamados también anfotéricos pues asumen un carácter aniónico o catiónico. El carácter aniónico es una función del pH del sistema.

Entre los anfotéricos se tienen:

- Compuestos amino y carboxílicos.
- Aminos y esteres sulfúricos.
- Amino y ácidos alcanosulfónicos.
- Amino y ácidos aromáticos sulfónicos.
- Mezcla de combinaciones de grupos ácidos y básicos.

1.9 Emulsiones

Una emulsión es usualmente una dispersión de dos líquidos insolubles mutuamente. Una emulsión usualmente contiene agentes emulsificantes (agentes tensoactivos) para estabilizar la dispersión de los dos líquidos insolubles.

El fluido disperso es llamado la fase discontinua o interna y el medio dispersante es llamado la fase continua o externa.

Las emulsiones son consideradas de tres clases:

- a) Aceite en agua.
- b) Agua en aceite.
- c) Dual.

El tipo de emulsión formada es una función de la viscosidad, constante dieléctrica, concentración relativa y gravedad específica de las dos fases.

1.9.1 Emulsiones de aceite en agua

Consiste en una dispersión del aceite como la fase interna y agua como la fase continua o externa. Como el agua es la fase continua, una gota de una emulsión de aceite en agua se despliega o esparce al entrar en contacto con la superficie del agua pero no necesariamente retendrá su estabilidad.

Si se desea una emulsión de aceite en agua, el aceite es generalmente añadido al agua, con la ayuda de agentes hidrofílicos.

1.9.2 Emulsiones de agua en aceite

Consiste en una dispersión que tiene aceite como fase externa y agua como interna.

Una emulsión de esta clase puede ser reconocida por su dispersión en agua, es decir, se unen las moléculas de tal forma que forman pequeñas gotas, por lo que no pueden ser diluidas por agua. Para la formación de estas emulsiones, se hace uso de agentes hidrófobos.

1.9.3 Emulsión dual o inversión

La inversión es el proceso de un cambio simultáneo de las fases internas y externas. Puede ser el resultado de una acción mecánica o química, aquí se hace uso de agentes emulsificantes que son solubles en ambas fases.

Una emulsión que es parcial invertida es llamada emulsión dual, es el resultado de la reversibilidad dentro de la emulsión después que ha sido formada. Una porción de fase continua está presente dentro de las gotas de la fase dispersa.

1.9.4 Teoría de la Micela

Una micela es una pequeña agregación de moléculas de agentes tensoactivos en la emulsión. Estas moléculas son orientadas con la parte hidrofílica hacia la parte acuosa.

Cuando el tensoactivo es añadido al sistema, un equilibrio dinámico es formado entre las micelas y el tensoactivo solubilizado. Este equilibrio prevalece hasta que el sistema esta saturado con el tensoactivo en el cual la formación de micelas se convierte en dominante, de ahí, la adición de más tensoactivo solo formará Micelas.

1.9.5 Emulgentes

Se puede afirmar que las emulsiones concentradas son más estables que las diluidas, esto se debe a la viscosidad de las primeras, lo que evita que las partículas entren en contacto unas con otras reuniéndose para separar dos líquidos.

La estabilidad de las emulsiones puede aumentarse por la adición de coloides protectores. Estas sustancias de peso molecular elevado, generalmente se emplean en pequeñas cantidades (1%).

Entre las coloides protectores se encuentran:

- Gelatina.

- Cola.
- Almidón.
- Caseína.
- Leticina, etc.

1.10 Observación de las emulsiones

Las emulsiones se clasifican mediante muchos métodos incluso la conversión a baja temperatura y alta temperatura, congelación, centrifugación, dilución, examen microscópico, observación de separación del aceite y de capa sobrenadante, modificaciones de viscosidad con la edad de la emulsión, etc.

1.10.1 Centrifugación

Acelera el efecto de la gravedad por lo que se considera como una prueba de envejecimiento acelerado de la emulsión. Sin embargo, con el envejecimiento la película interfacial entre las fases de una emulsión puede cambiar y dar como resultado la destrucción de la emulsión.

Una emulsión centrifugada muestra solo la separación que ocurre con la película interfacial bajo la condición que predomina en el momento de la centrifugación, lo cual es usualmente sólo en un período de tiempo corto después de la preparación.

I.10.2 Dilución

Es un método frecuentemente usado para evaluar las emulsiones. Es probable que la emulsión concentrada, especialmente si va diluida, esté acompañada por una disminución de la viscosidad.

I.10.3 Examen microscópico

Usado para determinar el ritmo de crecimiento del tamaño de las partículas, pero toma habitualmente demasiado tiempo, por lo que no tiene mucho uso.

I.10.4 Observación de capa sobrenadante

Es uno de los métodos usados con más frecuencia, una emulsión no se descompone verdaderamente hasta que las partículas no se aglutinen y las dos fases coexistan en una forma dispersa.

2. JUSTIFICACIÓN

Uno de los componentes en la fabricación de concentrados emulsificables, son los tensoactivos, la mayoría de formuladoras existentes en Guatemala los importan, debido a la dificultad de conseguirlos en el mercado local.

Por medio de este estudio experimental se pretende diseñar un sistema para la elaboración de tensoactivos, contribuyendo de alguna manera al aspecto económico – productivo de país.

3. OBJETIVOS

3.1 General

- Fabricación de tensoactivos no iónicos y aniónicos para la formulación de concentrados emulsificables.

3.2 Específicos

- Diseño del sistema tanque agitado para la formulación de los tensoactivos.
- Establecer parámetros de la estabilidad de la emulsión de los tensoactivos.
- Determinar diferencias significativas en las formulaciones de plaguicidas con los tensoactivos patrones y los tensoactivos formulados.
- Determinar parámetros fisicoquímicos de los tensoactivos formulados.

4. HIPÓTESIS

Es posible la fabricación de tensoactivos de carácter no iónicos y aniónicos para la formulación de concentrados emulsificables, teniendo como base principal el dodecibencensulfonato de calcio, mezcla de nonilfenoles y solventes afines, para lograr una calidad equivalente de los productos que se encuentran actualmente en el mercado.

5. PARTE EXPERIMENTAL

a) Diseño experimental para la fabricación del emulsificante no iónico balanceado.

1. Las características a comparar:

- Viscosidad 4000 cps
- pH 5-7
- Carácter no iónico
- Emulsión: pruebas en agua de 50 y 500 ppm de dureza a 30°C durante 24 horas aceptando como máximo en 2 horas, 2 ml de cremado y en 2 horas 2 ml de aceite y 3% de separación de agua.

2. Variación de componentes

Figura No. 1 Emulsificante no iónico balanceado rango de la relación dodecibencensulfonato de calcio y polialquilen glicol eter con un rango de 0.43 – 2.34

Componente	P1	P2	P3	P4	P5	P6
Dodecibencensulfonato de calcio	30	40	45	50	60	70
Polialquilen glicol eter	70	60	55	50	40	30

3. Evaluación de los emulsificantes.

Estas pruebas se evaluaron con malation 960 EC de acuerdo con la siguiente formulación

Ingrediente	% peso
Malation 95%	86.00
Emulsificante balanceador	8.0
Xileno	6.0

Con esta formulación se evaluarán 6 pruebas para determinar la estabilidad de la emulsión, además se comparará con el emulsificante patrón.

4. Procedimiento de trabajo

- Formulación del emulsificante no iónico balanceado.
- Formulación del malation 960 EC con el emulsificante desarrollado.
- Formulación del malation 960 EC con el emulsificante patrón.
- Análisis de estabilidad de emulsión con las dos formulaciones.

5. Evaluación de estabilidad referente a la prueba No.1 de la figura No.1.

Tabla No. 1 Estabilidad de la emulsión expresada como porcentaje de crema en la formulación del malation 960 EC.

Dureza del agua	15	30	1	2	24
0	1	1.5	2	4	5
50	1.3	1.7	2.4	5	5
500	1.5	2	3	5	5

Tabla No. 2 Estabilidad de la emulsión expresada como porcentaje de crema en la formulación del malation 960 EC con el emulsificante patrón.

Dureza del agua	15	30	1	2	24
0	0	0	0	0.5	2
50	0	0	0	0	1
500	0	0	0	0	0

Los resultados de las demás pruebas aparecen en el apéndice (tablas No. VII – XII). La prueba con una relación entre el dodecibencensulfonato de calcio y el polialquilen glicol eter de 1 resultó ser lo mejor, no existiendo diferencia significativa con la prueba patrón.

b) Diseño experimental para la fabricación del emulsificante no iónico.

1. las características a comparar:

- Viscosidad 2700 cps
- Carácter no iónico
- pH 5-7
- Emulsión como la del inciso (a).

2. Variación de componentes.

Figura No. 2 Emulsificante no iónico con % fijo de solvente y una relación de dodecilbencensulfonato de calcio y nonilfenol de 30 moles en un rango de 0.34-3.

Componente	P1	P2	P3	P4	P5
Dodecilbencensulfonato de calcio	20	30	40	50	60
Nonilfenol 30 moles	60	50	40	30	20
Benceno	20	20	20	20	20

Figura No. 3 Rango de variación 0.28-2

Componente	P1	P2	P3	P4	P5
Dodecilbencensulfonato de calcio	60	50	40	30	20
Nonilfenol 30 moles	30	40	50	60	70
Benceno	10	10	10	10	10

3. Evaluación de los emulsificantes.

Estas pruebas se evaluaron con metil paration 800 EC de acuerdo con la siguiente formulación.

Ingrediente	% Peso
Metil paration 80%	81.60
Emulsificante hidrofílico	2.32
Emulsificante balanceador	9.24
Xileno	6.84

Con esta formulación se evaluaron las 10 pruebas para analizar la estabilidad de la emulsión, además se compararán con los dos emulsificantes patrones.

4. Procedimiento de trabajo.

- Formulación del emulsificante hidrofílico.
- Formulación del emulsificante balanceador con la prueba 4 de la Tabla No.I
- Formulación del Metil Paration 800 EC
- Formulación del Metil Paration 800 EC con los emulsificantes patrones.
- Comparación de estabilidad.

5. Evaluación de estabilidad, referente a la prueba No.1 de la tabla No. II

Tabla No. III Estabilidad de la emulsión expresada como porcentaje de crema en la formulación del Metil Paration 800 con el emulsificante desarrollado.

Dureza de agua	15	30	1	2	24
0	1	2	3	4	5
50	2	3	4	5	5
500	3	4	4	5	5

Tabla No. IV Estabilidad de la emulsión expresada como porcentaje de crema en la formulación de Metil Paration 800 EC con emulsificante patron.

Dureza de agua	15	30	1	2	24
0	0	0	0	0.5	1.5
50	0	0	0	0.5	1
500	0	0	0	0	0.5

Los resultados de las demás pruebas aparecen en el apéndice (tablas No. XIII – XXIII), la prueba con una relación de 0.80 entre el dodecibencensulfonato de calcio y nonilfenol de 30 moles resultó la mejor no existiendo diferencia significativa con la prueba patrón.

c) **Diseño experimental para la fabricación del emulsificante aniónico.**

1. Las características a comparar
 - ◆ Viscosidad a 25°C 1500 cps
 - ◆ Carácter aniónico (lipofílico)
 - ◆ pH
 - ◆ Emulsión como la del inciso (a)

2. Variación de componentes.

Figura No. 4 Emulsificante aniónico, porcentaje fijo de la base (dodecibencensulfonato de calcio) rango de los nonilfenoles (0.14-7).

Componente	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
Nonilfenol 10 moles	10	20	30	40	50	60	70
Nonilfenol 12 moles	70	60	50	40	30	20	10
Dodecibencensul- fonato de calcio	20	20	20	20	20	20	20

Figura No. 5 Emulsificante aniónico porcentaje fijo de la base (dodecilbencensulfonato de calcio) rango de los nonilfenoles (0.16-6).

Componente	P1	P2	P3	P4	P5	P6
Nonilfenol 10 moles	10	20	30	40	50	60
Nonilfenol 12 moles	60	50	40	30	20	10
Dodecilbencensul- fonato de calcio	30	30	30	30	30	30

Figura No. 6 Emulsificante aniónico porcentaje fijo de la base (dodecilbencensulfonato de calcio) rango de los nonilfenoles (0.2-5).

Componente	P1	P2	P3	P4	P5
Nonilfenol de 10 moles	10	20	30	40	50
Nonilfenol de 12 moles	50	40	30	20	10
Dodecilben- Censulfonato De calcio	40	40	40	40	40

Figura No. 7 Emulsificante aniónico porcentaje fijo de la base (dodecibencensulfonato de calcio) rango de los nonilfenoles (0.25-4).

Componente	P1	P2	P3	P4
Nonilfenol 10 moles	10	20	30	40
Nonilfenol 12 moles	40	30	20	10
Dodecibencensulfonato de calcio	50	50	50	50

Figura No. 8 Emulsificante aniónico con porcentaje fijo de la base (dodecibencensulfonato de calcio) rango de los nonilfenoles (0.33-3).

Componente	P1	P2	P3
Nonilfenol 10 moles	10	20	30
Nonilfenol 12 moles	30	20	10
Dodecibencensulfonato de calcio	60	60	60

Figura No. 9 Emulsificante aniónico con porcentaje fijo de la base (dodecibencensulfonato de calcio) rango de los nonilfenoles (0.50-2).

Componente	P1	P2
Nonilfenol 10 moles	10	20
Nonilfenol 12 moles	20	10
Dodecibencensulfo nato de calcio	70	70

3. Evaluación de los emulsificantes.

Estas pruebas se evaluaron con malation 57 EC de acuerdo con la siguiente formulación:

Ingrediente	% Peso
Malathion 95%	60
Xileno	35
Emulsificante aniónico	1.5
Emulsificante no iónico hidrofilico	0.5
Emulsificante no iónico balanceador	3.0

Con esta formulación se evaluaron 27 pruebas (XXIV- XLIX), para analizar la estabilidad de la emulsión, además se compararon con los tres emulsificantes patrones.

