

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Facultad de Ciencias y Humanidades

Departamento de Ingeniería Química



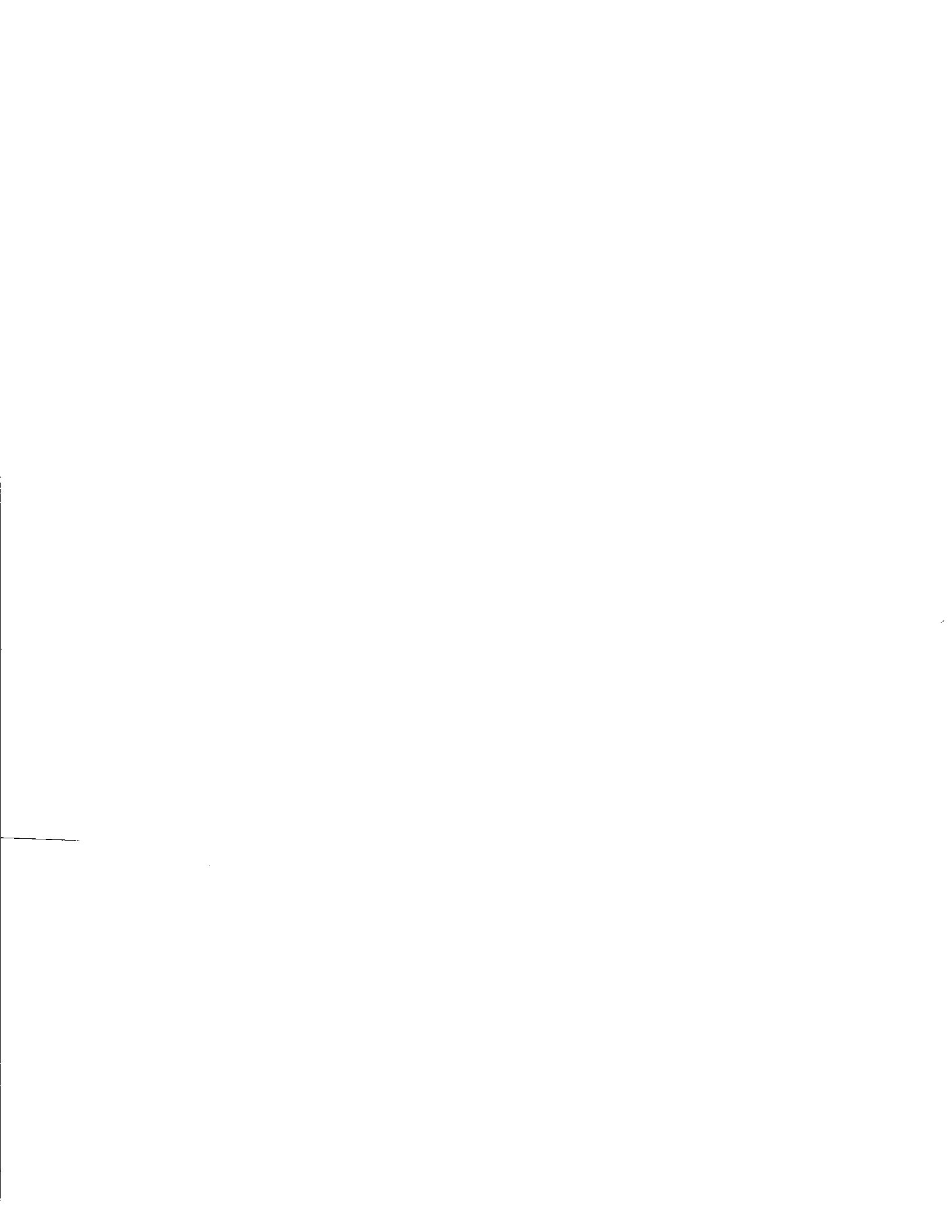
**CONCENTRACIÓN DE LÁTEX POR MEDIO DEL MÉTODO
DE CREMADO (FORMACIÓN DE CREMA)**

JORGE RENÉ FAUGIER MEJÍA

Guatemala

1988

**CONCENTRACIÓN DE LÁTEX POR MEDIO DEL MÉTODO
DE CREMADO (FORMACIÓN DE CREMA)**



UNIVERSIDAD DEL VALLE
DE GUATEMALA

Facultad de Ciencias y Humanidades



CONCENTRACIÓN DE LÁTEX POR MEDIO DEL MÉTODO
DE CREMADO (FORMACIÓN DE CREMA)

Trabajo de graduación presentado para optar el título de

Ingeniero Químico

en el grado de licenciado

JORGE RENÉ FAUGIER MEJÍA

**BIBLIOTECA
DE LA
UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA**

Guatemala

1988

Vo. Bo.:



(f)

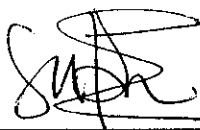
Licenciado Joachim Günther Lottmann
Asesor

Tribunal:



(f)

Licenciado Joachim Günther Lottmann



(f)

Ingeniero Oscar Gil



(f)

Ingeniero Aldo Samayoa

Fecha de aprobación: 19/10/1988

A mis padres, hermanos y
a mis amigos

SUMARIO

El objetivo principal de esta investigación es optimizar a nivel laboratorio las condiciones para concentrar látex de campo, látex concentrado por centrifugación y suero residual o skim por cremado o formación de crema.

El agente para la formación de la crema fue alginato de amonio, llegándose a una concentración máxima de 2% en peso.

Se hicieron pruebas de contenido total de sólidos a distintas concentraciones de alginato de amonio y se determinó la óptima en cada una de las especies analizadas.

Luego se midieron los contenidos de hule seco, amoniaco, ácidos grasos volátiles y pH del látex en función de tiempo y así calcular los mejores tiempos de cremado.

A partir de estos análisis se determinó que el látex de campo sí se puede concentrar por cremado y es práctico hasta cierta capacidad. El látex concentrado por centrifugación no vale la pena concentrarlo más porque presenta dificultades muy grandes de manejo. El skim en cambio puede ser el más interesante, porque podría traer un gran ahorro en los gastos de operación de coagulación.

CONTENIDO

	Página #
SUMARIO	vii
LISTA DE TABLAS	ix
LISTA DE GRÁFICAS	x
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	3
A. Generales	3
B. Específicos	3
C. Otro	3
III. GENERALIDADES	4
IV. PROCEDIMIENTO	9
A. Preparación del agente de cremado	9
B. Látex de campo	12
C. Látex concentrado por centrifugación	13
D. Skim o suero residual	16
V. RESULTADOS	16
A. Soluciones de alginato de amonio	16
B. Pruebas preliminares	23
C. Pruebas finales	56
VI. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	56
A. Preparación del agente de cremado	57
B. Pruebas preliminares	59
C. Pruebas finales	67
D. Algunos aspectos económicos	70
VII. CONCLUSIONES	71
VIII. RECOMENDACIONES	72
IX. BIBLIOGRAFÍA	74
X. APÉNDICES	74
A. Requerimientos de látex concentrado por medio de Cremado	75
B. Análisis sobre el látex	80
C. Cálculos efectuados	81
D. Programa para computadora	

LISTA DE TABLAS

Número de tabla	Título	Página #
1.	Características típicas del látex concentrado, por centrifugación	6
2.	Características típicas del látex cremado	7
3.	Soluciones de Alignato de Amonio	16
4.	TSC en función de días (látex de campo)	17
5.	TSC en función de días (látex concentrado)	19
6.	TSC en función de días (Skim)	21
7.	Resultados de pruebas finales (Análisis hecho en triplicado)	23
8.	DRC en función de días (látex de campo)	24
9.	DRC en función de días (látex concentrado)	26
10.	DRC en función de días (Skim)	28
11.	pH en función de días (látex de campo)	30
12.	pH en función de días (látex concentrado)	32
13.	pH en función de días (Skim)	34
14.	NH ₃ en látex en función de días (látex de campo)	36
15.	NH ₃ en látex en función de días (látex concentrado)	38
16.	NH ₃ en látex en función de días (Skim)	40
17.	NH ₃ en agua en función de días (látex de campo)	42
18.	NH ₃ en agua en función de días (látex concentrado)	44
19.	NH ₃ en agua en función de días (Skim)	46
20.	VFA en función de días (látex de campo)	48
21.	VFA en función de días (látex concentrado)	50
22.	VFA en función de días (Skim)	52
23.	KOH en función de días (látex de campo)	54
24.	KOH en función de días (látex concentrado)	56
25.	KOH en función de días (Skim)	58

LISTA DE GRÁFICAS

Número de gráfica	Título	Página #
1.	TSC Crema de látex de campo 8 y 19 días. Fase "A"	18
2.	TSC Suero de látex de campo 8 y 19 días. Fase "C"	18
3.	TSC látex concentrado 8 y 9 días. Fase "A"	20
4.	TSC Skim 8 y 19 días. Fase "A"	22
5.	TSC Skim 8 y 19 días fases "B" y "C"	22
6.	DRC látex de campo. Fase "A"	25
7.	DRC látex concentrado. Fase "A"	27
8.	DRC Skim. Fase "A"	29
9.	pH de látex de campo. Fase "A"	31
10.	pH de látex concentrado. Fase "A"	33
11.	pH Skim. Fase "A"	33
12.	NH ₃ látex en látex de campo	37
13.	NH ₃ látex de campo concentrado	39
14.	NH ₃ látex en skim	41
15.	NH ₃ agua en látex de campo	43
16.	NH ₃ agua en látex concentrado	45
17.	NH ₃ agua en skim	45
18.	VFA látex de campo	47
19.	VFA látex concentrado	47
20.	VFA skim	49
21.	KOH látex de campo	51
22.	KOH látex concentrado	53
23.	KOH skim	55

I. INTRODUCCIÓN

La industria de hule ha tomado un gran auge en los últimos años y una muestra de esto es la gran inversión que se está haciendo actualmente en este renglón.

Desde hace algunos años Guatemala está exportando látex a países como México, Colombia y a toda Centro América.

El propósito de este trabajo es concentrar por medio del método de cremado o formación de crema el látex de campo y elevar el contenido de hule del látex concentrado por centrifugación.

Las aplicaciones comerciales del látex de campo son casi nulas, por lo que hay que concentrarlo y para el efecto existen varios métodos.

Algunos de estos métodos son: centrifugación, cremado (formación de crema), evaporación, filtración y otros.

El proceso más utilizado mundialmente es el de centrifugación. El segundo es el de cremado, siendo el de interés de este trabajo. El cremado consiste en agregar al látex sustancias de altos pesos moleculares, que propician que en la superficie se concentre la "crema" y en la parte inferior permanezca el suero.

El látex cremado posee las ventajas de tener un alto contenido de hule seco (D.R.C.), bajo contenido de partículas no hule y alta estabilidad, que son útiles para ciertos procesos específicos. Las aplicaciones más importantes son: fabricación de hilo de caucho, esponjas, y cualquier otro producto de hule donde se necesite poca pérdida por fatiga, buena fuerza ténsil y elongación al rompimiento.

Hay que hacer la aclaración que la palabra "cremado" es una traducción literal del inglés "creaming" y aunque no exista este término en castellano para esta aplicación, es el que se usa comúnmente en este campo.

II. OBJETIVOS

A. Generales

- Concentrar el látex de campo por medio del método de cremado.
- Aumentar el contenido de hule en el látex concentrado por centrifugación.
- Optimizar el proceso a nivel laboratorio.

B. Específicos

- Preparar la solución de alginato de amonio lo más concentrado posible.
- Seleccionar la concentración óptima del agente de cremado en la fase acuosa del látex.
- Determinar si es necesaria la adición de algún jabón o preservante adicional.
- Tratar de llenar los requisitos de las especificaciones ASTM D1076.

C. Otro

- Hacer pruebas de cremado con el skim (suero residual de la centrifugación).

III. GENERALIDADES

A continuación se presenta información básica referente al tema, obtenido de distintas fuentes bibliográficas.

El látex se define como una solución coloidal acuosa de un elastómero. (Waterman)

El látex de hule natural es un sistema biológico complejo, que contiene, aparte de hule, hidrocarburos, azúcares, proteínas, lípidos, carotenoides, sales minerales, enzimas y un gran número de sustancias nitrogenaicas, (McGavack, et al) , (Rhodes, et al)

Se conoce también como un polímero estéreo regular consistente esencialmente de cis-1,4 poliisopreno. (Waterman)

Parte de la proteína y la mayoría de los lípidos se consideran adsorbidos por la superficie de las partículas de hule en el látex, formando una película protectora, que mantiene su estabilidad dentro de recipientes. (Rhodes, et al)

El látex natural se obtiene directamente del árbol Hevea Brasiliensis de la familia de los Euphorbiaceae, por medio de cortes diagonales o en forma de "V", en la superficie de éste. (Waterman) , (Rhodes, et al).

Inmediatamente después del corte, durante la recolección, el látex se contamina por bacterias que en la mayoría de los casos se originan del panel de corte o del recipiente de recepción. Estas se multiplican rápidamente bajo condiciones tropicales y a expensas de los constituyentes no- hule, produciendo grandes cantidades de ácidos. Bajo estas condiciones, la película protectora proteína/lípido se desintegra, provocando una inestabilidad del látex. (McGavack, et al) , (Rhodes, et al)

Esta desintegración de la película protectora trae consigo putrefacción y coagulación en pocas horas. Esto se puede evitar añadiendo un preservante. El más usado, con una acción eficaz, es el amoníaco. Con 1 % (peso/peso) de amoníaco se asegura una buena acción biocida, controla la proliferación de ácidos producidos por las bacterias, neutraliza el ácido ya producido y ayuda a la precipitación de metales pesados. (Waterman) , (Rhodes, et al)

El contenido de hule natural obtenido de los árboles es de 30 a 40 %. Las aplicaciones comerciales de este látex de campo son casi nulas, por lo que hay que concentrarlo y para el efecto existen varios métodos. El más usado, un 90 % mundialmente, es el de centrifugación. Consiste en hacer pasar el látex de campo por centrifugadoras, que separan la crema (látex con alta concentración de hule) del skim (suero residual). (Wieniewski) , (Schweitzer)

TABLA NO. 1
CARACTERÍSTICAS TÍPICAS DEL LÁTEX CONCENTRADO
POR CENTRIFUGACIÓN

No.	Característica	Cantidades
1.	Contenido de sólidos totales T.S.C.	61.5 %
2.	Contenido de hule seco D.R.C	60.0 %
3.	Estabilidad mecánica M.ST.	1000 s
4.	Número de KOH	0.5-0.6
5.	Número de V.F.A.	0.02-0.03
6.	Contenido de partículas no-hule	2.0 % max.

Las ventajas técnicas son que tiene un bajo contenido de partículas no-hule y baja viscosidad. Las aplicaciones más comunes son espuma moldeada, alfombras, adhesivos, etc. (Pidford), (Wahab)

El cremado es un método alternativo para la concentración del látex que ha atraído un gran interés y ha sido materia de mucho trabajo en el desarrollo teórico y práctico. En el látex las partículas son tan pequeñas que el movimiento Browniano neutraliza la fuerza de gravedad y casi no ocurre emigración de partículas.

La separación se puede llevar a cabo por medios mecánicos muchas veces más fuerte que la gravedad. Esto ocurre por ejemplo, cuando se añade ácido causando floculación y coagulación, en este caso la formación de los flóculos es irreversible, si aparecen ya no se disuelven. Se descubrió también que si se agregan ciertas gomas al látex, las partículas de hule forman grupos que se van a la superficie para formar una crema y ahora al agitar las partículas, se dispersan nuevamente.

Una teoría para explicar este fenómeno, es que la adsorción de las partículas de hule en la superficie, la goma favorece en alguna manera la formación de agregados que emigran a la superficie. Una teoría alternativa es que la goma en solución desarrolla unas estructuras definidas en las cuales se atrapan las partículas de hule previniendo su movimiento. (Pidford), (Vester), (van Gils), (Rhodes, et al)

A continuación se presenta una gráfica en la cual se hace una comparación entre el comportamiento de la búsqueda de un óptimo de concentración de trabajo, tanto para el alginato de amonio como para la goma "locust-bean". Esta gráfica muestra a la vez la curva para la crema y para el skim. (Esser, et al)

Tabla No. 2
CARACTERÍSTICAS TÍPICAS DEL LÁTEX CREMADO

No.	Característica	Porcentaje
1.	Contenido total de sólidos T.S.C.	68 %
2.	Contenido de hule seco D.R.C.	66.8 %
3.	Estabilidad mecánica M.ST.	1600 s
4.	Número de KOH	0.62
5.	Número de V.F.A.	0.07
6.	Contenido de partículas no-hule	2.0 % max.

