



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA EN ALIMENTOS
CARRERA INGENIERÍA EN ALIMENTOS

***“LA COMPARACIÓN DE LAS GOMAS XANTHAN Y ARÁBIGA EN LAS
PROPIEDADES REOLÓGICAS DE LA MAYONESA”***

Trabajo de Investigación (Graduación), Modalidad: Trabajo Estructurado de Manera Independiente (TEMI), presentado como requisito previo a la obtención del título de Ingeniería en Alimentos otorgado por la Universidad Técnica de Ambato, a través de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos

Autora: ANA SOLEDAD MORENO CISNEROS

Tutor: ING.GUILLERMO POVEDA

Ambato-Ecuador

2013

APROBACIÓN DE TUTOR

Ing. Guillermo Poveda

En mi calidad de Tutor del trabajo de investigación realizado bajo el tema:
“LA COMPARACIÓN DE LAS GOMAS XANTHAN Y ARÁBIGA EN LAS PROPIEDADES REOLÓGICAS DE LA MAYONESA”, elaborado por la Egda. Ana Soledad Moreno Cisneros, estudiante de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos; considero que dicho trabajo investigativo reúne los requisitos y meritos suficientes para ser sometido a evaluación del Jurado examinador designado por el H. Consejo Directivo de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos.

Ing. Guillermo Poveda

TUTOR

AUTORÍA DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Los criterios emitidos en el presente trabajo de investigación: “LA COMPARACIÓN DE LAS GOMAS XANTHAN Y ARÁBIGA EN LAS PROPIEDADES REOLÓGICAS DE LA MAYONESA”, es absolutamente original, autentico y personal, en tal virtud el contenido, efectos legales y académicos que se desprenden del mismo. Son de exclusiva responsabilidad del autor.

Ana Soledad Moreno Cisneros

Autora

APROBACION DEL TRIBUNAL DE GRADO

Los miembros del tribunal de Grado aprueban el Proyecto de Investigación sobre el tema: “LA COMPARACIÓN DE LAS GOMAS XANTHAN Y ARÁBIGA EN LAS PROPIEDADES REOLÓGICAS DE LA MAYONESA”, desarrollado por la Egda. Ana Soledad Moreno Cisneros; el mismo que ha sido elaborado de conformidad con las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Ambato a través de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos.

Para constancia, firman.

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Técnica de Ambato, por acogerme en sus aulas por medio de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos.

A todos mis maestros y docentes que la vida me ha puesto en el camino, que me formaron, acompañaron y asesoraron durante este proceso.

Al Ing. Eduardo Caicedo, Ing. César Germán e Ing. Guillermo Poveda por su colaboración, sugerencias propuestas en la ejecución del proyecto; además por sus conocimientos, recomendaciones, acertadas opiniones para poder culminar dicho trabajo de graduación.

A la Familia Semanate Carrillo por acogerme en su hogar y brindarme su cariño durante todo mi ciclo académico en la ciudad de Ambato.

DEDICATORIA

A mi Dios por su amor y múltiples bendiciones.

A mi madre María Inés, por su amor, esfuerzo, dedicación, apoyo incondicional y ejemplo de vida y lucha.

A mi padre Enrique, que con su esfuerzo y confianza, me brindo todo su apoyo para culminar mi carrera.

A Myriam, Diego, Marisol, Wilson por su cariño y apoyo incondicional en el desarrollo de mi vida.

A mi hermano Byron†, que desde el cielo bendijo, inyectándome la fortaleza que siempre lo caracterizo, para poder lograr mi tan anhelada meta.

A mi sobrino Martín Alejandro por brindarme su ternura, carisma e inocencia.

Gracias a toda mi familia por ser mi alegría y por su ayuda a lo largo de mi vida, porque han sido un pilar fundamental, que Diosito siempre les bendiga, este logro también les pertenece.

Y a mis inolvidables amigos Margoth, Pamela, Darwin y Danny porque con ellos comparto una etapa en el transcurso de mi vida, y sobre todo por entregarme su amistad y cariño de manera oportuna e incondicional.

Anita

ÍNDICE

Página

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 Tema de investigación	1
1.2 Planteamiento del problema.....	1
1.2.1 Contextualización.....	1
1.2.2 Árbol de problemas	4
1.2.3 Análisis crítico	4
1.2.4 Prognosis	5
1.2.5 Formulación del problema	5
1.2.6 Preguntas directrices.....	5
1.2.7 Delimitación del problema de investigación.....	6
1.3 Justificación	6
1.4 Objetivos	7
1.4.1 Objetivo general	7
1.4.2 Objetivos específicos	7

CAPÍTULO II

MARCO TEORICO

2.1 Antecedentes investigativos.....	8
2.2 Fundamentaciones filosóficas	9
2.3 Fundamentación teórica científica	10
2.4 Fundamentación legal.....	12
2.5 Categorías fundamentales	13
2.5.1 Variable Independiente	16
2.5.2 Variable Dependiente.....	20
2.6 Hipótesis	23
2.7 Señalamiento de variables	23

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1 Enfoque	24
3.2 Modalidades básicas de investigación	24
3.2.1 De campo.....	24
3.2.2 Bibliográfica documental.	25
3.2.3 Experimental	25
3.3 Nivel o tipo de investigación.....	25
3.4 Métodos y técnicas de investigación	26

3.5	Población y muestra.....	30
3.6	Operacionalización de variables.....	33
3.7	Recolección de información	35
3.8	Procesamiento y análisis.....	35

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1	Análisis de datos e interpretación de resultados	39
4.1.1	Comportamiento viscométrico	39
4.1.2	Consistencia consistómetro Bostwick.....	42
4.2	Verificación de hipótesis.....	43
4.2.1	Comportamiento viscométrico	43
4.2.2	Consistencia consistómetro Bostwick.....	43
4.3	Determinación de vida útil	44

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1	Conclusiones	47
5.2	Recomendaciones	50

CAPÍTULO VI

PROPUESTA

6.1 Datos informativos	51
6.2 Antecedentes de la propuesta.....	51
6.3 Justificación	52
6.4 Objetivos	53
6.5 Análisis de factibilidad	54
6.6 Fundamentación teórica científica	55
6.7 Metodología	57
6.8 Administración	58
6.9 Previsión de la evaluación	59

CAPÍTULO VII

MATERIAL DE REFERENCIA

7.1 Bibliografía	60
7.2 Anexos	67

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo A

Datos registrados de %Full Scale67

Anexo B

Valores de viscosidad aparente μ_F [Pa. s].....75

Anexo C

Gráficos y tablas de evaluación de parámetros reológicos78

Anexo D

Valores de consistencia, mediante un consistómetro Bostwick.....100

Anexo E

Resumen de análisis estadístico para el análisis de varianza.....102

Anexo F

Ecuación y cálculo de índice de peróxido a 40, 50 y 60°C105

Anexo G

Aplicación del modelo de reacción, determinación de los valores de velocidad de reacción k y obtención de las respectivas ecuaciones cinéticas que describen el fenómeno de oxidación en mayonesa a 40, 50 y 60°C108

Anexo H

Ecuación de Arrhenius y cálculo de energía de activación 112

Anexo I

Cálculo de vida útil a 40, 50, 60°C y ecuación general para estimar la vida útil de la mayonesa en un rango de 40 a 60°C.....115

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico N°1. Relación Causa - Efecto	4
Gráfico N°2. Red de inclusiones.....	13
Gráfico N°3. Sub categorías de la variable independiente.....	14
Gráfico N°4. Sub categorías de la variable dependiente	15
Gráfico N°5. Diagrama de flujo para la elaboración de mayonesa.....	28

ÍNDICE DE DE TABLAS

Tabla N°1. Esquema de Análisis de Varianza (ANOVA)	31
Tabla N°2. Tratamientos obtenidos por combinación de factores y niveles.....	32
Tabla N°3. Factores de conversión del viscosímetro Brookfield	36
Tabla N°4. Datos previos del tratamiento a0b0 replica 1, para la aplicación de la Ec (1).....	40

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro N°1. Variable Independiente: Tipos de estabilizadores (gomas xanthan y arábica).....	33
Cuadro N°2. Variable Dependiente: Afecta las propiedades reológicas	34
Cuadro N°3. Valores económicos de la propuesta	55
Cuadro N°4. Modelo operativo y/o (plan de acción).....	57
Cuadro N°5. Administración de la propuesta	58
Cuadro N°6. Previsión de la evaluación	59

Universidad Técnica de Ambato
Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos

Tema: “La comparación de las gomas xanthan y arábica en las propiedades reológicas de la mayonesa”

Autora: Ana Soledad Moreno Cisneros

Tutor: Ing. Guillermo Poveda

RESUMEN

El presente trabajo se basó en el estudio del comportamiento reológico (índice de consistencia, índice de comportamiento de flujo y consistencia de Bostwick) de mayonesa a las que se incorporaron, goma xanthan y goma arábica a diferentes concentraciones: 0,0; 0,5; 0,6; 0,7; 0,8; 0,9; 1,0 g/kg. Todas las muestras analizadas mostraron un comportamiento no newtoniano de carácter pseudoplástico. La adición de las gomas mejoró el comportamiento reológico de las formulaciones aunque en diferente proporción una de la otra.

El agregado de la goma xanthan mostro un evidente aumento en el índice de consistencia el cual es mayor con respecto a la goma arábica. Los análisis estadísticos determinaron que el agente estabilizante y concentración presentan influencia en este parámetro.

Así mismo se evaluó la vida útil del mejor tratamiento, ya que la rancidez oxidativa es sin duda la principal causa del deterioro y define la vida de almacenamiento de este producto.

Palabras Claves: mayonesa, hidrocoloides, goma xanthan, goma arábica, reología, índice de consistencia, índice de comportamiento de flujo, consistencia, vida útil.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 TEMA DE INVESTIGACIÓN

“La comparación de las gomas xanthan y arábica en las propiedades reológicas de la mayonesa”.

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.2.1 CONTEXTUALIZACIÓN

MACRO

Cualquiera sea el origen, lo cierto es que la mayonesa se popularizó rápidamente primero en Francia y luego en toda Europa y en los Estados Unidos; hoy en día por el resto del mundo. 300 años después, este sencillo invento culinario sería uno de los aderezos más consumidos alrededor del mundo y, por consiguiente, representaría un mercado de miles de millones de dólares de ventas al año. Sin duda fue una de las improvisaciones más redituables en la historia de la cocina: la mayonesa (Historia de la Mayonesa, Internet).

La mayonesa es uno de los aderezos más usados, aunque muchas veces se la consume con recelo por su contenido graso ya que se elabora con huevo, aceite, jugo de limón o vinagre y otros condimentos. Sin embargo, hoy el mercado ofrece alternativas que se pueden incluir en la alimentación sin riesgos.

Este es un mercado dinámico se divide en grandes y otras pequeñas marcas todas las marcas se enfatizan en la publicidad de la mayonesa, ya que apunta a trabajar el lado emocional del consumidor, buscando con ello ser reconocida y querida por el público, logrando así fidelizarlo con la marca, para ello utiliza los valores de la confianza y rico sabor de casa.

Además este mercado siempre trata de innovar, es decir, brinda a los consumidores practicidad y comodidad. Con diferentes presentaciones, variadas en materiales y tamaños, busca ajustarse a las diferentes necesidades de los clientes (Salsas, Internet).

MESO

Chilenos, campeones en consumo de mayonesa, son primeros a nivel latinoamericano después México, Venezuela y Argentina.

Variedades light y libre de colesterol han mostrado un firme crecimiento en los últimos años, debido a la mayor preocupación de la gente por cuidar su dieta alimenticia (Mayores consumidores de aderezos, Internet)

Durante los últimos años la mayonesa envasada se ha transformado en un producto altamente masivo, presente en la mayoría de los hogares chilenos. Sin duda es un mercado robusto que ha tenido que ir innovando en formatos y contenidos para generar nuevas propuestas que tientes a los distintos tipos de consumidores.

La mayonesa entró a Chile en la década de los ochenta y el despegue de su consumo se dio con la apertura de los locales de comida rápida y con el uso de la mayonesa trabajada en plantas industriales, debido a que en estos lugares se empezó a elaborar con componentes que permiten una mayor durabilidad ya que es sabido que la mayonesa hecha en casa dura con suerte algunas horas.

“Cuesta encontrar en el país una casa en donde no haya mayonesa, de hecho ocupamos el tercer lugar en consumo per cápita en el mundo”, (Consumo de mayonesa latinoamerica, Internet).

MICRO

La mayonesa es el condimento favorito de los hogares ecuatorianos. Según estadísticas de consumo elaboradas por Ipsa Group y publicadas en su informe Overview 2008; este producto es adquirido por el 71% de las familias del país.

El informe también determina que la mayonesa se adquiere con una frecuencia de cada 25 días en Quito y Guayaquil. El envase que más se vende es la botella de vidrio de 400 gramos, con el 57% del total de compras. A continuación se ubica el shachet de aluminio, que es adquirido por el 29%. La marca líder es Maggi lidera las preferencias del público.

Según la investigación, en la capital y el Puerto Principal, la frecuencia de compra de este producto es de 26,7 días. La presentación de vidrio, de 200 gramos, es la más adquirida, por el 40% de los consumidores. A continuación se ubica el shachet, con el 36% de las ventas, la marca alacena. (Consumo de mayonesa alacena, Internet).

1.2.2 ÁRBOL DE PROBLEMAS

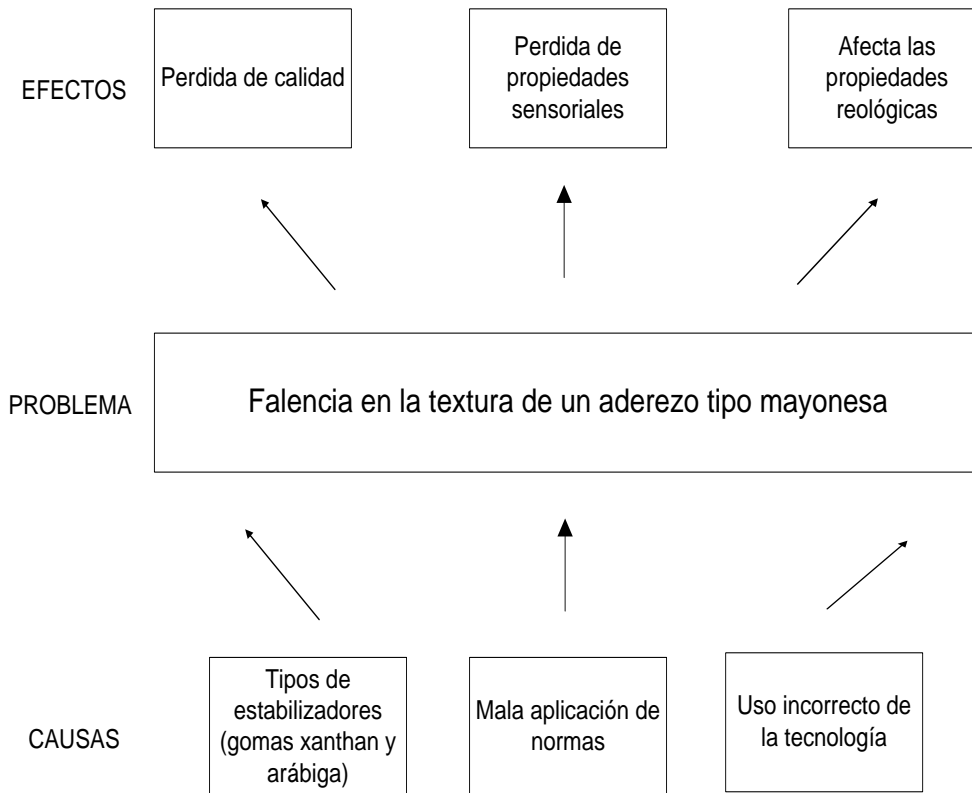


Grafico N°1. Relación Causa Efecto

Elaborado por: Ana Moreno Cisneros

1.2.3 ANÁLISIS CRÍTICO

La finalidad de este estudio es evaluar la concentración de las gomaxanthan y arábica en el comportamiento reológico de un aderezo tipo mayonesa.

Cabe señalar que el interés puesto a este tema es para solucionar dicho problema y poder obtener productos de buena calidad.

La incertidumbre en la consistencia de la mayonesa, generan en la misma problemas de desconocimiento en el efecto que producen las gomaxanthan en las

propiedades reológicas, el control tecnológico será entonces escaso por el poco conocimiento adquirido de este producto.

1.2.4 PROGNOSIS

Como sabemos existe una gran diversificación de productos alimenticios dentro de una industria y que tiene muchos campos, cada uno de estos campos trabaja para conseguir día a día el máximo desarrollo para lo cual, debe siempre existir una combinación perfecta entre la práctica y la teoría, para de esta manera conllevar a investigar específicamente los problemas ocasionados por el mal uso de las formulaciones y normas, en cuanto a aditivos alimentarios en las emulsiones alimenticias aderezo tipo mayonesa.

El presente estudio constituye una interesante vía de investigación con un prometedor futuro en el caso de la industria y por ende sobre las exigencias del consumidor, por ello al no poner atención a la presente problemática se imposibilita un cambio e innovación en la industria alimentaria en cuanto a la consistencia y palatabilidad. Y al no llevarse a cabo los consumidores seguirán prefiriendo una marca específica y sobre todo no se generaría competitividad en el mercado.

1.2.5 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿La falencia en la textura de un aderezo tipo mayonesa, es ocasionada por los tipos de estabilizadores (goma xanthan y arábica) utilizados y afecta las propiedades reológicas?

1.2.6 PREGUNTAS DIRECTRICES

¿Se ha realizado la comparación de goma xanthan y arábica en la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos?

¿Cuál será el comportamiento reológico de la mayonesa por el efecto de los estabilizantes?

¿Existe alguna alternativa de solución a la falencia en la textura de un aderezo tipo mayonesa?

¿Se ha determinado la vida útil de la mayonesa?

1.2.7 DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

Delimitación de contenido:

Categoría:	Investigación Tecnológica.
Subcategoría:	Característica reológica
Área:	Alimentaria
Sub Área:	Mayonesa
Delimitación espacial:	El proyecto de investigación se realizaría en la Universidad Técnica de Ambato, a través de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos,
Delimitación temporal:	Octubre 2010 hasta Julio del 2012.

1.3 JUSTIFICACIÓN

El presente trabajo se realizara con la finalidad comparar las **gomas xanthan y arábica en las propiedades reológicas de la mayonesa**. Existen razones fundamentales para justificar el estudio del comportamiento reológico en mayonesa:

Contribuye al conocimiento de su estructura, es decir, existe cierta relación entre su viscosidad la concentración de los estabilizadores.

En la industria se efectúan con frecuencia medidas reológicas, que son de gran utilidad para el control del proceso, sirviendo como fuente de bibliográfica.

La reología presta una valiosa ayuda al diseño de las maquinarias, que se adecuen a las características del producto con el que van a ser utilizados. La

investigación tiene utilidad teórica ya que está constituido por información bibliográfica y podrá servir como fuente de consulta para posteriores estudios.

Los beneficiarios del proyecto de investigación son en realidad el sector industrial que marca la investigación científica, pues se pueden realizar cambios en la dicha industria en base a los datos obtenidos.

Es factible el estudio puesto que se ha incrementado el consumo de mayonesa en los últimos años, este hecho se ve reflejado como un mayor desarrollo tecnológico que permita un mayor lanzamiento de nuevos y mejores productos procesados y que a su vez permiten comercializar, ya que a la mayonesa se les exige determinadas características de textura: untabilidad y flujo bajo pequeños esfuerzos, pero que mantengan su forma cuando están en reposo. Así, la viscosimetría es un importante componente de la calidad de alimentos fluidos y semifluidos.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 OBJETIVO GENERAL

- ✓ Comparar las gomas xanthan y arábica y su incidencia en las propiedades reológicas de la mayonesa.

1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ✓ Diagnosticar si se ha realizado la comparación de goma xanthan y arábica en la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos.
- ✓ Analizar cuál es el comportamiento reológico de la mayonesa por efecto de los estabilizantes.
- ✓ Plantear una alternativa de solución para mejorar la textura de un aderezo tipo mayonesa.
- ✓ Determinar la vida útil en el mejor tratamiento.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

El Centro de Desarrollo (Cendes, 1966) han realizado estudio de la mayonesa, en la cual el objetivo es demostrar la factibilidad de instalar una planta de pequeña capacidad, cuyo producto sustituirá las importaciones actuales, con el consiguiente ahorro de divisas. Además este proyecto tiene como finalidad la utilización de materias primas nacionales y se prevee que el producto será de óptima calidad, pues reunirá todas las especificaciones exigidas para un elaborado de esta naturaleza.

El estudio de la Investigación de Castro. W y Rincón. F, trata sobre la "Funcionalidad de la goma de *prosopis juliflora* en la preparación de mayonesa de bajo contenido calórico" El estudio tuvo por objeto formular y evaluar la funcionalidad de la goma de *Prosopis juliflora*, en la preparación de mayonesas de bajo contenido calórico.

Donde se formularon cuatro tratamientos a diferentes concentraciones (0,25; 0,30; 0,35; 0,40%), de la goma investigada y analizaron sus características fisicoquímicas y determinaron el valor de carbonilos. Y con los resultados obtenidos en este trabajo demostraron que la formulación que contenía goma de *Prosopis juliflora* (0,35%), presentó una buena funcionalidad como estabilizante en la preparación de mayonesas de bajo contenido calórico.

Se llevó a cabo el "Estudio reológico de bases para aderezos de ensaladas con distintos hidrocoloides en su formulación" por Zangrando, Santana, Della Rocca,

Breier. El objetivo del trabajo es el estudio del comportamiento reológico de diferentes formulaciones bases para aderezos de ensaladas (emulsiones de aceite en fase acuosa) a las que se incorporaron almidón nativo, almidón modificado, goma guar y goma xánthica. La metodología seguida, los espesantes usados fueron almidón de maíz nativo (Buffalo 034010) 3 % m/m, almidón modificado al 3,8 % m/m, goma guar al 0,1 % y 0,3%, goma xánthica al 0,3 %. El pH final se ajustó siempre a 4,0 a 20°C. Las muestras se envasaron en frascos estériles y se conservaron en refrigeración hasta su análisis. Además para la caracterización reológica se utiliza un viscosímetro Brookfield RVDVII con Small sample adapter, baño termostático Brookfield con controlador digital Modelo TC 502. Las muestras se termostatiza a $20 \pm 0,5$ °C. Cada muestra es sometida a un ciclo de deformación. Las medidas se llevaron a cabo por triplicado. Se midió el torque para cada gradiente de velocidad. Y la viscosidad aparente se calculó a partir de la ley de Newton. Dando como conclusiones que el almidón modificado mejora notablemente la consistencia de las formulaciones cuando se compara con el nativo. Asimismo el agregado de gomas guar y xánthica incrementan la consistencia de la base de aderezo. Por lo general, un aumento en la concentración de gomas aumenta el coeficiente de consistencia y disminuye el índice de flujo aumentando la pseudoplasticidad. Si se compara el agregado de goma xánthica con el de goma guar se aprecia un notable aumento de la pseudoplasticidad con el agregado de goma xánthica.