4. Procedimiento de trabajo.

- Formulación del emulsificante aniónico.
- Formulación del emulsificante no iónico (hidrofilico) con la prueba No.5 de la tabla No.V.
- Formulación del emulsificante no iónico (balanceador) con la prueba No.4 de la tabla No.I.
- Formulación del malation 57 EC.
- Formulación del malation 57 EC con los emulsificantes patrones.
- Análisis de estabilidad de emulsión con las dos formulaciones.
- Comparación de estabilidad.

5. Evaluación de estabilidad referente a la prueba No.1 de la tabla No.VII

Tabla No. V Estabilidad de la emulsión expresada como porcentaje de crema en la formulación de malation 57 EC con el emulsificante desarrollado.

Dureza del agua	15	30	1	2	24
0	2	3	4	5	5
50	2.5	3.7	4.5	5	5
500	3.0	4	5	5	5

Tabla No. VI Estabilidad de la emulsión expresada como porcentaje de crema en la formulación del malation 57 EC con emulsificantes patrones.

Dureza del agua	15	30	1	2	24
0	0	0	0	0.5	1.0
50	0	0	0	0	0.5
500	0	0	0	0	0.5

Los resultados de las demás pruebas aparecen en el apéndice, la prueba con una relación de nonilfenoles de 0.85 y con 50% de la base resultó ser la mejor no existiendo diferencia significativa con la prueba patrón.

d) Diseño del sistema de agitación para la formulación de los tensoactivos.

Componentes:

- Dodecylbencensulfonato de calcio
- Polialquilen glicol eter
- Nonilfenoles de 10 y 12 moles
- Benceno

Rangos de viscosidad de los tensoactivos formulados:

- ◆ $1500 \leq \mu \leq 4000$ cp
- ◆ Carácter: no iónico y aniónicos
- ◆ Rango de pH entre 5-7

- ◆ Densidad promedio 1.03 kg/lt
- ◆ Volumen requerido del tanque agitado 1.9 m³
- ◆ Diámetro del tanque agitado 1 m
- ◆ Altura del tanque agitado 2.50 m

De acuerdo a las características fisicoquímicas del tensoactivo se utiliza un agitador de turbina de paletas planas con la siguiente información:

- Diámetro de la turbina 0.40 m (ϕ_T).
- Ancho de la turbina 0.05 m (ω_T).
- Numero de deflectores 4.
- Ancho del deflector 0.08.
- Revoluciones por minuto 300 (rpm).

Para calcular el comportamiento del fluido, el cual esta basado en la relación del esfuerzo de inercia y el esfuerzo cortante se obtiene el número de reynolds que esta definido como (1):

$$N_{RE} = \frac{\phi_{TUR} * N * \rho}{\mu} \quad (1)$$

donde:

ϕ_{TUR} : diámetro de la turbina

N: Velocidad de rotación

ρ : densidad del fluido

μ : viscosidad del fluido

Substituyendo los valores en la ecuación (1) se tiene:

$$N_{RE} = \frac{(0.4)^2 * 5 * 1030}{3}$$

3

$$N_{RE} = 275$$

Para determinar la relación del esfuerzo de frotamiento y el esfuerzo de inercia se usa la figura 19.13 del manual del Ingeniero Químico 5ta edición. El análisis es para la curva No.2, cuya relación del diámetro de la turbina y su ancho es 8 por lo que el número de potencia sería:

$$N_p = 2.7$$

Por lo que la potencia transmitida por el eje del agitador sería:

$$P = N_p * \rho * N^3 * D^5_{TUR} \quad (2)$$

Sustituyendo valores en la ecuación (2) se tiene:

$$P = 2.7 * 1030 * 5^3 * (0.4)^5$$

$$P = 3559.68 \text{ W} * 1 \text{ kw}/1000\text{W} * 1\text{hp}/0.74570\text{kw}$$

$$P = 4.77 \text{ Hp}$$

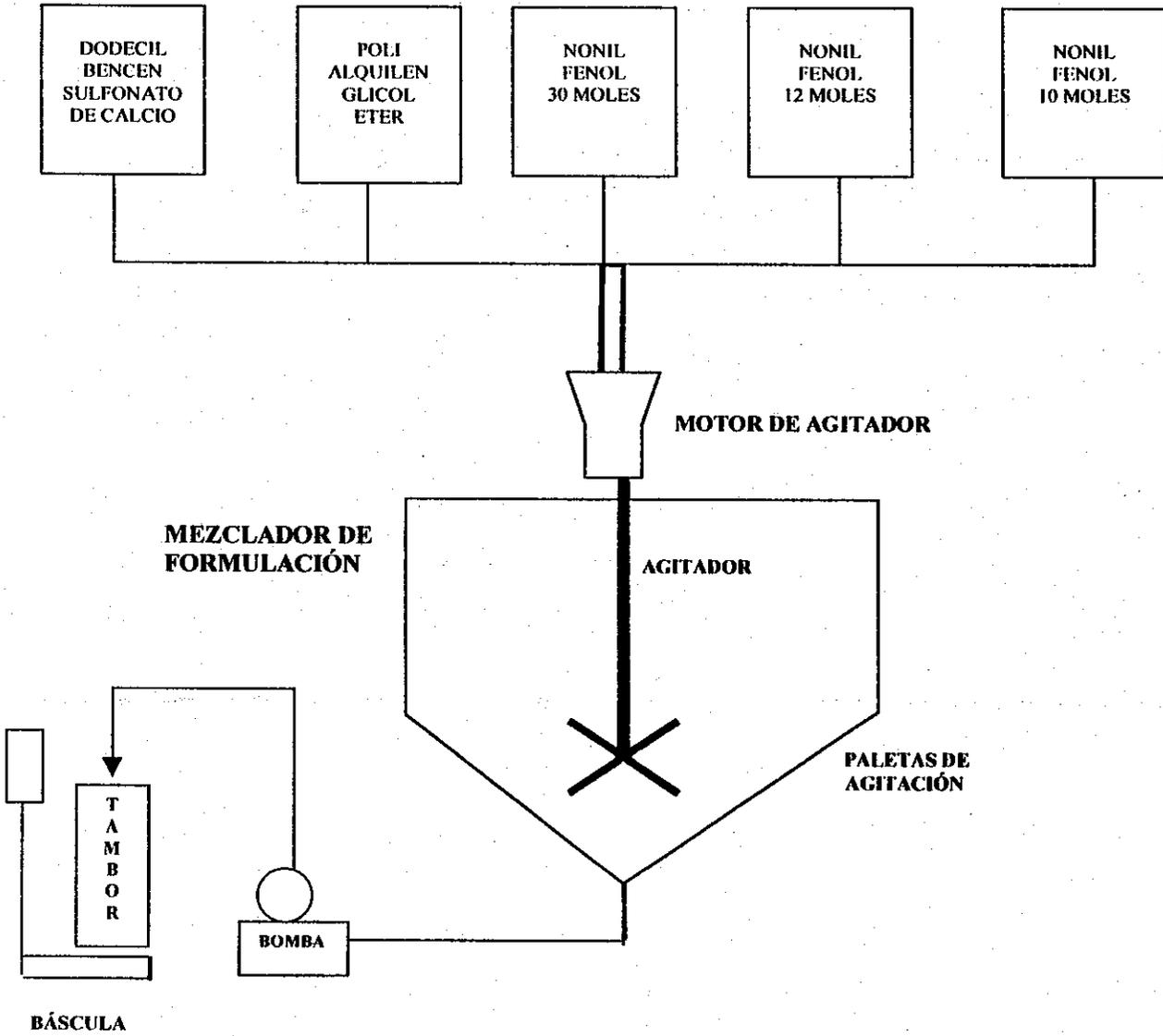
La conclusión del tanque de agitación sería:

Diámetro del tanque	1.0 m
Altura del tanque	2.4 m
Diámetro de la turbina	0.4 m
Número de paletas	4.0
Ancho de las paletas	0.05 m

Deflectores	0.08 m
Altura bajo de la turbina	0.40 m
Potencia del motor	5 Hp

e) El sistema de fabricación está de acuerdo con el siguiente diagrama de flujo:

Sistema de fabricación de tensoactivos diagrama de flujo



6. RESULTADOS

6.1 Tensoactivo no iónico balanceador

Los componentes de este tensoactivo son los siguientes:

6.1.1 Formulación

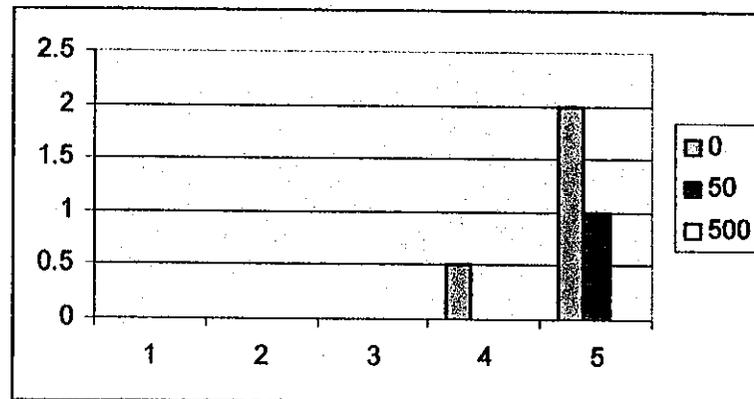
50% en peso de dodecibencensulfonato de calcio

50% en peso de polialquilen glicol éter

6.1.2 Estabilidad de la emulsión expresada como porcentaje de crema.

Dureza de agua ppm	15	30	1	2	24
0	0	0	0	0.5	2
50	0	0	0	0	1
500	0	0	0	0	0

Representación gráfica de la estabilidad.



6.2 Tensoactivo no iónico

Los componentes de este tensoactivo son los siguientes;

6.2.1 Formulación.

40% peso dodecibencensulfonato de calcio

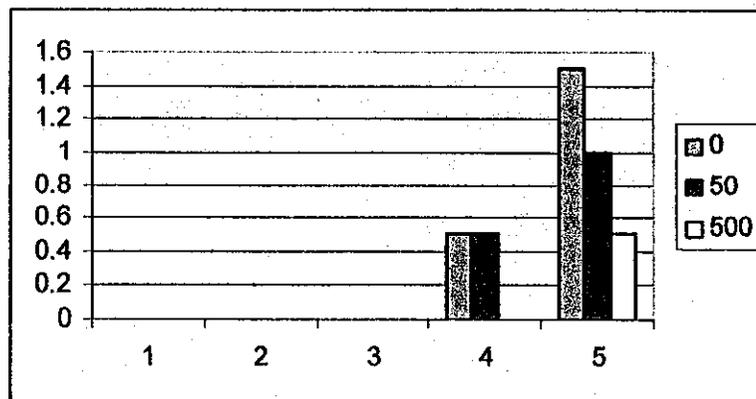
50% nonilfenol 30 moles

10% benceno

6.2.2 Estabilidad de la emulsión expresada como porcentaje de crema.

Dureza de agua ppm	15	30	1	2	24
0	0	0	0	0.5	1.5
50	0	0	0	0.5	1.0
500	0	0	0	0	0.5

6.2.3 Representación gráfica de la estabilidad.



6.3 Tensoactivo aniónico

Los componentes de este tensoactivo son los siguientes:

6.3.1 formulación.

50% peso dodecilsulfonato de calcio.

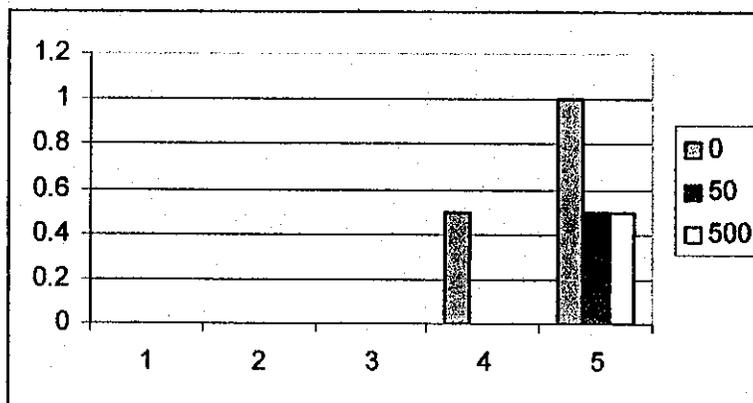
20% nonilfenol 10 moles

30% nonilfenol 12 moles

6.3.2 Estabilidad de la emulsión expresada como porcentaje de crema.

Dureza de agua ppm	15	30	1	2	24
0	0	0	0	0.5	1.0
50	0	0	0	0	0.5
500	0	0	0	0	00.5

6.3.3 Representación gráfica de la estabilidad.



7. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Para la formulación de un insecticida organofosforado que sea un concentrado emulsificable, son necesario tres elementos en su formulación:

1. Insecticida
2. Solvente orgánico
3. Emulsificante

El rango del emulsificante en la formulación por lo regular se encuentra entre 5% en peso y hasta un 12% máximo, dependiendo de la concentración a formular del concentrado emulsificable y características de polaridad del insecticida, debido a éstas características, se usan tensoactivos no iónicos, aniónicos y tipos balanceadores, con el objeto de tener un sistema balanceado, es decir que estos sistemas abarcan porciones hidrofílicas y lipofílicas en tal proporción que en la emulsión final no exista separación de agua, aceite y que el porcentaje de cremado sea como máximo un 0.5% en un tiempo de 2 horas. En estas condiciones la emulsión es estable y se logra un máximo en su rendimiento y aplicación.

En virtud de lo anterior se hizo un análisis experimental para determinar un tensoactivo no iónico balanceado que fuera capaz de atraer hacia el lado hidrofílico y/o lipofílico, para ello se hicieron seis pruebas variando el dodecibencensulfonato de calcio y el polialquilen glicol éter en un rango de relación de 0.43 – 2.34.