Sus ventajas técnicas son su bajo contenido de partículas no-hule y mejor habilidad de filtración. Los productos obtenidos tienen menor pérdida de fatiga, alta fuerza ténsil y elongación al rompimiento. Sus aplicaciones usuales: hilo de caucho, productos de espuma, látex extruido y otras aplicaciones en donde es ventajoso un alto

productos de espuma, látex extruido y otras aplicaciones en donde es ventajoso un alto T.S.C. y alta viscosidad. (Piddford), (Wechab)

Estas gomas que propician la aglutinación se llaman agentes de cremado. Existen agentes naturales y artificiales. Entre los naturales están: alginato de amonio, musgos, agar, semilla de tamarindo, etc. Entre los artificiales: poli acrilato de sodio y amonio, polivinilalcohol, polivinileter, óxido de polietileno y metilcelulosa. (Davey, et al), (Esser, et al)

Para familiarizarse con los términos más usados, a continuación se esboza a grandes rasgos un proceso típico de centrifugación, desde el árbol hasta la venta final.

El primer paso es la extracción del árbol de hule, por medio de recolección gota a gota de cortes transversales en la corteza. Se le agrega amoniaco para que se mantenga en forma líquida y de los pequeños recipientes se van agregando al tanque del camión que lo transportan a la planta de concentración. Se almacena en unos tanques, para luego bombearse hacia las centrifugas. De estas máquinas salen dos flujos. Uno es el de la crema que se almacena nuevamente en tanques dejándose en reposo para que las partículas de hule se estabilicen y a esto se le llama maduración. Después de este tiempo ya está listo el material para la venta. El otro flujo es el del suero residual o "skim". Este subproducto del proceso contiene una cierta cantidad de hule por lo que se puede aprovechar coagulándolo añadiendo ácido sulfúrico, ácido fórmico o ácido acético. Después se seca en un horno para luego, por medio de una prensa formar pacas, que serán vendidas como hule sólido. (Piddford)

IV. PROCEDIMIENTO

A continuación se describen los diferentes métodos usados para buscar los objetivos trazados.

A. Preparación del agente de cremado

Las soluciones de alginato de amonio en agua se preparan a una concentración máxima de 2% en peso debido a problemas de manejo cuando se sobrepasa este límite. Se colocó primero la suficiente cantidad de agua en un beaker y se llevó a una temperatura de 60°C. Se fue agregando poco a poco alginato evitando en lo posible la formación de grumos. La agitación fue constante y enérgica.

Los tiempos de dilución oscilaron entre cuatro y seis horas dando como resultado una solución levemente amarillenta, turbia y viscosa.

Todas las soluciones se hicieron con un día de anticipación a las pruebas.

B. Látex de campo

1. Pruebas preliminares. Antes de cada creinado se tomó una muestra de látex de campo y por triplicado se hicieron los siguientes análisis: (APÉNDICE B)

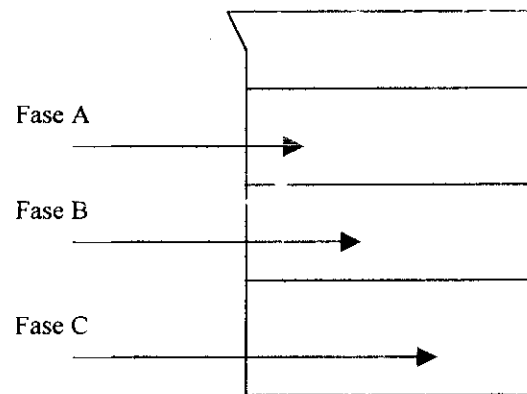
- . Contenido total de sólidos (TSC)
- . Contenido de hule seco (DRC)
- . Cantidad de ácidos grasos volátiles (VFA)

Luego se tomaron 24 beakers de 200 mls. y se les agregó 175 mls. de látex a cada uno. Se les fue añadiendo la suficiente cantidad de alginato de amonio para obtener las siguientes concentraciones:

Agente de cremado	% de agente en la fase acuosa
Alginato de amonio	0.03
	0.05
	0.08
	0.10
	0.13
	0.15
	0.20
	0.25

Cada beaker se agitó muy bien hasta que no se vio diferencia de fases, para dejarlo luego en reposo. Toda determinación se hizo en triplicado, además quedaron tres beakers como control.

Después de ocho días se hizo el análisis de TSC a todas las muestras. Estas pruebas se hicieron en las regiones A y C, no así en la B, por la imposibilidad debido a su pequeño grosor (Ver dibujo 1)



Dibujo 1

A los 19 días se realizaron nuevamente los mismos análisis, para así determinar el punto óptimo de concentración final.

2. Pruebas finales. Se tomaron nueve beakers de 5000 mls. agregándoles a cada uno 4000 mls. de látex y luego la suficiente cantidad de alginato en solución para cubrir tres puntos diferentes tomando un intervalo del 10% la concentración óptima, se hicieron por triplicado las siguientes pruebas cada dos días, solamente en la región A.

- Contenido de hule seco (DRC)
- Determinación del pH
- Contenido de amoniaco en látex (NH_3 látex)
- Contenido de amoniaco en agua (NH_3 agua)
- Cantidad de ácidos grasos volátiles (VFA)

Se dejaron tres beakers como control, haciéndoles también las mismas pruebas.

C. Látex concentrado por centrifugación

1. **Pruebas preliminares.** Antes de cada cremado se tomó una muestra de látex concentrado y por triplicado se hicieron los siguientes análisis:

- Contenido total de sólidos (TSC)
- Contenido de hule seco (DRC)
- Cantidad de ácidos grasos volátiles (VFA)

Luego se tomaron 24 beakers de 200 mls. y se les agregó 175 mls. de látex a cada uno. Se les fue añadiendo la suficiente cantidad de alginato de amonio para obtener las siguientes concentraciones:

Agente de cremado	% de agente en la fase acuosa
Alginato de amonio	0.03
	0.05
	0.08
	0.10
	0.13
	0.15
	0.20
	0.25

Cada beaker se agitó muy bien hasta que no se vio diferencia de fases, para dejarlo luego en reposo. Toda determinación se hizo en triplicado, además quedaron tres beakers como control.

Después de ocho días se hizo el análisis de TSC a todas las muestras. Estas pruebas se hicieron en la región A, no así en las B y C, por la imposibilidad debido a su pequeño grosor.

A los 19 días se realizaron nuevamente los mismos análisis, para así determinar el punto óptimo de concentración final.

2.Pruebas finales. Se tomaron nueve beakers de 5000 mls. agregándoles a cada uno 4000 mls. de látex y luego la suficiente cantidad de alginato en solución para cubrir tres puntos diferentes, tomando un intervalo del 10% la concentración óptima, se hicieron por triplicado las siguientes pruebas cada dos días, solamente en la región A.

- Contenido de hule seco (DRC)
- Determinación del pH
- Contenido de amoniaco en látex (NH₃ látex)
- Contenido de amoniaco en agua (NH₃ agua)
- Cantidad de ácidos grasos volátiles (VFA)

Se dejaron tres beakers como control haciéndoles también las mismas pruebas.

D. Skim o Suero Residual

1. Pruebas preliminares. Antes de cada cremado se tomó una muestra de skim y por triplicado se hicieron los siguientes análisis:

- Contenido total de sólidos (TSC)
- Contenido de hule seco (DRC)
- Cantidad de ácidos grasos volátiles (VFA)

Luego se tomaron 24 beakers de 200 ml. y se les agregó 175 ml. de skim a cada uno. Se les fue añadiendo la suficiente cantidad de alginato de amonio para obtener las siguientes concentraciones:

Agente de cremado	% de agente en la fase acuosa
Alginato de amonio	0.03
	0.05
	0.08
	0.10
	0.13
	0.15
	0.20
	0.25

Cada beaker se agitó muy bien hasta que no se vio diferencia de fases, para dejarlo luego en reposo. Toda determinación se hizo en triplicado, además quedaron tres beakers como control.

Después de ocho días se hizo un análisis de TSC a todas las muestras. Estas pruebas se hicieron en las regiones A, B y C.

A los 19 días se realizaron nuevamente los mismos análisis, para así determinar el punto óptimo de concentración final.

2. Pruebas finales. Se tomaron nueve beakers de 5000 mls. agregándoles a cada uno 4000 mls. de skim y luego la suficiente cantidad de alginato en solución para cubrir tres puntos diferentes, tomando un intervalo del 10% la concentración óptima, se hicieron por triplicado las siguientes pruebas cada dos días, en la región A solamente.

- Contenido de hule seco (DRC)
- Determinación pH
- Contenido de amoníaco en skim (NH_3 skim)
- Contenido de amoníaco en agua (NH_3 agua)
- Cantidad de ácidos grasos volátiles (VFA)

Se dejaron tres beakers como control haciéndoles también las mismas pruebas.

V. RESULTADOS

A.- Soluciones de alginato de amonio

Tabla No. 3
SOLUCIONES DE ALGINATO DE AMONIO

Concentración % en peso	Calentamiento (Temperatura en °C)	Características	Tiempo de dilución (en horas)
0.5	60	Cristalina, amarillenta, levemente viscosa	1.5
1.0	60	Cristalina, amarillenta, viscosidad media	3
2.0	60	Turbia, amarillenta, viscosidad alta, difícil manejo	5
2.0	70	Cristalina, café, viscosidad prácticamente igual que la concentración del 1%.	No provocó separación de fases
2.5	60	Todavía habían grumos presentes	Después de 8 horas

B. Pruebas preliminares

Las tablas de estas pruebas hacen una comparación del contenido total de sólidos a diferentes concentraciones de alginato de amonio después de dos intervalos diferentes de tiempo.

1. Látex de campo

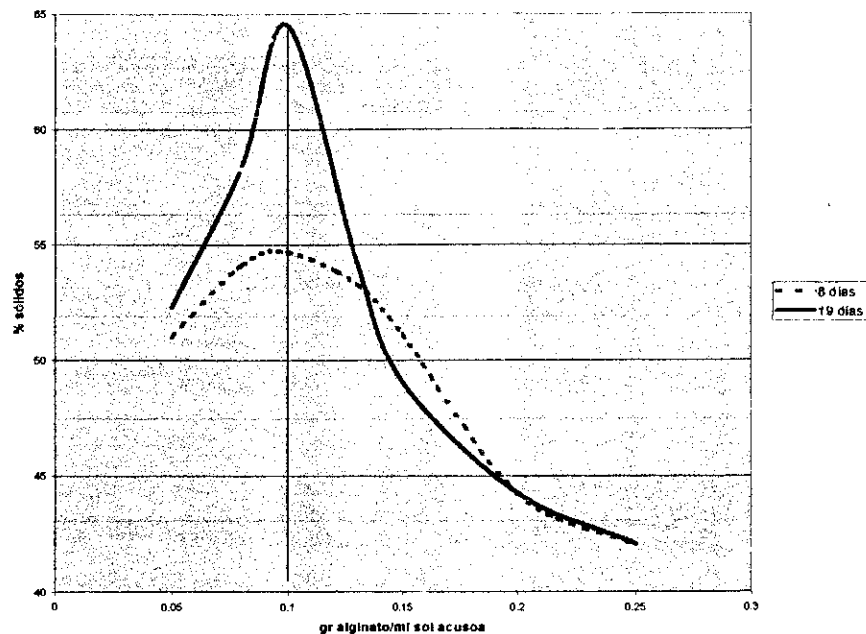
Tabla No. 4

% alginato en solución acuosa	TSC (en días)			
	8	8	19	19
	Fase			
	A	C	A	C
0.03	Descartado por inspección visual			
0.05	50.868	15.289	52.243	10.426
	51.203	15.267	52.231	10.384
	51.036	15.205	52.429	10.351
0.08	54.213	6.988	58.584	5.278
	54.094	7.004	58.584	5.290
	54.107	6.979	58.161	5.274
0.10	54.661	6.118	64.379	4.820
	54.746	6.121	64.674	4.816
	54.670	6.126	64.412	4.815
0.13	53.359	5.994	54.189	4.708
	53.140	6.000	54.537	4.707
	53.419	5.975	54.145	4.719
0.15	51.198	5.684	49.000	4.919
	51.011	5.691	49.062	4.892
	51.180	5.701	49.204	4.923
0.20	44.375	4.758	44.266	3.487
	44.369	4.760	44.146	3.505
	44.017	4.759	44.375	3.501
0.25	41.929	3.244	42.168	2.823
	42.195	3.261	42.123	2.831
	41.905	3.273	41.866	2.831

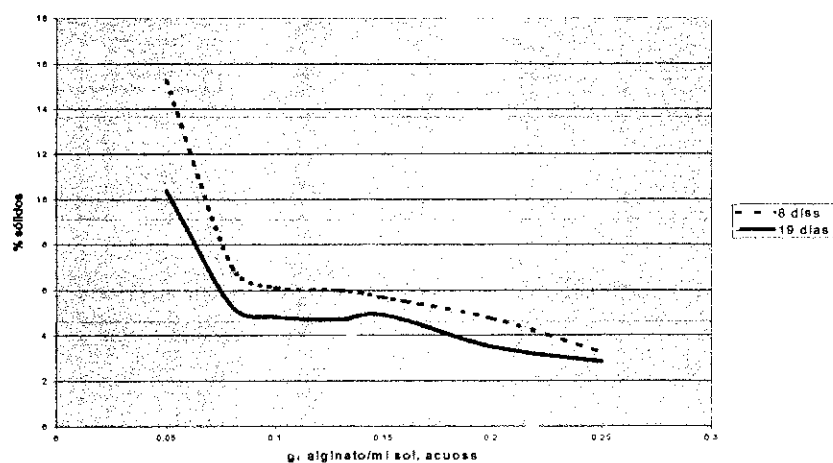
Concentración de alginato = % alginato / mls. de sol. Acuosa \pm 1.4%

TSC = % \pm 0.3%

Gráfica No. 1
TSC CREMA DE LÁTEX DE CAMPO 8 Y 19 DÍAS. "FASE A"



Gráfica No. 2
TSC SUERO DE LÁTEX DE CAMPO 8 Y 19 DÍAS. FASE "C"



2. Látex concentrado

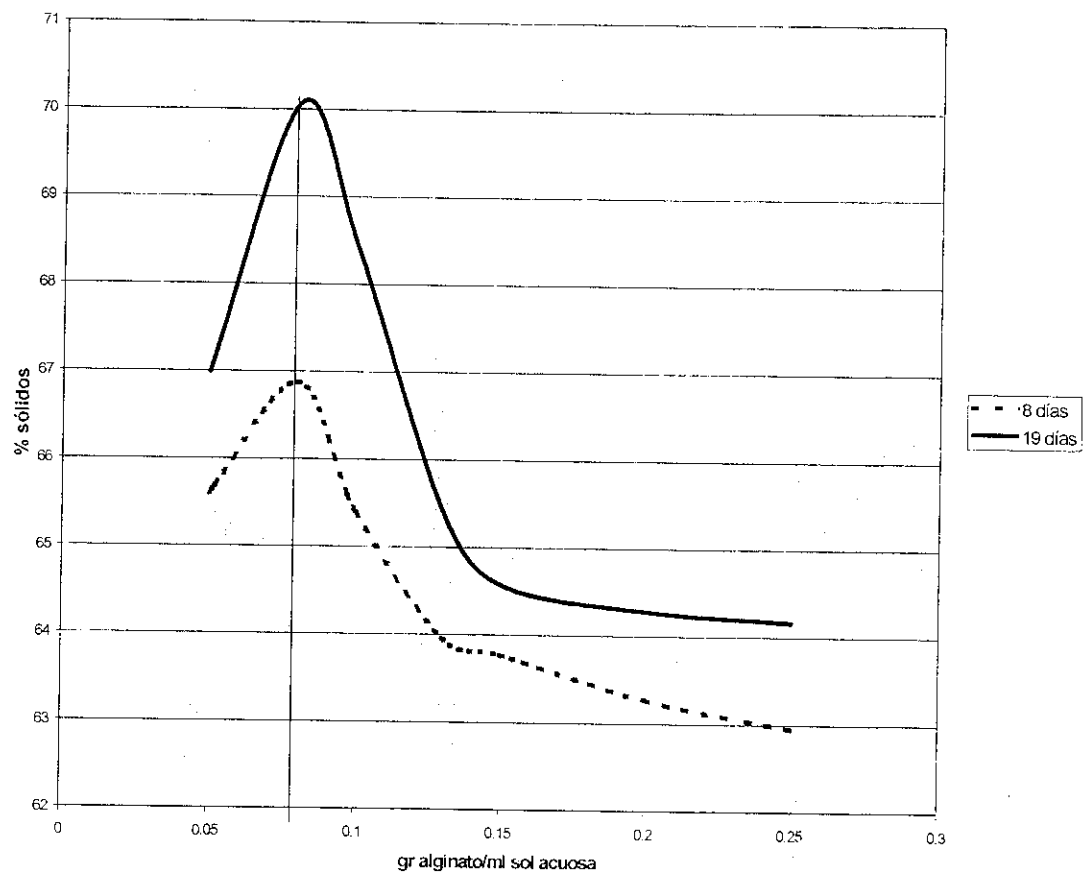
TABLA No. 5
TSC EN FUNCIÓN DE DÍAS

% alginato en sol. acuosa	TSC (En días)	
	8	19
	FASE A	
0.03	Descartados por inspección visual	
0.05	65.552	67.111
	65.438	67.072
	65.826	66.790
0.08	66.775	70.179
	66.972	70.141
	66.868	69.888
0.10	65.518	68.403
	65.269	68.559
	65.401	68.329
0.13	63.738	65.525
	63.839	65.130
	64.308	65.561
0.15	63.510	64.561
	63.783	64.591
	64.021	64.567
0.20	63.150	64.350
	63.592	64.249
	63.074	64.253
0.25	62.767	64.161
	62.941	63.930
	63.139	64.404