2.2 FUNDAMENTACIONES FILOSÓFICAS

La presente investigación se basa en el paradigma positivista ya que tiene como escenario de investigación en el laboratorio a través de un diseño preestructurado y esquematizado; su lógica de análisis está orientado a lo confirmatorio, reduccionista, verificación, interferencial e hipotético deductivo mediante el respectivo análisis de resultados.

Además la realidad es única y fragmentable en partes que se pueden manipular independientemente, y la relación sujeto-objeto es independiente. Para este enfoque la realidad es algo exterior, ajeno, objetivo, puede y debe ser estudiada y por lo tanto conocida.

2.3 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA CIENTÍFICA

La reología es la ciencia que estudia el flujo y la deformación de la materia, teniendo en cuenta propiedades tales como elasticidad, viscosidad y plasticidad. De acuerdo con su comportamiento reológico, los fluidos pueden clasificarse en NEWTONIANOS Y NO NEWTONIANOS.

El comportamiento reológico de fluidos alimenticios es complejo y es influenciado por numerosos factores, como la viscosidad aparente, velocidad de cizalla, temperatura, contenido de humedad, historia térmica y esfuerzo de cizalla (Steffe, 1996).

Fluidos newtonianos, en los cuales el esfuerzo de cizalla (τ) es directamente proporcional a la velocidad de cizalla (dv/dx) o simplemente (γ):

$$\tau = \mu \gamma$$

En cuyo caso es correcto llamar a la constante μ , viscosidad

Se comportan como fluidos newtonianos los gases y la mayoría de los líquidos sencillos.

Los fluidos que se desvían de este comportamiento son llamados no newtonianos, en los cuales el término "viscosidad aparente" se utiliza como un índice de la consistencia del fluido; entre estos se encuentran:

Fluidos dilatantes: en los cuales la viscosidad aparente aumenta a medida que aumenta la velocidad de cizalla:

$$\tau = K(\dot{\gamma})^n$$

Siendo K el índice de consistencia del fluido, y n el índice de comportamiento al flujo, que en el presente caso será mayor que la unidad.

Barros, resinas vinílicas son ejemplos de este tipo de fluido no newtoniano.

Fluidos pseudoplásticos: en los cuales la viscosidad aparente disminuye a medida que aumenta la velocidad de cizalla, en consecuencia el índice de comportamiento al flujo será menor que la unidad.

Ejemplos de este tipo de fluidos son emulsiones, asfaltos a determinadas temperaturas, polímeros.

$$\tau = K(\dot{\gamma})^n$$

Fluidos bingham o plásticos: los cuales requieren un esfuerzo inicial para que comience el flujo, luego del cual el comportamiento es newtoniano. En la ecuación se incluye a la constante c que se denomina esfuerzo de fluencia.

$$\tau = K(\dot{\gamma}) + c$$

Fluidos bingham - pseudoplásticos o tipo mixto: los cuales, además de necesitar un esfuerzo inicial, presentan un comportamiento pseudoplástico.

$$\tau = K(\dot{\gamma})^n + c$$

De acuerdo a su comportamiento respecto del tiempo los fluidos no newtonianos pueden clasificarse en:

Tixotrópicos: disminuye la viscosidad a medida que aumenta el tiempo cuando están sometidos a un esfuerzo de corte constante. Dentro de este tipo de fluidos encontramos tintas de imprenta, suspensiones arcillosas, coloides.

Reopecticos: aquí la viscosidad aumenta a medida que transcurre el tiempo a velocidad de corte constante, como por ejemplo se observa en la clara de huevo y la crema batida.

Rao (1986) indicó que un elevado número de los fluidos alimenticios no-newtonianos presentan un comportamiento pseudoplástico. Entre ellos: jugos concentrados de frutas, chocolate fundido, mostaza, crema de leche, huevo entero descongelado, clara de huevo, soluciones de goma a concentraciones altas, concentrados proteicos.

Un alimento es un sistema fisicoquímico y biológico activo, por lo que la calidad del mismo es un estado dinámico que se mueve hacia niveles más bajos respecto al tiempo. Existe un tiempo determinado, después de haber sido producido, en que el producto mantiene un nivel requerido de sus propiedades sensoriales y de seguridad, bajo ciertas condiciones de almacenamiento. Este constituye el período de vida útil o de anaquel del alimento (Casp, 1999).

2.4 FUNDAMENTACIÓN LEGAL

Para la realización de la siguiente investigación se va a tomar en cuenta las siguientes normas

- ✓ Norma Regional Europea "Norma del Codex para la Mayonesa Stan 168-1989".
- ✓ Norma ecuatoriana INEN. Requisito de mayonesa 2 295

2.5 CATEGORÍAS FUNDAMENTALES

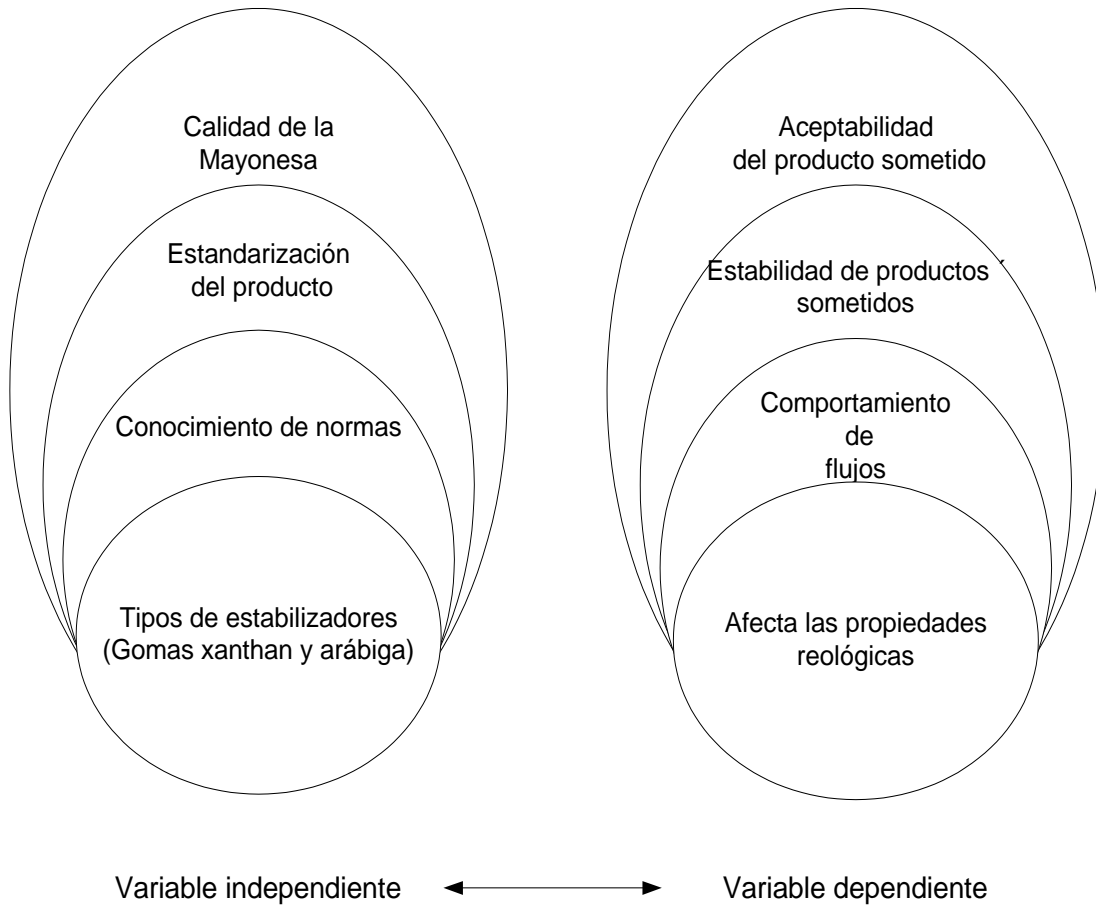


Grafico N°2. Red de inclusiones

Elaborado por: Ana Moreno Cisneros

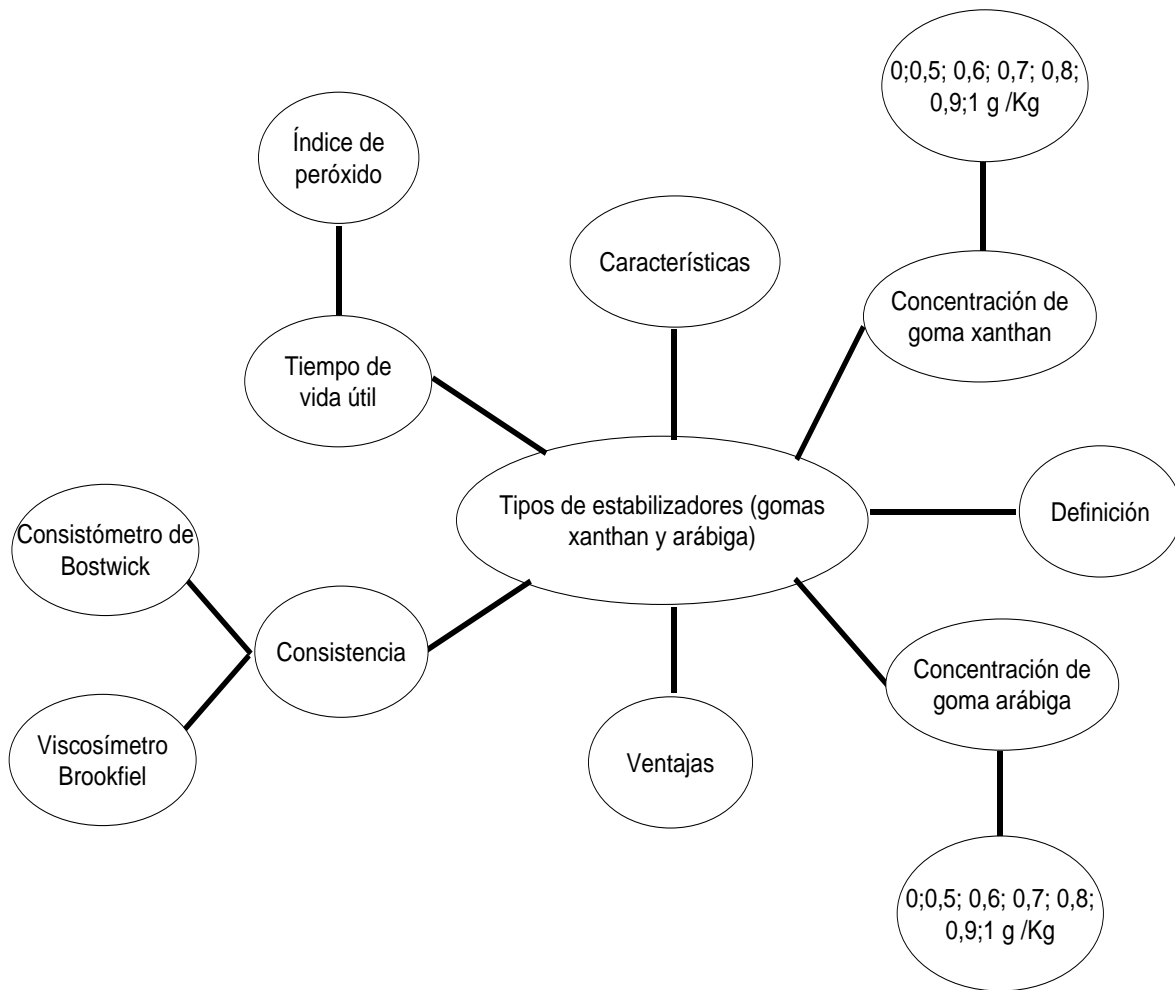


Grafico N°3. Sub categorías de la Variable Independiente

Elaborado por: Ana Moreno Cisneros

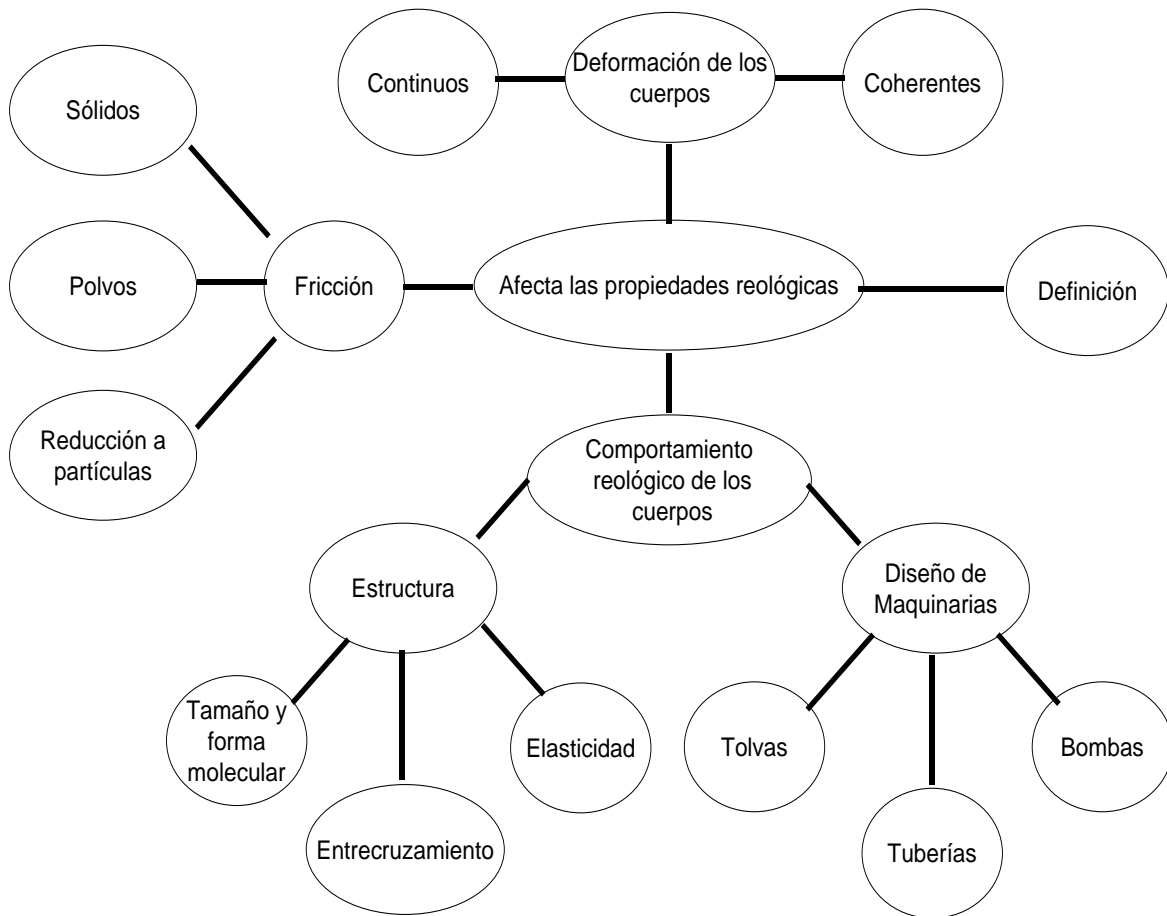


Grafico N°4. Sub categorías de la Variable Dependiente

Elaborado por: Ana Moreno Cisneros

2.5.1 Variable Independiente

Tipos de estabilizadores (goma xanthan y arábica)

Estabilizadores

A veces llamados hidrosolubles o hidrocoloides, son macromoléculas que se disuelven o dispersan fácilmente para producir un aumento muy grande de la viscosidad y en ciertos casos un efecto gelificante. (Multon. 1988)

Goma arábica E-414

La goma arábica es el exudado del árbol Acacia Senegalia y de algunos otros del mismo género. Se conocía ya hace al menos 4000 años. Es la más soluble en agua de todas las gomas, y tiene múltiples aplicaciones en tecnología de los alimentos: como fijador de aromas, estabilizante de espuma, emulsionante de aromatizantes en bebidas, en mazapanes, en caldos y sopas deshidratadas y en salsas; en todos estos casos la legislación española no limita la cantidad que puede añadirse. Se considera un aditivo perfectamente seguro, no conociéndose efectos indeseables (Multon. 1988).

Goma xanthan E-415

Se trata de un poliòsido extracelular producido por fermentación por la bacteria *Xanthomonas campestris* sobre un sustrato glucídico y en condiciones determinadas.

No es capaz por sí mismo de formar geles, pero sí de conferir a los alimentos a los que se añade una gran viscosidad empleando concentraciones relativamente bajas de substancia. La goma xanthan es estable en un amplio rango de acidez, es soluble en frío y en caliente y resiste muy bien los procesos de congelación y descongelación. Se utiliza en emulsiones, como salsas, por ejemplo. También en helados y para estabilizar la espuma de la cerveza (Multon. 1988).

Según Charley, (2004) las gomas son polisacáridos que hoy en día se los utilizan en la fabricación de muchos alimentos comerciales, la goma específica utilizada depende de la calidad especial que el fabricante desee impartir al alimento, sirven como estabilizantes, espesantes, para dar cuerpo al alimento.

Pearson (1976) La característica prácticamente más importante de las gomas, es la modificación en las propiedades reológicas de los alimentos a los que se le añaden.

Rincón (2008) Las gomas al ser añadidas cumplen múltiples funciones en la preparación de alimentos, incrementan la viscosidad, lo cual contribuye a una mayor estabilidad; por lo tanto, evitan defectos en la textura y mejoran así el producto final.

2.5.1.1 Conocimiento de Normas

Vickie, (1998) señala que la norma describe a los alimentos y relaciona tanto los ingredientes necesarios como los opcionales que se incluyen en su elaboración.

Los organismos encargados de las normativas, establecen la relación de aditivos que se pueden utilizar (excluyendo otros), los alimentos a los que se podrían añadir y los contenidos máximos admisibles. La pureza exigida en estos aditivos se determina en directivas que definen los criterios específicos de pureza de los mismos.

2.5.1.2 Estandarización del producto

Guanotuna. M, (2008) Se refiere a las características que identifican al producto alimenticio, proceso mediante el cual se realiza una actividad de manera estándar o previamente establecida, y esto depende de la calidad sanitaria de los productos, de aplicar correctamente las normas y la tecnología.

Vickie, (1998) Es el resultado de la correcta secuencia de etapas u operaciones que se aplican a las materias primas e insumos a través de las normativas

establecidas para proteger a los alimentos que consumimos y llegar a obtener un alimento inocuo y de calidad.

2.5.1.3 Calidad de la mayonesa

Emulsiones

Según Becher (1995), las emulsiones tienen diversas funciones importantes en los alimentos: algunos están en la naturaleza como emulsiones; otros son por si mismos agentes emulsificante y la consistencia o estructura de algunos alimentos preparados depende del desarrollo y mantenimiento de la emulsión.

Mayonesa

La mayonesa es un condimento en forma de salsa obtenido por emulsificación de aceite vegetal comestible en una fase acuosa consistente en vinagre mientras lo que produce la emulsión de aceite en agua es la yema de huevo. La mayonesa puede obtener ingredientes facultativos de conformidad con la selección 3.3 (CODEX STAN 168-1989).

La mayonesa es un producto alimenticio emulsificado utilizado para aderezar los alimentos e impartirles sabor agradable. La mayonesa tiene un comportamiento pseudoplástico. (Camacho. 2007).

German A, Fierro V, (2001) Para cumplir con el aseguramiento de la calidad, el producto debe ser hecho bien desde su inicio, cumplimiento todas las normativas sugeridas y previniendo la contaminación durante el proceso.

Charley, (2004) La calidad del alimento tiene aspectos tanto subjetivos como no subjetivos. La apariencia, textura, flavor son atributos subjetivos, mientras la calidad nutricional y la calidad bacteriológica no lo son.

Vickie (1998) La calidad se puede definir como el grado de excelencia de un alimento e incluye factores como el sabor, apariencia y calidad nutricional y está estrechamente relacionada con la aceptabilidad de los alimentos.

El uso de las gomas (hidrocoloides) en aderezos es brindarle al alimento estabilidad y la concentración dependerá de las normas que rigen a la elaboración del alimento, además en muchos casos la combinación de diferentes gomas mejora la calidad sensorial de las emulsiones. Siendo la calidad el referente que hace del alimento algo más o menos apetecible al consumidor.

Por ello el alimento deberá cumplir con todas las especificaciones indicadas o sugeridas por las respectivas normas correspondientes, ya que deberá presentar sabor y características propias del alimento.

Por otro lado el uso de las gomas, en este caso las gomas xanthan y arábica influyen directamente en la consistencia de la mayonesa, por lo tanto se lo puede estudiar dicha característica por medio de la aplicación de métodos y técnicas. Entre los instrumentos se encuentran el viscosímetro de Brookfield y el consistómetro de Bostwick entre otros.

Además siendo que el aceite es el ingrediente que está en mayor cantidad, razón por la cual se considera este componente para realizar el seguimiento a la degradación de la mayonesa, dado que el deterioro de este producto en mayor medida es originado por reacciones de oxidación, que producen la rancidez. Por ello el Índice de peróxidos mide el estado de oxidación inicial de un aceite, se expresa en miliequivalentes de oxígeno activo por kilo de grasa.

El tiempo de vida útil de este alimento se puede estimar mediante varios métodos: pueden tomarse valores reportados en la literatura especializada de alimentos similares y bajo condiciones similares al producto de nuestro interés; se pueden monitorear las quejas de los consumidores para orientar los posibles valores de vida útil; se pueden evaluar atributos de calidad del alimento que varían durante la

vida útil en anaquel o mediante pruebas aceleradas. Los estudios de vida útil acelerados, consisten en incubar el alimento bajo condiciones controladas y a diferentes temperaturas. Estas temperaturas deben ser mayores a las de almacenamiento y las de comercialización para permitir que las reacciones de deterioro se aceleren y se obtengan valores en períodos más cortos.

2.5.2 Variable Dependiente

Afecta las propiedades reológicas

Es la rama de la física que estudia la deformación y el flujo de la materia, y su estudio constituye al conocimiento de las estructuras así como el comportamiento de los flujos y estas características influyen en la aceptación de los productos. Además las medidas reológicas se utilizan para determinar la estabilidad de los productos sometidos. (Badui, 1997).

Según Muller (1973) la reología, se ocupa preferentemente de la deformación de los cuerpos aparentemente continuos y coherentes, pero con frecuencia trata también de la fricción entre sólidos, del flujo de polvos e incluso de la reducción a partículas, o molturación

Anuncia cuatro razones fundamentales para justificar el estudio del comportamiento reológico de los cuerpos.