Estas pruebas se compararon con una formulación patrón con un balanceador existente en el mercado, el análisis fue de estabilidad de la emulsión expresada como porcentaje de crema, obteniéndose un balanceador con una relación de 1 con el

dodecibencensulfonato de calcio y polialquilen glicol eter; en esta relación la emulsión es muy estable, lográndose obtener un máximo de 0.5% de cremado en agua con 0 ppm de dureza y 0 en aguas de 50 y 500 ppm de dureza para un período de tiempo de 2 horas.

Para el tensoactivo no iónico tipo hidrofílico se hizo un análisis experimental en un rango de 0.28 a 3 en cuanto a la relación del dodecibencensulfonato de calcio y el nonilfenol de 30 moles, manteniendo fijo el porcentaje de solvente de un 10% a un 20% en peso. El mejor resultado que se obtuvo comparado con el patrón fue la formulación con 50% de nonilfenol de 30 moles, 40% del dodecibencensulfonato de calcio y un 10% de benceno en esta formulación no existe diferencia significativa con el patrón obteniéndose un 0.5% de cremado para aguas de 0,50 ppm de dureza y 0% en agua de 500 ppm de dureza en un tiempo de 2 horas.

Para el tensoactivo aniónico tipo lipofílico se hizo un análisis experimental en un rango de 0.14 a 7 en cuanto a la relación de nonilfenoles de 10 y 12 moles manteniendo fijo el porcentaje de dodecibencensulfonato de calcio de un 20% al 70% en peso. El mejor resultado que se obtuvo comparado con el patrón fue la formulación con un 20% de nonilfenol de 10 moles, 30% de nonilfenol de 12 moles y un 50% de dodecibencensulfonato de calcio, obteniéndose un 0.5% de cremado en aguas de 0 ppm de dureza y 0% de cremado en aguas de 50 y 500 ppm de dureza para un tiempo de 2 horas.

Debido a la relación de 0.85 entre los nonilfenoles de 10 y 12 moles el equilibrio tiende hacia la parte lipofílica esto es por su carácter aniónico o sea por la ionización en solución para dar un ion largo cargado negativamente (anión) y un pequeño cargado positivamente. Caso contrario de los tensoactivos no iónicos que no se ionizan en solución, pero por su carácter, son compatibles con cualquier agente aniónico y su efectividad es independiente de la dureza del agua o del pH de la emulsión por ello su desplazamiento es a favor del lado hidrofílico por intervención del nonilfenol de 30 moles que mejora su solubilidad por el dodecibencensulfonato de calcio y el agente

balanceador por el componente del polialquilen glicol eter, hace que el sistema produzca un mínimo en cremado y muy buena espontaneidad en la emulsión final.

CONCLUSIONES

1. Para la formulación del tensoactivo no iónico balanceado se requiere la proporción de 50% en peso de dodecibencensulfonato de calcio y 50% en peso de polialquilen glicol eter.
2. Para la formulación del tensoactivo no iónico se requiere 40% en peso del dodecibencensulfonato de calcio, 50% en peso de nonilfenol de 30 moles y un 10 % en peso de benceno.
3. Para la formulación del tensoactivo aniónico se requiere 50% en peso de dodecibencensulfonato de calcio, 30% en peso de nonilfenol de 12 moles y un 20% en peso de nonilfenol de 10 moles.
4. El tensoactivo no iónico formulado presenta características lipofílicas.
5. El tensoactivo aniónico formulado presenta características hidrofílicas.
6. Los insecticidas organofosforados con presentación de concentrado emulsificable se formulan con tensoactivos no iónicos y aniónicos.

RECOMENDACIONES

1. Realizar visitas técnicas a las plantas formuladoras y evaluar los tensoactivos existentes con los tensoactivos patrones, demostrando la funcionalidad que tienen los tensoactivos desarrollados no solo en calidad sino en costo, ya que técnicamente no existe diferencia significativa con los tensoactivos patrones.
2. Preparar plantilla maestra de formulaciones con los insecticidas organofosforados, para minimizar el porcentaje de tensoactivos utilizado en las formulaciones; con el objeto de reducir los costos de fabricación. Para ofrecer así, un buen servicio a los consumidores nacionales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Paul Berher, **Principles of emulsion technology, Reinhold pilot book**, (2nd edition. New York: McGraw-Hill book Company, 1995), p. 1-54.
2. Lawrence Sapltan, **Pharmaceutical emulsion and emulsion agents**, (7th edition. New York: Chemical publishing Co. Inc., 1953), p. 1-5.
3. Velsicol Chemical Corp, **Guía de formulaciones**, (4th edition. New York: Velsicol publishing Co., 1970), p. 16.
4. Shell Chemical Corporation, **Handbook of methyl parathion formulations**, (6th edition. New York: Shell publishing Co, 1957), p. 8.
4. Robert Metralf,, **Organic insecticides**, (5th edition. London: Intercience publishers ltd., 1955), p. 127-157.
6. Charles R. Worthing,, **The pesticide manual**, (3rd edition. England: British crop Protection concil, 1979), p. 316-321.

7. Robert Perry/Cecil Chilton, **Manual del Ingeniero Químico**, (5ª edición. New York: Macgraw-Hill book Company, 1982), sección 19.

APÉNDICE

- MATERIALES Y MÉTODOS

- EQUIPO USADO

FASE DE LABORATORIO

- Agitador de velocidades variable, marca Harris con un rango de revoluciones por minuto de 50-300
- Reactor de tres bocas con capacidad de 1lt, tipo Pyrex
- Vasos de precipitados (Beaker de 1000 ml).
- Balanza electrónica
- Termómetros, escala de 0-100° C
- Sistema de muestreo
- Viscosímetro Bruckfiel para rangos de 1000-5000 CPS
- Potenciometro marca Harris

- MATERIALES

- Dodecilsulfonato de calcio con una viscosidad de 1300 CPS a 30° C, pureza 65% como mínimo, ácido sulfúrico libre del 2%, con humedad máxima de 0.5%.
- Polialquilen glicol eter viscosidad 450 CPS, humedad máxima de 0.25%, pH a 25° C entre 4-7.
- Benceno
- Nonilfenol de 10 y 12 moles.

- **PROCEDIMIENTOS**

- a) **Para la fabricación del emulsificante no iónico balanceado.**

Para la fabricación de este emulsificante se variará la concentración del polialquilen glicol eter y se fijará una concentración del dodecibencensulfonato de calcio y así sucesivamente.

La mejor relación será la que llene las siguientes especificaciones:

pH 5-7

Humedad menor que 0.5%

Emulsión: pruebas en agua de 50 y 500 ppm de dureza a 30° C y durante 24 horas, aceptando como máximo 2 ml de cremado en aguas de 50 y 500 durante 2 horas y 0 ml de aceite en 2 horas.

- b) **Para la fabricación del emulsificante no iónico (hidrofílico).**

Para la fabricación de este emulsificante se debe encontrar la relación del dodecibencensulfonato de calcio con las relaciones de los nonilfenoles de 30 moles y con esta relación el ajuste adecuado con benceno, con el objeto de establecer los parámetros fisicoquímicos del emulsificante, que debe llenar los requisitos de emulsión según las del tipo A.

c) Para la fabricación del emulsificante aniónico (Lipofílico).

Para la fabricación de este emulsificante se debe encontrar la relación del dodecilsulfonato de calcio con las relaciones de los nonilfenoles de 10 y 12 moles, este emulsificante debe cumplir con los parámetros fisicoquímicos y de emulsión con los del tipo a y b.

Metodología para análisis de estabilidad de la emulsión

1. Preparación del agua dura

Para preparar un litro de agua dura (500 ppm) se procede de la siguiente manera: en un vaso de precipitados de 250 ml de capacidad, depositar 0.3 g de carbonato de calcio (CaCO_3) anhidro y 0.049 g de magnesio metálico (Mg^{++}) añadir gota a gota ácido clorhídrico (HCl) concentrado hasta la dilución completa. Remover el exceso de ácido, evaporando la disolución a sequedad. Disolver el residuo con agua destilada y pasar a un matraz aforado de 1000 ml y llevar el volumen a 1000 ml con agua destilada.

2. Preparación de agua blanda

Para preparar un litro de agua blanda (50 ppm) se procede de la siguiente manera: se vierten 100 ml de agua dura (500 ppm) en un matraz aforado de 1000 ml y se lleva a 1000 ml con agua destilada.

3. Procedimiento de análisis

3.1 En una probeta de 100 ml se vierten 95 ml de agua de la dureza correspondiente y se coloca en el Baño de María a 30°C durante una hora para que el agua de la probeta tenga la temperatura deseada al momento de iniciar la prueba.

3.2 Verter suavemente a la probeta 5 ml del concentrado emulsificable sobre la superficie del agua, de tal manera que el flujo caiga sobre el centro del líquido en un tiempo de aproximadamente 5 segundos, observándose su espontaneidad.

3.3 Tapar la probeta, invertirla 30 veces a fin de agitar la emulsión y colocarla de nuevo en el Baño de María a 30° C.

3.4 A los 30, 60 y 120 minutos observar a contra posición de luz fuerte si hay separación de crema y/o aceite y clarificación anotando tales volúmenes, a las 24 horas se invierte la probeta una vez y se deja en reposo durante 30 minutos y se anotan los volúmenes de separación de crema, agua y/o aceite.

NORMAS DE CALIDAD

Límites máximos de cremado

30 minutos	1.0 ml
60 minutos	2.0 ml
120 minutos	3.0 ml
Redispersibilidad 24:30 h	2.0 ml

Estos son los rangos aceptados en aguas con dureza entre 50 y 500 ppm. Con estos máximos de cremados la emulsión es estable.

Tabla No. VII Estabilidad de la emulsión expresada como porcentaje de crema

Producto: Malation 960 EC
Prueba: 1/ Figura No. 1 / Parte experimental
Dilución empleada: 95/5
Temperatura: 30° C

Dureza del agua	15 Min	30 Min	1 Hr	2 Hr	24 Hr
0	1.0	1.5	2.0	4.0	5.0
50	1.3	1.7	2.4	5.0	5.0
500	1.5	2.0	3.0	5.0	5.0

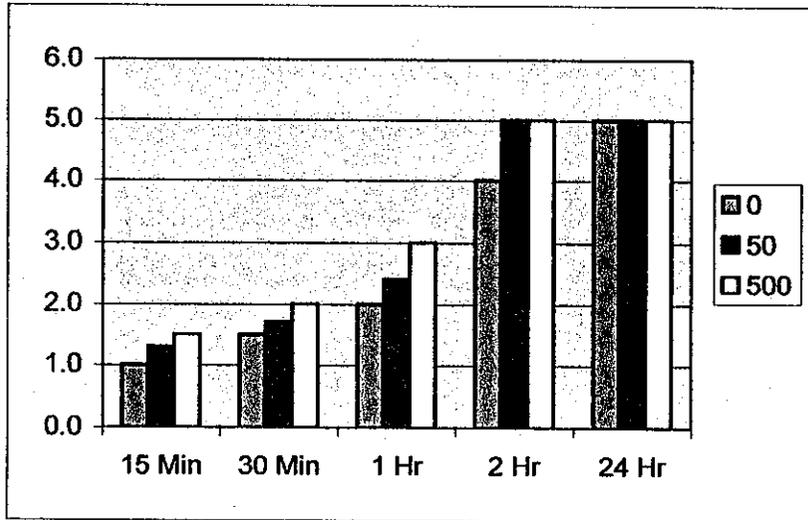


Tabla No. VIII Estabilidad de la emulsión expresada como porcentaje de crema

Producto: Malation 960 EC
Prueba: 2/ Figura No. 1 / Parte experimental
Dilución empleada: 95/5
Temperatura: 30° C

Dureza del agua	15 Min	30 Min	1 Hr	2 Hr	24 Hr
0	0.5	0.7	1.3	3.0	4.0
50	1.0	1.5	2.0	2.5	3.5
500	1.3	1.8	2.3	3.0	4.0

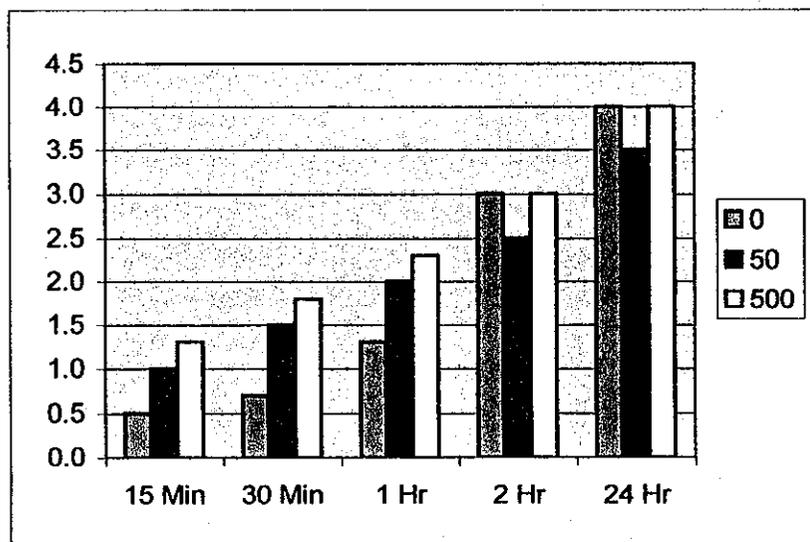


Tabla No. IX Estabilidad en la emulsión expresada como porcentaje de crema

Producto: Malation 960 EC
Prueba No.: 3/ Figura No. 1 / parte experimental
Dilución empleada: 95/5
Temperatura: 30° C

Dureza del agua	15 Min	30 Min	1 Hr	2 Hr	24 Hr
0	0.2	0.5	0.8	1.0	1.0
50	0.5	0.7	0.8	1.0	1.0
500	0.8	1.0	1.2	1.5	1.5