Concentración de alginato = % alginato / mls. de sol. acuosa \pm 1.4%

TSC = % \pm 0.3%

Gráfica No. 3
TSC LÁTEX CONCENTRADO 8 Y 9 DÍAS FASE "A"



3. Skim

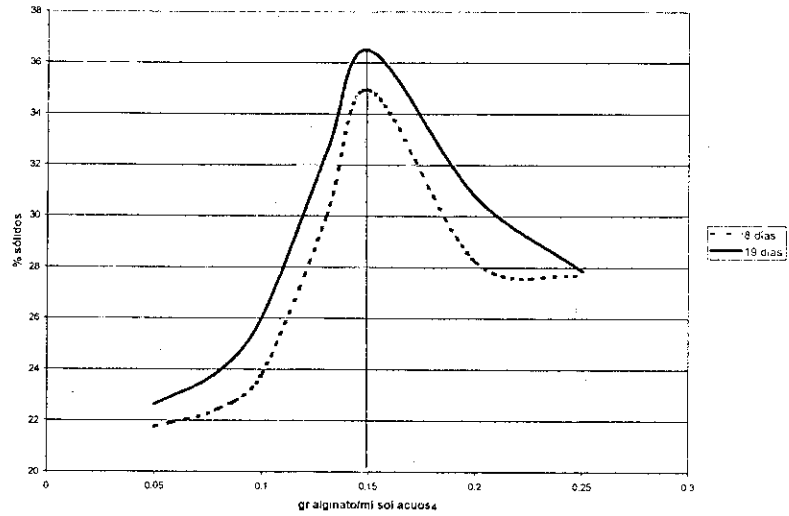
Tabla No. 6
TSC EN FUNCIÓN DE DÍAS

% alginato en sol. Acuosa	TSC (en días)					
	8	8	8	19	19	19
	Fase C	Fase B	Fase A	Fase C	Fase B	Fase A
0.03	Descartados visualmente					
0.05	4.503	6.406	21.803	4.417	6.222	22.676
	4.504	6.343	21.646	4.386	6.251	22.693
	4.517	6.371	21.843	4.392	6.219	22.535
0.08	4.563	6.173	22.497	4.083	5.692	23.931
	4.542	6.228	22.464	4.082	5.696	23.939
	4.559	6.191	22.408	4.092	5.676	23.931
0.10	5.206	6.247	24.812	4.269	5.770	26.033
	5.179	6.278	21.901	4.238	5.726	26.065
	5.207	6.229	24.771	4.263	5.746	26.050
0.13	4.819	6.483	29.950	4.506	6.105	32.485
	4.780	6.503	30.037	4.495	6.122	32.517
	4.796	6.485	30.017	4.518	6.088	32.629
0.15	4.614	6.752	34.848	4.358	6.277	36.508
	4.590	6.780	34.989	4.353	6.314	36.423
	4.581	6.742	34.932	4.352	6.277	36.508
0.20	4.580	7.273	28.196	3.883	6.718	30.786
	4.608	7.326	28.258	3.909	6.725	30.707
	4.609	7.299	28.270	3.914	6.734	30.843
0.25	4.654	6.697	27.742	3.662	6.539	27.845
	4.648	6.713	27.626	3.652	6.569	27.895
	4.646	6.679	27.602	3.641	6.542	27.857

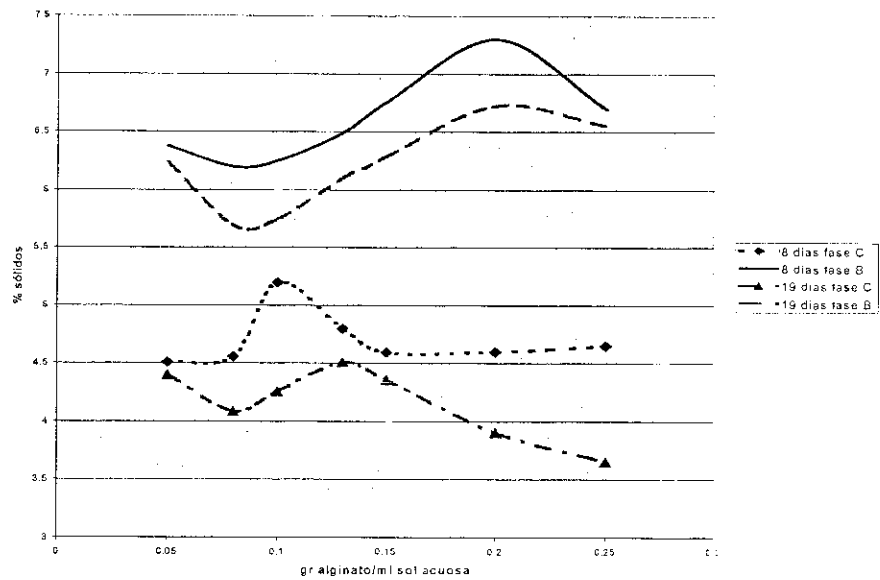
Concentración de alginato = % alginato / mls.s. de sol. acuosa \pm 1.4%

TSC = % \pm 0.3%

Gráfica No. 4
TSC SKIM 8 Y 19 DÍAS FASE "A"



Gráfica No. 5
TSC 8 Y 19 DÍAS. FASES "B Y C"



C. Pruebas finales

En esta sección se presentan los resultados de todas las pruebas DRC, pH, VFA, $\text{NH}_3_{\text{agua}}$ y $\text{NH}_3_{\text{látex}}$ en función de tiempo. Los análisis se hicieron por triplicado en tres concentraciones en un intervalo de $\pm 10\%$ la concentración óptima de alginato obtenida en las pruebas preliminares. Las concentraciones de trabajo son las siguientes:

Tabla No. 7
RESULTADO DE PRUEBAS FINALES
(ANÁLISIS HECHO EN TRIPLICADO)

	Látex de Campo	Látex Concentrado	Skim
-10% del óptimo	0.093 % alginato/mls. sol acuosa $\pm 1.4\%$	0.068 % alginato/mls. sol acuosa $\pm 1.4\%$	0.144 % alginato/mls. sol acuosa $\pm 1.4\%$
+10% del óptimo	0.112 % alginato/mls. sol acuosa $\pm 1.4\%$	0.083 % alginato/mls. sol acuosa $\pm 1.4\%$	0.174 % alginato/mls. sol acuosa $\pm 1.4\%$
Óptimo	0.102 % alginato/mls. sol acuosa $\pm 1.4\%$	0.075 % alginato/mls. sol acuosa $\pm 1.4\%$	0.158 % alginato/mls. sol acuosa $\pm 1.4\%$

Ver las tablas a partir de la siguiente página.

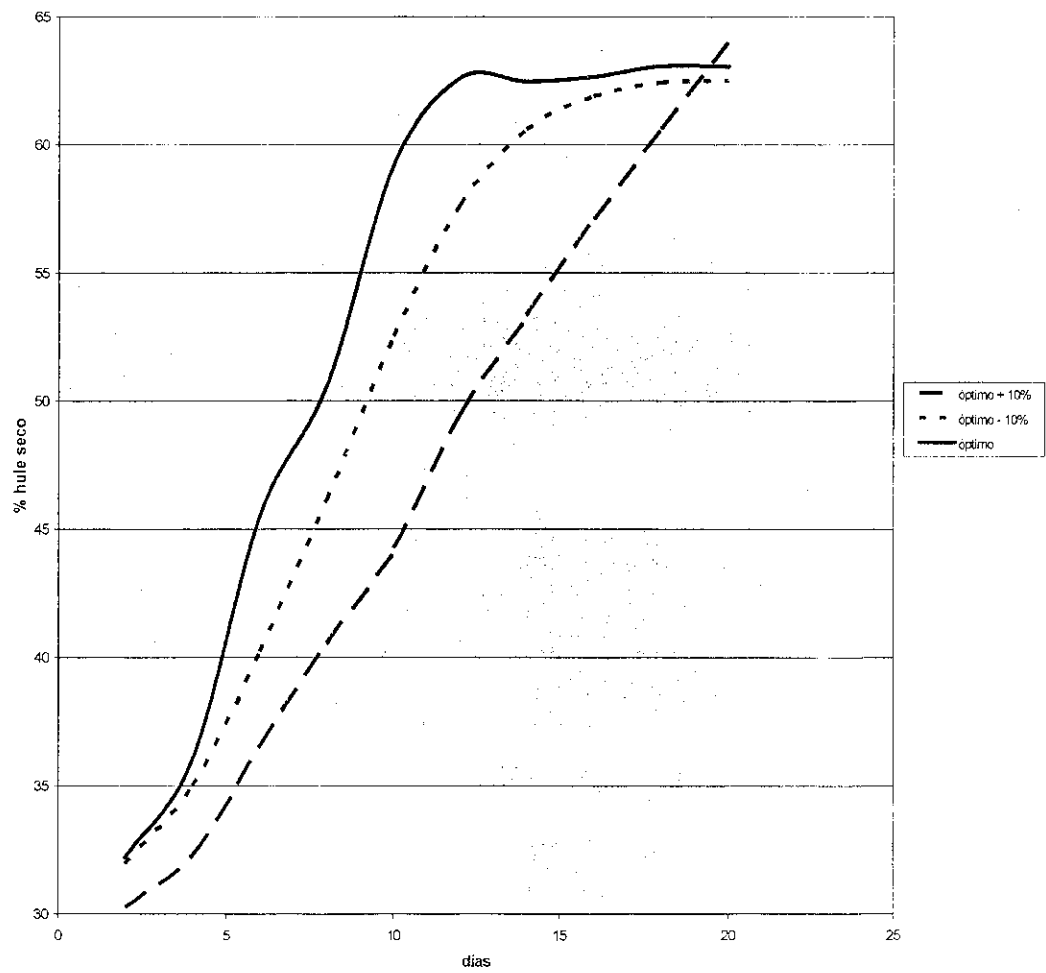
1. Látex de campo

Tabla No. 8
DRC EN FUNCIÓN DE DÍAS

Días	Concentración de DRC		
	0.112	0.093	0.102
2	30.438	32.046	32.124
	30.419	31.901	32.110
	30.021	31.939	32.360
4	32.202	35.013	35.983
	32.367	35.082	36.142
	32.309	34.956	36.029
6	36.606	40.276	45.434
	36.598	40.280	45.359
	36.454	40.091	45.701
8	40.688	46.089	50.504
	40.428	46.041	50.565
	40.582	46.293	50.702
10	44.450	52.758	59.419
	44.198	52.379	59.041
	44.109	52.491	59.196
12	49.500	57.712	62.486
	49.410	57.543	62.550
	49.538	57.758	62.813
14	53.195	60.402	62.475
	53.531	60.631	62.708
	53.287	60.776	62.233
16	57.053	62.168	63.000
	57.192	61.766	62.058
	57.075	61.749	62.902
18	60.526	62.621	62.935
	60.478	62.386	63.224
	60.838	62.275	63.047
20	64.143	62.679	62.832
	63.995	62.496	63.201
	63.954	62.324	63.140

DRC = % \pm 0.3%

Gráfica No. 6
DRC LÁTEX DE CAMPO. FASE "A"



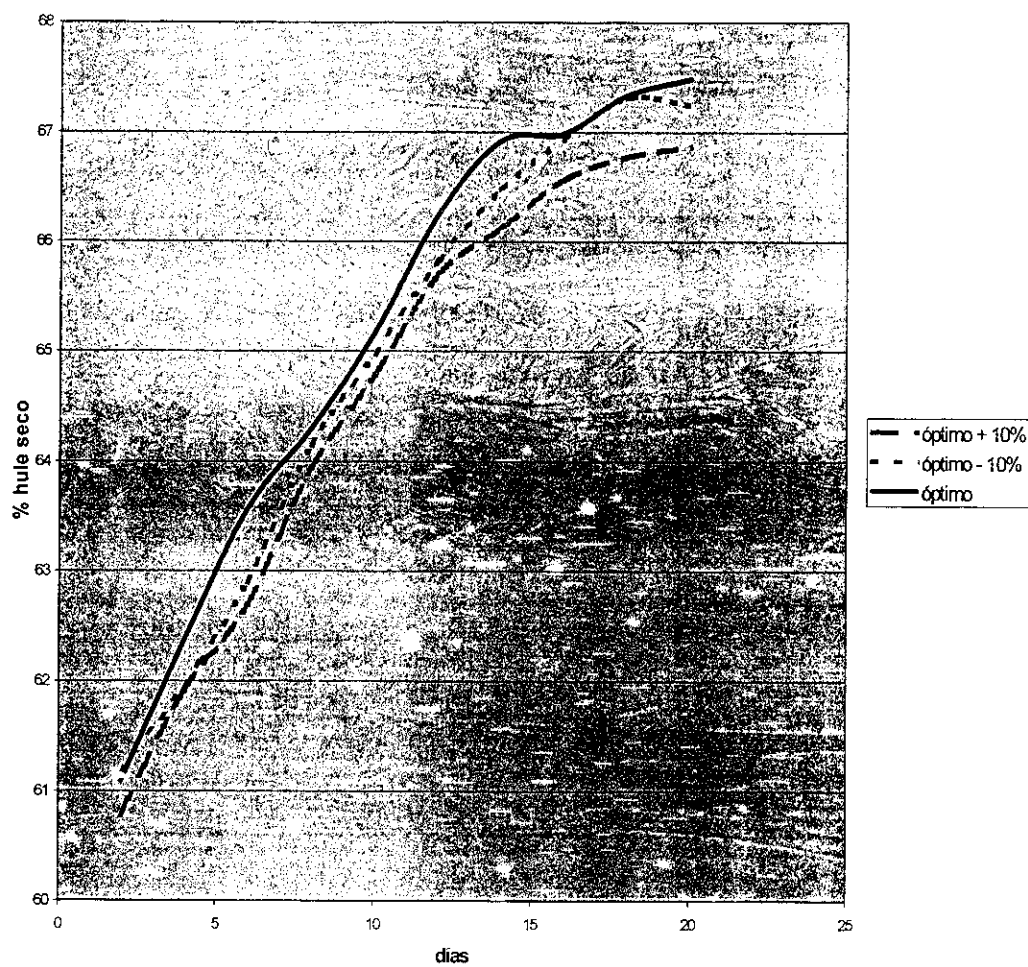
2. Látex concentrado

Tabla No. 9
DRC en función de días

Días	DRC (Concentración)		
	0.083	0.068	0.075
2	60.496	61.397	61.248
	61.015	60.933	60.991
	60.849	61.203	61.044
4	61.609	61.829	62.175
	62.037	62.059	62.528
	62.086	61.971	62.400
6	62.805	62.940	63.708
	62.776	62.749	63.400
	62.485	63.014	63.593
8	64.063	64.328	64.675
	64.018	64.102	64.632
	63.741	64.014	63.593
10	64.707	64.782	65.484
	64.638	64.977	64.632
	65.006	65.178	65.408
12	65.677	65.733	66.484
	65.742	65.758	66.046
	65.689	65.995	66.240
14	65.897	66.296	66.937
	66.050	66.381	67.034
	66.431	66.763	66.804
16	66.390	66.927	66.850
	66.624	66.619	67.256
	66.691	67.279	66.867
18	66.940	67.415	67.101
	66.704	67.080	67.508
	66.670	67.448	67.408
20	66.828	67.148	67.585
	66.949	67.096	67.288
	66.833	67.500	67.589