- Contribuye al conocimiento de su estructura; por ejemplo, existe cierta relación entre el tamaño y forma molecular de las sustancias en disolución y su viscosidad, así como entre el grado de entrecruzamiento de los polímeros y su elasticidad.
- En la industria se efectúan con frecuencia medidas reológicas sobre las materias primas y los productos en elaboración, que son de gran utilidad para el control de los procesos.

- La reología presta una valiosa ayuda al diseño de las maquinarias, es preciso que tolvas, tuberías y bombas se adecúen a las características de los productos con los que van a ser utilizadas.
- Finalmente, sus características reológicas influyen de un modo considerable en la aceptabilidad de un producto.

Existen dos obstáculos esenciales en la clasificación reológica.

El primero está constituido por la enorme diversidad de materiales existentes; los hay sólidos, líquidos, gaseosos y con propiedades reológicas intermedias. El segundo deriva del distinto comportamiento que cualquier producto ofrece al variar las condiciones en que se observa.

Según Charley (2004) las propiedades reológicas es la deformación y flujo de la materia, tiene tres características: elasticidad (o fuerza elástica), flujo viscoso y flujo plástico.

Lui (2007) la reología es el estudio de la deformación y flujo de la materia. El conocimiento de las propiedades reológicas de una emulsión es importante en la producción y el uso de las emulsiones. Las propiedades reológicas de la fase externa o continua, de la fase interna o dispersa, el volumen relativo de las dos fases, la naturaleza de los agentes emulgentes, el efecto electroviscoso y la distribución del tamaño de las partículas

2.5.2.1 Comportamiento de flujo

El comportamiento reológico de fluidos alimenticios es complejo y es influenciado por numerosos factores, como la viscosidad aparente, velocidad de cizalla, temperatura, contenido de humedad, historia térmica y esfuerzo de cizalla (Steffe, 1996).

El comportamiento reológico de un fluido alimentario puede describirse según distintas ecuaciones que relacionan el esfuerzo cortante con la velocidad de deformación. En la literatura existen muchos modelos para describir este comportamiento, sin embargo son varios los autores (Kokini, 1992; Rha, 1978).

2.5.2.2 Estabilidad de productos sometidos

Silva, (1996) Básicamente, la aceptación de los productos acabados es el resultado de la interacción entre el alimento y el hombre en un momento determinado. Por un lado, las características del alimento (composición química y nutritiva, estructura y propiedades físicas).

Generalmente la estabilidad depende de varios factores, tales como relación aceite-agua, cantidad de yema de huevo, viscosidad, volumen relativo de la fase oleosa a fase acuosa, método de mezcla, calidad del agua y temperatura de almacenamiento. La mayonesa, es una de las salsas más antigua y ampliamente utilizada en el mundo hoy en día (Borda, 2011).

La estabilidad de los productos acabados dependerá, por factores tales como ambientales, en gran medida de la formulación y del sistema de envase seleccionado por el fabricante, la mayonesa es una emulsión aceite en agua, preparada tradicionalmente con una mezcla de yema de huevo, vinagre, aceite y especias (especialmente mostaza), puede incluir también sal, azúcar o edulcorantes y otros ingredientes opcionales ya sea dirigidos a su estabilidad como a potenciar sus características organolépticas.

2.5.2.3 Aceptabilidad del producto sometido

Cardello y Maller, (1982) La aceptabilidad es la expresión del grado de gusto o disgusto, cuando se pregunta acerca de un alimento o muestra preparada y consumida.

Muñoz y Gail, (1987) La textura, es otra característica organoléptica que es un importante atributo del efecto de aceptación de los alimentos y que en algunas ocasiones es mucho más importante que el sabor. La aceptabilidad de los alimentos está sujeta a muchas influencias y a respuestas individuales diferentes, por lo cual, la decisión en cuanto a establecer el límite de ésta puede resultar un

asunto muy complejo, pero de gran importancia para el fabricante de productos alimentarios.

Las necesidades de conocer la reología en la industria de los alimentos son múltiples. Entre ellas el estudio de la reología de los hidrocoloides tiene especial interés en la industria alimenticia ya que los mismos se emplean para modificar la textura en diversas formulaciones alimenticias, pues la reología es un importante componente de la calidad de alimentos fluidos, semifluidos. Además las propiedades reológicas juegan un importante rol en el diseño de procesos. Hay numerosas áreas donde los datos reológicos son necesitados en la industria alimentaria: bombeo, agitación, mezclado, tuberías, extracción, filtración, extrusión, operación de cambiadores de calor, procesos en los que se realizan recubrimientos, selección de envases, cálculos de procesos ingenieriles, determinación de la funcionalidad de ingredientes en el desarrollo de productos; control de calidad de productos terminado o en proceso; evaluación de vida útil; evaluación de textura de alimentos por correlación con datos sensoriales.

2.6 HIPÓTESIS

Hipótesis nula (H_0)= Los tipos de estabilizadores (goma xanthan y arábica) no afecta directamente las propiedades reológicas de la mayonesa.

Hipótesis alternativa (H_i)= Los tipos de estabilizadores (goma xanthan y arábica) afecta directamente las propiedades reológicas de la mayonesa.

2.7 SEÑALAMIENTO DE VARIABLES

2.7.1 Variable independiente

Tipos de estabilizadores (goma xanthan y arábica)

2.7.2 Variable dependiente

Afecta las propiedades reológicas

CAPÍTULO III

METODOLOGIA

3.1 ENFOQUE

La presente investigación tuvo un enfoque cuantitativo y cualitativo ya que se realizó pruebas experimentales cuantificables para determinar los resultados requeridos y pertinentes al problema. Los cuales se interpretan mediante análisis informático manual, el cual permitió realizar cálculos, gráficos que nos ayuda a un mejor análisis y a través de ellos determinar la vida útil del mejor tratamiento. Y se comprobó la hipótesis, se planteó conclusiones, recomendaciones y sugerencias para aumentar la probabilidad del cumplimiento de los objetivos.

3.2 MODALIDADES BÁSICAS DE INVESTIGACIÓN

3.2.1 De Campo

La modalidad de investigación que se utilizó en este proyecto es la investigación de campo, ya que los datos se obtuvieron a partir del laboratorio, por medio de la utilización de la tecnología de mayonesa y los resultados fueron cuantitativos por que se obtuvo de distintos datos de medición de índice de consistencia ($\text{Pa}\cdot\text{s}^n$) y consistencia ($\text{cm}\cdot 30\text{s}$) Bostwick de los distintos tratamientos analizados.

3.2.2 Bibliográfica Documental.

Investigación bibliográfica-documental.- está basado en esta modalidad ya que tiene el propósito de conocer, comparar, ampliar, profundizar y deducir diferentes enfoques, teorías, conceptualizaciones y criterios de diversos autores sobre una cuestión determinada, basándose en documentos (fuentes primarias), o en libros, revistas, periódicos y otras publicaciones (fuentes secundarias).

3.2.3 Experimental

En el estudio se aplicó un diseño experimental donde se manipulo ciertas variables independientes y dependientes para observar los efectos en las respectivas variables dependientes, con el propósito de precisar la relación causa-efecto.

3.3 NIVEL O TIPO DE INVESTIGACIÓN

3.3.1 Investigación exploratorio

- Como otra característica que se asemeja a nuestro proyecto, se diría que éste tiene la finalidad de: aumentar la familiaridad del investigador con el área problemática y posteriormente realizar un estudio.
- Aclara entre otros puntos: las preferencias para posteriores investigaciones y proponer hipótesis bien fundamentadas.
- Otra característica del método exploratorio es que permite examinar un tema o problema de investigación poco estudiado o que no ha sido abordado antes. Para explorar un tema relativamente desconocido disponemos de un amplio espectro de medios para recolectar información, es decir, a través de la revisión bibliográfica.
- La investigación exploratoria resulta muy útil para poner al investigador en contacto y familiarizarse con la realidad y recolectar datos en base al problema en curso.

- Sondear un problema poco investigativo o desconocido en un contexto particular.
- La investigación exploratoria terminará cuando, a partir de los datos recolectados, adquirimos el suficiente conocimiento como para saber qué factores son relevantes al problema y cuáles no.
- Hasta ese momento, se está ya en condiciones de encarar un análisis de los datos obtenidos de donde surgen las conclusiones y recomendaciones sobre la investigación.

3.3.2 Investigación Descriptiva

La descripción se utiliza para frecuencias, promedios y otros cálculos estadísticos. A menudo el mejor enfoque, antes de la escritura de investigación descriptiva, es llevar a cabo un estudio de investigación. La investigación cualitativa tiene el objetivo de la descripción y los investigadores de seguimiento con exámenes de por qué las observaciones existen y cuáles son las implicaciones de los hallazgos.

En resumen descriptivo de investigación, se ocupa de todo lo que se puede contar y estudiar. Para este proyecto se realizó un estudio del tipo de estabilizador y la concentración de los mismos, donde se obtendrá la información necesaria para la determinar el mejor tratamiento.

3.4 MÉTODOS Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.4.1 Método empleado para la elaboración de mayonesa

Recepción e inspección.- Todos los ingredientes deberán ser de buena calidad y aptos para su industrialización, por lo cual deben ajustarse a los requisitos de las normas correspondientes.

Dosificado.- Debe regirse a la formulación, se realiza los respectivos cálculos de las materias primas, para proceder a pesar.

Homogenizado.- Se añade en la licuadora el huevo y se incorpora el aceite vegetal o fase oleosa; una vez añadida la fase oleosa incorporar poco a poco la fase acuosa la cual consta de (vinagre, agua, goma, mostaza, sal y/ o edulcorante, conservante).

Emulsificación.- Para preservar el producto y lograr una emulsión estable el proceso de elaboración se realizara hasta 9°C.

Envasado.- La mayonesa se coloca en envases para proteger, de los peligros de contaminación.

Etiquetado.- Se realizara con el fin de identificar a cada tratamiento.

Mayonesa.- La mayonesa deberá cumplir con los requisitos indicados por las normas.

Diagrama de flujo para la elaboración de mayonesa

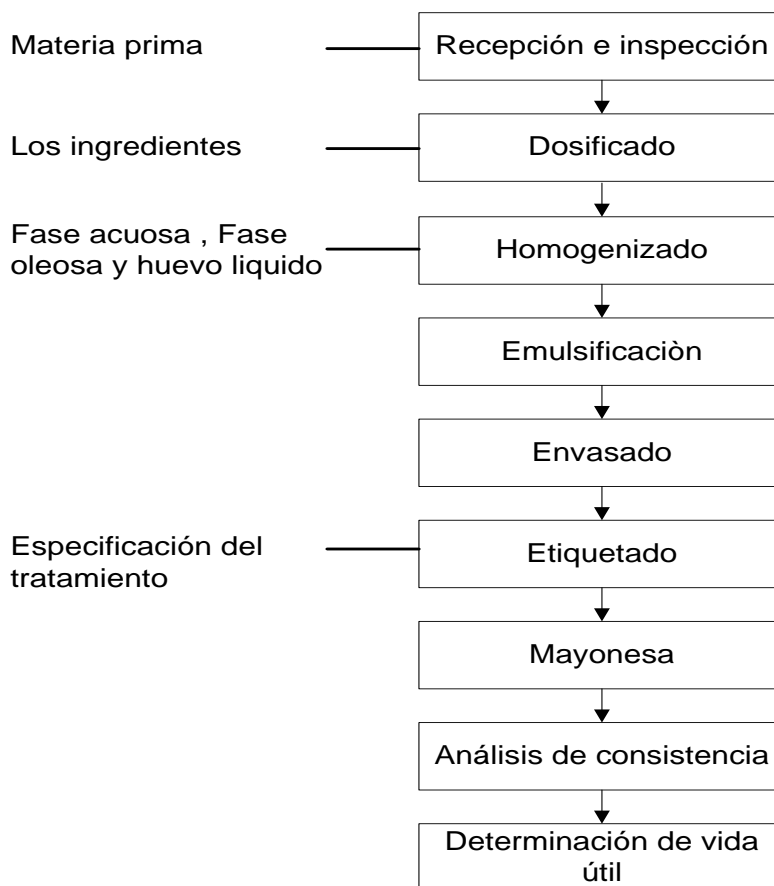


Grafico N°5. Diagrama de flujo para la elaboración de mayonesa.

Elaborado por: Ana Moreno Cisneros

3.4.2 Método empleado para la determinación de los parámetros reológicas

Índice de consistencia

Equipo: Se utilizó un viscosímetro rotacional Brookfiel, con el rotor específico para las concentraciones de las gomas: rotor LV-3 a temperatura de 25°C.

Técnica: Armar el viscosímetro rotacional con el rotor LV-3; asegurándose que el equipo este fijo al soporte, nivelado y con el brazo protector.

Colocar 500 ml de muestra en un vaso de precipitación de 600 ml y mantenerlo en un baño de agua 25°C. Introducir en la muestra el sistema rotacional de medida del viscosímetro hasta la marca indicada en el rotor, fijar la velocidad en 0,3 rpm y prender el equipo. A los tres minutos, hacer la lectura correspondiente valor (%FS); apagar el motor; fijar la velocidad en 0,6 rpm, prenderlo y hacer la lectura, continuar la operación a otras velocidades hasta alcanzar la velocidad de 60,0 rpm o hasta que el equipo no pueda dar más respuestas.

Consistencia

Equipo: Para el ensayo correspondiente se utilizó un consistómetro Bostwick. El consistómetro está diseñado de un indicador de nivel de burbuja, el cual es ajustado a través de sus dos tornillos hasta que la burbuja de nivelación en el frente del instrumento se centra, evidenciando que el equipo se encuentra nivelado.

Técnica: Una vez nivelado el equipo, cerrar la puerta de la bandeja, llenar con la muestra y se levanta la plancha guillotina, liberando el enganche que mantiene la puerta cerrada y dejando fluir la muestra por la escala graduada durante un tiempo 30 segundos y se anota la distancia recorrida en centímetros. Registrar este valor como la consistencia de la muestra. Este ensayo se realizó a 20°C.

3.4.3 Método empleado para la determinación de tiempo de vida útil

Determinación de índice de peróxido

Técnica: El primer paso consiste en separar el aceite que contiene la mayonesa del resto de los ingredientes. Para lograr esto se toma como base la norma (AOAC 983.23). Se pesan aproximadamente 15g de mayonesa en un Erlenmeyer de 500cc. Se le agregan 80cc de metanol y 40cc de cloroformo. Se coloca una pastilla magnética dentro del Erlenmeyer y este se pone en baño maría sobre una plancha magnética a una temperatura entre 45 y 50°C. Se deja en agitación durante 15 min. Se le agrega 40cc más de cloroformo y se mezcla durante otros 5

min, y luego se agregan otros 40cc de agua destilada y se mezcla 1min mas se deja reposar para que se separe la fase acuosa de la oleosa. Utilizando una pipeta se transfiera la fase oleosa a tubos de ensayo se ponen los tubos a centrifugar durante 10 min a 3000 rpm. Se pipetea la mezcla aceite-cloroformo en un Erlenmeyer de 250cc y se colocan en baño maría para evaporar el cloroformo.

El aceite obtenido de la separación de la mayonesa se pesan y se agregan 20cc de una solución de ácido acético glacial - cloroformo y se agita para mezclar se añaden 0.5cc de una solución saturada de yoduro de potasio, se tapa, agita durante 1 min y se deja reposar durante 15 minutos, protegidos de la luz, y luego se agregan 0.5cc de la solución de almidón. Se adicionan 30cc de agua destilada inmediatamente después. Se inicia la titulación con una solución de tiosulfato de sodio 0.01 M de forma gradual y constante, hasta que el color azulado desaparezca.

Se prepara un blanco siguiendo el mismo procedimiento, pero sin muestra.

3.5 POBLACIÓN Y MUESTRA

El diseño experimental que se ha escogido es A*B, teniendo los siguientes factores y niveles especificados a continuación:

FACTOR A: Concentración de 0; 0,5; 0,6; 0,7; 0,8; 0,9; 1,0 g/kg de estabilizadores

Nivel a₀	0,0 g/kg de estabilizador
Nivel a₁	0,5 g/kg de estabilizador
Nivel a₂	0,6 g/kg de estabilizador
Nivel a₃	0,7 g/kg de estabilizador
Nivel a₄	0,8 g/kg de estabilizador
Nivel a₅	0,9 g/kg de estabilizador
Nivel a₆	1,0 g/kg de estabilizador

FACTOR B: Tipo de estabilizador

Nivel b_0 goma xanthan

Nivel b_1 goma arábica

Nota: Cabe mencionar que el diseño se efectuó por duplicado ($r=2$), es decir, 14 tratamientos por replica obteniendo 28 respuestas experimentales. Y además los datos corresponden a medidas de índice de consistencia ($Pa.s^n$) obtenidas a través de los respectivos cálculos. Y medidas la consistencia Bostwick expresada como distancia ($cm*30s$) de las muestras analizadas.

Como se mencionó anteriormente para la evaluación de la variable dependiente se utilizó un diseño factorial $A*B$ y el respectivo esquema de análisis de varianza se describe en la Tabla #1.

Tabla N°1. Esquema de Análisis de Varianza (ANOVA).

Fuente de variación	Grados De Libertad	
Replicas	$r-1$	1
Factor A	$a-1$	6
Factor B	$b-1$	1
Interacción $A*B$	$(a-1)*(b-1)$	6
Error	$((a*b*r)-1)-(r-1)-(a-1)-(b-1)-((a-1)*(b-1))$	13
Total	$((a*b*r)-1)$	27

Fuente: Ana Moreno

Elaborado por: Ana Moreno

De la combinación de los factores en estudio, se obtienen los siguientes tratamientos, reportados en la Tabla #2

Tabla N°2. Tratamientos obtenidos por combinación de factores y niveles.

N°	Tratamientos	Descripción
1	a0b0	0.0 g/kg Goma xanthan
2	a0b1	0.0 g/kg Goma arábica
3	a1b0	0.5 g/kg Goma xanthan
4	a1b1	0.5 g/kg Goma arábica
5	a2b0	0.6 g/kg Goma xanthan
6	a2b1	0.6 g/kg Goma arábica
7	a3b0	0.7 g/kg Goma xanthan
8	a3b1	0.7 g/kg Goma arábica
9	a4b0	0.8 g/kg Goma xanthan
10	a4b1	0.8 g/kg Goma arábica
11	a5b0	0.9 g/kg Goma xanthan
12	a5b1	0.9 g/kg Goma arábica
13	a6b0	1.0 g/kg Goma xanthan
14	a6b1	1.0 g/kg Goma arábica

Fuente: Ana Moreno

Elaborado por: Ana Moreno

Dentro de este ítem, se realiza un análisis de varianza al 95% de confianza para evaluar la hipótesis planteada, si esta prueba rechaza los factores F calculado y F de tablas, se procede a evaluar la variabilidad de los tratamientos mediante la respectiva aplicación de Tukey ($p \leq 0,05$), es decir, comprobando de esa manera el mejor tratamiento y determinar con ello su vida útil, mediante pruebas aceleradas.

3. 6 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Cuadro N°1. Variable Independiente: Tipos de estabilizadores (gomas xanthan y arábiga)

Conceptualización	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Técnicas e Instrumentos
<p>La gomas xanthan y arábiga se conceptualiza como:</p> <p>Aplicación de normas que sustentan los requisitos del uso de aditivos alimentarios en el uso del proceso tecnológico y brinda calidad del alimento a procesar.</p>	<p>Uso del proceso tecnológico</p> <p>Cantidad goma xanthan y arábiga en la mayonesa</p>	<p>Goma xanthan Goma arábiga</p> <p>0; 0,5; 0,6; 0,7; 0,8; 0,9; 1,0 g/kg de estabilizadores</p>	<p>¿Cómo?</p> <p>¿Cómo?</p>	<p>CODEX STAN 168-1989</p> <p>CODEX STAN 168-1989</p>

33

Fuente: Ana Moreno

Elaborado por: Ana Moreno

Cuadro N°2. Variable Dependiente: Afecta las propiedades reológicas

Conceptualización	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Técnicas e instrumentos
<p>Las propiedades reológicas se conceptualiza como:</p> <p>Carencia de los atributos reológicas, los cuales caracterizan al producto por el mala uso de la tecnología.</p>	<p>Carencia de atributos reológicas</p> <p>Mal uso de la tecnología</p>	<p>Consistencia Bostwick</p> <p>Índice de consistencia</p>	<p>¿Cómo</p> <p>¿Cómo?</p>	<p>Hoja guía propuesta por Álvarez. F</p> <p>Técnica propuesta en el libro de principios de Ingeniería aplicados a alimentos. J. Alvarado (1996)</p>

34

Fuente: Ana Moreno

Elaborado por: Ana Moreno

3.7 RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

Este plan contempla estrategias metodológicas requeridas por los objetivos e hipótesis de investigación, de acuerdo con el enfoque escogido, considerando los siguientes elementos:

- Selección de recursos de apoyo (equipos de trabajo). La maquinaria y materia prima disponible.
- Instrumentos seleccionados o diseñados de acuerdo con la técnica escogida para la investigación.
- Selección de las técnicas a emplear en el proceso de recolección de información.

3.8 PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS

La representación tabular fue utilizada para procesar la información, para esto, se utiliza los paquetes informáticos, Word y Excel. Y según los resultados comprobando cuál de los tratamientos es el mejor.

CÁLCULOS

Parámetros reológicos

Alvarado (1996), anuncia que la ecuación (1) a utilizarse para el cálculo del de los parámetros reológicos será:

$$\log \mu_F = (n - 1) \log(4\pi N) + \log k \quad (Ec.1)$$

Dónde:

$4\pi N$ = Velocidad de deformación

μ_F = Viscosidad ficticia o aparente (Pa.s)

k = Índice de consistencia (Pa.sⁿ)

n = Índice de comportamiento de flujo (adimensional)

Viscosidad ficticia o aparente.

$$\mu_F = \frac{F * \%FS}{1000}$$

Dónde:

μ_F = Viscosidad ficticia o aparente (Pa.s)

%FS= Porcentaje full scale

F= Factor de conversión que multiplica la lectura del viscosímetro

Tabla N°3. Factores de conversión del viscosímetro Brookfield

Velocidad rpm	ROTOR LV-3
0,3	4000
0,6	2000
1,5	800
3,0	400
6,0	200
12,0	100
30,0	40
60,0	20

Fuente: Principios de Ingeniería Aplicados a Alimentos, Alvarado 1996

Velocidad de deformación

$$\gamma = 4\pi N$$

Dónde:

γ = Velocidad de deformación (1/s)

N= Número de revoluciones por minuto

$$N = \frac{n}{60}$$

Dónde:

N= Número de revoluciones por minuto

n= Velocidad de rotación (rpm)

60= segundos

Donde se grafica $\log(4\pi N)$ contra $\log \mu_F$, conduce a calcular n de la pendiente y del punto de corte en k .