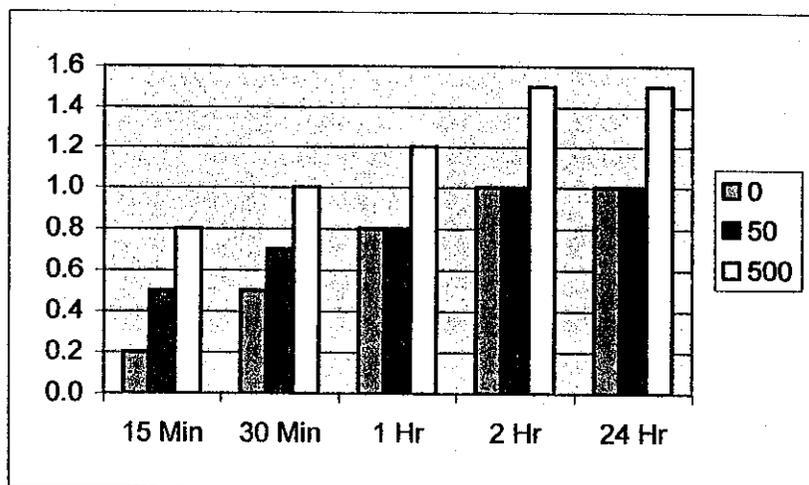


Tabla No. X Estabilidad en la emulsión expresada como porcentaje de crema

Producto: **Miration 960 EC**
Prueba No.: **4/ Figura No. 1 / parte experimental**
Dilución empleada: **95/5**
Temperatura: **30° C**

Dureza del agua	15 Min	30 Min	1 Hr	2 Hr	24 Hr
0	0.0	0.0	0.0	0.5	2.0
50	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0
500	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

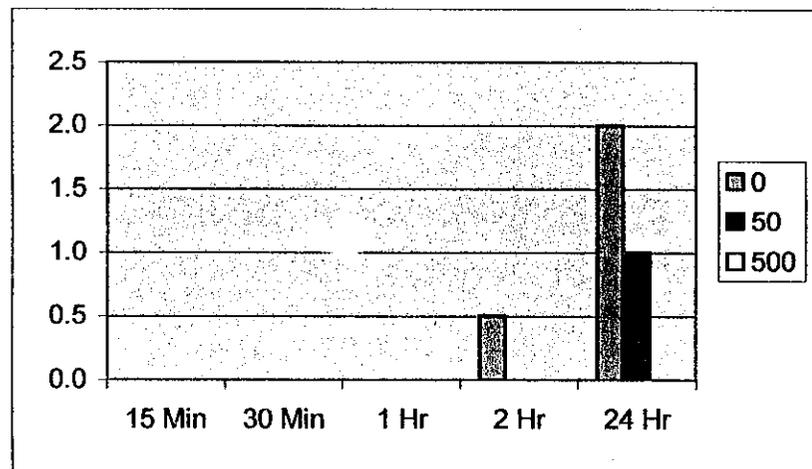


Tabla No. XI Estabilidad en la emulsión expresada como porcentaje de crema

Producto: Malation 960 EC
Prueba No.: 5 / Figura No. 1 / parte experimental
Dilución empleada: 95/5
Temperatura: 30° C

Dureza del agua	15 Min	30 Min	1 Hr	2 Hr	24 Hr
0	0.0	0.3	0.5	0.7	0.7
50	0.0	0.5	0.5	0.8	1.0
500	0.0	0.7	0.7	0.8	1.2

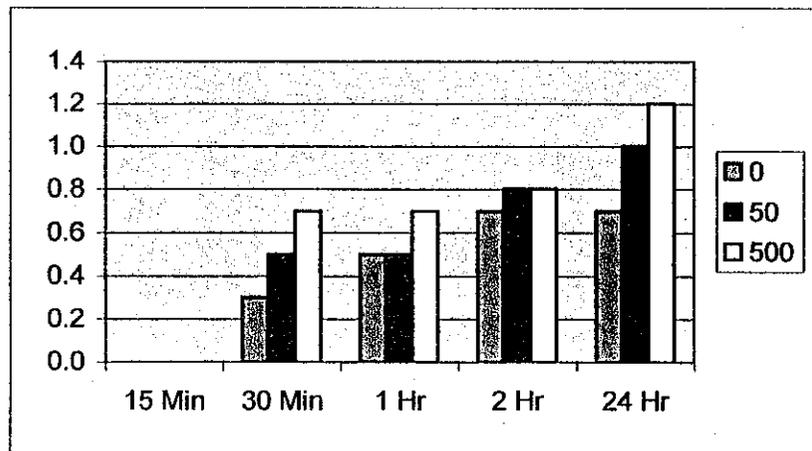


Tabla No. XII Estabilidad en la emulsión expresada como porcentaje de crema

Producto: Malation 960 EC
Prueba No.: 6/ Figura No. 1 / parte experimental
Dilución empleada: 95/5
Temperatura: 30° C

Dureza del agua	15 Min	30 Min	1 Hr	2 Hr	24 Hr
0	0.2	0.4	0.7	1.0	1.0
50	0.3	0.6	0.8	1.2	1.5
500	0.5	0.8	1.0	1.5	1.7

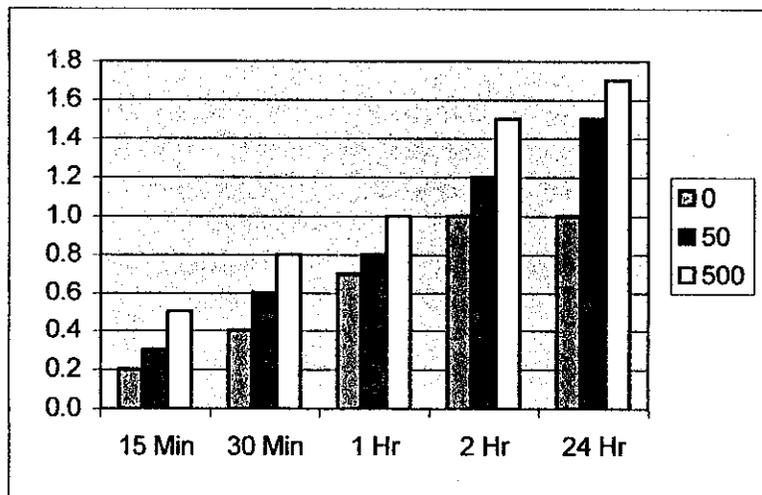


Tabla No. XIII Estabilidad en la emulsión expresada como porcentaje de crema

Producto: Metil Paration 800 CE
Prueba No.: 1/ Figura No. 2 / parte experimental
Dilución empleada: 95/5
Temperatura: 30° C

Dureza del agua	15 Min	30 Min	1 Hr	2 Hr	24 Hr
0	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0
50	2.0	3.0	4.0	5.0	5.0
500	3.0	4.0	4.0	5.0	5.0

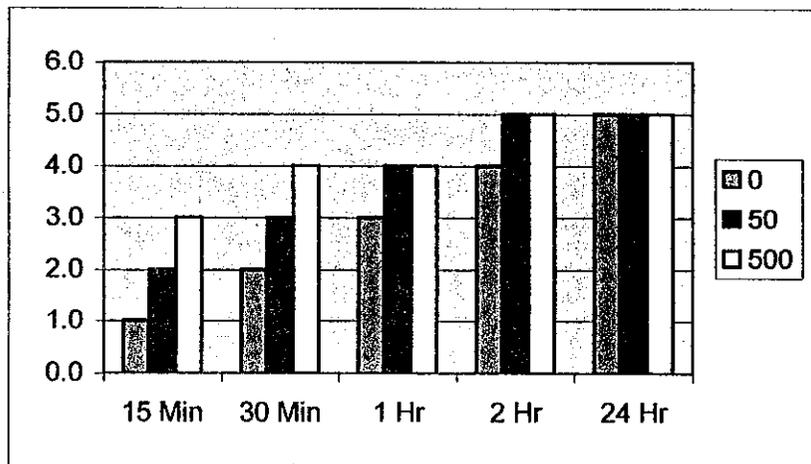


Tabla No. XIV Estabilidad en la emulsión expresada como porcentaje de crema

Producto: Metil Paration 800 CE
Prueba No.: 2/ Figura No. 2 / parte experimental
Dilución empleada: 95/5
Temperatura: 30° C

Dureza del agua	15 Min	30 Min	1 Hr	2 Hr	24 Hr
0	0.8	1.5	1.9	2.8	3.5
50	1.7	2.4	3.4	4.0	4.5
500	2.7	3.6	3.8	4.5	5.0

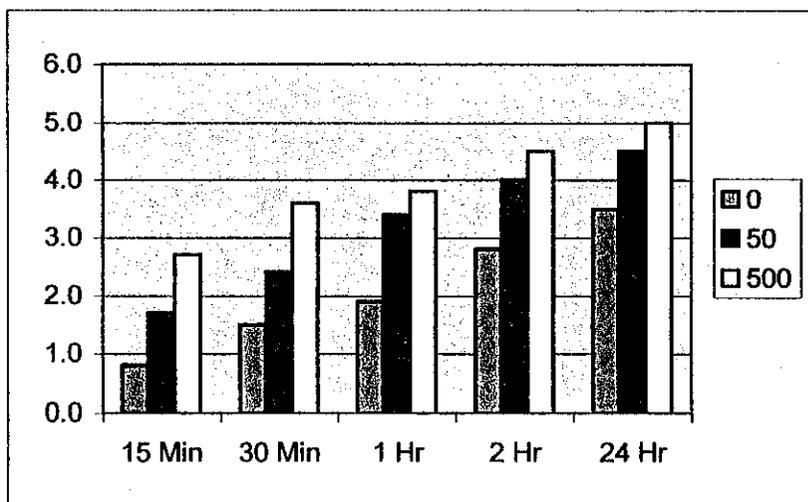


Tabla No. XV Estabilidad en la emulsión expresada como porcentaje de crema

Producto: Metil Paration 800 CE
Prueba No.: 3/ Figura No.2 / parte experimental
Dilución empleada: 95/5
Temperatura: 30° C

Dureza del agua	15 Min	30 Min	1 Hr	2 Hr	24 Hr
0	1.0	1.0	1.5	1.8	2.0
50	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0
500	3.0	4.0	4.0	5.0	5.0

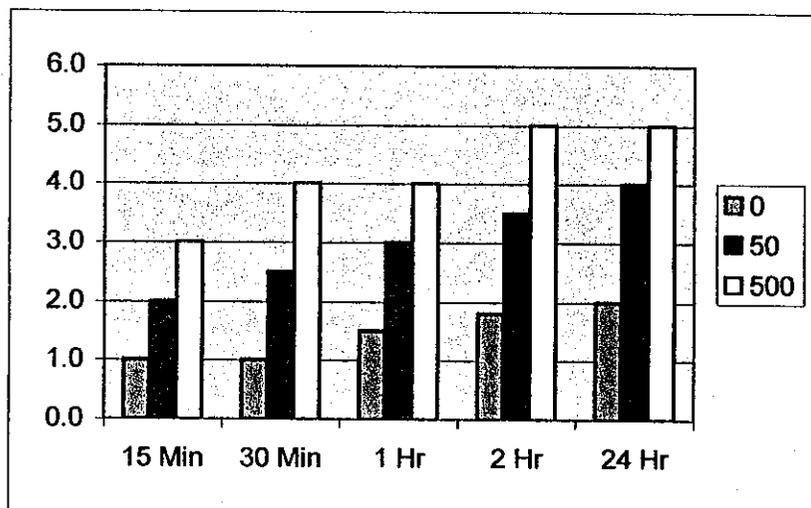


Tabla No. XVI Estabilidad en la emulsión expresada como porcentaje de crema

Producto: Metil Paration 800 CE
Prueba No.: 4/ Figura No. 2 / parte experimental
Dilución empleada: 95/5
Temperatura: 30° C

Dureza del agua	15 Min	30 Min	1 Hr	2 Hr	24 Hr
0	1.0	1.0	1.3	1.5	2.0
50	1.5	1.7	1.9	2.3	2.5
500	2.0	2.3	2.5	2.8	3.0

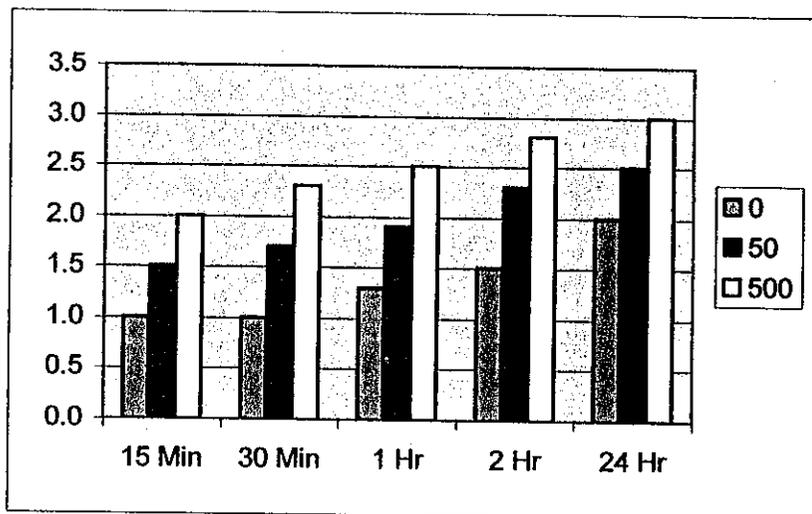


Tabla No. XVII Estabilidad en la emulsión expresada como porcentaje de crema

Producto: Metil Paration 800 CE
Prueba No.: 5/ Figura No. 2 / parte experimental
Dilución empleada: 95/5
Temperatura: 30° C

Dureza del agua	15 Min	30 Min	1 Hr	2 Hr	24 Hr
0	1.5	1.8	2.0	2.5	2.5
50	2.0	2.5	2.5	3.0	3.0
500	2.5	3.0	3.0	3.5	4.0