DRC = % \pm 0.3%

Gráfica No. 7
DRC LÁTEX CONCENTRADO. FASE A

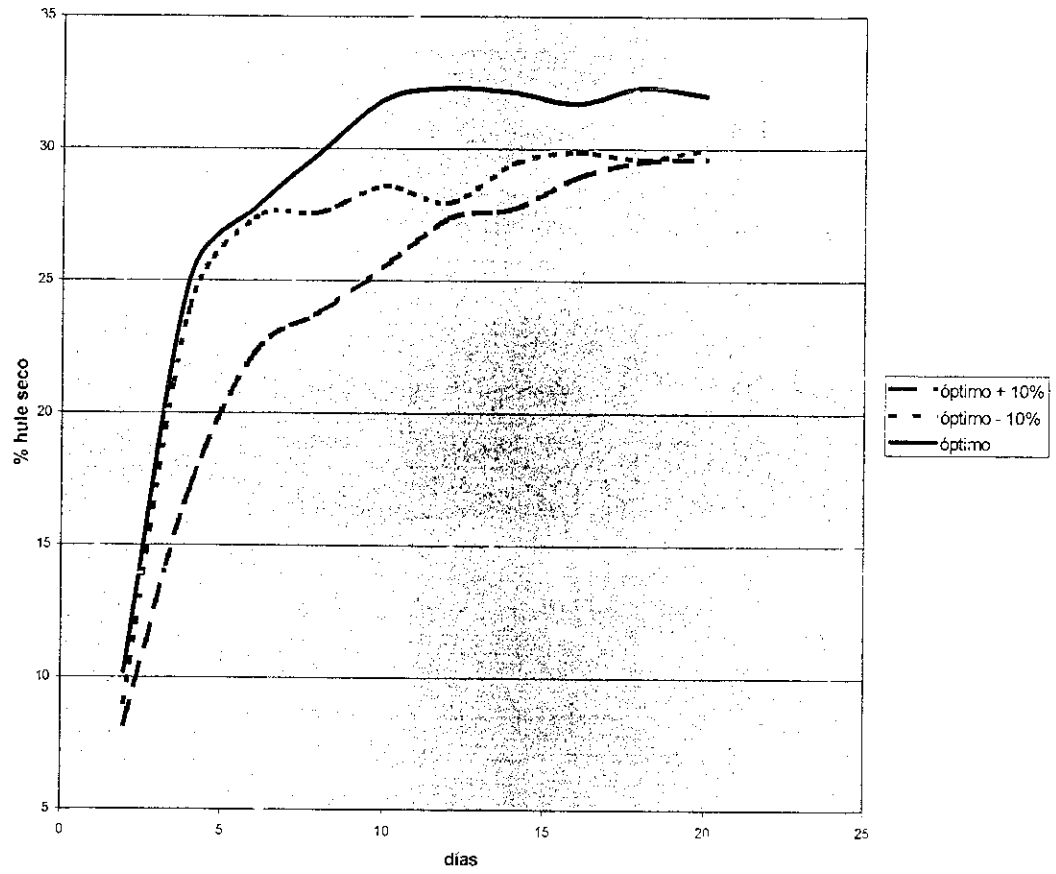


3. Skim

Tabla No. 10
CONCENTRACIÓN DE CONTENIDO
DE HULE SECO (DRC)
(en función de días)

Días	Concentración de DRC		
	0.174	0.144	0.158
2	8.174	9.000	10.223
	8.203	8.997	10.169
	8.208	9.004	10.211
4	17.072	23.912	25.011
	17.058	24.092	25.120
	17.044	24.057	25.093
6	22.166	27.418	27.752
	22.262	27.242	27.622
	22.287	27.411	27.809
8	23.825	27.599	29.871
	23.781	27.622	29.843
	23.799	27.497	29.839
10	25.552	28.509	31.957
	25.535	28.624	31.708
	25.397	28.598	31.943
12	27.273	27.987	32.214
	27.522	27.946	32.311
	27.285	27.920	32.332
14	27.775	29.543	32.204
	27.586	29.299	32.138
	27.825	29.463	32.038
16	28.940	29.840	31.786
	28.876	29.851	31.575
	28.965	29.919	31.803
18	29.499	29.579	32.333
	29.639	29.555	32.303
	29.377	29.628	32.268
20	29.906	30.028	31.880
	29.175	29.874	32.047
	29.779	30.035	32.113

Gráfica No. 8
DRC SKIM. FASE "A"

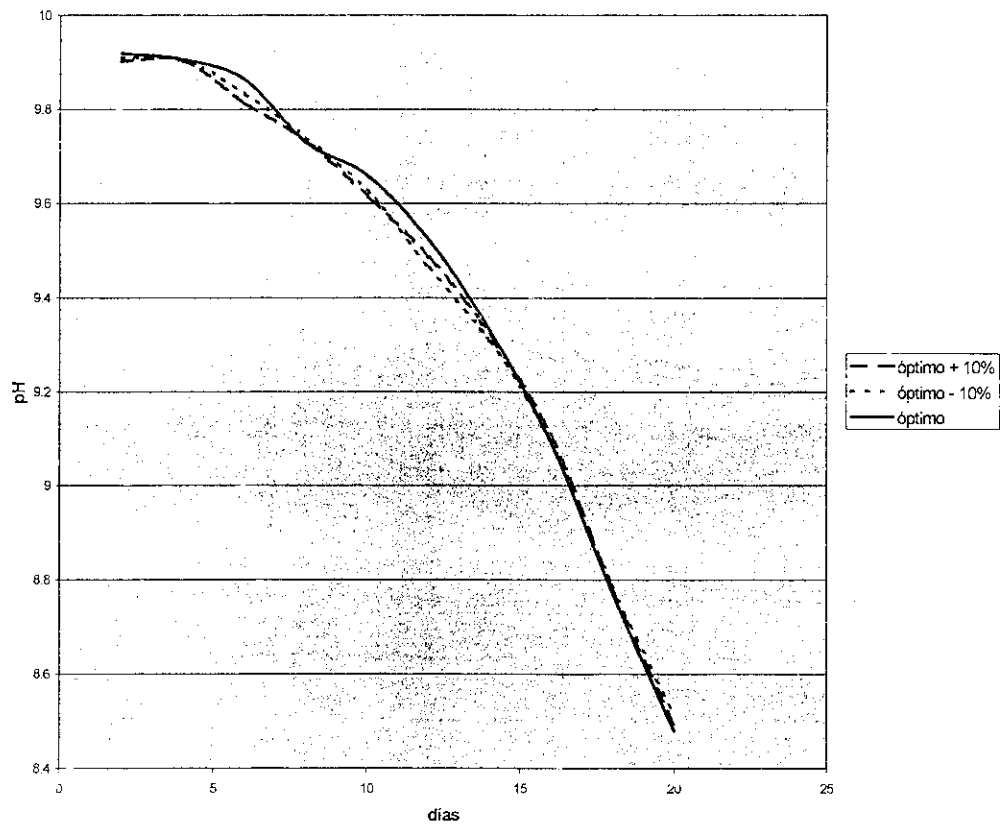


4. Látex de campo

Tabla No. 11
pH EN FUNCIÓN DE DÍAS

Días	PH (concentración)		
	0.112	0.093	0.102
2	9.90	9.89	9.94
	9.94	9.97	9.90
	9.87	9.87	9.92
4	9.86	9.86	9.92
	9.94	9.93	9.90
	9.91	9.93	9.90
6	9.85	9.82	9.85
	9.79	9.83	9.87
	9.80	9.85	9.87
8	9.75	9.74	9.69
	9.71	9.77	9.77
	9.74	9.71	9.73
10	9.62	9.66	9.66
	9.60	9.62	9.63
	9.63	9.60	9.69
12	9.47	9.48	9.53
	9.48	9.46	9.51
	9.51	9.45	9.53
14	9.27	9.28	9.34
	9.34	9.34	9.31
	9.35	9.30	9.34
16	9.09	9.13	9.11
	9.12	9.07	9.08
	9.12	9.09	9.09
18	8.80	8.78	8.74
	8.76	8.79	8.79
	8.80	8.80	8.80
20	8.48	8.49	8.47
	8.48	8.54	8.51
	8.52	8.51	8.46

Gráfica No. 9
pH DE LÁTEX DE CAMPO. FASE "A"

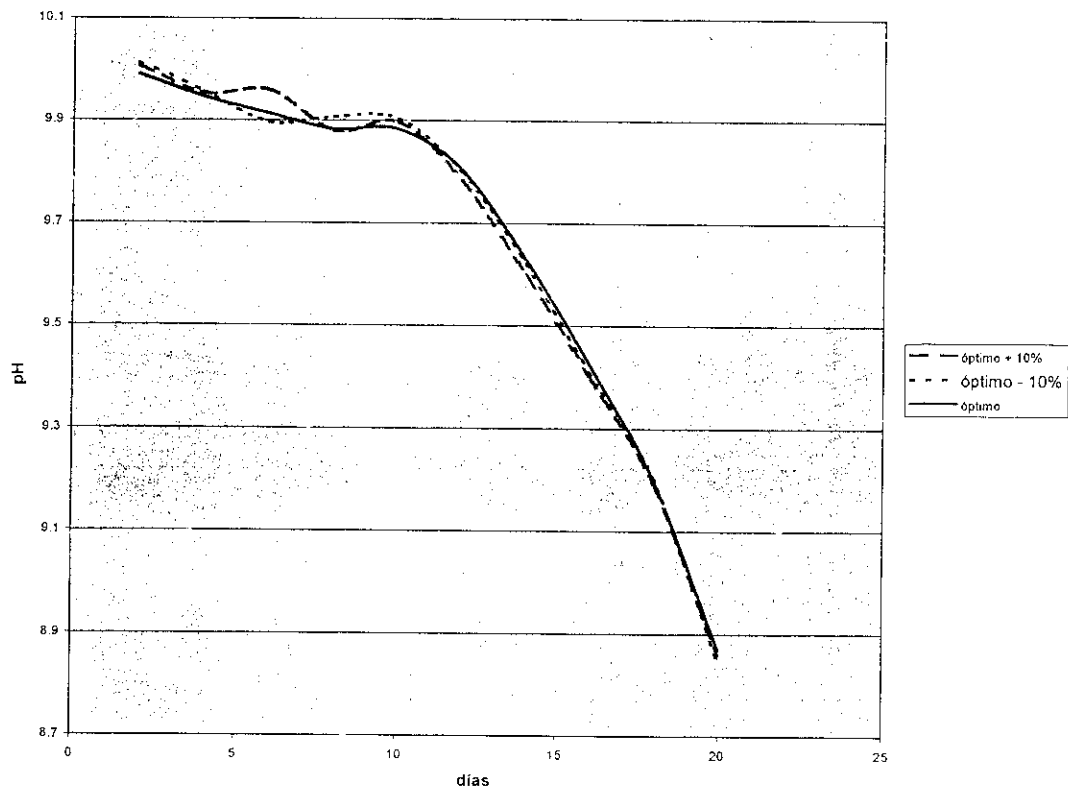


5. Látex concentrado

Tabla No. 12
Ph EN FUNCIÓN DE DÍAS

Días	PH (concentración)		
	0.083	0.068	0.075
2	9.97	10.02	10.01
	10.00	10.05	9.98
	10.05	9.97	9.98
4	9.96	9.97	9.98
	9.99	9.99	9.96
	9.91	9.91	9.90
6	9.96	9.88	9.90
	9.95	9.92	9.92
	9.97	9.89	9.92
8	9.89	9.90	9.93
	9.88	9.90	9.87
	9.87	9.92	9.85
10	9.87	9.88	9.84
	9.89	9.91	9.90
	9.93	9.92	9.91
12	9.76	9.82	9.81
	9.79	9.81	9.82
	9.80	9.77	9.78
14	9.59	9.64	9.66
	9.62	9.58	9.62
	9.59	9.64	9.61
16	9.40	9.43	9.42
	9.42	9.44	9.42
	9.39	9.36	9.44
18	9.22	9.17	9.22
	9.18	9.24	9.21
	9.18	9.20	9.17
20	8.83	8.89	8.87
	8.86	8.84	8.85
	8.89	8.81	8.89

Gráfica No. 10
pH DE LÁTEX CONCENTRADO. FASE "A"

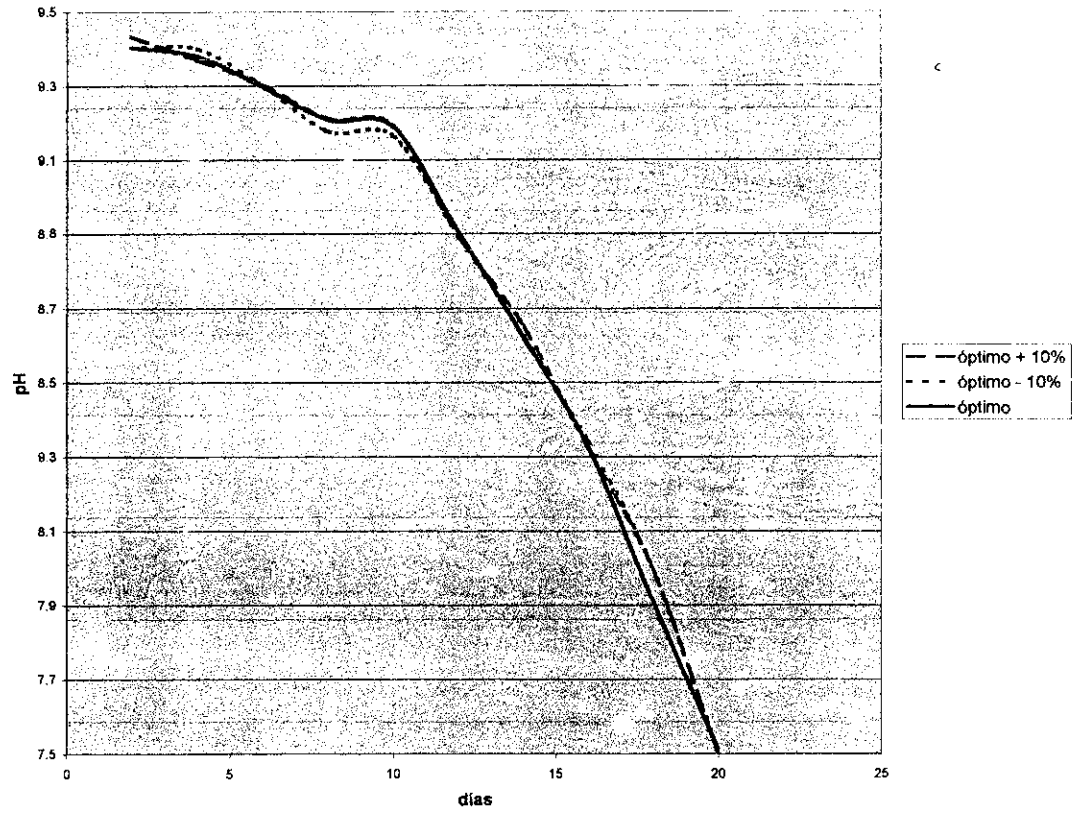


6. Skim

Tabla No. 13
pH EN FUNCIÓN DE DÍAS

Días	PH (concentración)		
	0.174	0.144	0.158
	9.43	9.40	9.42
2	9.42	9.37	9.39
	9.45	9.44	9.40
4	9.37	9.39	9.38
	9.37	9.39	9.38
	9.37	9.42	9.38
6	9.30	9.29	9.28
	9.30	9.32	9.30
	9.31	9.29	9.31
8	9.24	9.18	9.22
	9.20	9.16	9.21
	9.19	9.19	9.19
10	9.21	9.16	9.19
	9.16	9.18	9.22
	9.20	9.15	9.15
12	8.89	8.88	8.93
	8.90	8.88	8.90
	8.89	8.91	8.88
14	8.67	8.61	8.59
	8.61	8.59	8.63
	8.67	8.67	8.64
16	8.29	8.34	8.35
	8.35	8.34	8.35
	8.33	8.34	8.28
18	8.03	7.99	7.99
	7.99	7.97	7.96
	7.97	8.03	7.78
20	7.47	7.52	7.52
	7.52	7.48	7.53
	7.52	7.49	7.49

Gráfica No. 11
pH SKIM. FASE "A"