Diseño Factorial A*B

Modelo matemático

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \gamma_k + \tau_{ijk}$$

Fórmulas

Suma de cuadrados totales $SCT = \sum_i \sum_j Y_{ijk}^2 - \frac{(Y_{...})^2}{a * b * r}$

Suma de cuadrados de tratamientos $SCTr = \frac{1}{r} \sum Y_{ij.}^2 - \frac{(Y_{...})^2}{a * b * r}$

Suma de cuadrados de replicas $SCR = \frac{1}{a * b} \sum Y_{..k}^2 - \frac{(Y_{...})^2}{a * b * r}$

Suma de cuadrados del error $SCE = SCT - SCTr - SCR$

Suma de cuadrados de A $SCR = \frac{1}{b * r} \sum Y_{i..}^2 - \frac{(Y_{...})^2}{a * b * r}$

Suma de cuadrados de B
$$SCR = \frac{1}{a * r} \sum Y_{.j}^2 - \frac{(Y_{...})^2}{a * b * r}$$

Suma de cuadrados interacción A*B
$$SC(AB) = SCTr - SCA - SCB$$

Prueba de Tukey
$$T = q\sqrt{CME/n} \quad q_{(\alpha;gl;r \max)}$$

Índice de peróxido

$$IP = \frac{(V_M - V_B) * N * 1000}{W}$$

IP= Índice de peróxidos meqO₂/kg

V_M= Volumen de la solución de tiosulfato de sodio gastado en la muestra

V_B= Volumen de la solución de tiosulfato de sodio gastado en el blanco

N= Normalidad de la muestra de tiosulfato de sodio (0,01N)

W=Masa en gramos de muestra problema

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1 ANÁLISIS DE DATOS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1.1. Comportamiento viscométrico.

Inicialmente se evaluó el comportamiento de la mayonesa ensayada con los distintos tratamientos obtenidos por combinación de factores y niveles, aplicando la respectiva técnica señalada.

Obteniendo datos del equipo, valores de (%FS) los cuales se reporta en el (Anexo A).

Los mismos que se utilizaron para calcular de forma matemática mediante la ecuación (1) que corresponde a los fluidos pseudoplásticos.

$$\log \mu_F = \log k + (n-1) \log(4\pi N) \quad (Ec.1)$$

Numero de revoluciones

$$\frac{0,3}{\text{min}} \left| \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ seg}} \right. = 0,005 \text{ rps}$$

$$4\pi N = 4 * 3,1416 * 0,005 \text{ rps} = 0,062 \text{ seg}^{-1}$$

$$\log 4\pi N = -1,20 \text{ seg}^{-1}$$

$$\mu_F = K * \left(\frac{\%FS}{1000} \right)$$

$$\mu_F = 4000 * \left(\frac{4,4}{1000} \right) = 17,60 Pa.s$$

$$\log \mu_F = 1,25$$

Tabla N°4. Datos previos del tratamiento a0b0 replica 1, para la aplicación de la Ec (1).

N rpm	N rps	%FS	4πN	log4πN	μ _F	log μ _F
0,3	0,005	4,4	0,062	-1,20	17,60	1,25
0,6	0,01	4,7	0,13	-0,90	9,40	0,97
1,5	0,025	5,9	0,31	-0,50	4,72	0,67
3,0	0,05	7,3	0,63	-0,20	2,92	0,47
6,0	0,1	9,4	1,26	0,10	1,88	0,27
12,0	0,2	12,8	2,51	0,40	1,28	0,11
30,0	0,5	17,7	6,28	0,80	0,71	-0,15
60,0	1,0	22,0	12,57	1,10	0,44	-0,36

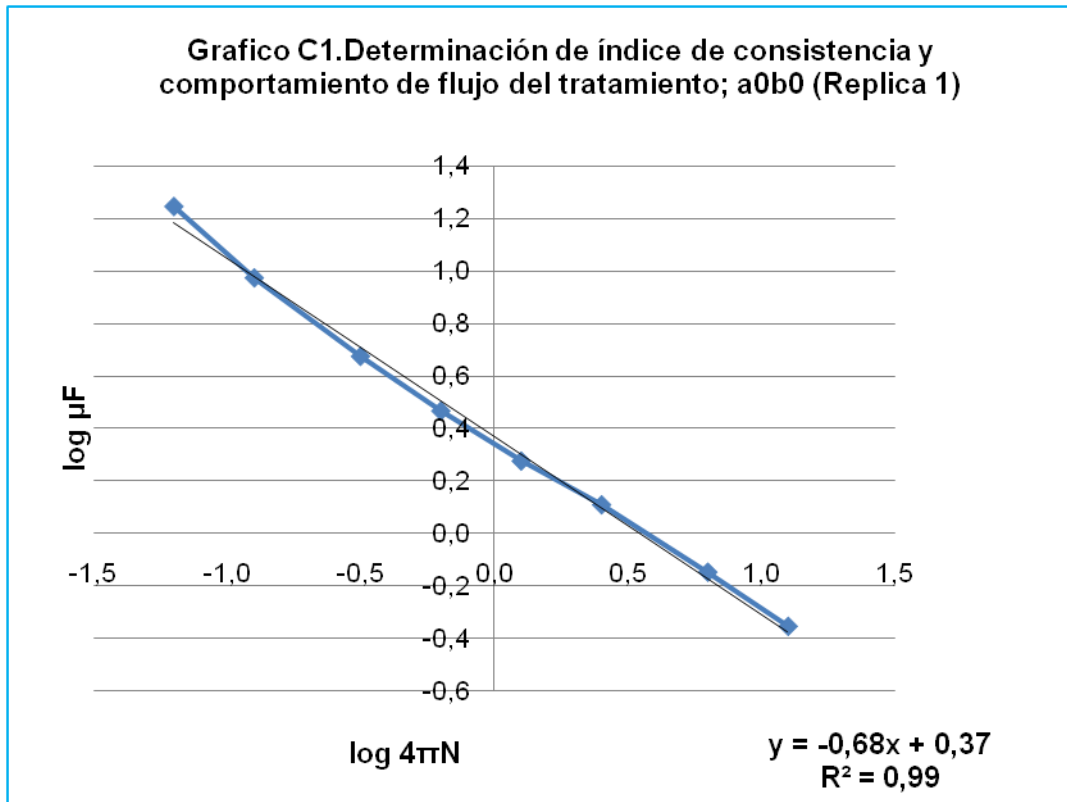
Fuente: Ana Moreno

Elaborado por: Ana Moreno

En todos los casos, el valor de la viscosidad ficticia disminuye en forma apreciable, conforme se incrementa la velocidad de rotación o deformación (Anexo B). Esto permite confirmar el comportamiento que es característico de los fluidos no-newtonianos, y en forma particular de los pseudoplásticos.

Este comportamiento indica una reorganización continua de la estructura, dando como resultado una menor resistencia al flujo, y se debe a la presencia de una sustancia de alto peso molecular que son las gomas.

De la relación de $\log(4\pi N)$ y $\log \mu_F$, reportada en el Grafico C1, donde conduce a calcular (n) índice de comportamiento al flujo, de la pendiente y del punto de corte que corresponde k ($\text{Pa}\cdot\text{s}^n$) índice de consistencia a las condiciones planteadas.



Fuente: Ana Moreno
 Elaborado por: Ana Moreno

Dónde:

$$(n - 1) = -0,68$$

$$n = -0,68 + 1$$

$$n = 0,32$$

$$\log k = 0,37$$

$$k = 10^{0,37}$$

$$k = 2,34 \text{ Pa}\cdot\text{s}^n$$

Los respectivos valores de índice de consistencia se reportan en el (Anexo C), con su grafico demostrativo y la tabla correspondiente. De acuerdo a la comparación entre muestras, junto a los valores de índice de consistencia, estos indican la clara diferencia entre los valores. Demostrando que el valor de k es influenciado por el tipo de goma utilizada, esto se debe a su grado de viscosidad, ya que la goma xanthan adiciona más viscosidad a la mayonesa que la goma arábica, siendo comprobada durante la investigación.

El efecto de la concentración de goma y el índice de consistencia, presentan una relación directa, es decir, que se comportan de la misma manera, que si la concentración aumenta el índice de consistencia también se incrementa, aunque en diferente proporción en cada goma.

Los valores de índice de comportamiento al flujo n , son valores menores de uno, lo cual confirma la pseudoplasticidad de este producto. La confiabilidad de este modelo está reflejada por el coeficiente de correlación de 0,99.

4.1.2 Consistencia (consistómetro Bostwick)

La consistencia (cm*30s) Bostwick, es una medida de textura de los alimentos que se considera empírica. Los valores de consistencia se encuentran tabulados en el (Anexo D), se observa la diferencia entre una goma y la otra en sus distintas concentraciones; la goma xanthan presenta valores máximos de consistencia (cm*30s) Bostwick, es decir, recorre menos distancia en los 30 segundos, ha comparación de la goma arábica que presenta valores mínimos de consistencia, esto se debe a su grado de viscosidad, ya que la goma xanthan adiciona más viscosidad a la mayonesa que la goma arábica.

La consistencia de la mayonesa en función a la concentración tiene una relación directa. La relación directa entre la consistencia (cm) y la concentración, nos indica que a mayor concentración mayor será la consistencia del fluido. Y además depende principalmente de las características del tipo de estabilizador utilizado.

4.2 VERIFICACIÓN DE HIPÓTESIS

Una vez realizada la interpretación de los datos de la respectiva investigación, se comprueba que se rechaza la **Hipótesis nula (H_0)**= La goma (arábica y xanthan) no afecta directamente las propiedades reológicas de la mayonesa y aceptando por ende la **Hipótesis alternativa (H_i)**= La goma (arábica y xanthan) afecta directamente las propiedades reológicas de la mayonesa. A continuación se señala de formas más detallado para cada indicador de la investigación.

4.2.1 Comportamiento viscométrico.

En el (Anexo E), Tabla E2, el análisis de varianza realizado a la variable respuesta índice de consistencia ($\text{Pa}\cdot\text{s}^n$), indica que existe efecto significativo de los factores, concentración y tipo de estabilizadores a un nivel de confianza del 95%. Esto significa que el índice de consistencia de las muestras de mayonesa está influenciado por la concentración de las gomas.

En relación a las hipótesis planteadas, rechazamos la hipótesis nula (H_0) referente a las variable independiente: Tipos de estabilizadores (gomas xanthan y arábica), puesto que afecta las propiedades reológicas, en este caso, su índice de consistencia de la mayonesa; y aceptando así la hipótesis alternativa (H_i).

Con la prueba de comparación múltiple Tukey, se establece que el mejor tratamiento es para el factor concentración en el (nivel a_6), que corresponde (1.0 g/kg del estabilizador) y factor tipo de estabilizador en el (nivel b_0), que corresponde (goma xanthan), con un índice de consistencia de 12,59 $\text{Pa}\cdot\text{s}$, pues presenta mayor relevancia a comparación de los demás tratamientos.

4.2.2 Consistencia (consistómetro Bostwick)

En el (Anexo E), Tabla E4, el análisis de varianza realizado a la variable respuesta (consistencia), indica que existe efecto significativo de los factores, concentración

y tipo de estabilizadores a un nivel de confianza del 95%. Esto significa que la consistencia (cm*30s) Bostwick de las muestras de mayonesa está influenciada por los dos factores estudiados, pues la variación de la concentración de las gomas influye directamente a la consistencia, obtenida mediante el uso del consistómetro de Bostwick, aunque la diferencia que presenta una goma de la otra, dependió de las características propias de cada una de las gomas como se observan en el respectivo (Anexo D).

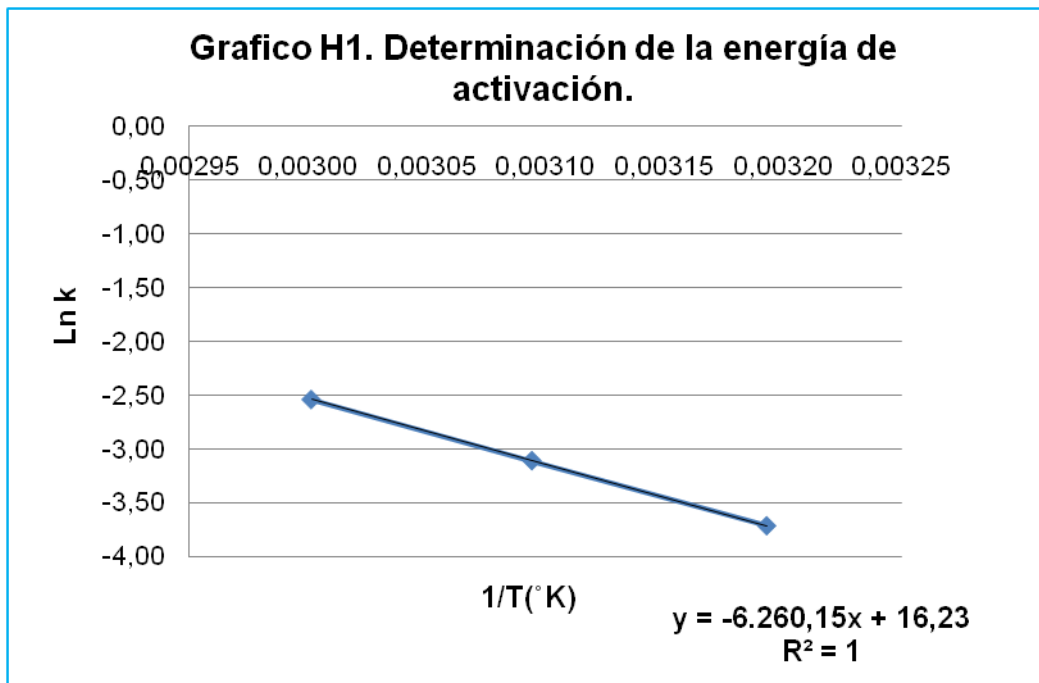
4.3 DETERMINACIÓN DE VIDA ÚTIL

En la determinación de vida útil se aplicó el método de pruebas aceleradas, se mantuvo incubado por un lapso de 16 días a 40, 50 y 60°C. Se estableció utilizar el índice de peróxidos como la respuesta experimental, debido a que el aceite es uno de los ingredientes que se encuentra en mayor cantidad en la emulsión y tiene que ver directamente con las reacciones de rancidez que se producen en la mayonesa. El modelo que obedeció el deterioro es de orden cero, ya que en alimentos con un alto contenido de grasa predominan las reacciones de oxidación.

En el (Anexo F), se encuentra reportado los respectivos índices de peróxidos para 40, 50 y 60°C, el cambio que ocurre en la mayonesa, obedeció al modelo de ecuación cinética de orden cero, esta describió de mejor manera, el cambio de índice de peróxido en función al tiempo.

Al aplicar el correspondiente modelo de reacción linealizada, con pendiente k ; siendo la k el valor de velocidad de reacción. Se puede apreciar en el (Anexo G), los respectivos gráficos demostrativos y sus ecuaciones cinéticas que describen el fenómeno de oxidación en mayonesa a 40, 50 y 60°C.

Con las tres constantes de velocidad de reacción, representadas por las pendientes de las ecuaciones, (1), (2) y (3), para las tres temperaturas estudiadas, reportadas en la Tabla G1, del (Anexo G), se aplicó el modelo Arrhenius, como se señala en el (Anexo H), puesto que la constante de velocidad de reacción es función de la temperatura.



Fuente: Ana Moreno

Elaborado por: Ana Moreno

La ecuación que se obtiene de esta regresión lineal es la siguiente:

$$\ln k = -6260,15 * \frac{1}{T} - 16,23$$

Dónde:

$$-\frac{Ea}{R} = b$$

$$Ea = -b * R$$

$$Ea = -(-6260,15 \text{ K} * 8,314 \text{ J/mol}^\circ \text{ K})$$

$$Ea = 52046,89 \text{ J/mol}$$

$$Ea = 52,05 \text{ kJ/mol}$$

El valor de la energía de activación calculado es de 52,05kJ/mol. Según Torres, Guerra y Rosquete (2001), indican que la energía de activación para reacciones

de oxidación de lípidos oscila entre los 41,842 kJ/mol a 104,605 kJ/mol. El resultado de este estudio se encuentra dentro de dicho ámbito.

De acuerdo a la normativa ISO 3960 el índice de peróxidos en el que el producto ya no reúne las características para ser consumido es de 7,96meq O₂/kg.

Utilizando las ecuaciones 1, 2 y 3 como se reporta en el (Anexo I), es reemplazando en cada una de ellas el valor máximo de índice de peróxidos admitido de acuerdo a la normativa ISO 3960 y con este valor obtenido se estimaron los valores puntuales de vida útil de la mayonesa para 40°C una vida útil de 13,70 días; 50°C una vida útil de 7,12 días y 60°C una vida útil de 3,69 días.

Además se obtuvo la ecuación general con la que se puede estimar la vida útil de la mayonesa dentro de un rango de 40 a 60°C, reportada en el Grafico I1.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

5.1.1 El estudio realizado sobre la caracterización reológicas de la mayonesa, a distintas concentraciones de goma xanthan y arábica, fueron analizadas, indicando distinto comportamiento que a continuación es detallado.

Referente a la caracterización del índice de comportamiento al flujo (n) de la mayonesa ensayada, como goma xanthan y arábica, es importante indicar que su comportamiento obedece a un fluido de tipo no newtoniano, y en forma particular de los pseudoplásticos, pues son valores menores de 1, cumpliendo las características de este fluido.

Por otro lado el factor concentración influyó directamente sobre el índice de consistencia ($\text{Pa}\cdot\text{s}^n$), es decir, a mayor concentración mayor será el índice de consistencia de la mayonesa, además el tipo de estabilizador juega un papel importante dentro de la caracterización reológicas, debido a su características particular que presentan cada una de la ellas. Resaltando que la goma xanthan aporta mayor viscosidad aparente que la goma arábica, siendo esta característica clave para la respuesta a los resultados obtenidos.

En cuanto al índice de consistencia ($\text{cm}^3/30\text{s}$) Bostwick, la distancia recorrida en 30 segundos dependió de la concentración y el tipo de estabilizador. A mayor concentración de goma, menor fue la distancia recorrida en la escala graduada del consistómetro Bostwick, además el tipo de estabilizador, puesto que al ser ensayada con goma xanthan, menor fue su recorrido caso contrario ocurrió con la

goma arábica que tuvo mayor distancia, esto se debe a la viscosidad aparente que aporta cada una.

5.1.2 Al efectuar la respectiva revisión bibliográfica en la Universidad Técnica de Ambato en la biblioteca de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos se constató que no existe ninguna investigación realizada con un tema similar al hoy planteado, y al llevarlo a cabo dio como resultado que el tipo de estabilizadores (goma xanthan y arábica) utilizados y la concentración, afecto tanto al índice de consistencia ($\text{Pa}\cdot\text{s}^n$) y consistencia ($\text{cm}\cdot 30\text{s}$) Bostwick de la mayonesa, pero mostrando diferencia significativa una goma de la otra y resulto así factible de ejecutarlo, llegando a obtener información importante y clave para posteriores investigaciones.

5.1.3 Dentro del estudio realizado es importante mencionar que tanto la índice de consistencia ($\text{Pa}\cdot\text{s}^n$) y la consistencia ($\text{cm}\cdot 30\text{s}$) Bostwick, se vieron influenciadas por la concentración de las gomas. Lo cual se atribuye que conforme va el aumento de concentración de las gomas, notorio es el cambio que sufre la mayonesa afectando directamente a su variable dependiente, cabe mencionar que sucede esto de diferente magnitud al usar cada goma, por las características individuales que presentan cada una.

Los parámetros reológicos indicaron que las muestras de mayonesa obedecieron a un comportamiento no newtoniano, específicamente corresponde a fluidos pseudoplásticos. Comprobando así lo indicado en la revisión bibliográfica efectuada.

Por el efecto de la concentración y del tipo de estabilizador utilizado, el índice de consistencia ($\text{Pa}\cdot\text{s}^n$) y la consistencia ($\text{cm}\cdot 30\text{s}$) Bostwick, presento variación en los resultados finales, puesto que tiene una influencia directa sobre las variables dependientes.

5.1.4 La adición de estabilizadores a los aderezos es la mejor alternativa clave para solucionar la falencia que presenta su textura, ya que se comprobó a través de la ejecución del tema de investigación propuesto.

La goma xanthan resulto una versátil alternativa en el alimento, porque apporto una excelente estabilidad y se requiere de menor cantidad de goma xanthan en la fabricación del aderezo.

Además se la podría mezclar con otros estabilizantes que muestren compatibilidad, ocurriendo un aumento en su viscosidad provocado de una forma sinérgica.

5.1.5 Al inferir el mejor tratamiento en base al índice de consistencia; al aplicar la prueba de comparación múltiple Tukey, se llega a concluir que el mejor tratamiento resulto el (a6b0), pues presenta mayor diferencia significativa a comparación de los demás tratamientos. Esta interrelación de (a) pertenece a 1,0g/kg de concentración de goma y (b) corresponde a la goma xanthan. Resultando así la mejor interrelación entre estos factores. Y por consiguiente se determinó la vida útil, mediante pruebas aceleradas a las temperaturas de 40, 50 y 60°C, y se estableció utilizar el índice de peróxidos como variable de respuesta, debido a que este se encuentra directamente relacionado con el sabor rancio que se percibe en las mayonesas. De acuerdo con las ecuaciones obtenidas para el aumento del índice de peróxidos en función del tiempo, el orden de reacción para la oxidación del aceite de la mayonesa es cero. Linealizado dicha ecuación se obtuvo los valores de las constantes de velocidad de reacción, las mismas son función de la temperatura, esta dependencia fue descrita aplicando así el modelo de Arrhenius, y así se obtuvo la energía de activación de 52,05 kJ/mol, bibliográficamente la energía de activación para reacciones de oxidación de lípidos se encuentra en el rango de 41,842kJ/mol a 104,605kJ/mol, demostrando con ello que el resultado de estudio se encuentra dentro del rango de la energía de activación para reacciones de oxidación de lípidos. Finalmente se calculó la vida útil estimada de mayonesa que fue a 40°C una vida útil de 13,70 días; 50°C una vida útil de 7,12 días y 60°C una vida útil de 3,69 días.

5.2 RECOMENDACIONES

5.2.1 Se debe poner énfasis en las características con las que aporte cada estabilizador, en este caso de estudio fue el grado de consistencia que apporto cada una de las gomas, ya que pueden resultar muy favorables para la economía de operaciones donde se la use como espesante.

5.2.2 Se recomienda extender el estudio utilizando otro tipo de estabilizadores, los cuales se los podría ensayar solos o en combinación, para solucionar el problema de la textura de aderezos.