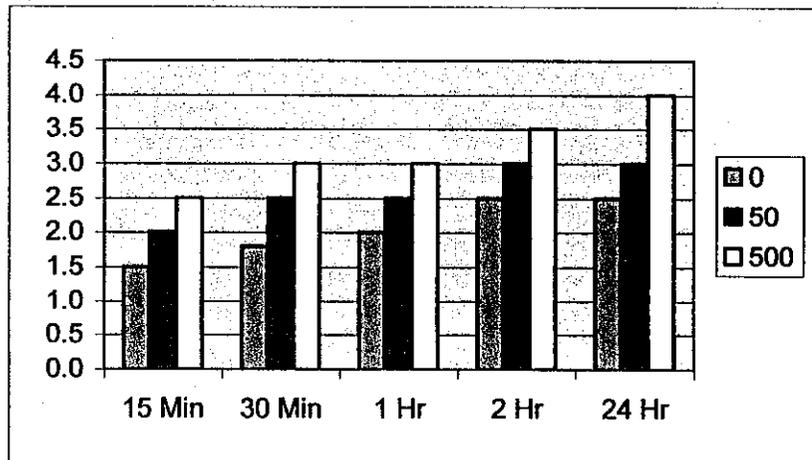


Tabla No. XVIII Estabilidad en la emulsión expresada como porcentaje de crema

Producto: Metil Paration 800 CE
Prueba No.: 1/ Figura No. 3 / parte experimental
Dilución empleada: 95/5
Temperatura: 30° C

Dureza del agua	15 Min	30 Min	1 Hr	2 Hr	24 Hr
0	0.5	0.7	1.5	1.7	2.0
50	0.7	1.0	1.6	1.8	2.5
500	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0

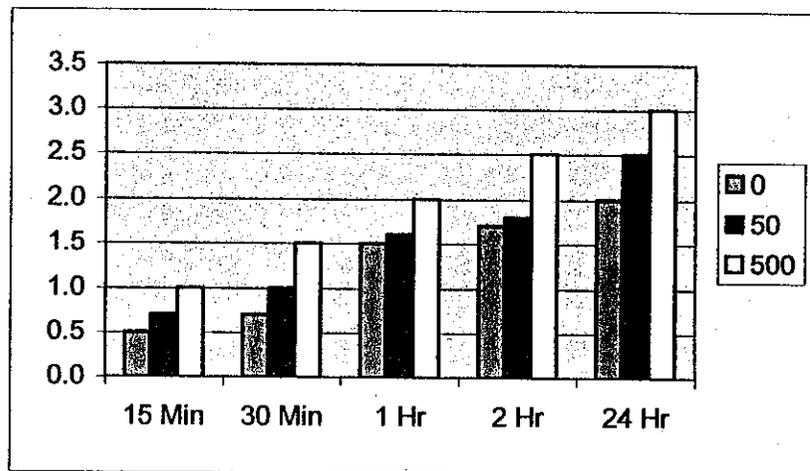


Tabla No. XIX Estabilidad en la emulsión expresada como porcentaje de crema

Producto: Metil Paration 800 CE
Prueba No.: 2/ Figura No. 3 / parte experimental
Dilución empleada: 95/5
Temperatura: 30° C

Dureza del agua	15 Min	30 Min	1 Hr	2 Hr	24 Hr
0	0.2	0.2	0.5	0.5	1.0
50	0.3	0.3	0.5	0.7	1.3
500	0.5	0.5	0.7	1.0	1.5

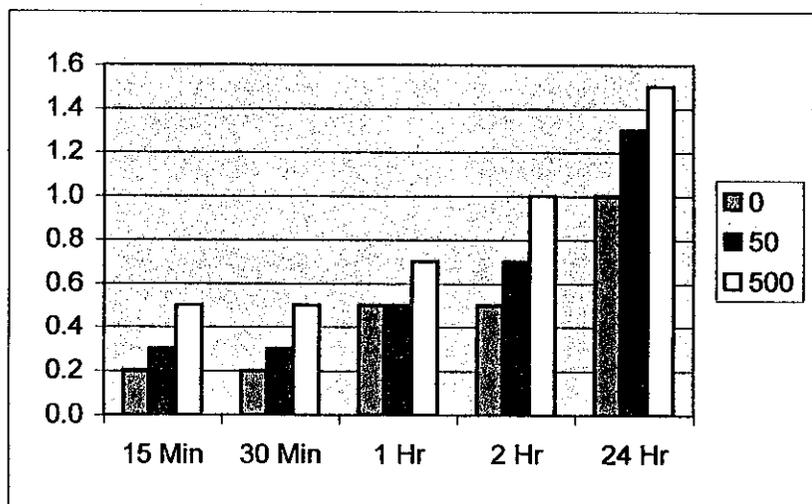


Tabla No. XX Estabilidad en la emulsión expresada como porcentaje de crema

Producto: Metil Paration 800 CE
Prueba No.: 3/ Figura No. 3 / parte experimental
Dilución empleada: 95/5
Temperatura: 30° C

Dureza del agua	15 Min	30 Min	1 Hr	2 Hr	24 Hr
0	0.0	0.0	0.0	0.5	1.5
50	0.0	0.0	0.0	0.5	1.0
500	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5

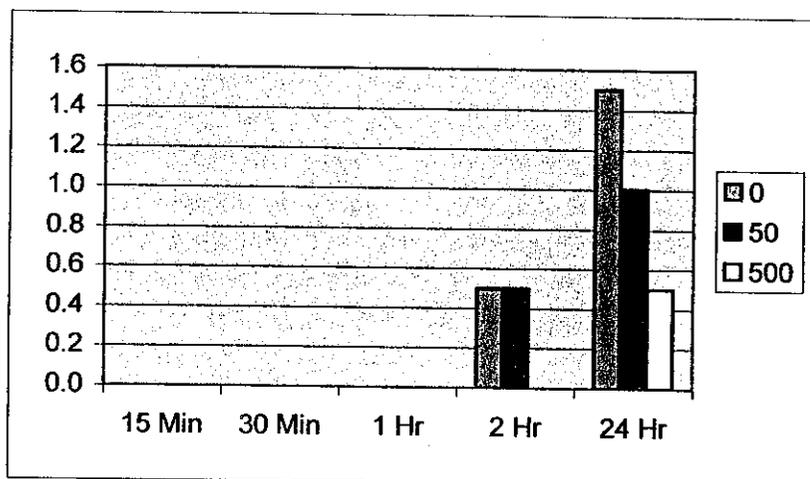


Tabla No. XXI Estabilidad en la emulsión expresada como porcentaje de crema

Producto: Metil Paration 800 CE
Prueba No.: 4/ Figura No. 3 / parte experimental
Dilución empleada: 95/5
Temperatura: 30° C

Dureza del agua	15 Min	30 Min	1 Hr	2 Hr	24 Hr
0	0.2	0.5	0.5	1.2	1.5
50	0.5	0.8	1.0	1.5	1.7
500	0.8	1.0	1.2	1.5	1.8

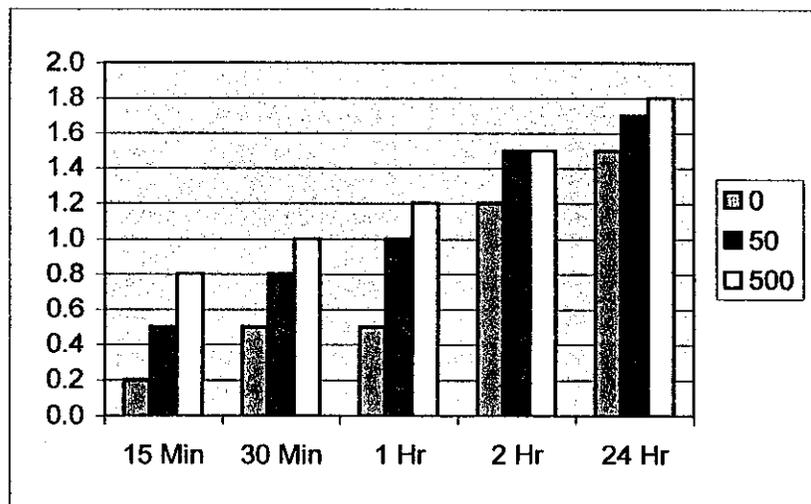


Tabla No. XXII Estabilidad en la emulsión expresada como porcentaje de crema

Producto: Metil Paration 800 CE
Prueba No.: 5/ Figura No. 3 / parte experimental
Dilución empleada: 95/5
Temperatura: 30° C

Dureza del agua	15 Min	30 Min	1 Hr	2 Hr	24 Hr
0	0.5	1.5	2.0	3.0	3.5
50	0.8	1.2	2.5	3.5	4.0
500	1.5	2.0	3.0	4.0	4.0

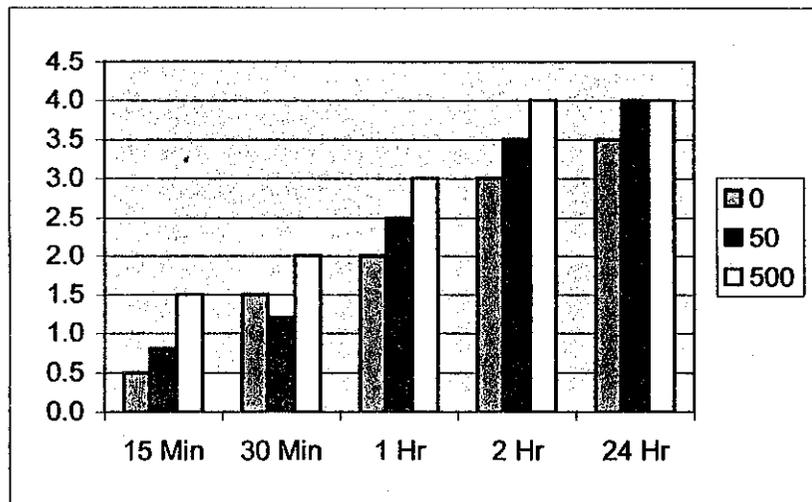


Tabla No. XXIII Estabilidad en la emulsión expresada como porcentaje de crema

Producto: Metil Paration 800 CE
Prueba No.: 1/ Figura No. 4 / parte experimental
Dilución empleada: 95/5
Temperatura: 30° C

Dureza del agua	15 Min	30 Min	1 Hr	2 Hr	24 Hr
0	2.0	3.0	4.0	5.0	5.0
50	2.5	3.7	4.5	5.0	5.0
500	3.0	4.0	5.0	5.0	5.0

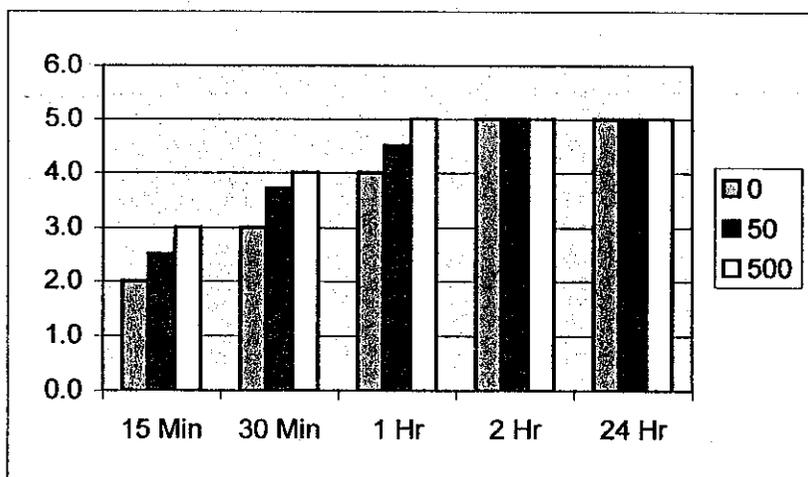


Tabla No. XXIV Estabilidad en la emulsión expresada como porcentaje de crema

Producto: Malation 57 CE
Prueba No.: 2/ Figura No. 4 / parte experimental
Dilución empleada: 95/5
Temperatura: 30° C

Dureza del agua	15 Min	30 Min	1 Hr	2 Hr	24 Hr
0	2.2	2.7	3.0	5.0	5.0
50	2.5	3.0	3.8	5.0	5.0
500	3.0	3.5	4.4	5.0	5.0

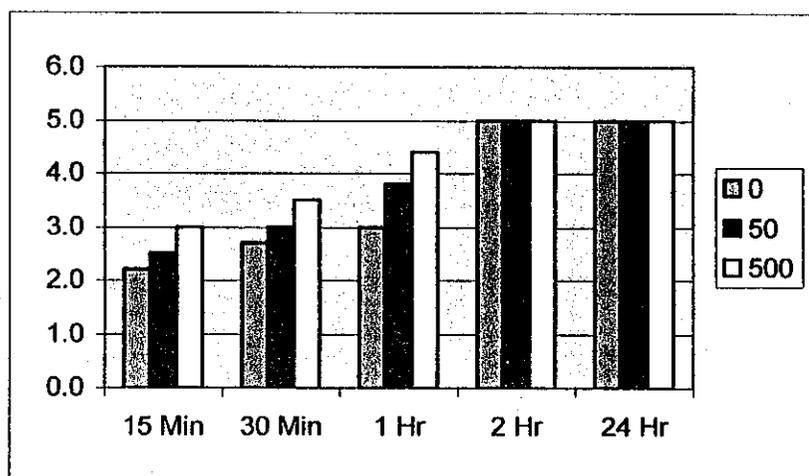


Tabla No. XXV Estabilidad en la emulsión expresada como porcentaje de crema

Producto: Malation 57 CE
Prueba No.: 3/ Figura No. 4 / parte experimental
Dilución empleada: 95/5
Temperatura: 30° C

Dureza del agua	15 Min	30 Min	1 Hr	2 Hr	24 Hr
0	2.3	2.6	3.0	3.5	4.0
50	2.8	3.0	3.3	3.6	4.5
500	3.0	3.5	3.8	4.0	4.5