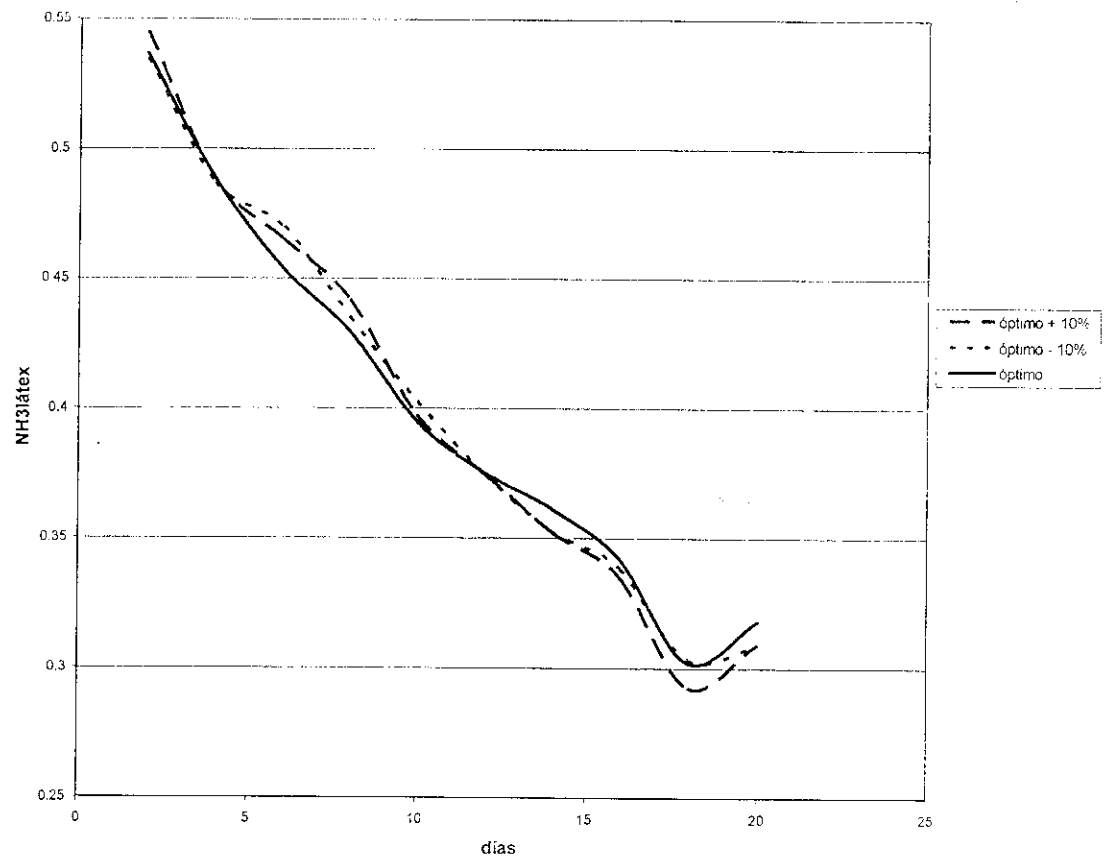
7. Látex de campo

Tabla No. 14
 NH₃ EN LÁTEX EN FUNCIÓN DE DÍAS

Días	NH ₃ látex (Concentración)		
	0.112	0.093	0.102
2	0.551	0.530	0.538
	0.528	0.534	0.534
	0.557	0.541	0.538
4	0.5000	0.477	0.499
	0.483	0.478	0.482
	0.482	0.506	0.485
6	0.476	0.468	0.451
	0.466	0.467	0.454
	0.454	0.475	0.457
8	0.435	0.442	0.425
	0.447	0.441	0.437
	0.444	0.423	0.427
10	0.391	0.407	0.406
	0.402	0.395	0.391
	0.399	0.406	0.388
12	0.368	0.367	0.374
	0.378	0.381	0.374
	0.379	0.376	0.378
14	0.347	0.367	0.354
	0.347	0.345	0.367
	0.363	0.346	0.363
16	0.330	0.340	0.351
	0.337	0.343	0.340
	0.338	0.332	0.335
18	0.291	0.311	0.309
	0.292	0.292	0.297
	0.295	0.307	0.300
20	0.306	0.318	0.318
	0.303	0.302	0.320
	0.319	0.306	0.316

$$\text{NH}_{3\text{látex}} = \% \pm 0.15\%$$

Gráfica No. 12
NH₃LÁTEX EN LÁTEX DE CAMPO



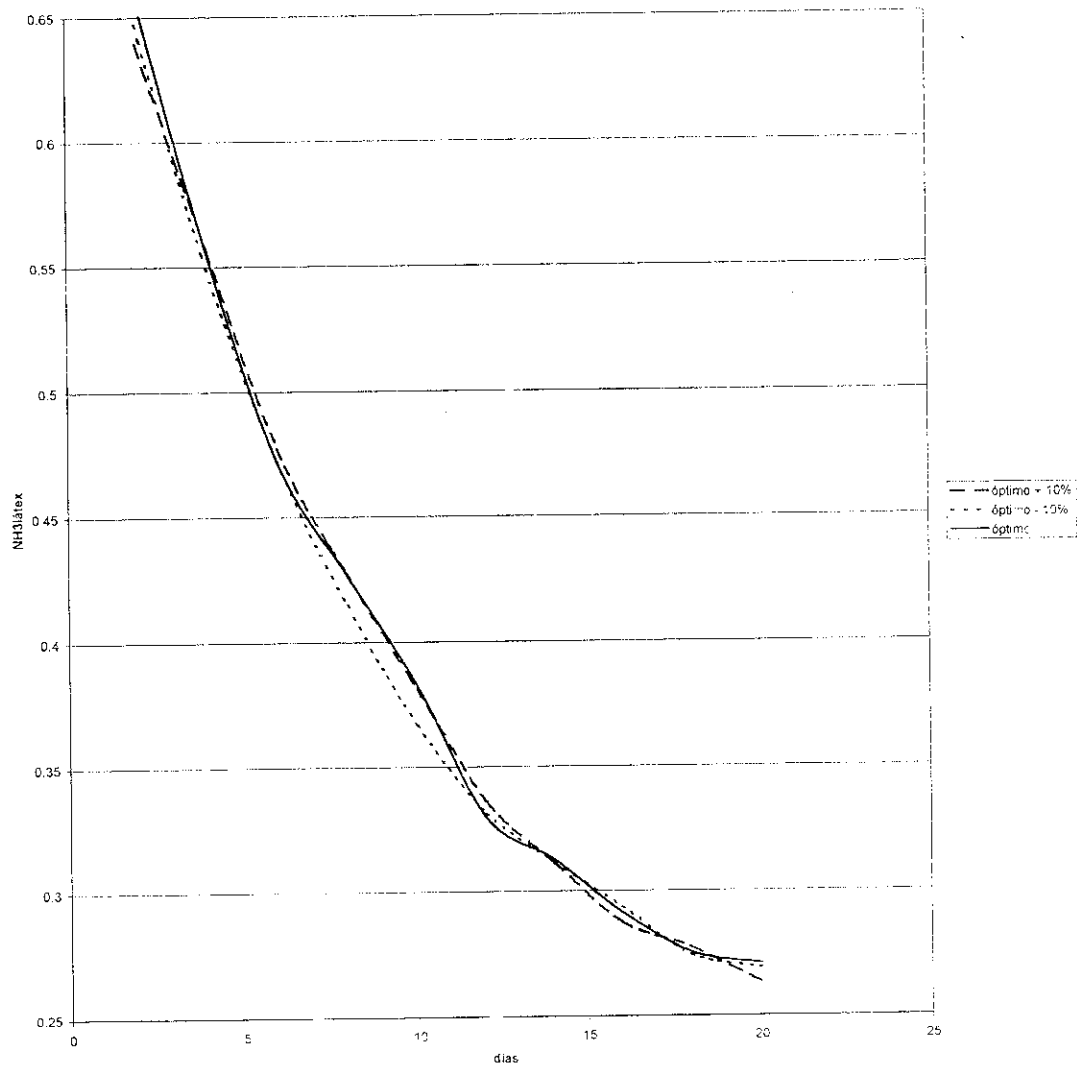
8. Látex concentrado

Tabla No. 15
NH₃ EN LÁTEX EN FUNCIÓN DE DÍAS

Días	NH ₃ látex (Concentración)		
	0.983	0.068	0.075
2	0.631	0.641	0.651
	0.651	0.631	0.633
	0.637	0.669	0.690
4	0.559	0.544	0.555
	0.558	0.544	0.550
	0.555	0.560	0.563
6	0.488	0.466	0.476
	0.466	0.481	0.468
	0.478	0.470	0.472
8	0.420	0.411	0.427
	0.433	0.422	0.426
	0.428	0.411	0.427
10	0.382	0.381	0.381
	0.383	0.359	0.384
	0.378	0.360	0.383
12	0.334	0.327	0.327
	0.344	0.333	0.324
	0.330	0.334	0.338
14	0.307	0.313	0.308
	0.306	0.302	0.318
	0.321	0.320	0.312
16	0.284	0.294	0.282
	0.290	0.294	0.301
	0.288	0.293	0.291
18	0.277	0.277	0.281
	0.285	0.272	0.278
	0.270	0.274	0.267
20	0.261	0.264	0.272
	0.262	0.277	0.269
	0.267	0.266	0.271

$$\text{NH}_{3\text{látex}} = \% \pm 0.15\%$$

Gráfica No. 13
NH₃LÁTEX DE CAMPO EN LÁTEX CONCENTRADO



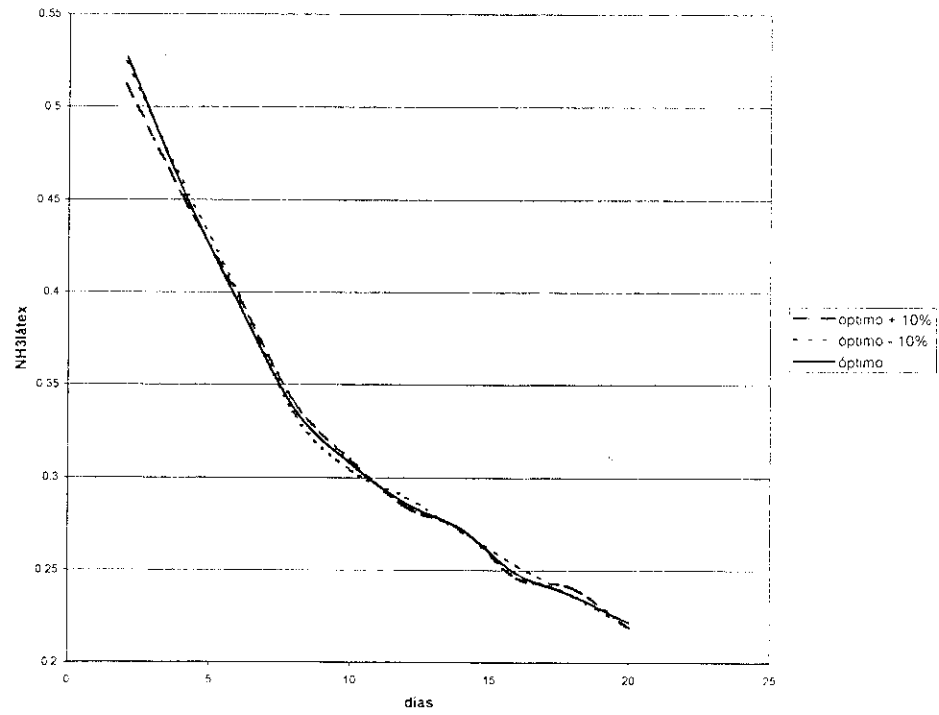
9. Skim

Tabla No. 16
NH₃ EN LÁTEX EN FUNCIÓN DE DÍAS

Días	NH ₃ látex (Concentración)		
	0.174	0.144	0.158
2	0.525	0.526	0.535
	0.502	0.533	0.526
	0.510	0.514	0.525
4	0.460	0.457	0.456
	0.448	0.462	0.462
	0.449	0.461	0.452
6	0.403	0.397	0.403
	0.399	0.401	0.389
	0.391	0.399	0.390
8	0.343	0.334	0.335
	0.338	0.334	0.335
	0.339	0.333	0.340
10	0.309	0.309	0.308
	0.310	0.300	0.317
	0.310	0.303	0.298
12	0.294	0.295	0.283
	0.274	0.290	0.281
	0.284	0.283	0.294
14	0.276	0.262	0.265
	0.267	0.277	0.278
	0.274	0.274	0.273
16	0.243	0.247	0.257
	0.251	0.255	0.245
	0.243	0.255	0.242
18	0.237	0.238	0.234
	0.248	0.231	0.236
	0.236	0.240	0.239
20	0.224	0.222	0.214
	0.218	0.212	0.225
	0.215	0.224	0.226

$$\text{NH}_{3\text{látex}} = \% \pm 0.15\%$$

Gráfica No. 14
NH3LÁTEX EN SKIM



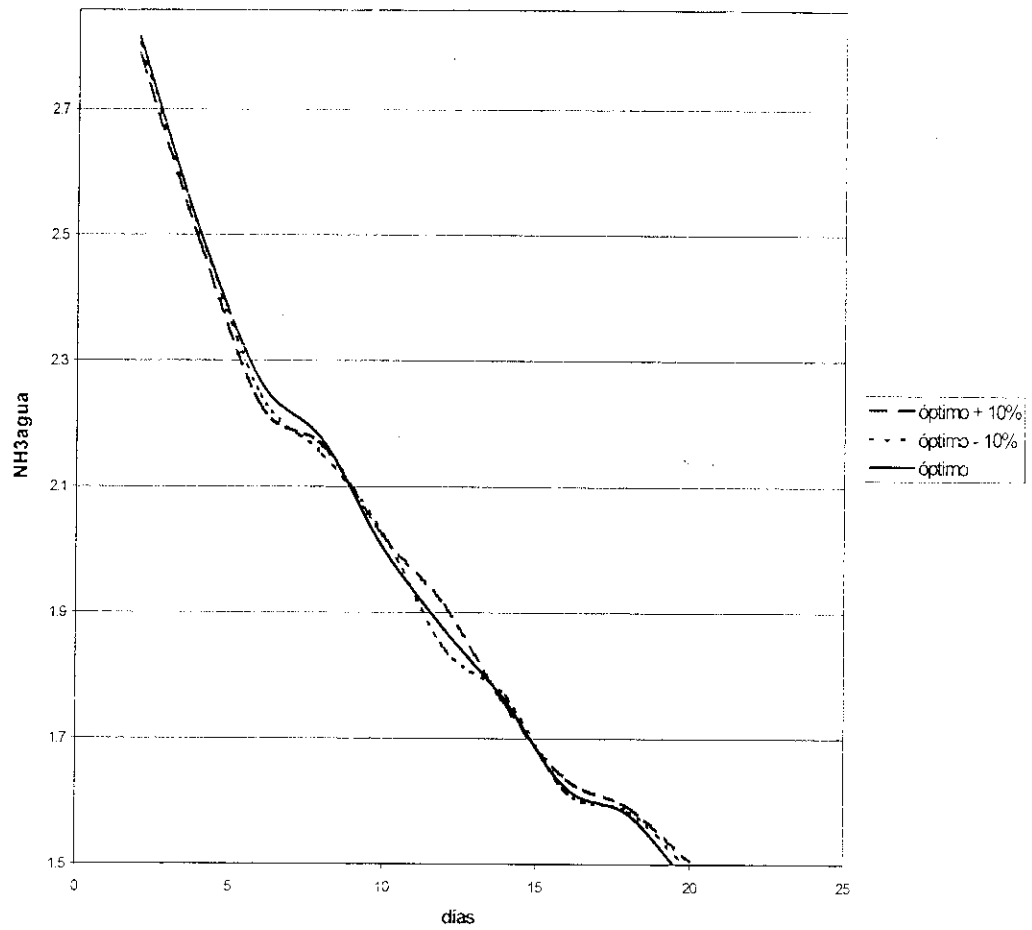
10. Látex de campo

Tabla No. 17
NH₃ EN AGUA EN FUNCIÓN DE DÍAS

Días	NH ₃ agua (concentración)		
	0.112	0.093	0.102
2	2.838	2.764	2.772
	2.722	2.782	2.794
	2.802	2.866	2.878
4	2.452	2.510	2.504
	2.472	2.482	2.484
	2.536	2.518	2.530
6	2.216	2.212	2.266
	2.206	2.286	2.238
	2.264	2.236	2.296
8	2.182	2.130	2.184
	2.126	2.120	2.160
	2.188	2.206	2.178
10	2.068	2.006	2.026
	1.962	2.054	1.970
	2.032	2.012	2.010
12	1.930	1.868	1.886
	1.894	1.834	1.836
	1.910	1.826	1.898
14	1.768	1.764	1.790
	1.752	1.740	1.754
	1.740	1.800	1.736
16	1.604	1.620	1.636
	1.668	1.632	1.664
	1.636	1.596	1.626
18	1.592	1.588	1.594
	1.604	1.572	1.568
	1.580	1.596	1.578
20	1.542	1.500	1.468
	1.484	1.472	1.474
	1.490	1.510	1.466