5.2.3 Es importante mencionar que los principios de las propiedades reológicas sean tomadas en cuenta, debido a que la información prestada puede ser fundamental para tener la capacidad de contemplar parámetros técnicos que sean utilizados en ingeniería y diseño.

5.2.4 Se debería complementar la investigación con una respuesta sensorial desde el punto de vista de los atributos sabor, textura y aceptabilidad; para evaluar si existe una correlación entre el índice de consistencia y la medida obtenida con el consistómetro Bostwick que fueron abordados en la investigación.

5.2.5 Investigar sobre el uso de aditivos que permitan mejorar la calidad del aderezo, aportando un afecto más saludable o brindar un efecto agregado.

CAPÍTULO VI

PROPUESTA

Título: “Evaluar la influencia del tipo de estabilizador sobre las características sensoriales de la mayonesa”.

6.1 DATOS INFORMATIVOS

- ✓ **Institución ejecutora:** Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos, Laboratorio de Procesamiento de los Alimentos.
- ✓ **Beneficiarios:** Sector de la investigación científica
- ✓ **Ubicación:** Ambato- Ecuador
- ✓ **Tiempo estimado:** 5 meses
- ✓ **Equipo técnico responsable:** Egda. Ana Moreno Cisneros

6.2 ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA

En Ecuador el uso de aderezos como la mayonesa en la gastronomía ha ganado un espacio considerable debido al efecto que estas tienen en la combinación con algunos alimentos ya que proporcionan sabores extras al paladar de las personas.

Siendo objeto de una variedad de estudios por parte de los industrializadores tratando de mejorar las características organolépticas, fisicoquímicas y microbiológicas que permitan la conservación e inocuidad para el consumo humano. (Camacho, 2007)

Para el consumidor, los atributos más importantes de los alimentos los constituyen sus características organolépticas (textura, aroma, forma y color). Son éstas las que determinan las preferencias individuales por determinados productos. Pequeñas diferencias entre las características organolépticas de productos semejantes de marcas distintas son a veces determinantes de su grado de aceptación.

6.3 JUSTIFICACIÓN

La investigación está orientada al conocimiento adecuado de las propiedades de los estabilizadores los cuales normalmente se añaden a las formulaciones de alimentos para elevar su viscosidad o para obtener una consistencia gelatinosa y con ello la relación con la aceptabilidad el producto.

Según Muller (1973) Anuncia algunas razones fundamentales para justificar el estudio del comportamiento reológico de los cuerpos. Una de ellas, sus características reológicas influyen de un modo considerable en la aceptabilidad de un producto.

Asimismo la utilización de los hidrocoloides son múltiples y los principios que guían al productor para escoger un estabilizador se sitúan a diversos niveles tal como es: nivel organoléptico, apariencia y consistencia olor, sabor aceptabilidad y a nivel de la reglamentación.

Siendo una parte esencial en el desarrollo de la industria alimentaria en los sectores artesanales con un gran impacto social ya que la mejora e innovación permite el desarrollo de la microempresa con estándares de calidad, inocuidad y

competencia con los sectores más industrializados en el país, en si para toda la industria.

Las emulsiones alimenticias son una parte importante de la industria alimentaria moderna debido a que constituyen una vía agradable de ingestión de grasas. Las mayonesas son producidas y consumidas en grandes cantidades y su importancia comercial ha ido en acenso desde el comienzo del siglo XX representando el ingreso de millones de dólares para los industrializadores.

La propuesta del presente estudio se fundamenta en utilizar la goma xanthan y arábica en mayonesa, ya que permitirá mejorar la sensación de consistencia percibida por el consumidor mediante el respectivo análisis sensorial, puesto que depende enormemente de las propiedades de fluidez del producto.

6.4 OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

- ✓ Evaluar el efecto de la concentración de goma xanthan y arábica sobre las características sensoriales de la mayonesa.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ✓ Ensayar la concentración de goma xanthan y arábica en la mayonesa.
- ✓ Realizar las evaluaciones sensoriales en la mayonesa.
- ✓ Inferir el mejor tratamiento.

6.5 ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD

El proyecto de investigación es de tipo tecnológico, con la cual se puede aprovechar de una mejor forma la tecnología, brindando mejores estándares de calidad y sin verse afectadas las características sensoriales.

De la investigación efectuada se desprende que la presente propuesta es factible de realizarla. Los recursos humanos, materiales y financieros están al alcance de quien lleva adelante las acciones del indicado trabajo, conviene tener en cuenta ciertos aspectos:

- Político: Predisposición de las autoridades para otorgar permisos necesarios.
- Sociocultural: Su implantación fortalecería la mejora con estándares de calidad.
- Tecnológico: Esta propuesta consta con la tecnología adecuada la cual se ensayara a 0,05%, 0,1% tanto de goma xanthan y arábica, ya que no se necesita de equipos específicos, solamente se necesita de panelistas para la respectiva catación. Y una refrigeradora para el almacenaje de las muestras y poder mantenerlas frescas hasta la respectiva evolución sensorial.

La investigación es factible porque esta investigación servirá para modificar el proceso de elaboración ya que se trabajara sobre la parte tecnológica aplicada para la producción de mayonesa. Asimismo las utilizaciones de los hidrocoloides son múltiples y los principios que guían al productor para escoger un espesante o un gelificante se sitúan a diversos niveles tal como es: a nivel organoléptico, la apariencia y la textura y a nivel de la reglamentación.

Ya que su consumo es directamente atribuido por la textura que presenta y su aceptabilidad, puesto que en el mercado sean marcado un parámetro de consistencia determinada por los consumidores para la mayonesa y con ello el auge de las empresas.

Cuadro N°3. Valores económicos de la propuesta

RECURSOS HUMANOS	COSTO (DÓLARES)
Graduando	3000
RECURSOS FÍSICOS	
Materias primas	75
Uso de laboratorio	75
Material de escritorio	50
Envases	25
RECURSOS ECONÓMICOS	
Trasporte	200
Imprevistos	100
Total	3535

Fuente: Ana Moreno

Elaborado por: Ana Moreno

6.6 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA CIENTÍFICA

El sabor, el cuerpo y la textura son las principales cualidades por las que se juzga la calidad de un alimento. El sabor es función de la calidad de los ingredientes y de su combinación correcta, el cuerpo guarda relación con la masa en su conjunto, la consistencia se relaciona con el tamaño, la forma y disposición de pequeñas partículas (Rosenthal, 2001).

El producto terminado es el resultado de la investigación que debe regirse a normativas nacionales que permitan identificar las especificaciones del mismo. Los estabilizadores son sustancias que confieren y mantienen la consistencia y la textura deseada, y evitan la separación de ingredientes que naturalmente no se unirían, como la grasa y el agua. Se emplean en productos como margarina, quesos y pastas untables, helados, chocolate, productos de repostería, pastelería, galletitas, aderezos, mayonesa, y en alimentos bajos en grasas y calorías a los que le otorgan consistencia, como los quesos untables dietéticos (Multon 2000).

El desarrollo y aplicación correcta de la tecnología de elaboración de mayonesa conjuntamente con los resultados obtenidos ayudan a clarificar el panorama en el procesamiento mediante la utilización de estabilizadores que ayudan en la aceptabilidad del producto terminado. Evitando que la microempresas registre pérdidas económicas y de mercado lo cual tiene un impacto social.

La industria de procesamiento de alimentos, así como otras aplicaciones industriales de las gomas, aprovecha de sus propiedades físicas, especialmente su viscosidad y su estructura coloidal.

6.7 METODOLOGÍA

Cuadro N°4. Modelo operativo y/o (Plan de Acción)

Fases	Metas	Actividades	Responsable	Recursos	Presupuesto	Tiempo
1. Formulación de la propuesta	Evaluar la influencia del tipo de estabilizador sobre las características sensoriales de la mayonesa	Revisión bibliográfica	Investigador	Humanos tecnológicos económicos	\$20	1 mes
2.Desarrollo preliminar de la propuesta	Producir el material necesario para la respectiva evaluación sensorial	Disponibilidad de recursos Revisión bibliográfica	Investigador	Humanos tecnológicos económicos	\$50	1 mes
3. Implementación de la propuesta	Ejecución de la propuesta	Elaboración mayonesa Realizar catación	Investigador	Humanos tecnológicos económicos	\$20	1 mes
4. Evaluación de la propuesta	Inferir el mejor tratamiento	Interpretación de datos	Investigador	Humanos tecnológicos económicos	\$20	2 meses

Fuente: Ana Moreno

Elaborado por: Ana Moreno

6.8 ADMINISTRACIÓN

Cuadro N°5. Administración de la propuesta

Indicadores a mejorar	Situación actual	Resultados esperados	Actividades	Responsable
La evaluación sensorial en base al tipo de estabilizador y su concentración.	Uso variado de los estabilizadores en la industria	Elección acertada del tipo de estabilizador, concentración y su relación con la aceptabilidad en mayonesa	Clarificar el panorama en el procesamiento mediante la utilización de determinado estabilizador que ayudan en la aceptabilidad mayoritaria del producto terminado en la industria	Investigador: Ana Moreno e Ing. Guillermo Poveda

58

Fuente: Ana Moreno

Elaborado por: Ana Moreno

6.9 PREVISIÓN DE LA EVALUACIÓN

Cuadro N°6. Previsión de la evaluación

Preguntas Básicas	Explicación
¿Quiénes solicitan evaluar?	Sector del desarrollo tecnológico
¿Por qué evaluar?	Para mejorar la calidad Verificar la Tecnología Corregir errores dentro de las formulaciones de los estabilizadores y la elección de los mismos.
¿Para qué evaluar?	Determinar la relación de la Tecnología con la utilización de estabilizadores y la concentración de su uso, en la elaboración de mayonesa.
¿Qué evaluar?	Propiedades organolépticas del producto terminado
¿Quién evalúa?	Graduando y catadores semientrenados de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos, a partir del sexto a noveno semestre
¿Cuándo evaluar?	Una vez que se disponga de las respectivas muestras elaboradas
¿Cómo evaluar?	Mediante el empleo de pruebas sensoriales (hoja de catación)
¿Con qué evaluar?	Con la aplicación del respectivo análisis estadístico

Fuente: Ana Moreno

Elaborado por: Ana Moreno

CAPÍTULO VII

MATERIAL DE REFERENCIA

7.1 BIBLIOGRAFÍA

Libros y proyectos de investigación

1. AHMED. J, RAMASWAMY. H y NGADI. M. 2005, “Rheological characteristics of arabig gum in combination with guar and xanthan gum using response surface methodology: effect of temperatura and concentration”, International Journal of Food Properties Vol: 8(2) Pág. 179-192.
2. ALVARADO. J. 1996, “Principios de Ingeniería Aplicados a Alimentos; Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos, Ambato – Ecuador. Pág. 180, 232.
3. ALVAREZ. H, 2009, “Metodología para el desarrollo productos alimentarios con alto contenido emocional (Kansei Food Engineering)”, Reporte de proyectos de investigación Pág. 3-8.
4. BADUI. S, 1997, “Diccionario de tecnología de los alimentos”. Segunda reimpresión. Longman de México Editores S.A. de C.V. Alhambra Mexicana, Pág. 299.
5. BECHER. P, 1995, “Emulsions: Theory and practice” 2nd Editions, Monograph N° 162, Reinhold New York.

6. BORDA. M, 2011, "Formulación de una base para aderezo de ensaladas con características de alimento funcional", Escuela de Posgrado Facultad Regional Buenos Aires, Tesis en maestría en Tecnología de alimentos.
7. CAMACHO. F; TOVAR. L; RAMIREZ. K y GALLARDO. Y, 2007, "Efecto de la fibra en las características reológicas de una mayonesa", Departamento de graduados e investigación en alimentos Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, Pág. 130-136.
8. CARDELLO, A. y MALLER, O. 1982, "Relationships between preferences and food acceptance ratings", Journal of Food Science. 47:1553-1557.
9. CASTRO. W y RINCÓN. F, "Funcionalidad de la goma de *prosopis juliflora* en la preparación de mayonesa de bajo contenido calórico", Centro de Investigaciones en Química de los Productos Naturales. Facultad de Humanidades y Educación La Universidad del Zulia.
10. CASP. A; ABRIL. J, 1999, Proceso de Conservación de Alimentos, Madrid: Ediciones Mundi- Prensa.
11. Centro de Desarrollo (CENDES), 1966, Fabricación de mayonesa, Ambato-Ecuador.
12. Centro Nacional de Ciencia y Tecnología de Alimentos (CITA), 2005, Curso teórico práctico; Vida útil de alimentos aplicados a la industria, San José-Costa Rica.
13. CHARLEY. Helen, 2004, "Tecnología de los alimentos (procesos químicos y físicos en la preparación de alimentos)", Editorial Lamusa S.A, México, Pág 4;38;186, 187; 354-365.

- 14.**FALCO. A; GARCIA. Y; GARCIA. A; MARQUEZ. E, 2002, “Estudio de conservación de diferentes formulaciones del aderezo tipo salsa rusa en el tiempo”. Informe de etapa IIIA.
- 15.**GARCIA. C, MOLINA. M, 2008, “Estimación de la vida útil de una mayonesa mediante pruebas aceleradas”, Departamento de investigación y desarrollo universidad de Costa Rica Vol. 18(12), Pág. 57-64.
- 16.**GARZA, S. 2004, “Caracterización reológica y microbiológica y cinética de deterioro en cremogenado de melocotón”. Disponible en: [http://cervantes virtual. Com/servlet/sirveobras/poo.pdf](http://cervantes.virtual.com/servlet/sirveobras/poo.pdf). (07/10/10).
- 17.**GERMAN. A, FIERRO. V, 2001, “Higiene de los Alimentos”, Universidad Central del Ecuador, Pág. 60,63.
- 18.**GUANOTUNA. A; 2008, “Tecnología de procesamiento post-cosecha y el tiempo de vida útil del brócoli (en la empresa Provefrut de la provincia de Cotopaxi) “, Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos, Trabajo de graduación.
- 19.**HENNOCK. M, RAHALKAR. R, RICHMOND. P, 1984, “Effect of xanthan gum upon the rheology and stability of oil- wáter emulsions”, Journal of Foog Science, Vol: 49(5) Pág. 1271- 1274.
- 20.**HERNANDEZ. Y; DIAZ R, 2008, “Evaluación de la propiedades emulsificantes de la quitosana en un aderezo tipo mayonesa, Revista ciencias - Cuba, Pág. 1-7.
- 21.**KOKINI. J. L, 1992, “Rheological properties of foods”. En “Handbook of food engineering”.

- 22.** LABUZA. T, 1982, "Shelf Life Dating of Foods", Primera Edición, Editorial Food", Primera edición, Editorial Nutrition Press, INC, Westport – Connecticut, Pág 200 – 203, 500.
- 23.** LEWIS, M.J, 1993, "Propiedades físicas de los alimentos y de los sistemas de procesado", Editorial Acribia S.A, primera edición Zaragoza - España, Pág. 101-111, 122-141, 158-163.
- 24.** LIU. H, XU. X, GUO. SH, 2007, " Rheological, texture and sensory properties of low-fat mayonnaise with different fat mimetics", LWT–Food Science and Technology 40: 946-954.
- 25.** MULLER. H, 1973, "Introducción a la reología de alimentos". Editorial Acribia. Primera edición. Zaragoza –España. Pág. 7, 13, 14, 20, 21 ,22.
- 26.** MULTON. J, 2000, "Aditivos y auxiliares de fabricación en las industrias agroalimentarias", Editorial Acribia, segunda edición, Zaragoza- España, Pág. 15,383,384,490,491,643,653,654,714,786.
- 27.** MUÑOZ. A y GAIL. V, 1987, "Factor affecting perception and acceptance of food texture by american consumers", Food Reviews International. New Jersey, USA: 3(3): 285-322.
- 28.** Norma Regional Europea "Norma del Codex para la mayonesa" Codex stan 168-1989
- 29.** Normas Técnicas Ecuatorianas NTE INEN 2 295. "Requisitos para mayonesa"

- 30.** PEARSON. D, 1976 "Técnicas de laboratorio para el análisis de alimentos" primera edición. Editorial Acribia Zaragoza- España. Pág. 89-93.
- 31.** RAO. M.A, 1986, "Rheological properties of fluids foods: En Engineering properties of foods, Rao, M.A and SSH, Rizvi (editors), Ed. Marcel Dekker, Inc., New York, Pág. 1-48.
- 32.** RHA C. K, 1978, "Rheology of fluid foods. Food Technol". July, 32(7): 77-82.1978.
- 33.** RINCON. F, LEON. G, BELTRAN. O, CLAMENS. C y GUERRERO. R, 2008, "Funcionalidad de una mezcla de gomas de Acacia glomerosa, Enterolobium cyclocarpum e Hymenaea courbaril en la preparación de helados de bajo contenido calórico", Revista científica vol. 18(1), Venezuela, Pág. 87- 92.
- 34.** RODRÍGUEZ. J, 1991." Evaluación de un sustituto de carboximetilcelulosa en la elaboración de salsa de mayonesa". Trabajo de investigación IIIA.
- 35.** RODRÍGUEZ. V, 2004, "Estimación de la vida útil de la harina de pejibaye obtenida por deshidratación", Tesis para optar por el grado de licenciatura en tecnología de alimentos, Universidad de Costa Rica, San José – Costa Rica.
- 36.** RONDON. E, PACHECO. E, ORTEGA. F, 2004. "Estimación de la vida útil de una análogo comercial de mayonesa utilizando el factor de aceleración Q10". Revista de la Facultad de agronomía vol. 21(1), Venezuela, Pág. 68-83.
- 37.** ROSENTHAL. A, 2001, "Textura de los alimentos medidas y percepción " Editorial Acribia S.A, primera edición Zaragoza - España, Pág. 7-8;181-222;273-290.

- 38.** SILVA. C, 1996, "Caracterización reológica de manjar blanco mediante la técnica de retroextrusión", Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacéuticas, Memoria para optar al título de Ingeniero en Alimentos. Santiago, Chile.
- 39.** SINGH. J, BAWA. A, 2002, "Dough characteristics and baking studies of wheat flour fortified with xanthan gum", International Journal of Food Properties Vol: 5(1) Pág. 1-11.
- 40.** STEFFE. J, 1996, "Rheological methods in food process engineering", Second Edition. Michigan State University, USA.
- 41.** VELÁSQUEZ. B, 2007, "Evaluación de la vida de anaquel de mayonesa con diferentes tipos de antioxidantes utilizando el método de envejecimiento acelerado", Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ingeniería Escuela de Ingeniería Química, Trabajo de graduación.
- 42.** VICKIE. A, 1998, "Fundamento de la ciencia de alimentos", Edición S.A, Zaragoza-España, Pág. 5, 14, 71, 356-370, 455, 458.
- 43.** ZANGRANDO. A, SANTANA. S, DELLA ROCCA. P, BREIER. R., "Estudio reológico de bases para aderezos de ensaladas con distintos hidrocoloides en su formulación", Facultad Regional Buenos Aires, Universidad Tecnológica Nacional Medrano.

Internet

1. Aderezo, publicada en la página Web:
http://www.guiapalomar.com/cuento_c_mayonesa.htm
2. Consumo de mayonesa alacena, citada en la página Web:
<http://www.slideshare.net/cristinaqdavila/psicologa-del-consumo-el-caso-de-mayonesa-alacena-presentation.htm>
3. Consumo de mayonesa Latinoamérica, citada en la página Web:
<http://www.latinamerican-markets.com/chile---consumo-de-mayonesa>
4. Historia de la Mayonesa, publicada en la página Web:
<http://www.taringa.net/posts/info/1120511/Historia-de-la-Mayonesa.html>
5. Mayonesa, citada en la página Web:
<http://www.albertolevyblog.com/general/el-caso-mayonesa/.htm>
6. Mayores consumidores de aderezos, publicada en la página Web:
<http://www.pediatraldia.cl/04sept2005/chilenos.htm>
7. Salsas, publicada en la página Web:
<http://www.revistalabarra.com.co/news/255/54/salsas-campi-mas-sabor-y-nutricion.htm>
8. Salsas, publicada en la página Web:
<http://www.revistalabarra.com.co/news/255/54/salsas-campi-mas-sabor-y-nutricion.htm>

7.2 ANEXOS

ANEXO A

DATOS REGISTRADOS DE % FULL SCALE

Tabla A1. Datos de %FS registrados en mayonesa correspondiente al tratamiento a0b0.

N (rpm)	LECTURAS %FS	
	R1	R2
0,3	4,4	5,2
0,6	4,7	5,7
1,5	5,9	7,2
3,0	7,3	8,3
6,0	9,4	10,1
12,0	12,8	13,3
30,0	17,7	18,6
60,0	22,0	22,8

Fuente: Ana Moreno

Elaborado por: Ana Moreno

Tabla A2. Datos de %FS registrados en mayonesa correspondiente al tratamiento a1b0.

N (rpm)	LECTURAS %FS	
	R1	R2
0,3	10,6	10,3
0,6	12,1	12,0
1,5	15,3	15,0
3,0	18,3	18,0
6,0	22,6	21,9
12,0	28,3	27,0
30,0	37,1	35,9
60,0	44,6	43,5

Fuente: Ana Moreno

Elaborado por: Ana Moreno

Tabla A3. Datos de %FS registrados en mayonesa correspondiente al tratamiento a2b0.

N (rpm)	LECTURAS %FS	
	R1	R2
0,3	17,6	18,2
0,6	19,3	21,0
1,5	23,2	23,8
3,0	26,4	27,1
6,0	30,8	31,5
12,0	36,1	37,2
30,0	45,5	45,9
60,0	53,0	53,0

Fuente: Ana Moreno

Elaborado por: Ana Moreno

Tabla A4. Datos de %FS registrados en mayonesa correspondiente al tratamiento a3b0.

N (rpm)	LECTURAS %FS	
	R1	R2
0,3	17,6	18,9
0,6	19,6	21,2
1,5	23,6	24,9
3,0	27,6	28,5
6,0	32,8	33,6
12,0	39,3	39,9
30,0	49,4	50,1
60,0	57,9	58,6

Fuente: Ana Moreno

Elaborado por: Ana Moreno

Tabla A5. Datos de %FS registrados en mayonesa correspondiente al tratamiento a4b0.

N (rpm)	LECTURAS %FS	
	R1	R2
0,3	19,4	20,6
0,6	21,8	22,6
1,5	25,7	26,3
3,0	29,6	30,0
6,0	34,9	34,8
12,0	41,2	40,9
30,0	51,9	51,2
60,0	60,6	60,0

Fuente: Ana Moreno

Elaborado por: Ana Moreno

Tabla A6. Datos de %FS registrados en mayonesa correspondiente al tratamiento a5b0.