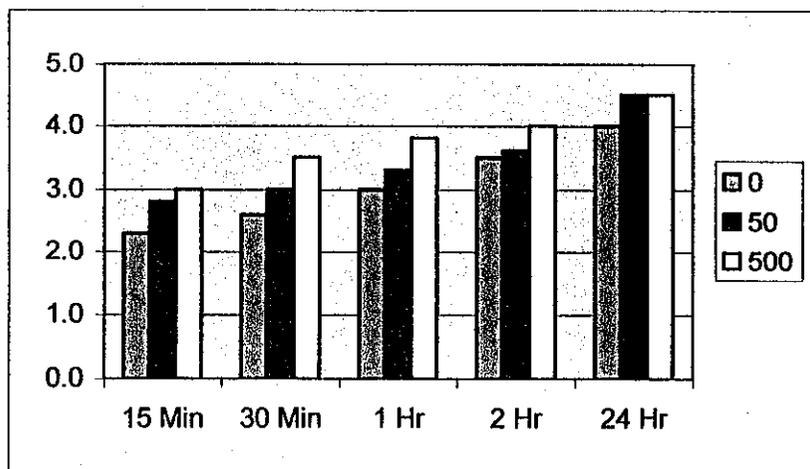


Tabla No. XXVI Estabilidad en la emulsión expresada como porcentaje de crema

Producto: Malation 57 CE
Prueba No.: 4/ Figura No. 4 / parte experimental
Dilución empleada: 95/5
Temperatura: 30° C

Dureza del agua	15 Min	30 Min	1 Hr	2 Hr	24 Hr
0	2.3	2.8	3.0	3.8	4.2
50	2.8	3.0	3.4	3.9	4.7
500	3.0	3.2	3.6	4.0	4.5

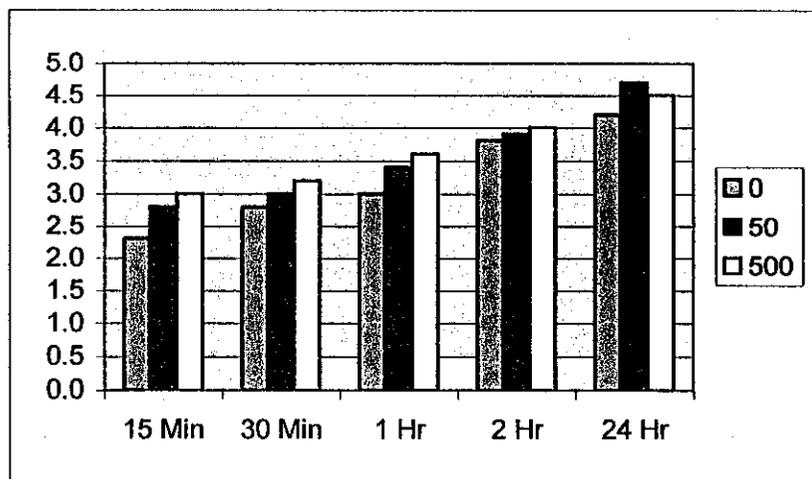


Tabla No. XXVII Estabilidad en la emulsión expresada como porcentaje de crema

Producto: Malation 57 CE
Prueba No.: 5/ Figura No. 4 / parte experimental
Dilución empleada: 95/5
Temperatura: 30° C

Dureza del agua	15 Min	30 Min	1 Hr	2 Hr	24 Hr
0	2.6	3.0	3.5	4.0	5.0
50	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0
500	3.0	3.8	4.2	4.8	5.0

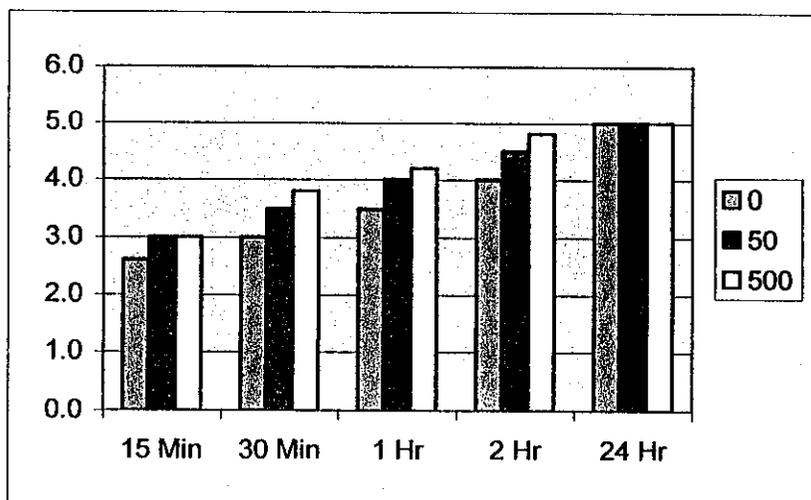


Tabla No. XXVIII Estabilidad en la emulsión expresada como porcentaje de crema

Producto: Malation 57 CE
Prueba No.: 6/ Figura No. 4 / parte experimental
Dilución empleada: 95/5
Temperatura: 30° C

Dureza del agua	15 Min	30 Min	1 Hr	2 Hr	24 Hr
0	2.8	3.4	3.6	4.5	5.0
50	3.5	3.7	4.0	4.8	5.0
500	3.7	4.0	4.5	5.0	5.0

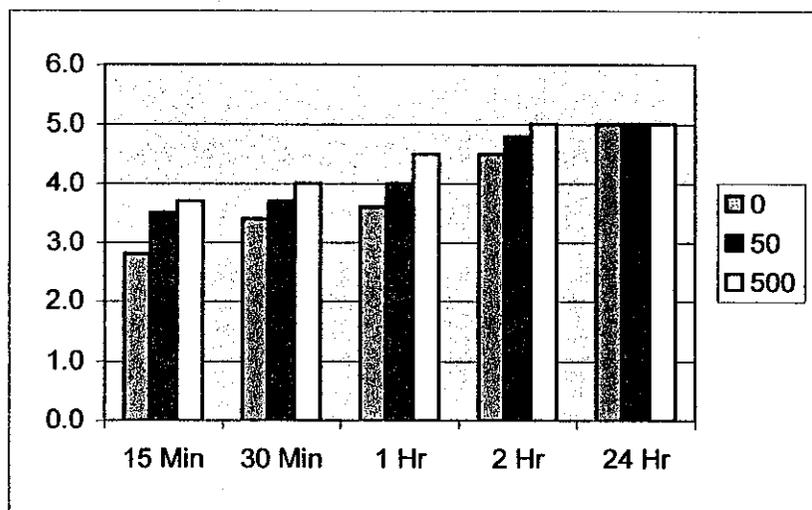


Tabla No. XXIX Estabilidad en la emulsión expresada como porcentaje de crema

Producto: Malation 57 CE
Prueba No.: 7/ Figura No. 4 / parte experimental
Dilución empleada: 95/5
Temperatura: 30° C

Dureza del agua	15 Min	30 Min	1 Hr	2 Hr	24 Hr
0	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0
50	3.7	4.0	4.5	5.0	5.0
500	4.0	4.4	4.6	5.0	5.0

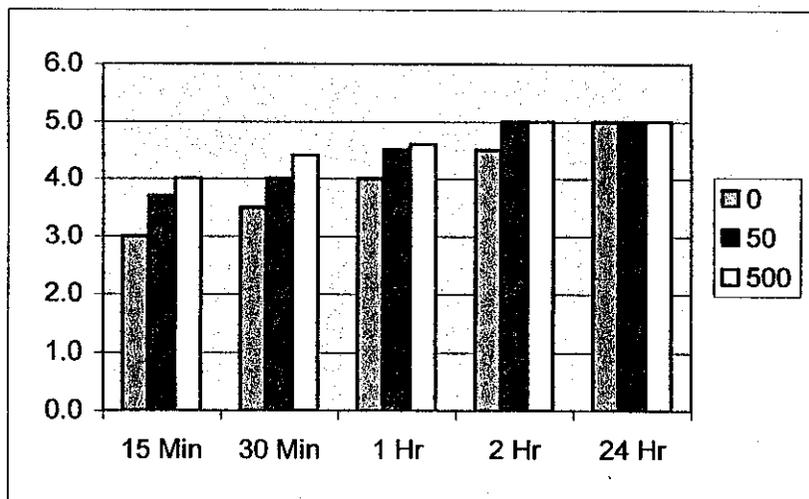


Tabla No. XXX Estabilidad en la emulsión expresada como porcentaje de crema

Producto: Malation 57 CE
Prueba No.: 1/ Figura No. 5 / parte experimental
Dilución empleada: 95/5
Temperatura: 30° C

Dureza del agua	15 Min	30 Min	1 Hr	2 Hr	24 Hr
0	1.8	2.0	2.5	3.0	4.0
50	2.3	2.8	3.2	4.0	5.0
500	2.7	3.4	4.0	5.0	5.0

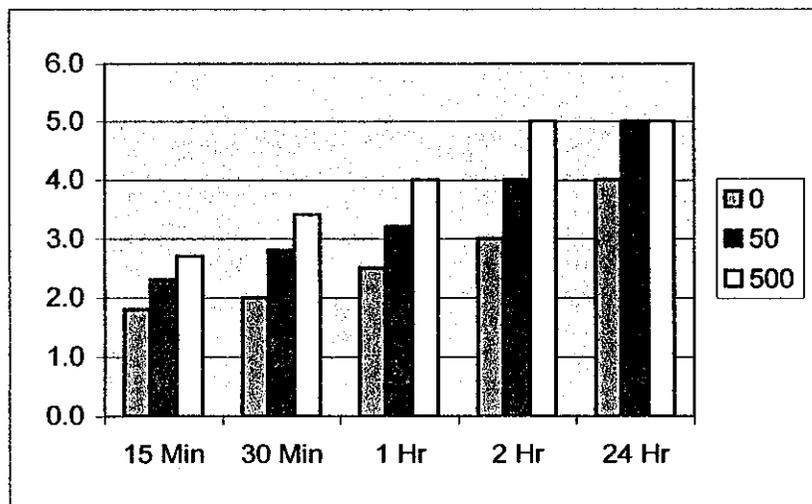


Tabla No. XXXI Estabilidad en la emulsión expresada como porcentaje de crema

Producto: Malation 57 CE
Prueba No.: 2/ Figura No. 5 / parte experimental
Dilución empleada: 95/5
Temperatura: 30° C

Dureza del agua	15 Min	30 Min	1 Hr	2 Hr	24 Hr
0	1.5	1.7	2.0	2.5	3.0
50	2.0	2.5	3.0	3.4	4.0
500	2.5	2.7	3.0	3.5	4.0

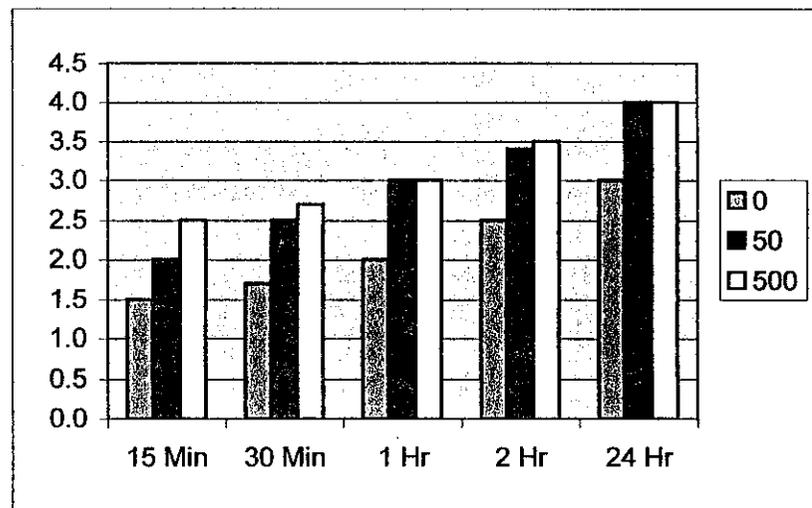


Tabla No. XXXII Estabilidad en la emulsión expresada como porcentaje de crema

Producto: Malation 57 CE
Prueba No.: 3/ Figura No. 5 / parte experimental
Dilución empleada: 95/5
Temperatura: 30° C

Dureza del agua	15 Min	30 Min	1 Hr	2 Hr	24 Hr
0	1.2	1.5	2.0	2.5	2.7
50	1.7	2.0	2.2	2.7	3.0
500	1.7	2.4	2.7	3.0	3.5

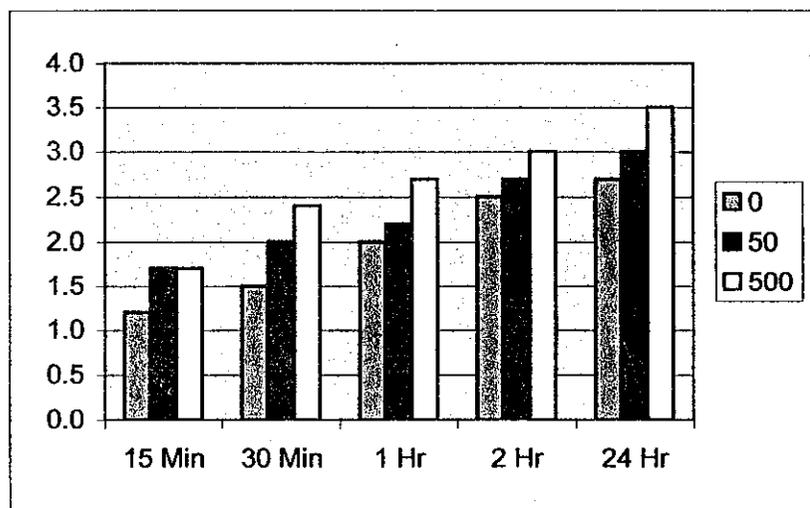


Tabla No. XXXIII Estabilidad en la emulsión expresada como porcentaje de crema

Producto: Malation 57 CE
Prueba No.: 4/ Figura No. 5 / parte experimental
Dilución empleada: 95/5
Temperatura: 30° C

Dureza del agua	15 Min	30 Min	1 Hr	2 Hr	24 Hr
0	1.0	1.3	1.7	1.9	2.2
50	1.5	1.8	2.1	2.7	3.0
500	1.6	1.9	2.4	3.3	3.8