$$\text{NH}_{3\text{agua}} = \% \pm 0.15\%$$

Gráfica No. 15
NH3AGUA EN LÁTEX DE CAMPO



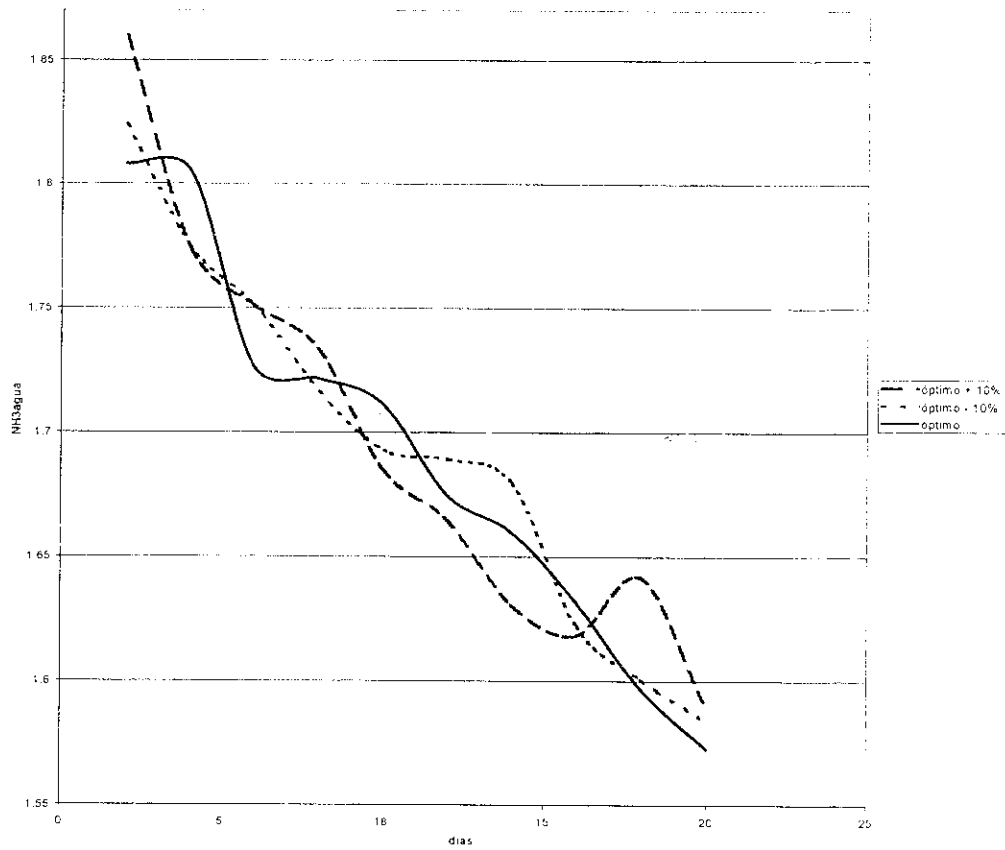
11. Látex concentrado

Tabla No. 18
 NH₃ EN AGUA EN FUNCIÓN DE DÍAS

Días	NH ₃ agua		
	Concentración		
	0.083	0.068	0.075
2	1.871	1.835	1.787
	1.841	1.847	1.782
	1.867	1.790	1.855
4	1.756	1.763	1.800
	1.736	1.814	1.809
	1.830	1.747	1.806
6	1.795	1.733	1.765
	1.703	1.749	1.706
	1.755	1.771	1.708
8	1.733	1.714	1.708
	1.772	1.701	1.769
	1.695	1.735	1.688
10	1.650	1.702	1.696
	1.670	1.659	1.708
	1.735	1.718	1.730
12	1.660	1.687	1.709
	1.667	1.672	1.635
	1.667	1.709	1.680
14	1.621	1.683	1.675
	1.634	1.670	1.673
	1.637	1.687	1.632
16	1.615	1.588	1.665
	1.611	1.610	1.587
	1.629	1.669	1.643
18	1.646	1.641	1.576
	1.645	1.612	1.616
	1.634	1.549	1.598
20	1.622	1.549	1.598
	1.550	1.607	1.549
	1.595	1.595	1.571

$$\text{NH}_{3\text{agua}} = \% \pm 0.15\%$$

Gráfica No. 16
NH3AGUA EN LÁTEX CONCENTRADO



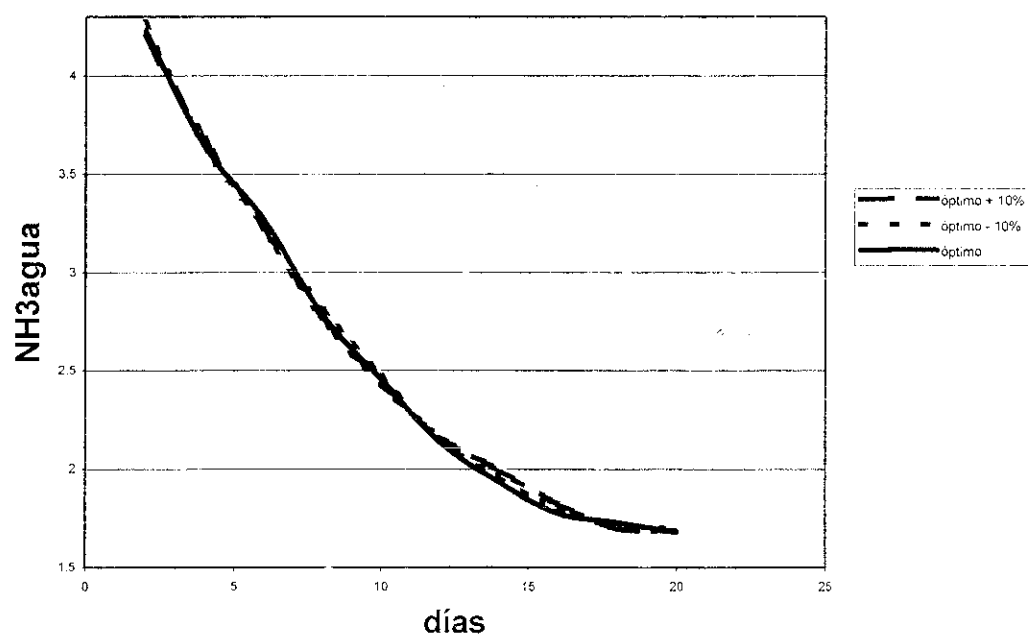
14. Látex concentrado

Tabla No. 20
VFA EN FUNCIÓN DE DÍAS

Días	VFA		
	Concentración		
	0.083	0.068	0.075
2	0.015	0.014	0.015
	0.015	0.013	0.014
	0.013	0.014	0.013
4	0.016	0.015	0.014
	0.013	0.014	0.015
	0.015	0.015	0.014
6	0.013	0.015	0.013
	0.013	0.014	0.014
	0.014	0.013	0.013
8	0.014	0.016	0.015
	0.016	0.015	0.014
	0.016	0.014	0.016
10	0.015	0.014	0.014
	0.016	0.014	0.016
	0.016	0.014	0.016
12	0.017	0.019	0.018
	0.016	0.019	0.018
	0.016	0.017	0.016
14	0.019	0.019	0.019
	0.018	0.021	0.018
	0.019	0.020	0.019
16	0.023	0.022	0.023
	0.024	0.020	0.025
	0.024	0.023	0.023
18	0.026	0.028	0.025
	0.029	0.026	0.027
	0.029	0.024	0.028
20	0.037	0.031	0.034
	0.037	0.032	0.035
	0.031	0.032	0.036

VFA = gr KOH / 100 ml látex \pm 15.03%

Gráfica No. 17
NH₃AGUA EN SKIM



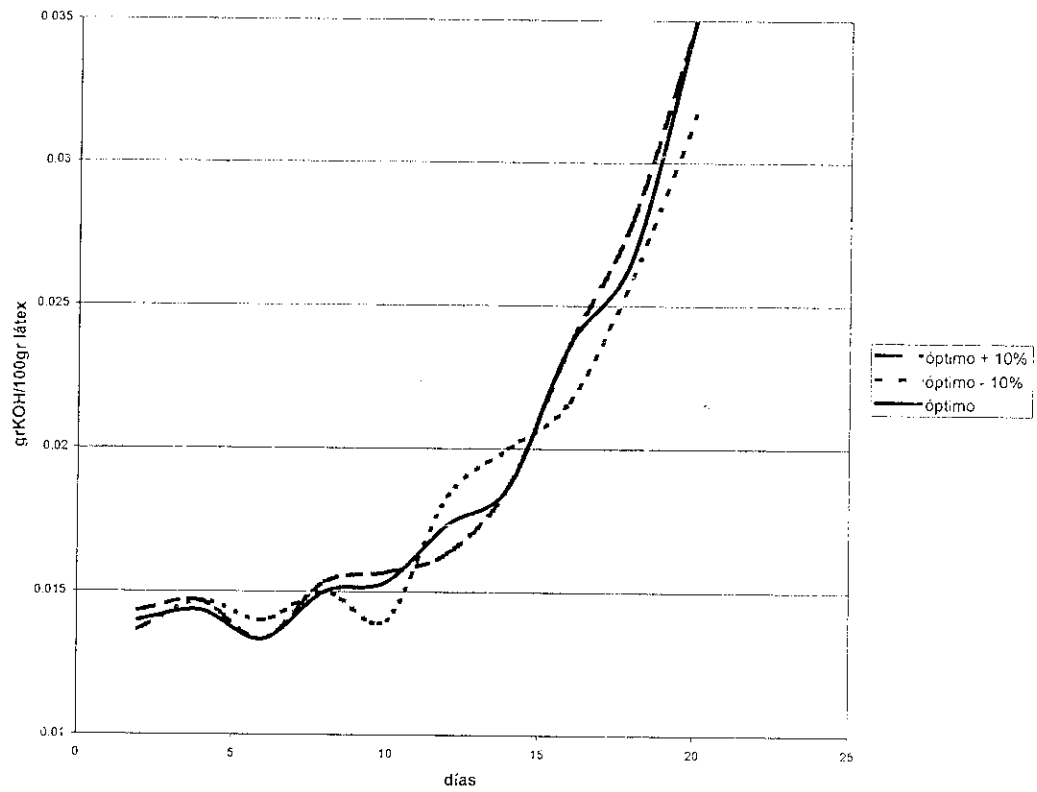
15. Skim

Tabla No. 21
VFA EN FUNCIÓN DE DÍAS

Días	VFA		
	Concentración		
	0.174	0.144	0.158
2	0.024	0.020	0.024
	0.020	0.020	0.023
	0.022	0.024	0.024
4	0.020	0.022	0.020
	0.024	0.024	0.022
	0.021	0.020	0.024
6	0.024	0.021	0.026
	0.021	0.024	0.021
	0.025	0.022	0.024
8	0.023	0.023	0.025
	0.023	0.026	0.027
	0.026	0.023	0.027
10	0.030	0.030	0.031
	0.030	0.027	0.029
	0.026	0.026	0.029
12	0.033	0.035	0.032
	0.029	0.034	0.031
	0.033	0.031	0.032
14	0.040	0.035	0.037
	0.039	0.037	0.034
	0.041	0.041	0.037
16	0.044	0.048	0.051
	0.045	0.042	0.046
	0.045	0.044	0.048
18	0.059	0.059	0.061
	0.061	0.054	0.053
	0.058	0.057	0.053
20	0.072	0.074	0.076
	0.073	0.075	0.068
	0.066	0.075	0.066

VFA = gr KOH / 100 ml látex \pm 15.03%

Gráfica No. 18
VFA LÁTEX CONCENTRADO

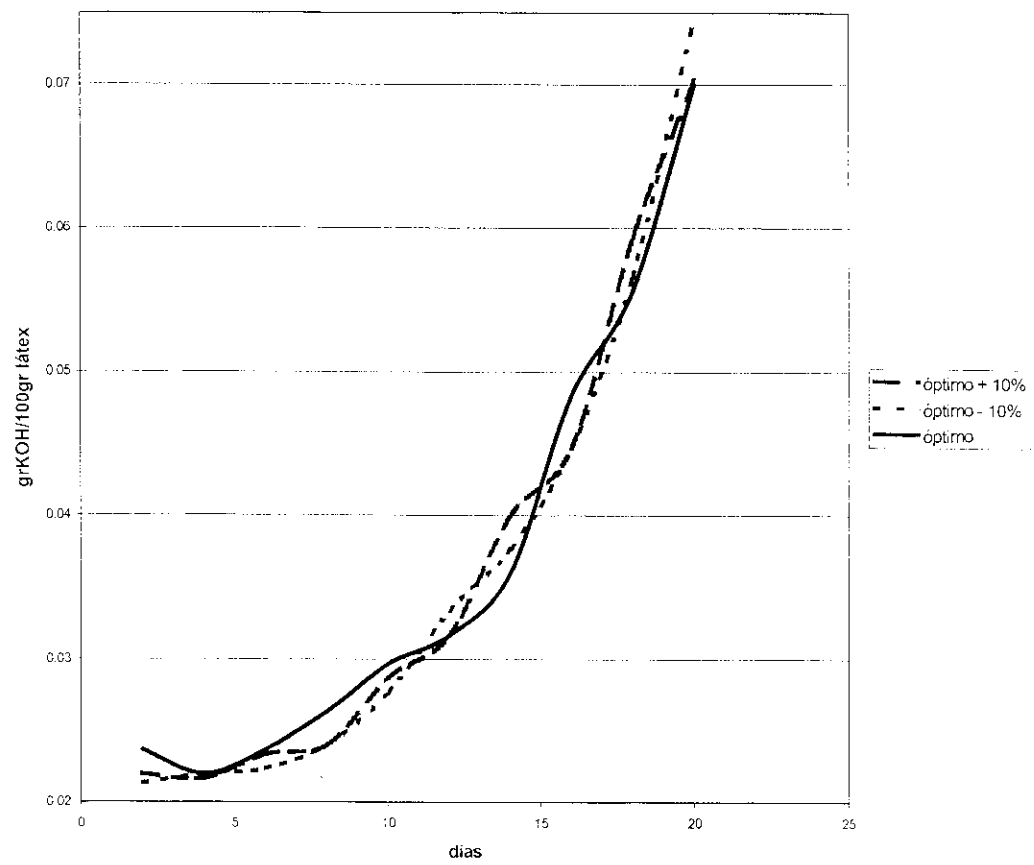


16. Látex de campo

Tabla No. 22
KOH EN FUNCIÓN DE DÍAS

Días	KOH		
	Concentración		
	0.112	0.093	0.102
2	0.491	0.484	0.515
	0.402	0.469	0.474
	0.478	0.475	0.486
4	0.468	0.493	0.482
	0.477	0.509	0.470
	0.489	0.518	0.465
6	0.523	0.523	0.511
	0.503	0.501	0.515
	0.518	0.473	0.503
8	0.494	0.502	0.488
	0.520	0.515	0.512
	0.515	0.527	0.496
10	0.517	0.524	0.537
	0.543	0.506	0.496
	0.545	0.506	0.540
12	0.576	0.559	0.544
	0.529	0.549	0.576
	0.564	0.519	0.539
14	0.579	0.620	0.580
	0.587	0.607	0.595
	0.591	0.591	0.616
16	0.652	0.644	0.621
	0.613	0.653	0.678
	0.620	0.626	0.672
18	0.672	0.707	0.740
	0.714	0.714	0.700
	0.732	0.727	0.740
20	0.805	0.785	0.760
	0.764	0.768	0.775
	0.744	0.828	0.777

Gráfica No. 18
VFA SKIM

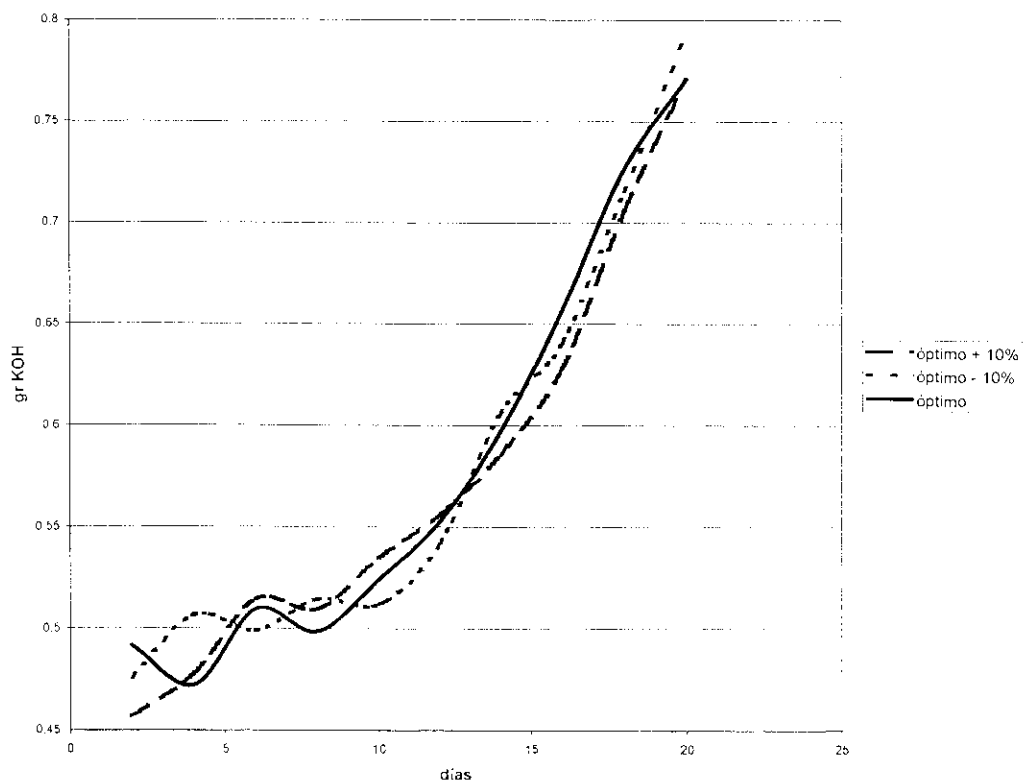


17. Látex concentrado

Tabla No. 23
KOH en función de días

Días	KOH		
	Concentración		
	0.083	0.068	0.075
2	0.453	0.461	0.442
	0.435	0.455	0.451
	0.464	0.469	0.453
4	0.473	0.436	0.425
	0.456	0.453	0.446
	0.443	0.456	0.441
6	0.474	0.481	0.439
	0.459	0.456	0.447
	0.432	0.436	0.453
8	0.452	0.451	0.457
	0.471	0.468	0.455
	0.467	0.436	0.477
10	0.486	0.467	0.498
	0.462	0.462	0.493
	0.467	0.455	0.469
12	0.473	0.483	0.523
	0.497	0.485	0.523
	0.503	0.518	0.521
14	0.542	0.521	0.544
	0.546	0.532	0.506
	0.551	0.516	0.512
16	0.583	0.554	0.549
	0.555	0.556	0.589
	0.574	0.555	0.591
18	0.587	0.583	0.582
	0.586	0.593	0.609
	0.589	0.585	0.619
20	0.689	0.744	0.741
	0.711	0.745	0.712
	0.679	0.726	0.735