N (rpm)	LECTURAS %FS	
	R1	R2
0,3	23,3	21,9
0,6	26,0	24,5
1,5	30,5	28,6
3,0	34,3	32,9
6,0	39,9	38,3
12,0	46,5	45,1
30,0	57,0	55,9
60,0	66,8	66,0

Fuente: Ana Moreno

Elaborado por: Ana Moreno

Tabla A7. Datos de %FS registrados en mayonesa correspondiente al tratamiento a6b0.

N (rpm)	LECTURAS %FS	
	R1	R2
0,3	31,2	32,1
0,6	33,5	34,7
1,5	38,1	41,8
3,0	43,3	46,3
6,0	49,6	52,3
12,0	56,9	60,9
30,0	68,4	72,8
60,0	81,7	85,6

Fuente: Ana Moreno

Elaborado por: Ana Moreno

Tabla A8. Datos de %FS registrados en mayonesa correspondiente al tratamiento a0b1.

N (rpm)	LECTURAS %FS	
	R1	R2
0,3	4,4	4,6
0,6	4,9	5,0
1,5	6,6	6,4
3,0	8,0	7,4
6,0	10,4	10,1
12,0	14,0	13,8
30,0	19,5	19,1
60,0	23,8	22,7

Fuente: Ana Moreno

Elaborado por: Ana Moreno

Tabla 9. Datos de %FS registrados en mayonesa correspondiente al tratamiento a1b1.

N (rpm)	LECTURAS %FS	
	R1	R2
0,3	9,6	10,1
0,6	10,7	10,9
1,5	11,9	12,3
3,0	13,0	13,9
6,0	14,5	15,0
12,0	17,9	18,5
30,0	22,9	23,4
60,0	25,3	25,7

Fuente: Ana Moreno

Elaborado por: Ana Moreno

Tabla A10. Datos de %FS registrados en mayonesa correspondiente al tratamiento a2b1.

N (rpm)	LECTURAS %FS	
	R1	R2
0,3	10,4	10,8
0,6	11,0	11,4
1,5	12,7	13,0
3,0	14,2	14,3
6,0	15,9	15,8
12,0	19,0	19,0
30,0	23,8	24,1
60,0	26,8	27,1

Fuente: Ana Moreno

Elaborado por: Ana Moreno

Tabla A11. Datos de %FS registrados en mayonesa correspondiente al tratamiento a3b1.

N (rpm)	LECTURAS %FS	
	R1	R2
0,3	11,9	11,5
0,6	12,7	12,3
1,5	13,9	13,4
3,0	15,4	14,7
6,0	17,4	16,6
12,0	20,1	19,2
30,0	25,7	24,2
60,0	28,4	28,3

Fuente: Ana Moreno

Elaborado por: Ana Moreno

Tabla A12. Datos de %FS registrados en mayonesa correspondiente al tratamiento a4b1.

N (rpm)	LECTURAS %FS	
	R1	R2
0,3	12,4	12,1
0,6	13,3	12,6
1,5	14,5	14,2
3,0	15,8	15,6
6,0	18,1	17,7
12,0	21,2	20,3
30,0	26,5	25,3
60,0	30,8	30,6

Fuente: Ana Moreno

Elaborado por: Ana Moreno

Tabla A13. Datos de %FS registrados en mayonesa correspondiente al tratamiento a5b1.

N (rpm)	LECTURAS %FS	
	R1	R2
0,3	13,3	13,5
0,6	13,8	14,9
1,5	15,7	16,3
3,0	17,3	18,0
6,0	20,0	20,9
12,0	23,8	24,6
30,0	29,7	30,4
60,0	35,3	36,0

Fuente: Ana Moreno

Elaborado por: Ana Moreno

Tabla A14. Datos de %FS registrados en mayonesa correspondiente al tratamiento a6b1.

N (rpm)	LECTURAS %FS	
	R1	R2
0,3	14,7	14,0
0,6	15,6	14,9
1,5	17,7	16,6
3,0	19,4	18,4
6,0	23,1	21,4
12,0	27,5	25,2
30,0	33,6	31,8
60,0	39,8	37,5

Fuente: Ana Moreno

Elaborado por: Ana Moreno

ANEXO B

VALORES DE VISCOSIDAD APARENTE μ_F [Pa. s]

Tabla B1. Valores de viscosidad aparente μ_F [Pa. s] usando goma xanthan

Velocidad de deformación ($4\pi N$)	a0b0		a1b0		a2b0		a3b0		a4b0		a5b0		a6b0	
	R1	R2	R1	R2	R1	R2	R1	R2	R1	R2	R1	R2	R1	R2
0,062	17,6	20,80	42,40	41,20	70,40	72,80	70,40	75,60	77,60	82,40	93,20	87,60	124,80	128,40
0,13	9,40	11,40	24,20	24,00	38,60	42,00	39,20	42,40	43,60	45,20	52,00	49,00	67,00	69,40
0,31	4,72	5,76	12,24	12,00	18,50	19,04	18,88	19,92	20,50	21,00	24,40	22,88	30,48	33,40
0,63	2,92	3,32	7,32	7,20	10,50	10,84	11,04	11,40	11,80	12,00	13,70	13,16	17,32	18,50
1,26	1,88	2,02	4,52	4,38	6,16	6,30	6,56	6,72	6,98	6,96	7,98	7,66	9,92	10,40
2,51	1,28	1,33	2,83	2,70	3,61	3,72	3,93	3,99	4,12	4,09	4,65	4,51	5,69	6,09
6,28	0,70	0,74	1,48	1,43	1,82	1,83	1,97	2,00	2,07	2,04	2,28	2,23	2,74	2,91
12,57	0,44	0,45	0,89	0,87	1,06	1,06	1,15	1,17	1,21	1,20	1,33	1,32	1,63	1,71

Fuente: Ana Moreno

Elaborado por: Ana Moreno

Tabla B2. Valores de viscosidad aparente μ_F [Pa. s] usando goma arábica

Velocidad de deformación ($4\pi N$)	a0b1		a1b1		a2b1		a3b1		a4b1		a5b1		a6b1	
	R1	R2	R1	R2	R1	R2	R1	R2	R1	R2	R1	R2	R1	R2
0,062	17,60	18,40	38,40	40,40	41,60	43,20	47,60	46,00	49,60	48,40	53,20	54,00	58,80	56,00
0,13	9,80	10,00	21,40	21,80	22,00	22,80	25,40	24,60	26,60	25,20	27,60	29,80	31,20	29,80
0,31	5,28	5,12	9,52	9,84	10,16	10,40	11,12	10,72	11,60	11,36	12,56	13,04	14,16	13,28
0,63	3,20	2,96	5,20	5,56	5,68	5,72	6,16	5,88	6,32	6,24	6,92	7,20	7,76	7,36
1,26	2,08	2,02	2,90	3,00	3,18	3,16	3,48	3,32	3,62	3,54	4,00	4,18	4,62	4,28
2,51	1,40	1,38	1,79	1,85	1,90	1,90	2,01	1,92	2,12	2,03	2,38	2,46	2,75	2,52
6,28	0,78	0,76	0,92	0,94	0,95	0,96	1,03	0,97	1,06	1,01	1,19	1,22	1,34	1,27
12,57	0,47	0,45	0,51	0,51	0,54	0,54	0,57	0,57	0,62	0,61	0,71	0,72	0,80	0,75

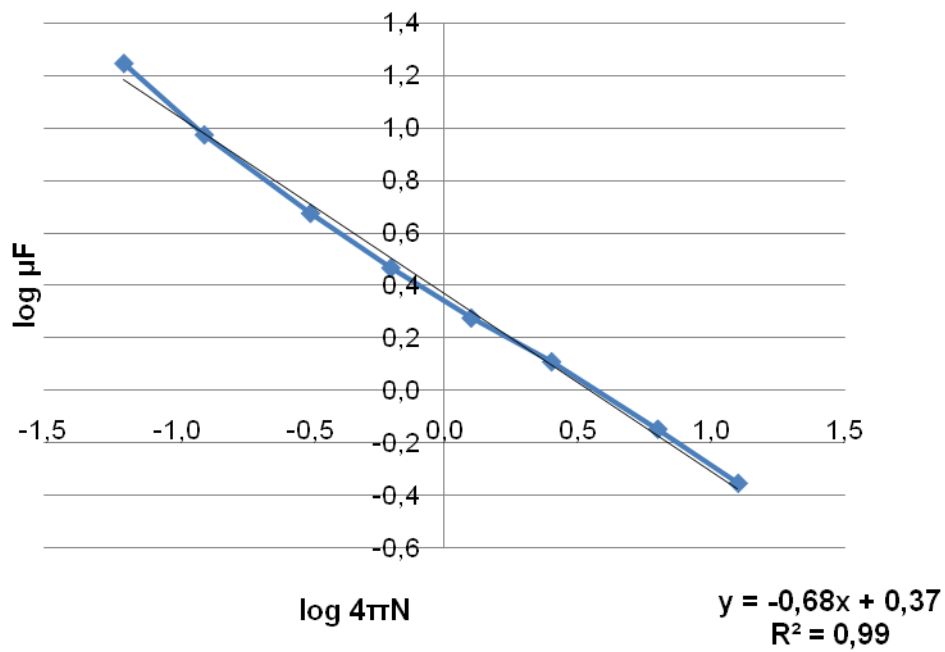
Fuente: Ana Moreno

Elaborado por: Ana Moreno

ANEXO C

GRAFICOS Y TABLAS DE EVALUACIÓN DE PARÁMETROS REOLÓGICOS

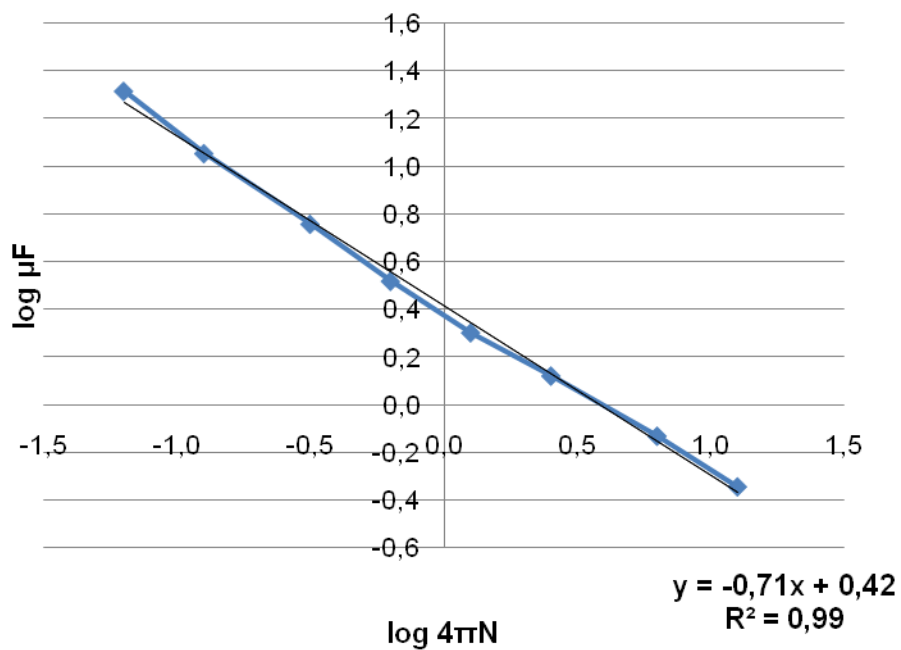
Grafico C1. Determinación de índice de consistencia y comportamiento de flujo del tratamiento; a0b0 (Replica 1)



Fuente: Ana Moreno

Elaborado por: Ana Moreno

Grafico C2. Determinación de índice de consistencia y comportamiento de flujo del tratamiento; a0b0 (Replica 2)



Fuente: Ana Moreno

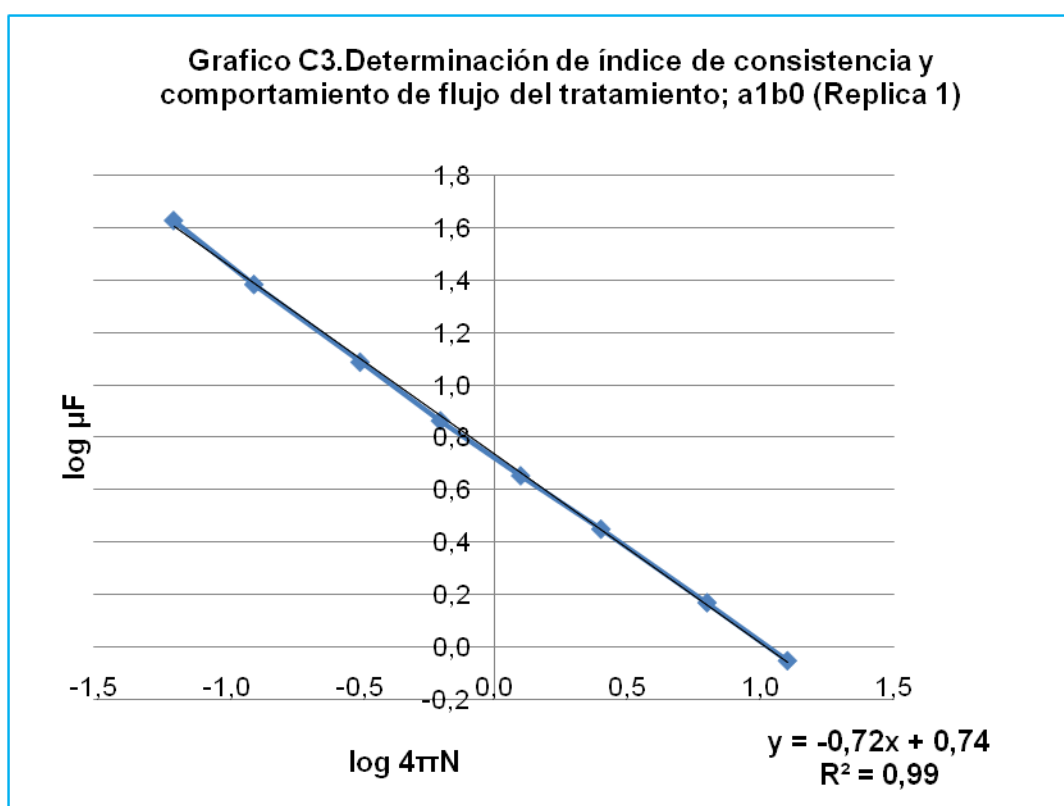
Elaborado por: Ana Moreno

Tabla C1. Resultados de parámetros reológicos del tratamiento a0b0.

Parámetros Reológicos	R1	R2
a	0,37	0,42
b	-0,68	-0,71
r	0,99	0,99
n	0,32	0,29
k(Pa.sⁿ)	2,34	2,63

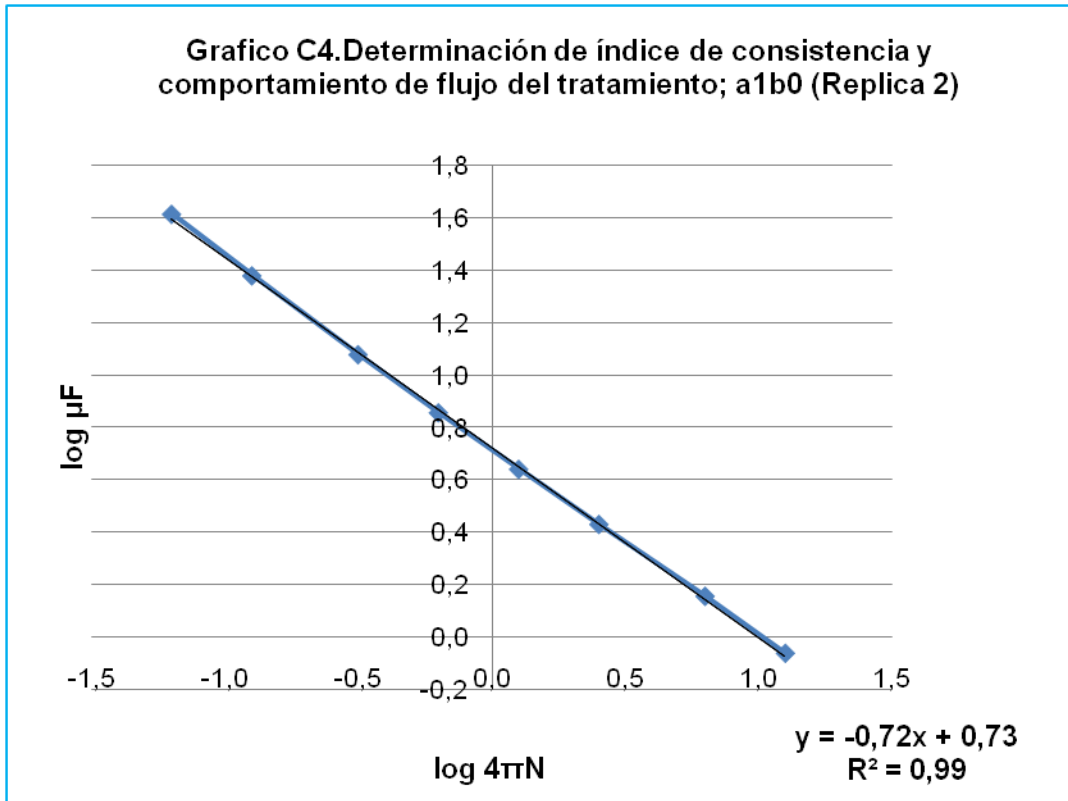
Fuente: Ana Moreno

Elaborado por: Ana Moreno



Fuente: Ana Moreno

Elaborado por: Ana Moreno

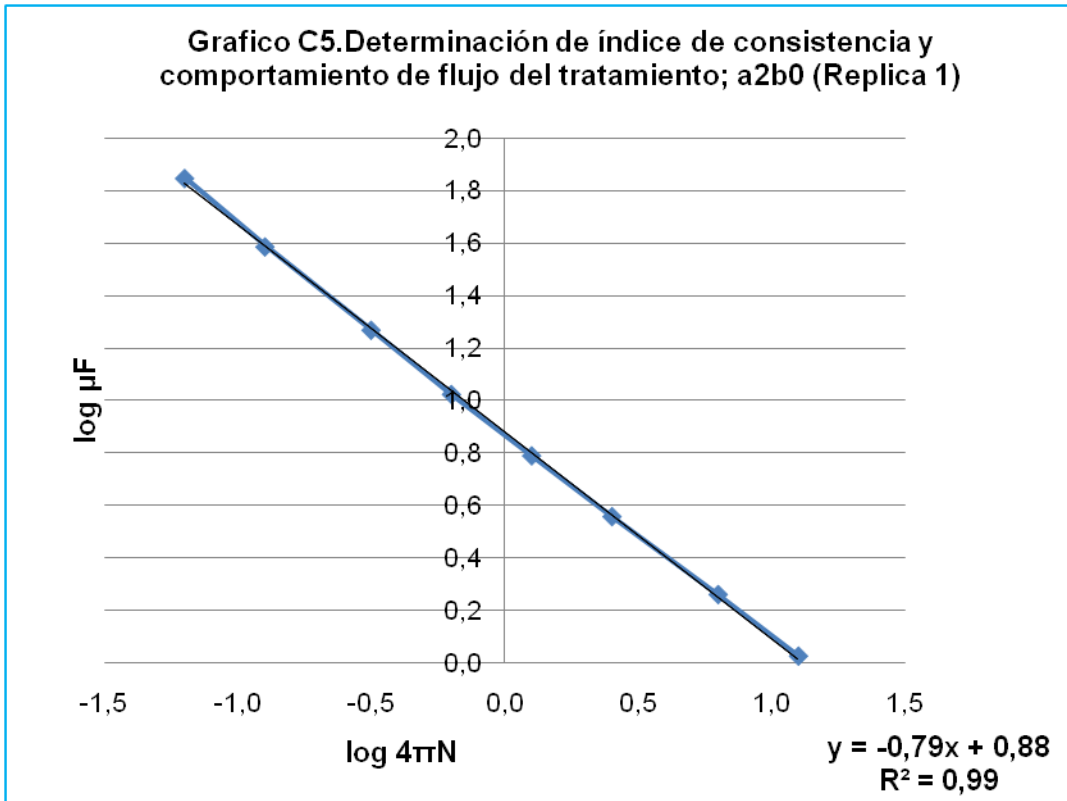


Fuente: Ana Moreno
Elaborado por: Ana Moreno

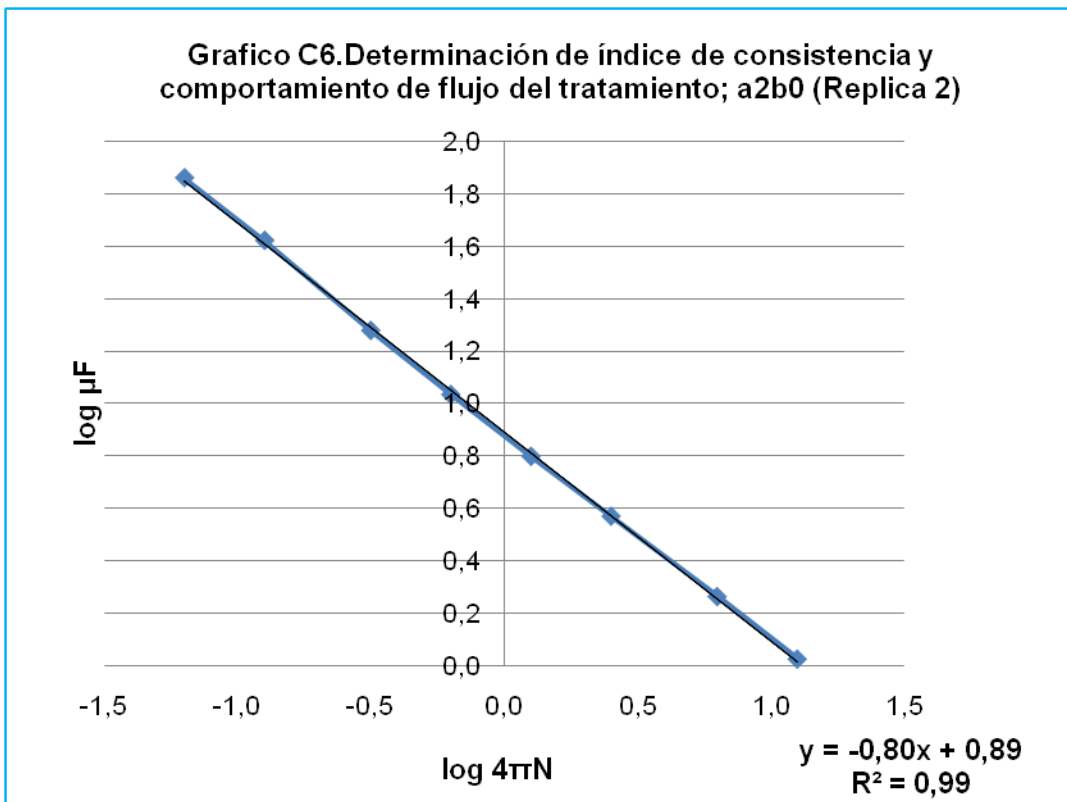
Tabla C2. Resultados de parámetros reológicos del tratamiento a1b0.