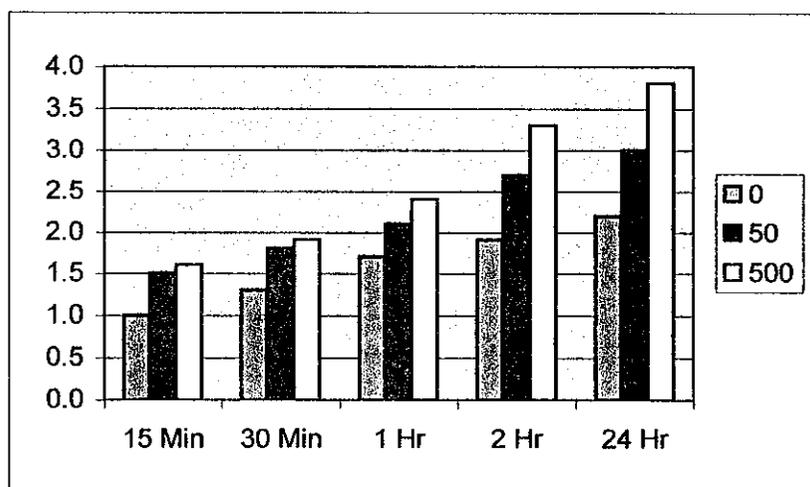


Tabla No. XXXIV Estabilidad en la emulsión expresada como porcentaje de crema

Producto: Malation 57 CE
Prueba No.: 5/ Figura No. 5 / parte experimental
Dilución empleada: 95/5
Temperatura: 30° C

Dureza del agua	15 Min	30 Min	1 Hr	2 Hr	24 Hr
0	0.7	0.9	1.2	1.5	1.6
50	1.1	1.4	1.8	2.2	2.4
500	1.2	1.6	1.9	2.4	2.7

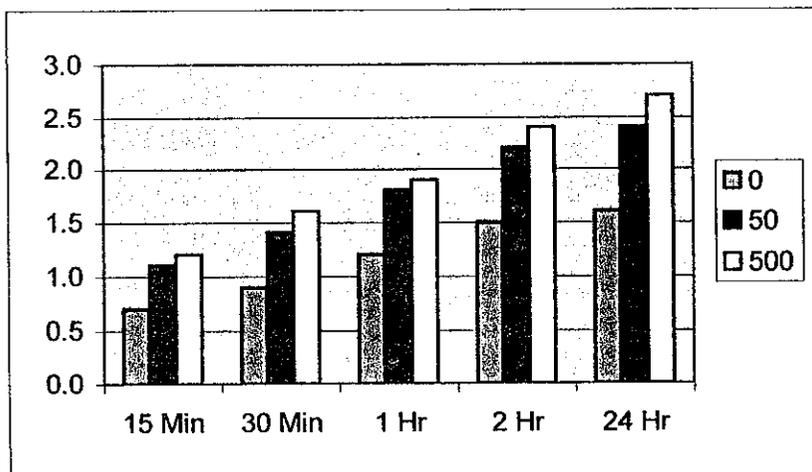


Tabla No. XXXV Estabilidad en la emulsión expresada como porcentaje de crema

Producto: Malation 57 CE
Prueba No.: 6/ Figura No. 5 / parte experimental
Dilución empleada: 95/5
Temperatura: 30° C

Dureza del agua	15 Min	30 Min	1 Hr	2 Hr	24 Hr
0	0.8	1.0	1.5	1.8	2.3
50	1.3	1.9	2.2	2.7	3.0
500	1.4	2.0	2.4	2.9	3.4

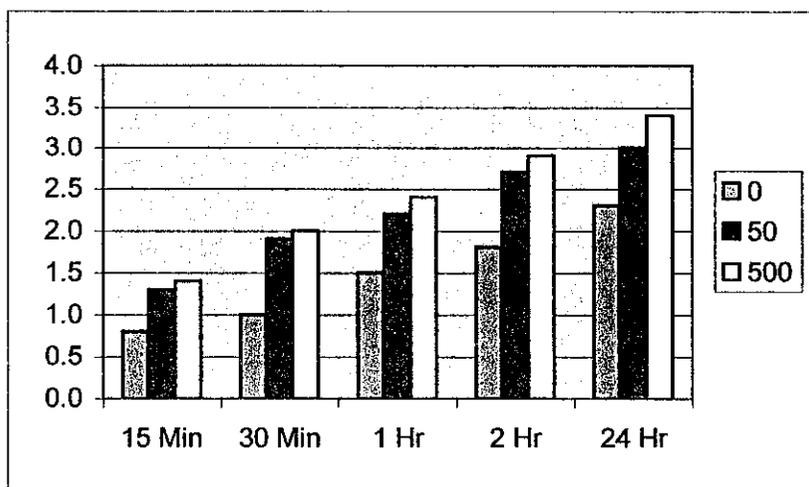


Tabla No. XXXVI Estabilidad en la emulsión expresada como porcentaje de crema

Producto: Malation 57 CE
Prueba No.: 1/ Figura No. 6 / parte experimental
Dilución empleada: 95/5
Temperatura: 30° C

Dureza del agua	15 Min	30 Min	1 Hr	2 Hr	24 Hr
0	1.4	1.7	2.0	2.3	2.5
50	2.0	2.2	2.5	2.8	3.0
500	2.3	2.6	2.9	3.3	3.6

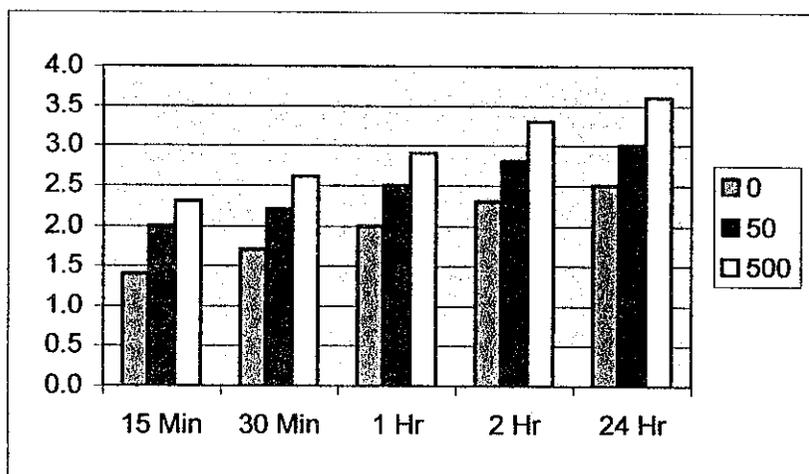


Tabla No. XXXVII Estabilidad en la emulsión expresada como porcentaje de crema

Producto: Malation 57 CE
Prueba No.: 2/ Figura No. 6 / parte experimental
Dilución empleada: 95/5
Temperatura: 30° C

Dureza del agua	15 Min	30 Min	1 Hr	2 Hr	24 Hr
0	1.2	1.4	1.7	2.0	2.2
50	1.8	1.8	2.3	2.6	3.0
500	2.0	2.1	2.5	2.7	3.2

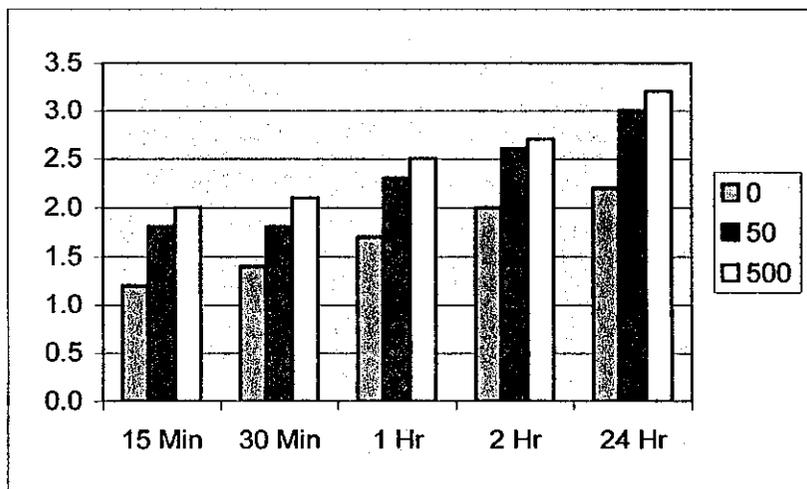


Tabla No. XXXVIII Estabilidad en la emulsión expresada como porcentaje de crema

Producto: Malation 57 CE
Prueba No.: 3/ Figura No. 6 / parte experimental
Dilución empleada: 95/5
Temperatura: 30° C

Dureza del agua	15 Min	30 Min	1 Hr	2 Hr	24 Hr
0	1.0	1.3	1.7	2.0	2.0
50	1.6	1.8	2.0	2.3	2.4
500	1.8	1.9	2.3	2.7	3.0

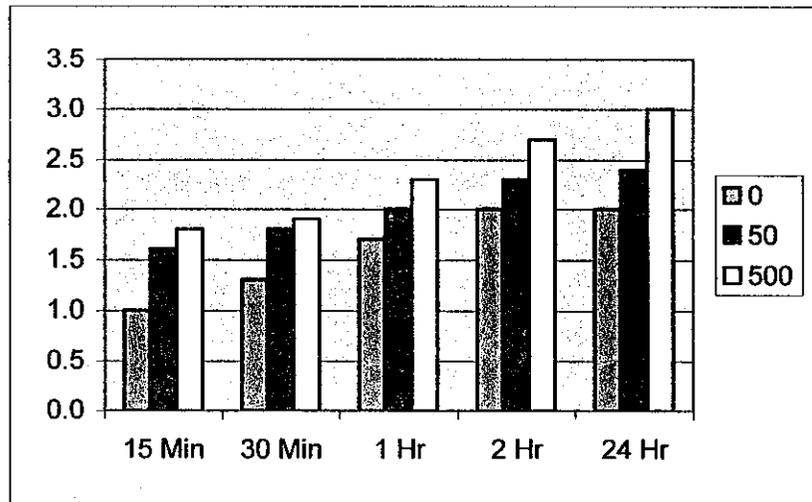


Tabla No. XXXIX Estabilidad en la emulsión expresada como porcentaje de crema

Producto: Malation 57 CE
Prueba No.: 4/ Figura No. 6 / parte experimental
Dilución empleada: 95/5
Temperatura: 30° C

Dureza del agua	15 Min	30 Min	1 Hr	2 Hr	24 Hr
0	1.2	1.7	2.3	2.5	2.9
50	1.8	2.0	2.5	3.0	3.2
500	2.0	2.3	2.7	3.3	3.7

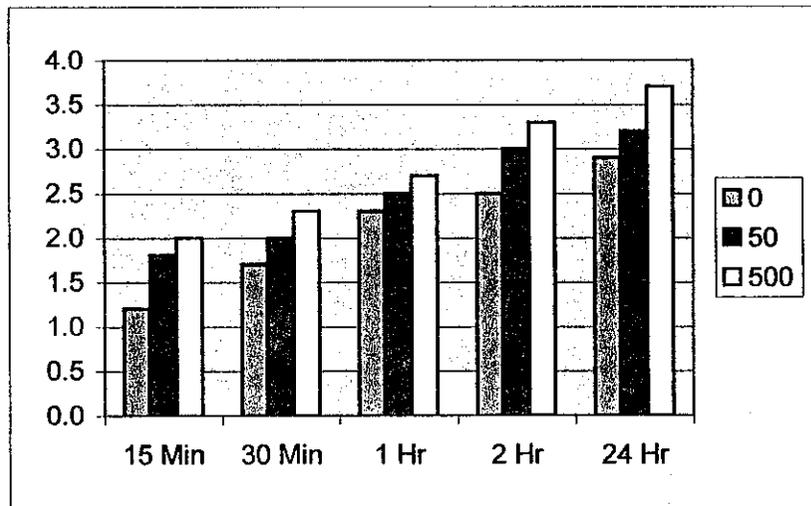


Tabla No. XL Estabilidad en la emulsión expresada como porcentaje de crema

Producto: Malation 57 CE
Prueba No.: 5/ Figura No. 6 / parte experimental
Dilución empleada: 95/5
Temperatura: 30° C

Dureza del agua	15 Min	30 Min	1 Hr	2 Hr	24 Hr
0	2.0	2.5	3.0	3.8	4.2
50	2.1	2.7	3.4	3.9	4.5
500	3.0	3.4	3.7	4.0	4.5

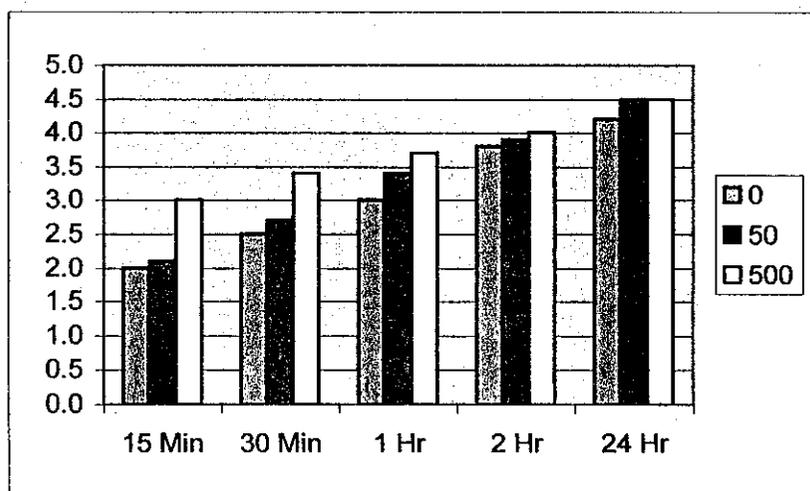


Tabla No. XLI Estabilidad en la emulsión expresada como porcentaje de crema

Producto: Malation 57 CE
Prueba No.: 1/ Figura No. 7 / parte experimental
Dilución empleada: 95/5
Temperatura: 30° C

Dureza del agua	15 Min	30 Min	1 Hr	2 Hr	24 Hr
0	0.0	0.0	0.5	0.6	1.2
50	0.0	0.0	0.7	0.8	1.5
500	0.0	0.0	1.0	1.2	1.8