Grafica No. 19
KOH LÁTEX DE CAMPO

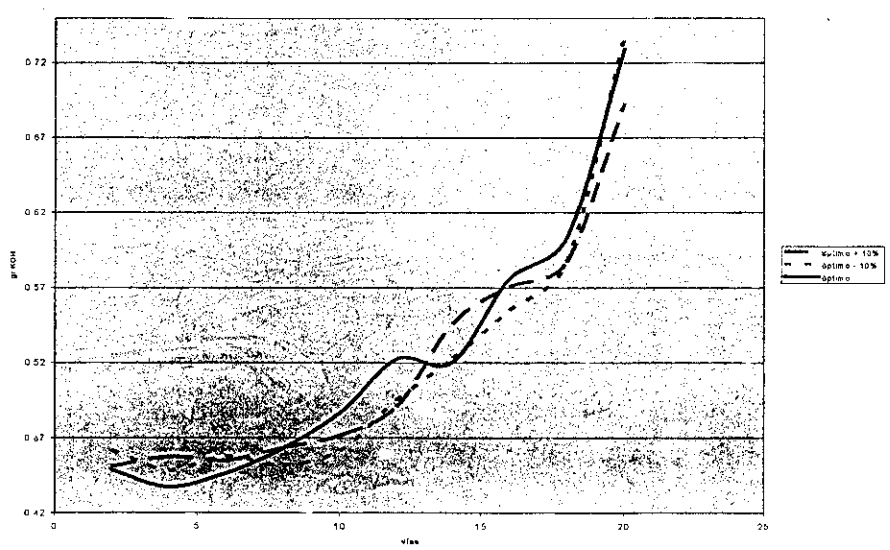


18. Skim

Tabla No. 24
KOH EN FUNCIÓN DE DÍAS

Días	KOH		
	Concentración		
	0.174	0.144	0.158
2	0.489	0.495	0.490
	0.523	0.485	0.488
	0.524	0.485	0.473
4	0.503	0.502	0.511
	0.515	0.520	0.517
	0.495	0.517	0.498
6	0.523	0.519	0.496
	0.492	0.536	0.495
	0.534	0.495	0.492
8	0.524	0.507	0.512
	0.508	0.506	0.501
	0.533	0.548	0.525
10	0.564	0.538	0.546
	0.542	0.552	0.538
	0.557	0.556	0.514
12	0.536	0.586	0.539
	0.549	0.563	0.571
	0.556	0.577	0.568
14	0.594	0.619	0.612
	0.568	0.591	0.596
	0.566	0.613	0.618
16	0.627	0.676	0.646
	0.688	0.671	0.669
	0.667	0.657	0.641
18	0.736	0.700	0.713
	0.701	0.706	0.717
	0.699	0.709	0.754
20	0.849	0.857	0.837
	0.853	0.802	0.850
	0.877	0.829	0.836

Gráfica No. 20
KOH en función de días

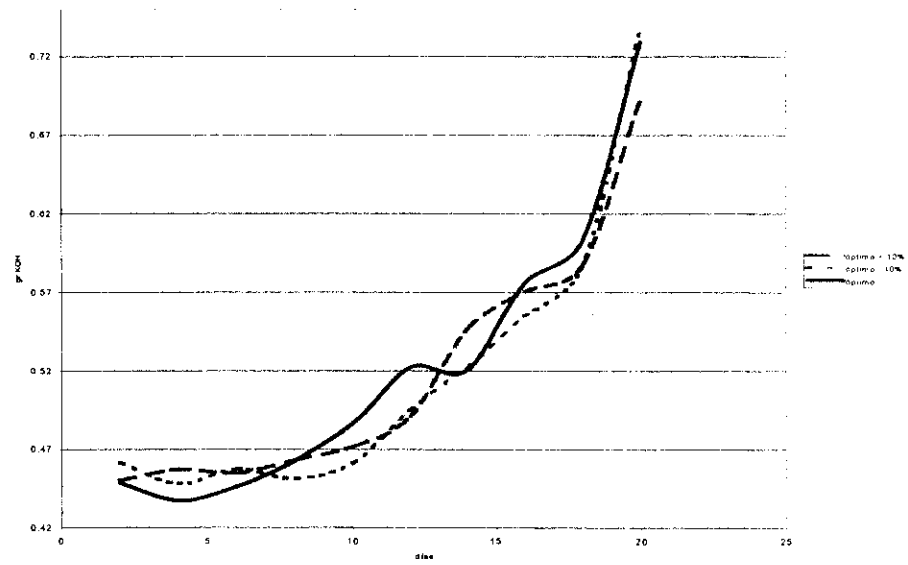


18. Skim

Tabla No. 24
KOH EN FUNCIÓN DE DÍAS

Días	KOH		
	Concentración		
	0.174	0.144	0.158
2	0.489	0.495	0.490
	0.523	0.485	0.488
	0.524	0.485	0.473
4	0.503	0.502	0.511
	0.515	0.520	0.517
	0.495	0.517	0.498
6	0.523	0.519	0.496
	0.492	0.536	0.495
	0.534	0.495	0.492
8	0.524	0.507	0.512
	0.508	0.506	0.501
	0.533	0.548	0.525
10	0.564	0.538	0.546
	0.542	0.552	0.538
	0.557	0.556	0.514
12	0.536	0.586	0.539
	0.549	0.563	0.571
	0.556	0.577	0.568
14	0.594	0.619	0.612
	0.568	0.591	0.596
	0.566	0.613	0.618
16	0.627	0.676	0.646
	0.688	0.671	0.669
	0.667	0.657	0.641
18	0.736	0.700	0.713
	0.701	0.706	0.717
	0.699	0.709	0.754
20	0.849	0.857	0.837
	0.853	0.802	0.850
	0.877	0.829	0.836

Gráfica No. 20
KOH LÁTEX CONCENTRADO

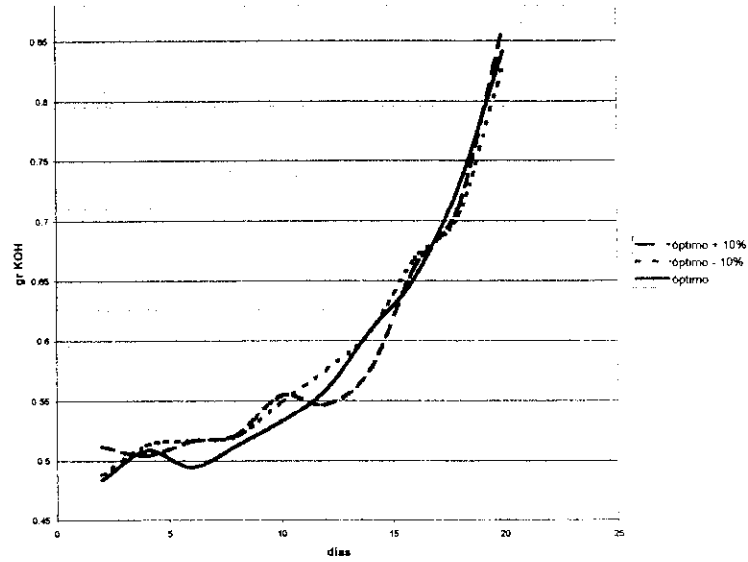


19. Skim

Tabla No. 25
KOH EN FUNCIÓN DE DÍAS

Días	KOH		
	Concentración		
	0.174	0.144	0.158
2	0.489	0.495	0.490
	0.523	0.485	0.488
	0.524	0.485	0.473
4	0.503	0.502	0.511
	0.515	0.520	0.517
	0.495	0.517	0.498
6	0.523	0.519	0.496
	0.492	0.536	0.495
	0.534	0.495	0.492
8	0.524	0.507	0.512
	0.508	0.506	0.501
	0.533	0.548	0.525
10	0.564	0.538	0.546
	0.542	0.552	0.538
	0.557	0.556	0.514
12	0.536	0.586	0.539
	0.549	0.563	0.571
	0.556	0.577	0.568
14	0.594	0.619	0.612
	0.568	0.591	0.596
	0.566	0.613	0.618
16	0.627	0.676	0.646
	0.688	0.671	0.669
	0.667	0.657	0.641
18	0.736	0.700	0.713
	0.701	0.706	0.717
	0.699	0.709	0.754
20	0.849	0.857	0.837
	0.853	0.802	0.850
	0.877	0.829	0.836

Gráfica No. 21
KOH SKIM



VI. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

A. Preparación del agente de cremado

Todas las soluciones del agente de cremado se hicieron a una concentración máxima de 2% en peso debido a que al exceder este límite la solución se torna demasiado viscosa, provocando serios problemas a la hora de su manejo. Por la consistencia adquirida es muy difícil agregar las cantidades exactas para llegar a las concentraciones óptimas y ya veremos más adelante el por qué de la importancia de esta exactitud requerida.

Como todo compuesto de alto peso molecular soluble en agua, el alginato de amonio forma muy fácilmente grumos que son muy difíciles de disolver. Por eso es recomendable calentar la solución hasta unos 60°C y agitar enérgica y constantemente para ayudar a la dilución. Es importante no sobrepasar esta temperatura porque el agente de cremado se degrada, perdiendo sus propiedades de concentración. Tampoco se debe dejar en reposo una solución de alginato más de 24 horas sin añadirlo al látex, porque después de este tiempo ocurre otra degradación bajando ostensiblemente su viscosidad, perdiendo también sus propiedades. Si se agrega una solución "quemada" o "vieja" simplemente las partículas de hule no tienden a migrar hacia la superficie y el cremado o formación de crema no se lleva a cabo.

El efecto probable que tiene agregar un compuesto de alto peso molecular al látex es aumentar la densidad de la mezcla y por gravedad, o sea las partículas más livianas (hule), tienden a migrar a la superficie formando una fase más rica en hule (crema) y dejando en el fondo la más pobre de ella (suero o skim) pudiéndose efectuar una simple decantación para su separación.

B. Pruebas preliminares

1.TSC. Como se puede ver en el procedimiento de la determinación del TSC, esta prueba es un simple secado en un horno de una muestra de látex. El objetivo principal de haber efectuado estas pruebas es determinar la concentración óptima de alginato de amonio para llegar a la concentración más alta de sólidos posibles.

Al hacer una comparación entre los tres puntos óptimos en látex de campo, látex concentrado y skim, gráficas 1, 3 y 4, se puede apreciar que entre menos cantidad de sólidos existen más agente de cremado se necesita. Esto se puede explicar de la siguiente manera. Las soluciones menos concentradas contienen lógicamente más agua y por lo tanto se necesita una mayor cantidad de alginato para llegar a la densidad requerida para que la migración del hule se lleve a cabo. Es por eso que la concentración de alginato se hace en base acuosa ya que es directamente proporcional la relación que existe entre la concentración acuosa y la cantidad de alginato a agregar.

Solamente observando la gráfica se puede ver que el punto máximo de detección del TSC se encuentra en la cima de una curva muy aguda, por lo que la exactitud a la que se trabaja es muy importante, pues se podrá estar trabajando en condiciones que no necesariamente serán las mejores. De esto se puede extraer también la importancia de hacer la solución del alginato lo más concentrado posible, ya que se está agregando también más agua que dificulta aún el aumento de viscosidad necesario del látex.

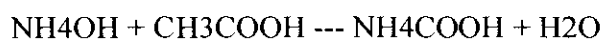
Se pudo ver en los análisis hechos que las fases A, B y C del dibujo 1 no se marcaron exactamente en los tres casos que se hicieron las pruebas. En el látex de campo sólo se pudo observar las fases A y C con una interfase muy pequeña por lo que no se pudo obtener una muestra para hacerle el análisis. En el látex concentrado, en cambio había una gran región A y las otras dos eran casi invisibles. El skim presentó las tres fases muy marcadamente, pero al efectuar los respectivos TSC se pudo observar que entre las fases B y C no existía una gran diferencia de concentración, mientras que con la A sí lo había. De estas observaciones se puede ver que entre menos concentrado es el látex que se está cremando, la interfase entre el suero y la crema es más marcada y además necesitándose una mayor cantidad de alginato para llegar a las mejores condiciones de trabajo.

Las gráficas 2, 5 y 6 que son las fases B y C mostraron que no necesariamente el punto de mayor concentración de sólidos coincide con el de menor concentración en el suero. Por lo que el interés de hacer el análisis de las pruebas finales a dichas regiones

pierde validez e interés, más que sólo determinar la cantidad de sólidos que contienen pudiéndose aprovechar probablemente en una coagulación y producir pacas de hule sólido o desecharlo simplemente, dependiendo de los resultados que se obtengan. Todos los sueros en las concentraciones óptimas de trabajo mostraron concentraciones no menores del 5% que todavía puede ser aprovechable para coagulación, haciéndose así para el suero del látex centrifugado por las fábricas existentes.

C. Pruebas finales

1. **DRC.** Como se puede ver en la sección de revisión de literatura el amoniaco se usa para preservar al látex en buenas condiciones y además por el medio alcalino generado se mantiene en forma líquida. En la prueba del DRC el amoniaco es eliminado por medio de una titulación con ácido acético:



Al ocurrir la coagulación de las partículas de hule debido a su desestabilización provocada, también ocurre una coagulación de proteínas presentes que dan un resultado ligeramente mayor del real no pudiéndose establecer un factor de corrección, pero también la desviación es ínfima.

Dentro del procedimiento para la determinación del DRC se recomienda un leve calentamiento de la mezcla para suavizar el coágulo y poder expandirlo más y así poder

secarlo de una mejor manera. No se debe elevar mucho la temperatura por el peligro a la degradación que se puede notar al colorearse de amarillo el látex.

Se cubrió un intervalo de 20% alrededor de la concentración óptima encontrada en las pruebas preliminares. Las gráficas muestran la diferencia existente en los tres puntos, confirmando aquí la importancia de la exactitud de la cantidad de alginato a agregar.

Al hacer la comparación de las tres curvas 7, 8, y 9 se puede ver que a un mayor contenido de hule más tiempo se necesita para llegar al punto de inflexión de la gráfica, que es donde muestra cuando es casi ya constante el DRC no importando que el tiempo siga corriendo. Lógicamente entre más cantidad de hule se tenga para el cremado más tiempo se debe tomar en hacerlo. Esta diferencia es más marcada si comparamos los 8 días necesarios para el skim con los 16 para el látex concentrado. No se puede generalizar y tratar de representar este fenómeno por medio de una correlación lineal. Se han hecho muchos estudios para llegar a una fórmula que calcule la velocidad de cremado, una muy usada es la siguiente:

$$V = 1/4 D_s - D_h/N \times R^2$$

En donde:

V = Velocidad de cremado.

D_s = Densidad del medio.

D_h = Densidad del hule.

N = Viscosidad del medio.

R = Radio de la partícula de hule.

Lo que sí se puede sacar en claro es que existe una proporcionalidad directa entre la concentración de hule seco con los días necesarios para aprovechar al máximo el cremado.

El látex concentrado por centrifugación y luego "reconcentrado" por cremado llegó a concentraciones tan altas como 67% de hule seco. Se notó que se necesitó un tiempo largo y además se llegan a tales porcentajes de hule que ya es muy dificultoso su manejo, ya que se debe manipular como que fuera un líquido pero este ya no presenta estas características. También se notó que se está más propenso a una eventual coagulación. Por estas razones se puede llegar desde ya a una conclusión; que a pesar del alza en concentración no es recomendable un cremado después de una centrifugación por las razones ya presentadas.

El skim que necesitó apenas 8 días para llegar a un DRC del 30%, no sobrepasó por mucho esta concentración, a pesar que el tiempo pasara. Las características de los coágulos de crema eran visiblemente inferiores a la de los otros. La diferencia principal

fue la elasticidad, pues este se rompía muy fácilmente, por lo que no se podrá vender como látex. Entonces lo más recomendable es agregarle ácido para coagularlo y venderlo en pacas. Este procedimiento podrá representar un gran ahorro de ácido (usualmente sulfúrico) que es un rubro muy fuerte de gasto en una fábrica de hule sólido de skim.

2. pH. El pH da el indicio del estado del látex. Como ya se vio en un medio alcalino su presentación es líquida y por lo tanto la producción de aminoácidos ha sido poca y la putrefacción y solidificación remotas.

En ningún momento del cremado se les agregó amoniaco para ver en qué manera cambiaba el pH del tiempo. En el látex de campo después de 12 días el pH está alrededor de 9.5, gráfica 10, que está aceptable pero el ideal es 10 por lo que si se quieren evitar problemas se puede burbujear levemente un poco de amoniaco para subir un poco la alcalinidad.