Parámetros Reológicos	R1	R2
a	0,74	0,73
b	-0,72	-0,72
r	0,99	0,99
n	0,23	0,28
k(Pa.sⁿ)	5,50	5,37

Fuente: Ana Moreno
Elaborado por: Ana Moreno



Fuente: Ana Moreno
Elaborado por: Ana Moreno



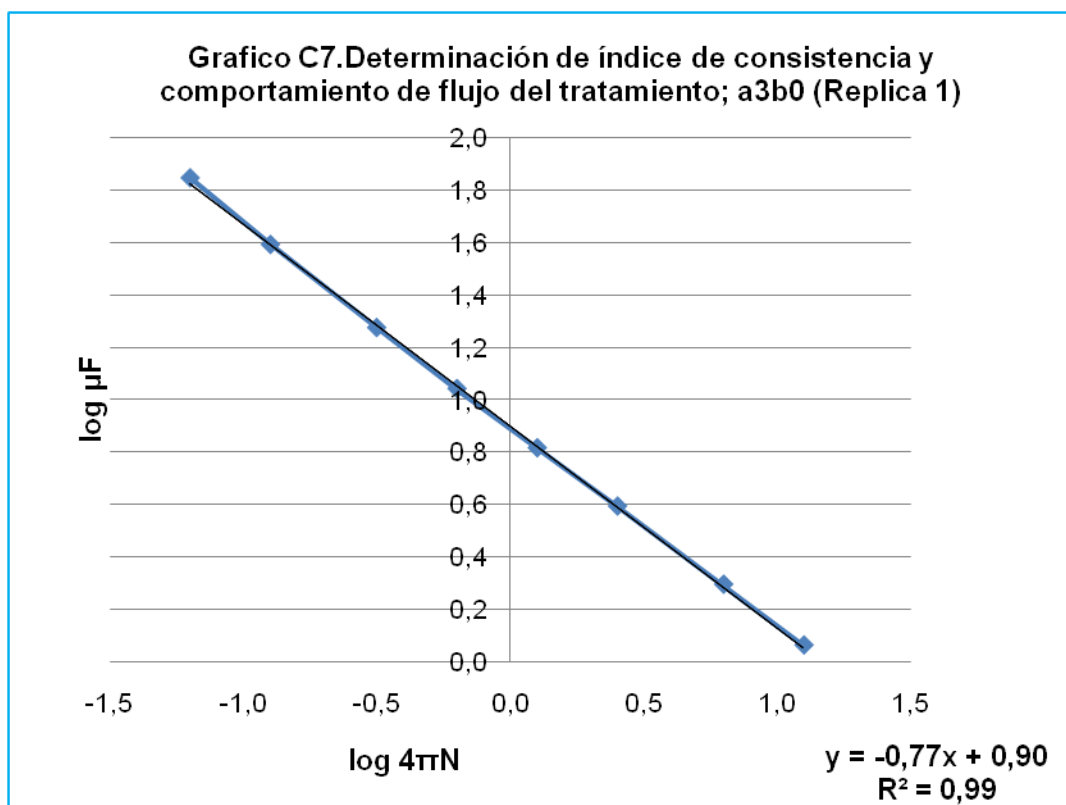
Fuente: Ana Moreno
Elaborado por: Ana Moreno

Tabla C3. Resultados de parámetros reológicos del tratamiento a2b0.

Parámetros Reológicos	R1	R2
a	0,88	0,89
b	-0,79	-0,80
r	0,99	0,99
n	0,21	0,20
k(Pa.s ⁿ)	7,59	7,76

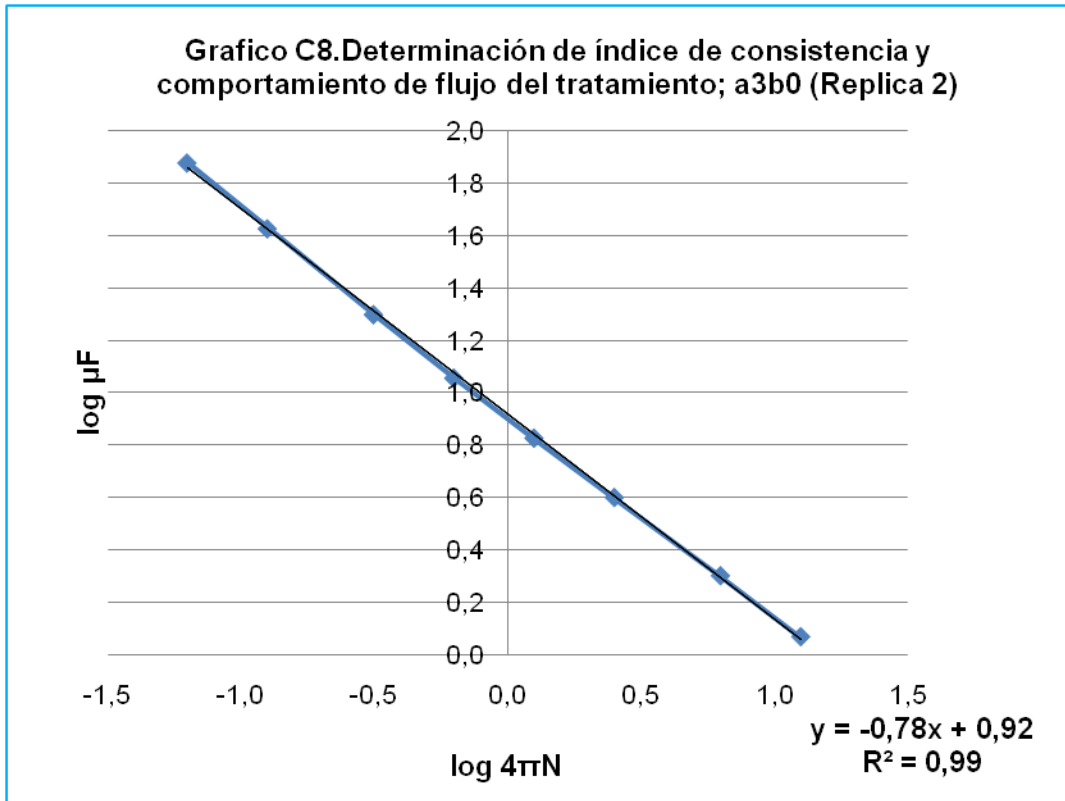
Fuente: Ana Moreno

Elaborado por: Ana Moreno



Fuente: Ana Moreno

Elaborado por: Ana Moreno



Fuente: Ana Moreno

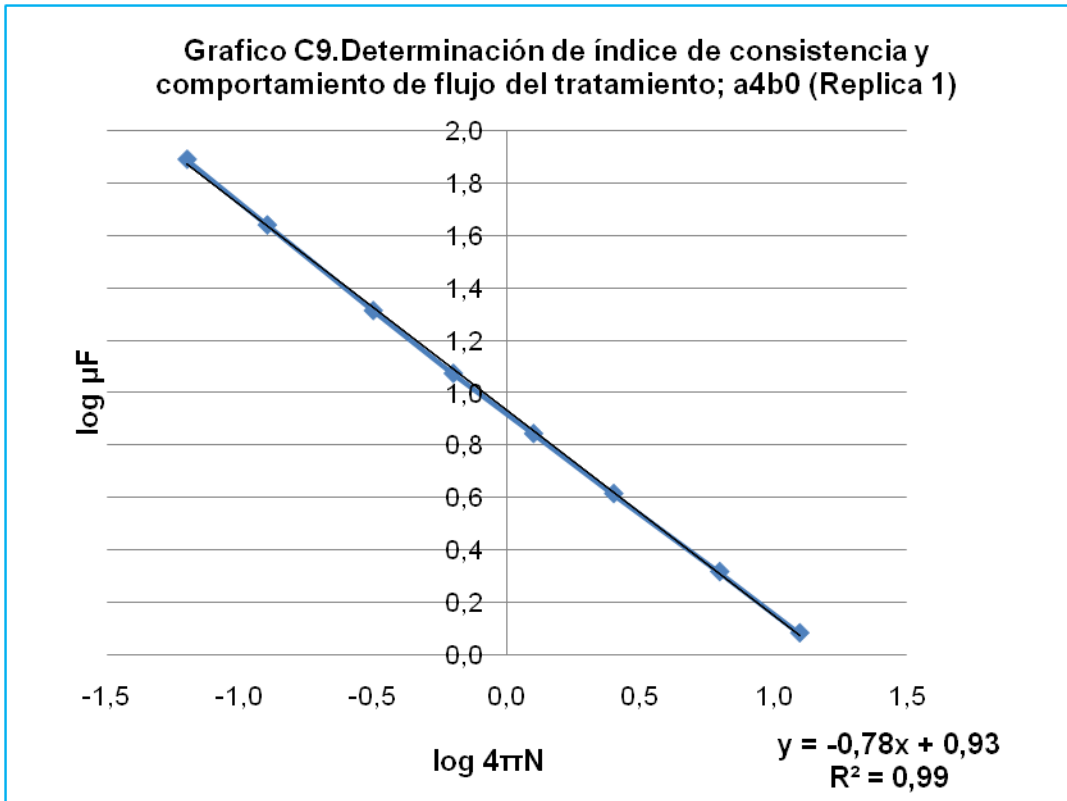
Elaborado por: Ana Moreno

Tabla C4. Resultados de parámetros reológicos del tratamiento a3b0.

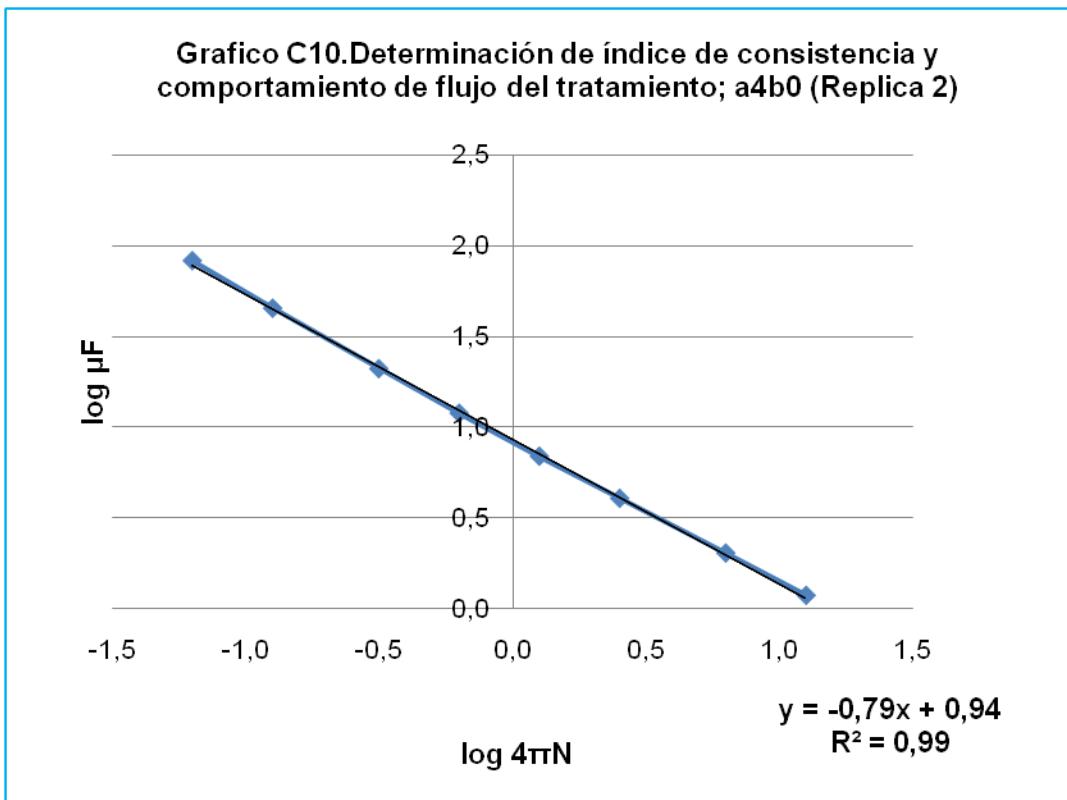
Parámetros Reológicos	R1	R2
a	0,90	0,92
b	-0,77	-0,78
r	0,99	0,99
n	0,23	0,21
k(Pa.s ⁿ)	7,94	8,32

Fuente: Ana Moreno

Elaborado por: Ana Moreno



Fuente: Ana Moreno
Elaborado por: Ana Moreno



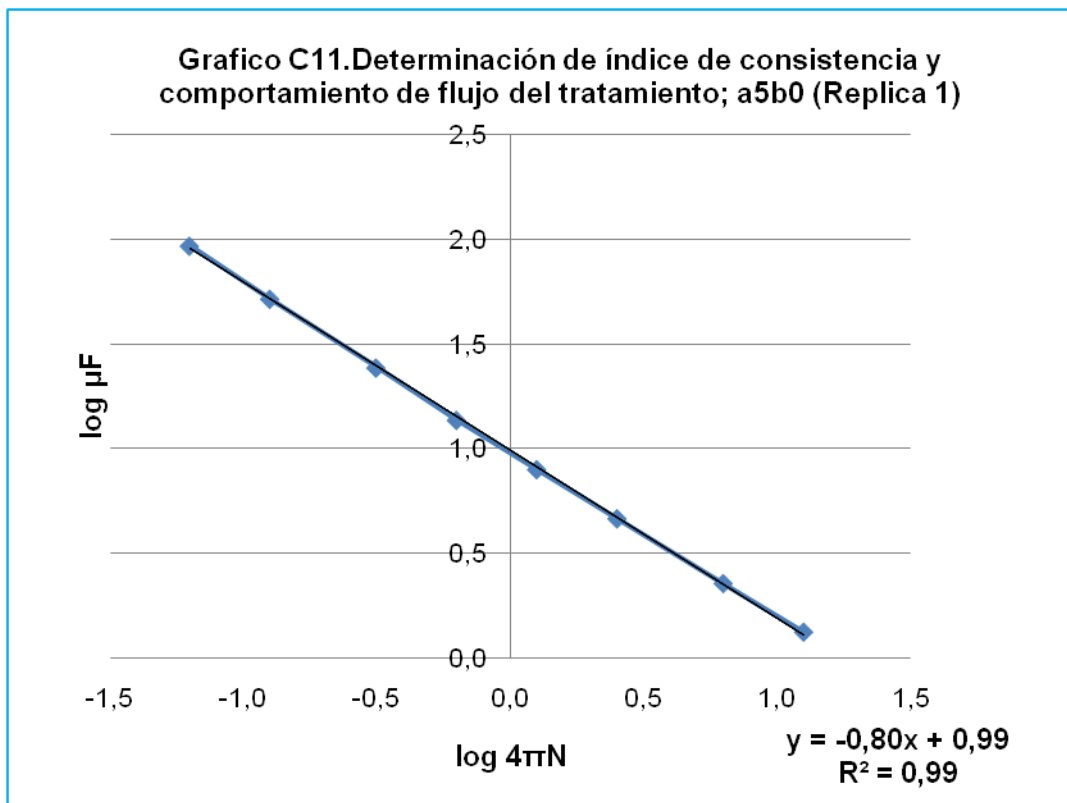
Fuente: Ana Moreno
Elaborado por: Ana Moreno

Tabla C5. Resultados de parámetros reológicos del tratamiento a4b0.

Parámetros Reológicos	R1	R2
a	0,93	0,94
b	-0,78	-0,79
r	0,99	0,99
n	0,22	0,21
k(Pa.s ⁿ)	8,51	8,70

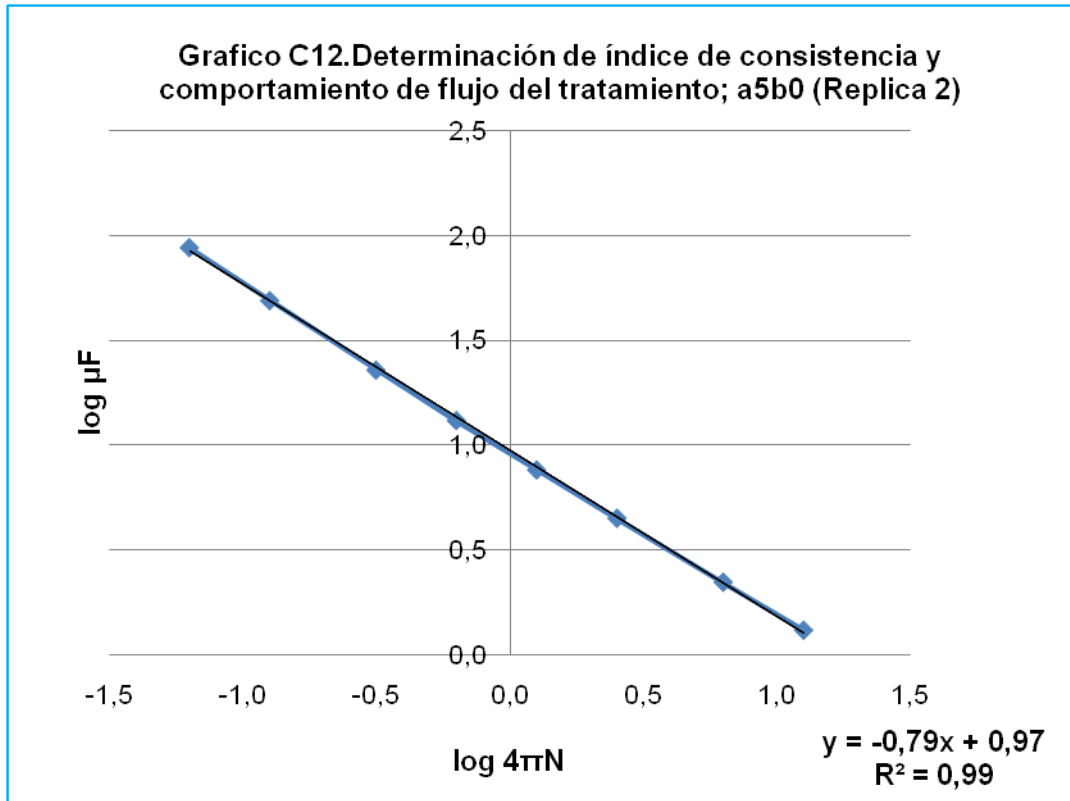
Fuente: Ana Moreno

Elaborado por: Ana Moreno



Fuente: Ana Moreno

Elaborado por: Ana Moreno



Fuente: Ana Moreno

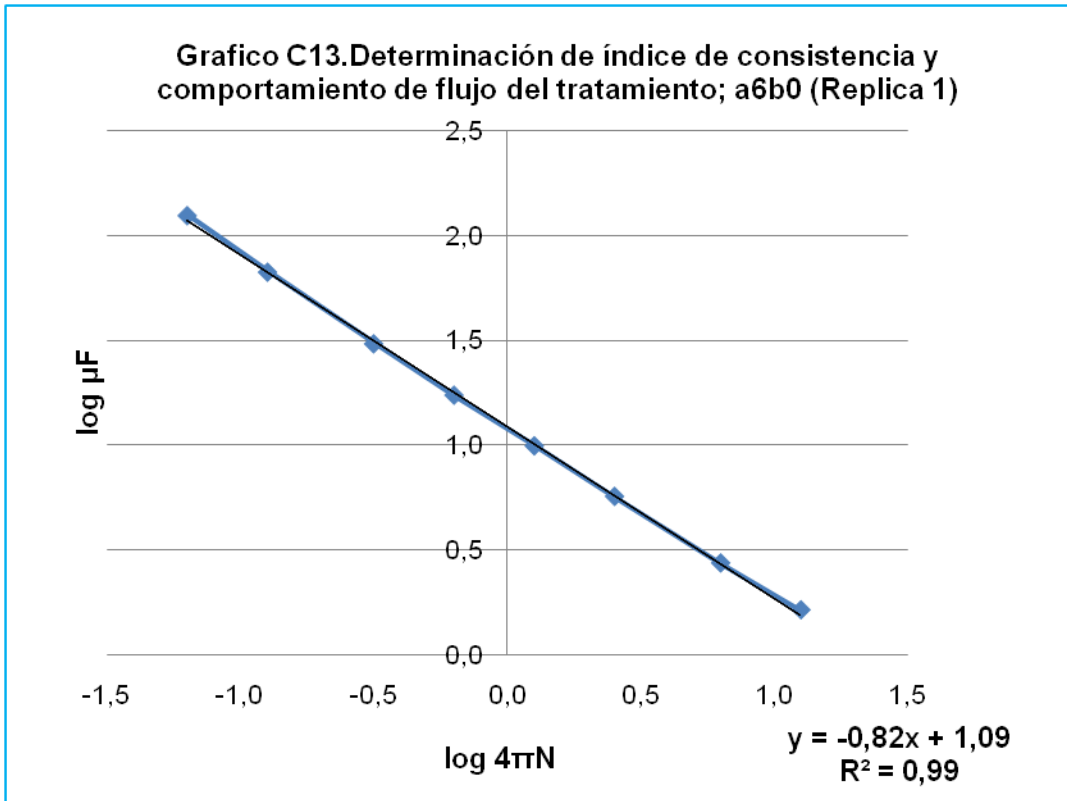
Elaborado por: Ana Moreno

Tabla C6. Resultados de parámetros reológicos del tratamiento a5b0.