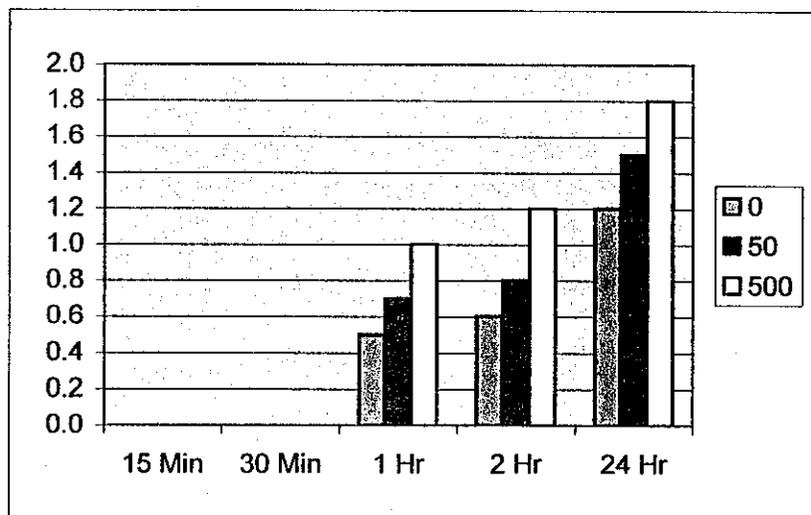


Tabla No. XLII Estabilidad en la emulsión expresada como porcentaje de crema

Producto: Malation 57 CE
Prueba No.: 2/ Figura No. 7 / parte experimental
Dilución empleada: 95/5
Temperatura: 30° C

Dureza del agua	15 Min	30 Min	1 Hr	2 Hr	24 Hr
0	0.0	0.0	0.0	0.5	1.0
50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5
500	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5

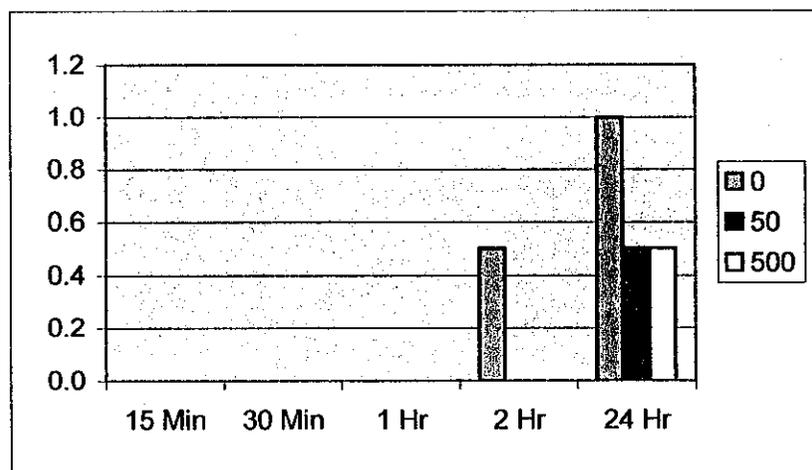


Tabla No. XLIII Estabilidad en la emulsión expresada como porcentaje de crema

Producto: Malation 57 CE
Prueba No.: 3/ Figura No. 7 / parte experimental
Dilución empleada: 95/5
Temperatura: 30° C

Dureza del agua	15 Min	30 Min	1 Hr	2 Hr	24 Hr
0	0.0	0.0	0.5	0.9	1.6
50	0.0	0.0	0.5	1.2	2.0
500	0.0	0.0	0.7	1.5	2.7

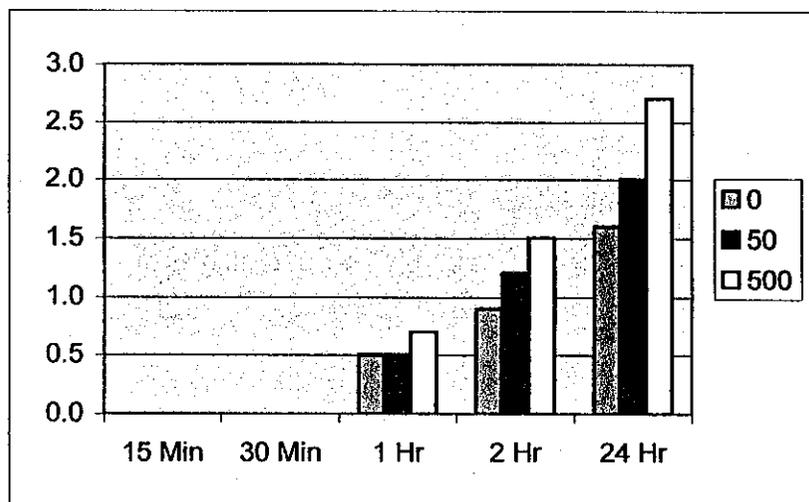


Tabla No. XLIV Estabilidad en la emulsión expresada como porcentaje de crema

Producto: Malation 57 CE
Prueba No.: 4/ Figura No. 7 / parte experimental
Dilución empleada: 95/5
Temperatura: 30° C

Dureza del agua	15 Min	30 Min	1 Hr	2 Hr	24 Hr
0	0.0	0.5	0.8	1.5	1.8
50	0.0	0.7	1.0	1.9	2.5
500	0.0	1.0	1.5	2.0	2.7

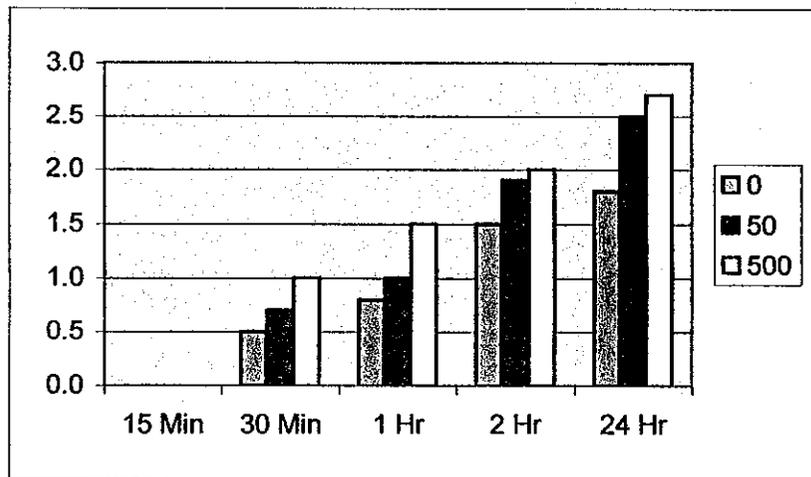


Tabla No. XLV Estabilidad en la emulsión expresada como porcentaje de crema

Producto: Malation 57 CE
Prueba No.: 1/ Figura No. 8 / parte experimental
Dilución empleada: 95/5
Temperatura: 30° C

Dureza del agua	15 Min	30 Min	1 Hr	2 Hr	24 Hr
0	0.0	0.0	0.3	0.8	1.5
50	0.0	0.0	0.5	1.0	1.7
500	0.0	0.0	0.7	1.5	2.3

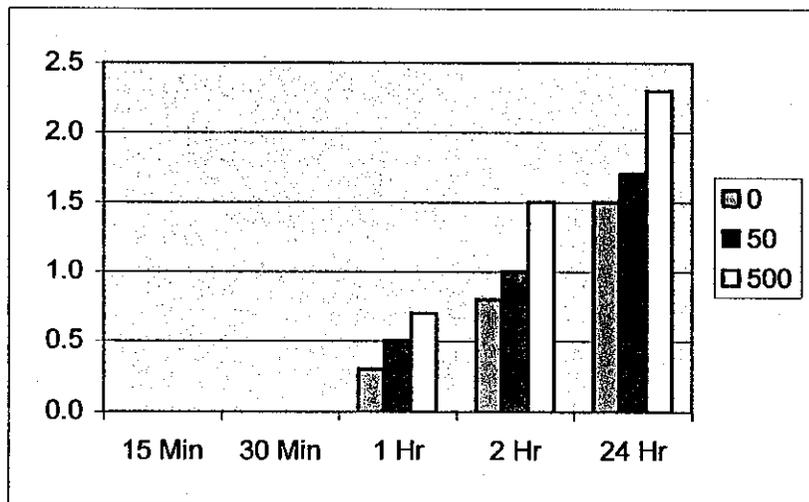


Tabla No. XLVI Estabilidad en la emulsión expresada como porcentaje de crema

Producto: Malation 57 CE
Prueba No.: 2/ Figura No. 8 / parte experimental
Dilución empleada: 95/5
Temperatura: 30° C

Dureza del agua	15 Min	30 Min	1 Hr	2 Hr	24 Hr
0	0.0	0.0	0.5	0.8	1.2
50	0.0	0.0	1.0	1.5	1.8
500	0.0	0.0	1.5	2.0	2.5

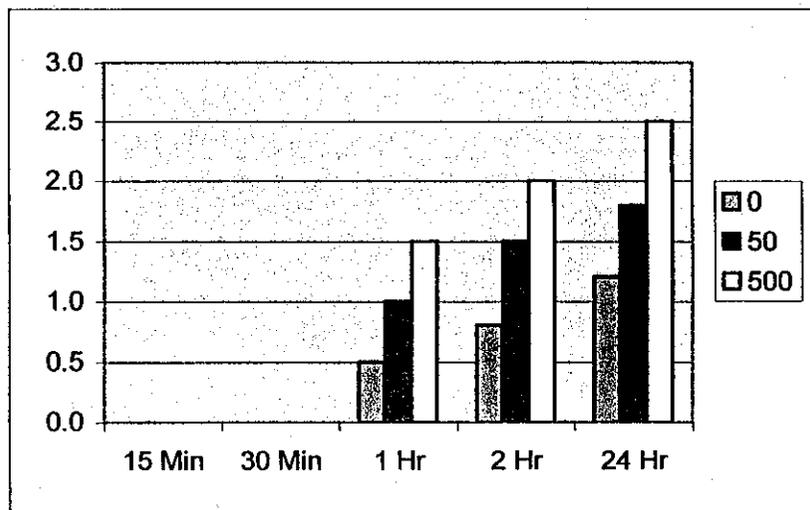


Tabla No. XLVII Estabilidad en la emulsión expresada como porcentaje de crema

Producto: Malation 57 CE
Prueba No.: 3/ Figura No. 8 / parte experimental
Dilución empleada: 95/5
Temperatura: 30° C

Dureza del agua	15 Min	30 Min	1 Hr	2 Hr	24 Hr
0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5
50	0.7	1.2	1.8	2.2	2.8
500	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0

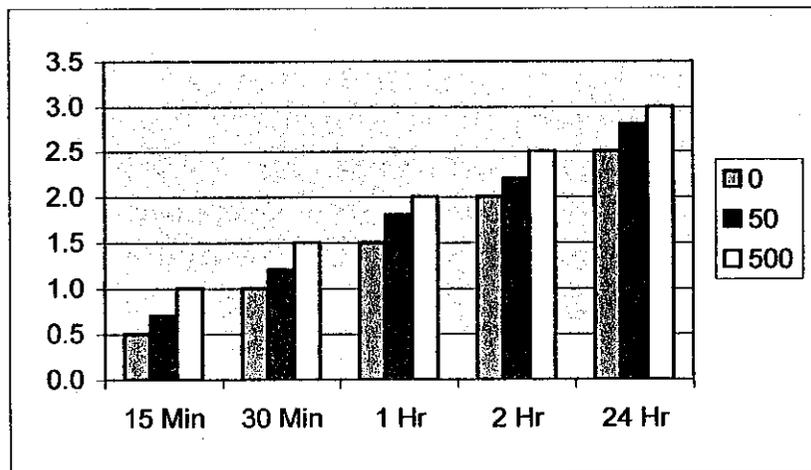


Tabla No. XLVIII Estabilidad en la emulsión expresada como porcentaje de crema

Producto: Malation 57 CE
Prueba No.: 1/ Figura No. 9 / parte experimental
Dilución empleada: 95/5
Temperatura: 30° C

Dureza del agua	15 Min	30 Min	1 Hr	2 Hr	24 Hr
0	0.0	0.0	0.5	1.0	1.3
50	0.0	0.0	0.8	1.2	1.6
500	0.0	0.0	1.0	1.5	2.0

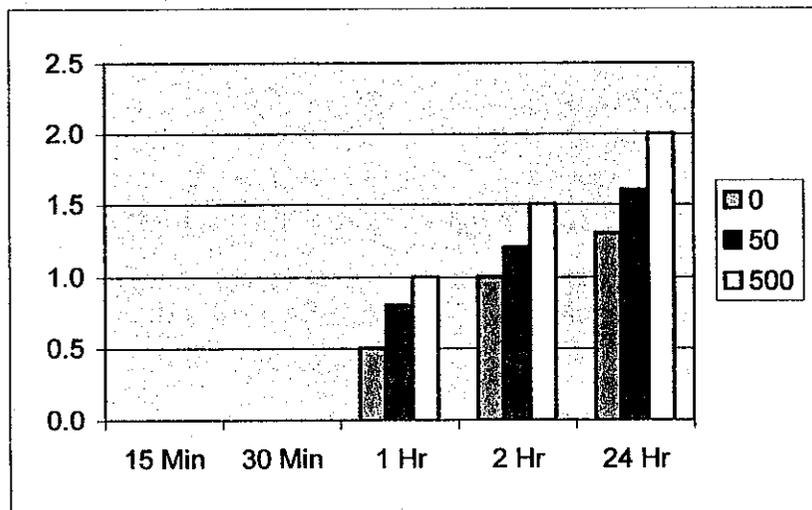


Tabla No. XLIX Estabilidad de la emulsión expresada como porcentaje de crema

Producto: Malation 57 CE
Prueba No.: 2/ Figura No. 9/ parte experimental
Dilución empleada: 95/5
Temperatura: 30° C

Dureza del agua	15 Min	30 Min	1 Hr	2 Hr	24 Hr
0	0.0	0.5	0.8	1.2	1.7
50	0.0	0.6	0.9	1.5	2.0
500	0.0	0.8	1.0	1.6	2.5