El látex concentrado fue el más estable ya que después de 16 días aún seguía a 9.5, gráfica 11, y también se puede hacer la recomendación que con el de campo. La constancia del concentrado se debe a que durante el proceso de centrifugación, específicamente el de maduración, se burbujea amoniaco lo que sube el contenido de este y por lo tanto la alcalinidad.

Con el skim se ve un cambio ligeramente más brusco. A los 8 días que es el tiempo recomendado se encuentra aproximadamente por 9.2, gráfica 12. En éste, en cambio, no será necesaria la adición del amoniaco, pues como ya se recomendó la coagulación entre más alto sea el pH más ahorro podrá existir de ácido sulfúrico.

3. Amoniaco en látex y en agua. Esta prueba también es una titulación del hidróxido de amonio por ácido sulfúrico, determinándose exactamente la cantidad de titulante. La adición del agua es para evitar la coagulación al momento de la valoración.

Estas medidas son simplemente la cantidad de amoniaco que tiene el látex tomando como referencia dos diferentes parámetros como lo son el látex y agua.

Para el látex de campo se tienen a los 12 días, gráficas 13 y 16

NH₃ en látex 0.38

NH₃ en agua 0.94

que son valores relativamente bajos en comparación con los que regularmente aparecen en los análisis hechos al látex concentrado por centrifugación. Esta medida se complementa con la del pH y confirma que se deberá de agregar amoniaco durante el cremado para estabilizar el pH y además llegar a los valores de contenidos de NH₃ que aparecen en la tabla de requerimientos del Apéndice A.

Con el látex concentrado ocurre lo mismo, gráficas 14 y 17, los contenidos de amoniaco están más bajos de los usuales y por lo tanto se deberá burbujear aumentando lógicamente el pH.

El skim es el que presenta los valores más bajos y esto se debe a que después de la concentración por centrifugación, gráficas 15 y 18, el suero residual se desliza por un canal de aproximadamente 200 Mts. de largo a la intemperie y, por lo tanto, mucho amoniaco se evapora beneficiando el proceso de coagulación, pues hay menos álcali que titular y así es mejor aprovechado el ácido.

4. VFA. Tras la acción de los microorganismos sobre las proteínas y carbohidratos presentes en el látex, producen preferentemente ácido acético, que es el responsable de la coagulación si no se agrega amoniaco para evitarlo. Se dice que estas bacterias comienzan a producir ácido desde el momento en que el trabajador está haciendo el corte en el árbol.

El VFA se define como la cantidad de KOH, en gramos, necesaria para titular los ácidos que contienen 100 gr. de látex.

Se tiene que separar el hule del suero con sulfato de amonio, para coagular, porque no se puede usar ácido acético, ya que es este el que se desea determinar. Por efecto de ion común es que se logra volatilizar el amoniaco. Con el ácido sulfúrico se asegura que no haya presencia de NH_3 . En la destilación hay un poco de ácido carbónico, por lo que dentro de la fórmula se incluye un factor de corrección.

El látex de campo a los 12 días tiene un VFA de 0.028, gráfica 19, que está un poco arriba de lo permitido para el látex ya concentrado, pero aún está en el rango permisible para el látex de campo. Hay que hacer notar que el VFA ya es irreversible, no como el pH o contenido de NH_3 que al agregar más amoniaco se regresa a los niveles deseados. Por lo tanto, aunque el amoniaco es también la solución en este caso, éste se debe agregar a tiempo. Esto es muy importante pues el VFA es uno de los parámetros más importantes para determinar las calidades de los diferentes tipos de látex.

Como se ve en la gráfica 20, con el látex concentrado se rebasa apenas el permisible y también será la misma solución que para el látex de campo.

Para el skim al contrario que el contenido de amonio o pH que cuando bajan con el tiempo pueden beneficiar la coagulación, gráfica 21. Aunque está bajando el pH y el contenido de amonio al producirse más ácidos por las bacterias, el VFA se puede tomar como una medida de putrefacción del hule y de ninguna manera esto es bueno para cualquier estado, sólido o líquido.

5. KOH. El número de KOH es la cantidad de hidróxido de potasio equivalente a los iones ácidos en formas de sales de amonio presentes en el látex.

Esta prueba es una titulación de ácidos en un medio alcalino, valorando la cantidad de amoniaco existente en el látex.

La adición del formaldehído se efectúa para llegar a una cantidad estándar de amoníaco y así poder hacer comparaciones de diferentes muestras a varias concentraciones de preservante. Además mantiene la titulación en un pH no mayor de 11.5 que garantiza la reacción sólo con los iones de interés.

El número de KOH aumenta con el tiempo por tres razones principales; la saponificación de las grasas debido al medio alcalino, digestión de los carbohidratos por bacterias y la hidrólisis alcalina de las proteínas. Por estas tres causas el látex se va desestabilizando, bajando el pH y sus consecuencias son ya conocidas.

El látex de campo como el concentrado mostraron buena estabilidad a pesar de no agregarse amoníaco durante el cremado, gráficas 22 y 23. Se vio una aceleración en el número en los últimos días, pero la concentración no debe ser en un tiempo tan largo.

El skim por tener una relación hule/proteínas y carbohidratos más baja, ocurre una degradación más acelerada, lo que confirma nuevamente la necesidad de agregar algún preservante durante el cremado.

D. Algunos aspectos económicos

1. Látex de campo. Si se hace una comparación entre los métodos de centrifugación y cremado se puede apreciar algo muy interesante. La inversión inicial de una centrífuga

con una capacidad de por lo menos 50000 galones de alimentación por mes, alcanzara para tres tanques de aproximadamente 85000 galones de capacidad para cremado. Conforme se aumenta el número de centrifugas, los tanques de cremado también, y crecerá tan exageradamente que ya será antieconómico e impráctico el control, mantenimiento, limpieza y demás actividades que una fábrica necesita.

Los gastos de operación son más altos en el cremado. Esto se podrá ver compensado por los menores gastos de mano de obra, si se toma un tamaño de planta económicamente aceptable. Además, por las características del látex cremado que son mejores puede pedir un precio mayor en el mercado.

Otro factor importante de mencionar es la disponibilidad del material final. El cremado por ser un método pasivo no necesita un tiempo de estabilización o maduración que para la centrifugación tarda aproximadamente tres semanas. El látex de campo tiene un tiempo óptimo de cremado de aproximadamente doce días y después ya puede ser despachado sin ningún riesgo de eventual coagulación.

Se propone que haciéndose un análisis económico a fondo de gastos de inversión, operación, almacenaje, venta y otros no mencionados aquí, se podrá determinar el tamaño óptimo cuando una planta de cremado ya no es económica y la alternativa de centrifugación está indicada.

Como sugerencia, una planta de centrifugación y cremado combinada podrá ser una buena solución, para un caso intermedio donde el beneficio secundario de la flexibilidad es significativo.

2. Látex concentrado. Si se vio un incremento de aproximadamente 5% en la concentración de hule. A pesar que existe este aumento no presenta ventajas. Se tuvo muchas dificultades en el manejo del material final. Al parecer la fricción entre las partículas de hule es más frecuente y por lo tanto más propenso a una desestabilización que conlleva a una coagulación que ya es irreversible. La concentración de alginato es la menor de las tres pero al no presentar ninguna ventaja la concentración adicional, no es lógico hacer algún análisis económico de este proceso específicamente.

3. Skim. Este producto podrá ser el más interesante, económicamente hablando. La mayoría de fábricas de concentración de látex usan este subproducto para coagularlo ya que aún contiene algún porcentaje de partículas de hule. Se gasta una gran cantidad de ácido, generalmente sulfúrico, para la coagulación de un suero de aproximadamente 5% TSC. Para esta concentración se requiere aproximadamente 1 kg de ácido por 3 kg de hule seco producido.

Después del cremado se alcanza una concentración de casi 7 veces la concentración inicial, que nos da un indicio de un probable ahorro de coagulante.

Por experiencias ya existentes⁽²¹⁾ la relación que hay entre la cantidad de ácido con respecto al TSC no es lineal, sino de una manera más acelerada, probablemente exponencial.

Se propone entonces hacer pruebas de cremado antes de la coagulación y así determinar el ahorro posible por este paso agregado al proceso ya existente.

A pesar de llegar a concentraciones comparables a la del látex de campo, no será aconsejable reprocesarlo como un látex de segunda incluso, pues pierde notoriamente sus propiedades elásticas, siendo evidente en las pruebas de TSC y DRC.

VII. CONCLUSIONES

1. Sí se puede concentrar con alginato de amonio el látex de campo, látex concentrado anteriormente por centrifugación y el skim o suero residual.
2. La solución de alginato de amonio para el cremado se debe hacer a una concentración máxima del 2% en peso y a lo sumo con un día de anticipación.
3. Las condiciones óptimas de operación fueron:

	Gramos de alginato por mls. de solución acuosa	Días de concentración
Látex de campo	0.102	12
Látex concentrado	0.075	15
Skim	0.158	8

4. Sí se pueden llenar los requisitos de las especificaciones ASTM D1076, con el látex concentrado y con el de campo.
5. Se debe agregar amoniaco durante el proceso de cremado para mantener en buen estado el látex.

VIII. RECOMENDACIONES

1. Hacer un estudio económico a fondo de la factibilidad y tamaño óptimo de una planta de cremado o combinada con una de centrifugación.
2. Introducir el paso de cremado antes de la coagulación del skim y determinar si existe un verdadero ahorro de costos de operación y específicamente de ácido sulfúrico.
3. Tomar muy en cuenta las condiciones de preparación del agente de cremado que pueden ser críticas para el éxito del proceso.
4. En caso de formación de partículas rosadas en la superficie, durante el cremado, se deberá usar un antioxidante no manchante como 2,2'- metilen-bisfenol (Vulkanox BKF, Bayer).

IX. BIBLIOGRAFÍA

- ANNUAL BOOK OF ASTM STANDARDS. American Society for testing and materials. U.S.A. 1980
- Baker, H.C. THE CONCENTRATION OF LATEX BY CREAMING. Trans. INST. Rubber Ind. Malaysia. 1937.
- Davey, W.S., K.C. Sekar. EVALUATION OF CREAMING AGENTS. Trans. Inst. Rubber Ind. Malaysia. 1947.
- Davey, W.S., K.C. Sekar. COMPARISON OF CENTRIFUGED AND CREAMED NR LATEX CONCENTRATED. Rubber Research Institute. Malaya. 1963.
- Esser, Heinz, Gustav Sinn. DIE VERARBEITUNG VON NATURLATEX. Farbenfabriken Bayer AG. Leverkusen. 1961.
- Hauser, E. A., Bradley Dewey Jr. CREAMING OF RUBBER LATEX. Ind. Eng. Chem. 1941.
- Journal R.R.I.M. CREAMING LATEX WITH SYNTHETIC CREAMING AGENTS. R.R.I.M. Malaya. 1938.
- McGavack, John, Chester Lincott. CRUDE RUBBER. United States Rubber Co. U.S.A. 1941.
- Pidford, B. LATEX PRESERVATION CONCENTRATION AND SHIPMENT. R.R.I.M.. Malaya. 1937.
- Rhodes, E., C. Sekar. THE MECHANISM OF CREAMING OF LATEX. 2nd Rubber Technol. Conf. London. 1948.
- Rhodes, E., C. Sekar. CREAMING RUBBER LATEX. Brit. 474, 651, Nov. 4 London. 1941.
- Schweitzer, Otto. THE CREAMING OF RUBBER LATEX. Rubber Chem. Tech. 1940.
- Sum, N. PRODUCTION OF LATEX CONCENTRATE. R.R.I.M. Malaysia. 1981.
- Van Gils, G.E. KNOWLEDGE OF THE CREAMING PROCESS. Rubber Chem. Tech. 1941.

- Vester, C. F. CREAMING OF HEVEA LATEX WITH THE AID OF COLLOIDS.
Arch. Rubbercultuur. 1938.
- Vester, C. F. NOTE ON THE MECHANISM OF CREAMING OF HEVEA LATEX.
Rubber Tech. Conf. London. 1938.
- Waterman, Raymond. INFORMATION OF LATICES. R.T. Vanderbilt Co. Inc. New
York. 1972.
- Wahab, Shudri Bin. AVAILABILITY OF DIFFERENT TYPES OF LATEX
CONCENTRATES AND THEIR SPECIAL CHARACTERISTICS. R.R.I.M.
Malaya. 1983.
- Wiesniewski, Alfonso. CREAMING AGENTS IN THE CONCENTRATION OF
HEVEA LATEX. Inst. Agrom. Brasil. 1954.
- Entrevistas:
Sr. Ignacio Araiz, Fábrica HUPROINGUA
Ing. Luis Lopez, Fábrica HULERA LA NACIONAL
Dr. Karl von Langenthal, BAYER AG Alemania
- Skoog, D., West, D. FUNDAMENTALS OF ANALYTICAL CHEMISTRY. 4a.
edición. Saunders College Publishing. U.S.A. 1982.

X. APÉNDICES

APÉNDICE A

REQUERIMIENTOS DE LÁTEX CONCENTRADO POR CREMADO ASTM D1076

Característica	Requerimiento
Total de sólidos % mínimo	64.0
Contenido de hule seco % mínimo	62.0
Total de contenido mínimo de sólidos de hule seco, % mínimo	2.0
Total de alcalinidad (Calculada en amonio; expresada en porcentaje de agua en el látex)	1.6
Contenido de coágulo, % máximo de masa húmeda	0.050
Número de KOH máximo	0.8
Estabilidad mecánica mínima	650.0
Contenido de cobre máximo % de sólidos totales	0.0008
Contenido de magnesio máximo % de sólidos totales	0.0008
Color por inspección visual	Azul no pronunciado o gris
Olor después de neutralización con ácido bórico	Olor no putrefacto

APÉNDICE B

ANÁLISIS SOBRE EL LÁTEX

Determinación del contenido total de sólidos de látex (TSC)

1) Látex de campo y concentrado

- a) Agitar el recipiente conteniendo el látex para asegurarse una muestra representativa.
- b) Tomar una caja Petri y tararla.
- c) Agregar aproximadamente tres gramos de látex y anotar exactamente el peso.
- d) Dispersar la muestra por la superficie de la caja.
- e) Dejarlo secando en el horno por dos horas a 110°C máximo.
- f) Pasadas las dos horas colocarla en la desecadora por 15 minutos.
- g) Pesar la caja con el látex seco.

$$\text{TSC} = \frac{\text{Peso seco}}{\text{Peso húmedo}} \times 100$$

2) Suero

El procedimiento es igual al anterior excepto el paso c.

- c) Agregar aproximadamente 10 gr. De suero y anotar exactamente el peso.

APÉNDICE C

PROGRAMA PARA COMPUTADORA

PROGRAMA "ALGINATO"

Este programa calcula la cantidad necesaria de alginato que se debe agregar para llegar a la concentración requerida. Los datos que se deben ingresar son:

- Cantidad de látex a ser cremado
- Concentración de látex
- Concentración de alginato
- Concentración final deseada

La respuesta es la cantidad de solución de alginato en gramos que se debe agregar

```
05  REM CANTIDAD DE ALGINATO DE AMONIO
10  CLEAR      :      CLS
15  INPUT     "  Cantidad de látex a cremar" ; A
20  INPUT     "  Conc.de látex % en peso" ; C1
25  INPUT     "  Conc. Alginato % en peso" ; C2
30  INPUT     "  Conc. Final deseada" ; C3
35  Y = (A*(100-C1/100)/(1-((100-C2)/100))
      *(c3/C2)
40  X= C3*Y/C2
45  PRIN "Agregar ";X" grs.de solución de alginato"
50  GO TO 10
```

Este programa está hecho exclusivamente para la computadora personal CASIO PB700, pero con unas pequeñas modificaciones se puede escribir en BASIC de un más alto nivel.

APÉNDICE D

CÁLCULOS EFECTUADOS

1) TSC

Datos necesarios

Peso húmedo = 2.652 ± 0.005 gr.

Peso seco = 1.761 ± 0.005 gr.

$$\text{TSC} = \frac{1.761 \pm 0.005 \text{ gr.}}{2.652 \pm 0.005 \text{ gr.}} * 100$$

$$\text{TSC} = 66.403\% \pm 0.3\%$$

Todas las propagaciones de error se hicieron por el método de varianzas relativas⁽²¹⁾

Tomando como ejemplo el cálculo del TSC

$$\text{Sd} = \frac{0.005^2}{1.761^2} + \frac{0.005^2}{2.652^2}$$
$$\text{Sd} = 0.003$$

Existen dos maneras de presentar los resultados con su propagación de error.

Una es multiplicar Sd por el valor, entonces se obtendrá

$$\text{TSC} = 66.043 \pm 0.198$$

La otra manera es colocando el error como porcentaje, multiplicando Sd por 100 y escribiéndose el resultado de la siguiente manera

$$\text{TSC} = 66.043\% \pm 0.3\%$$

Por ser muchos datos los presentes en este trabajo es más práctico usar el segundo método. Hay que hacer notar que puede presentar cierta confusión con los resultados de