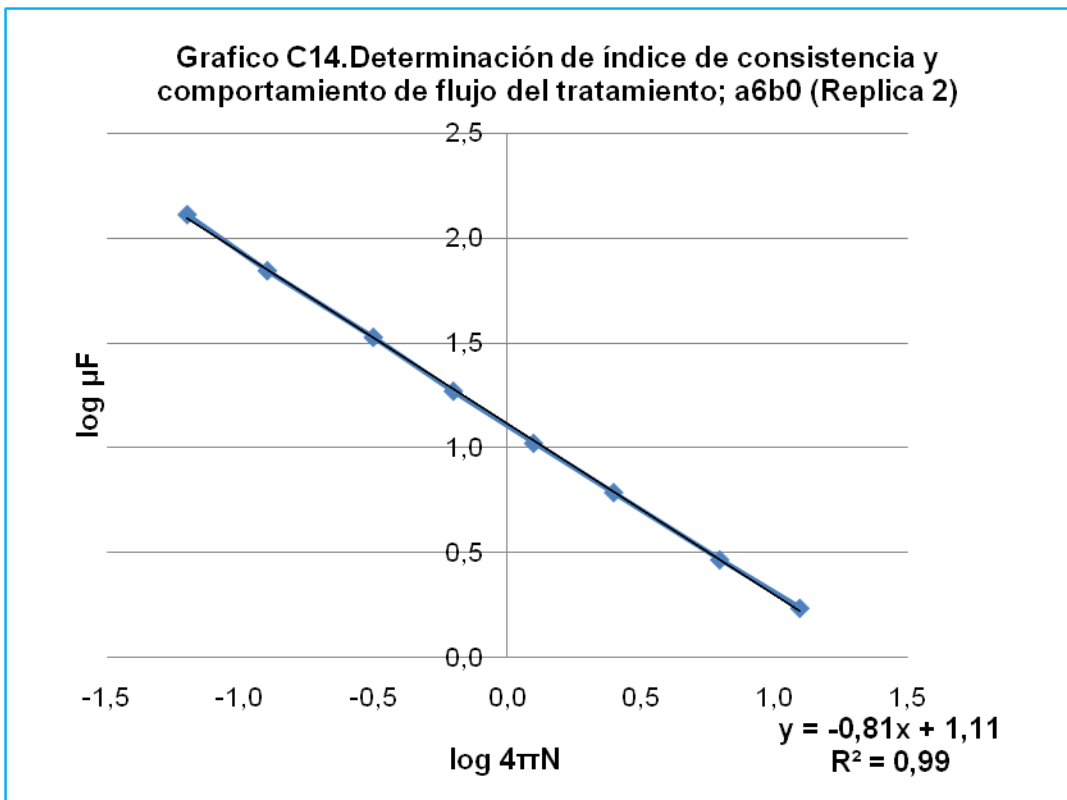
Parámetros Reológicos	R1	R2
a	0,99	0,97
b	-0,80	-0,79
r	0,99	0,99
n	0,20	0,21
k(Pa.sⁿ)	9,77	9,33

Fuente: Ana Moreno

Elaborado por: Ana Moreno



Fuente: Ana Moreno
Elaborado por: Ana Moreno



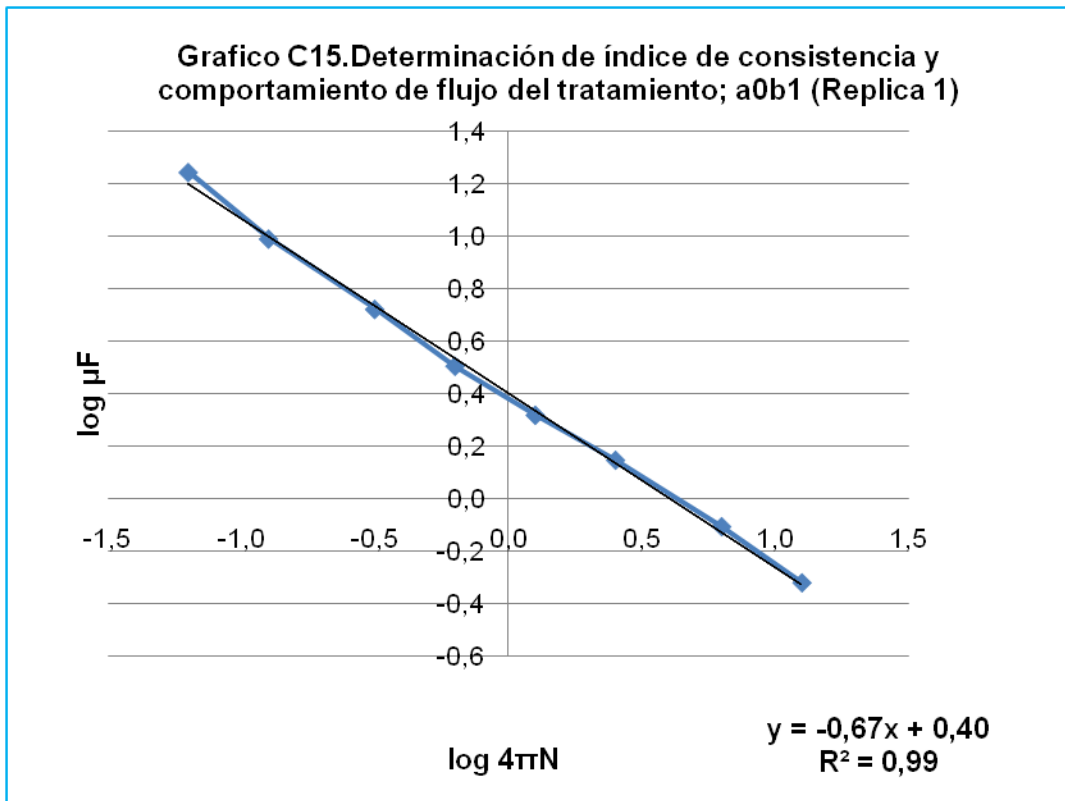
Fuente: Ana Moreno
Elaborado por: Ana Moreno

Tabla C7. Resultados de parámetros reológicos del tratamiento a6b0.

Parámetros Reológicos	R1	R2
a	1,09	1,11
b	-0,82	-0,81
r	0,99	0,99
n	0,18	0,19
k(Pa.s ⁿ)	12,30	12,88

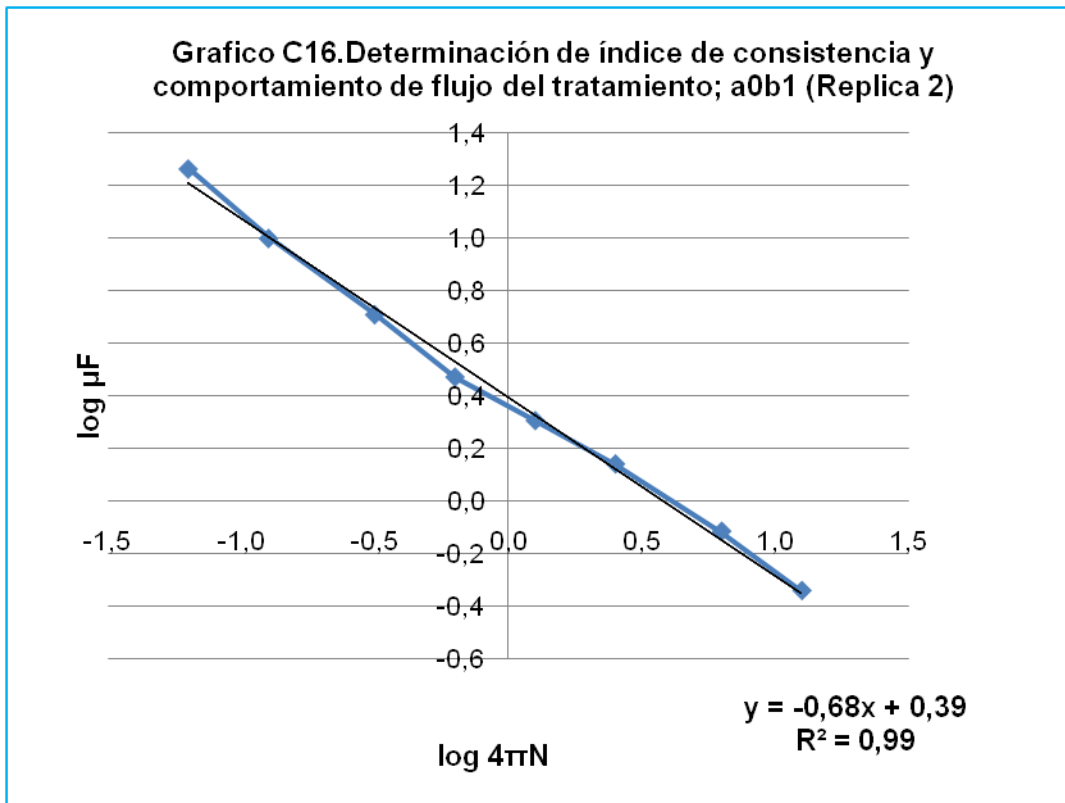
Fuente: Ana Moreno

Elaborado por: Ana Moreno



Fuente: Ana Moreno

Elaborado por: Ana Moreno



Fuente: Ana Moreno

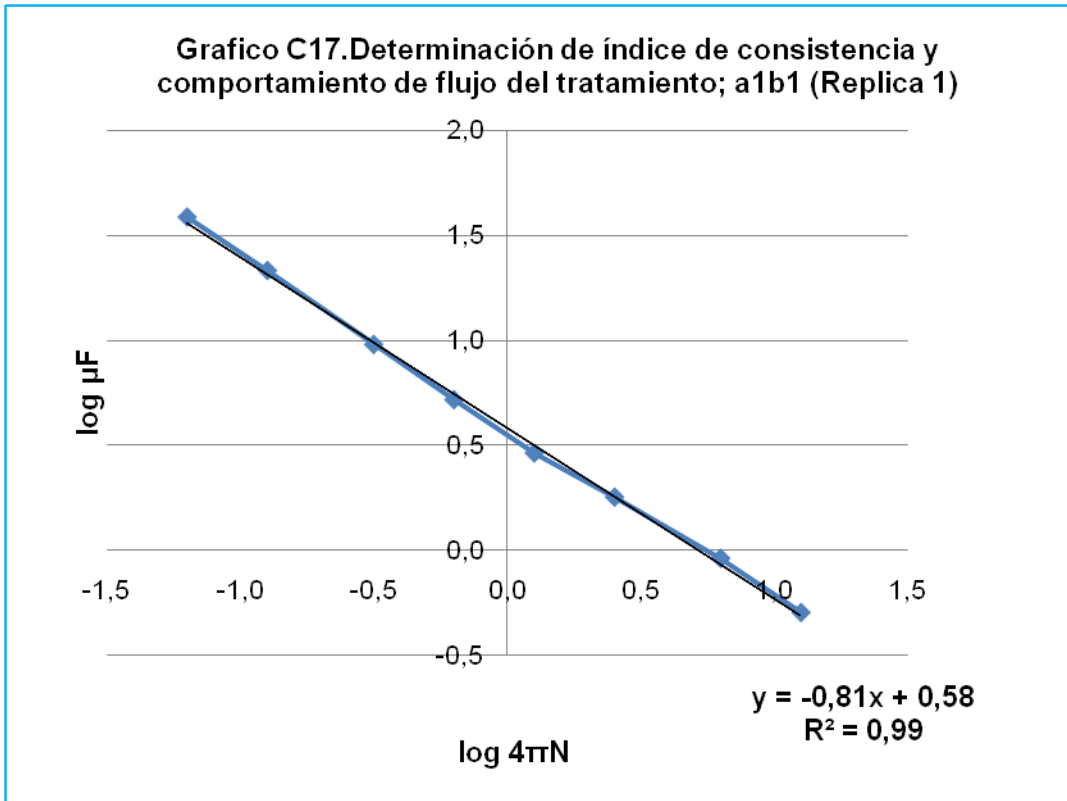
Elaborado por: Ana Moreno

Tabla C8. Resultados de parámetros reológicos del tratamiento a0b1.

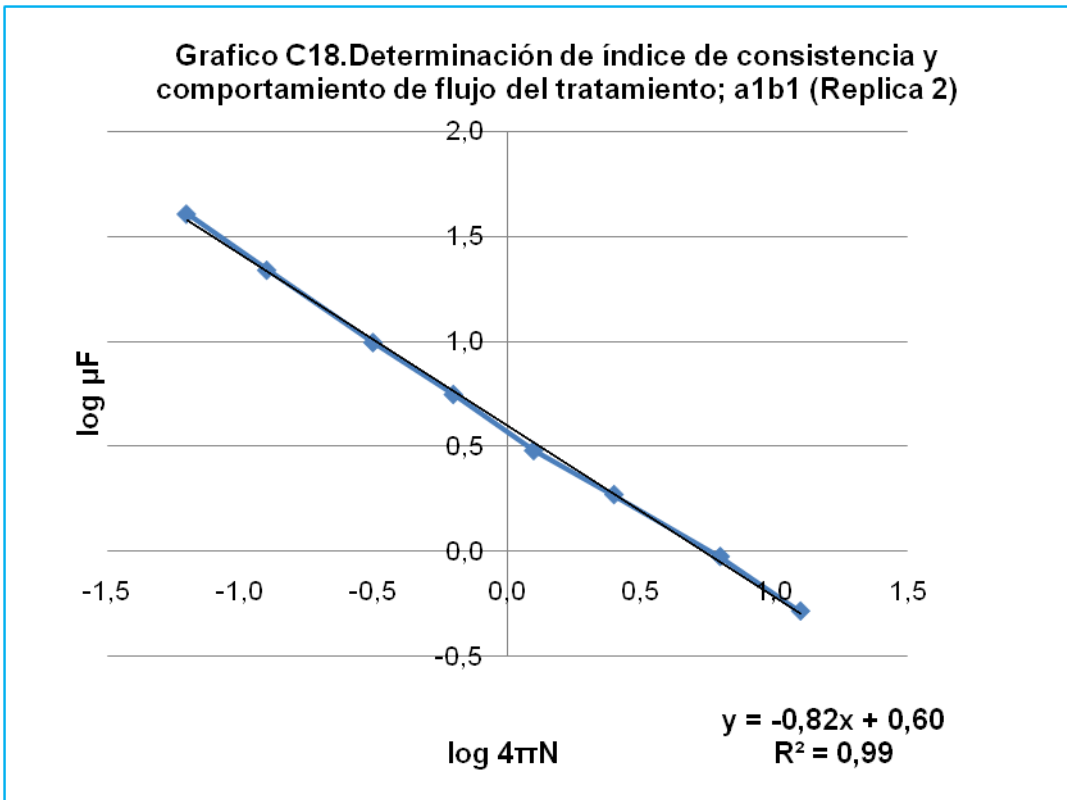
Parámetros Reológicos	R1	R2
a	0,40	0,39
b	-0,67	-0,68
r	0,99	0,99
n	0,33	0,32
k(Pa.s ⁿ)	2,51	2,45

Fuente: Ana Moreno

Elaborado por: Ana Moreno



Fuente: Ana Moreno
Elaborado por: Ana Moreno



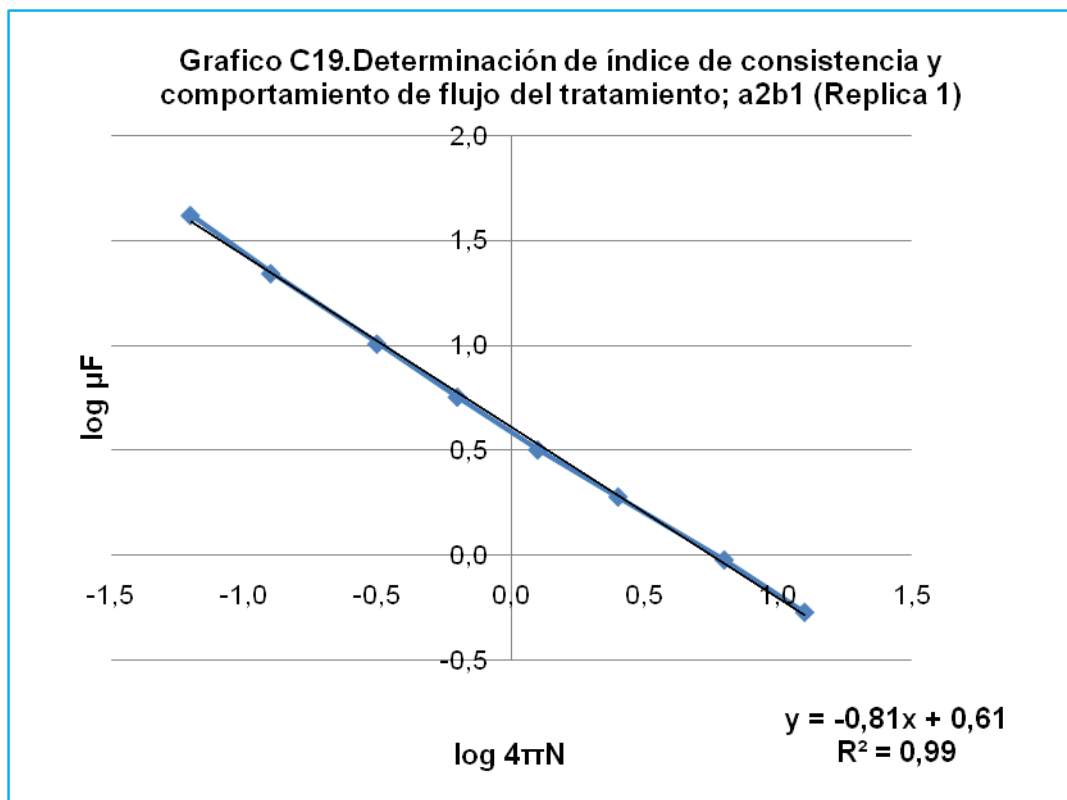
Fuente: Ana Moreno
Elaborado por: Ana Moreno

Tabla C9. Resultados de parámetros reológicos del tratamiento a1b1.

Parámetros Reológicos	R1	R2
a	0,58	0,60
b	-0,81	-0,82
r	0,99	0,99
n	0,19	0,18
k(Pa.sⁿ)	3,80	3,98

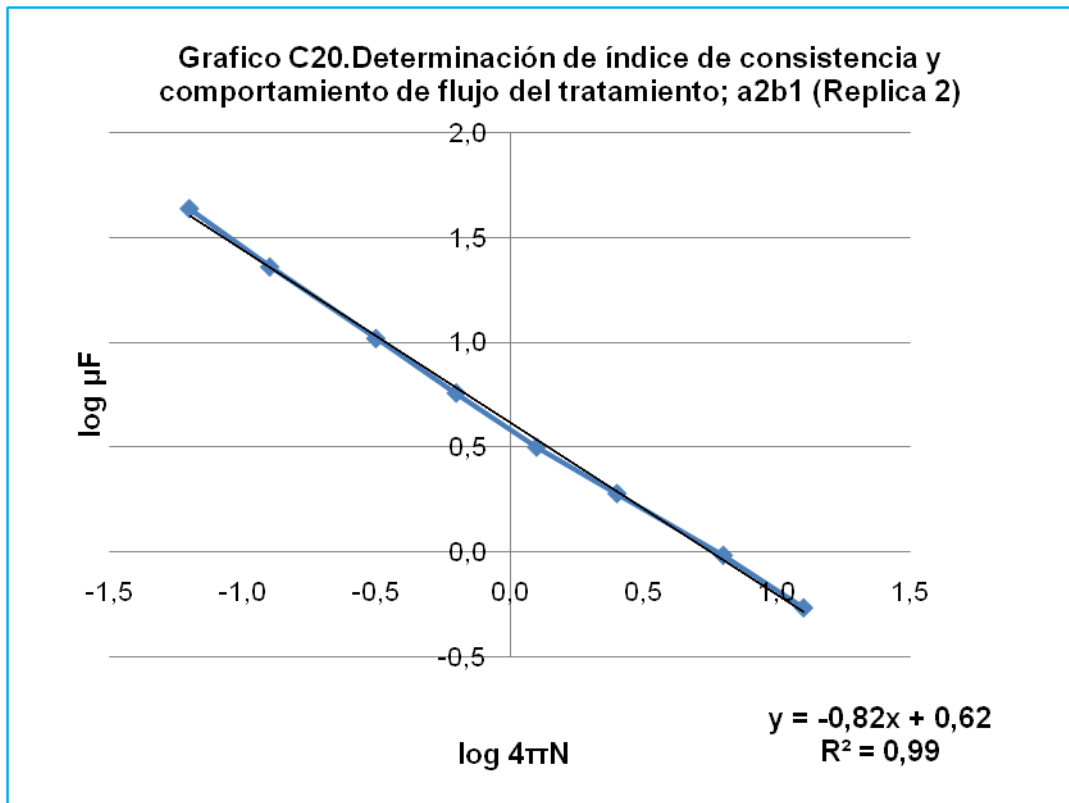
Fuente: Ana Moreno

Elaborado por: Ana Moreno



Fuente: Ana Moreno

Elaborado por: Ana Moreno



Fuente: Ana Moreno

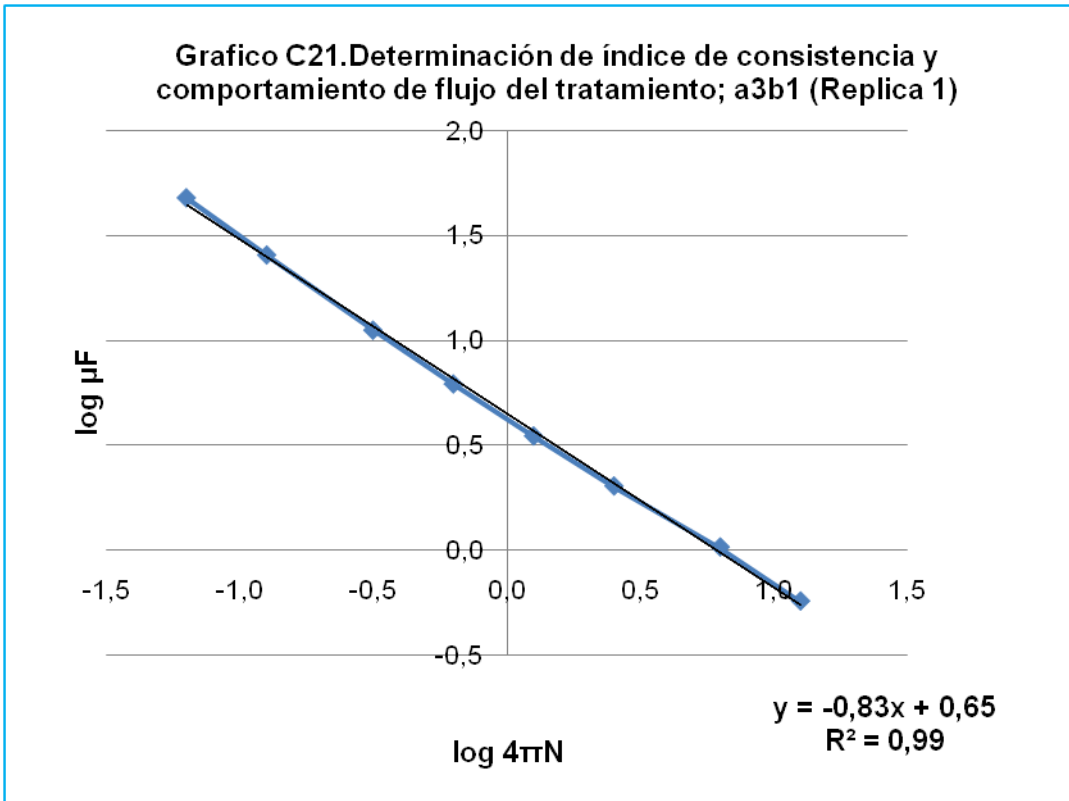
Elaborado por: Ana Moreno

Tabla C10. Resultados de parámetros reológicos del tratamiento a2b1.

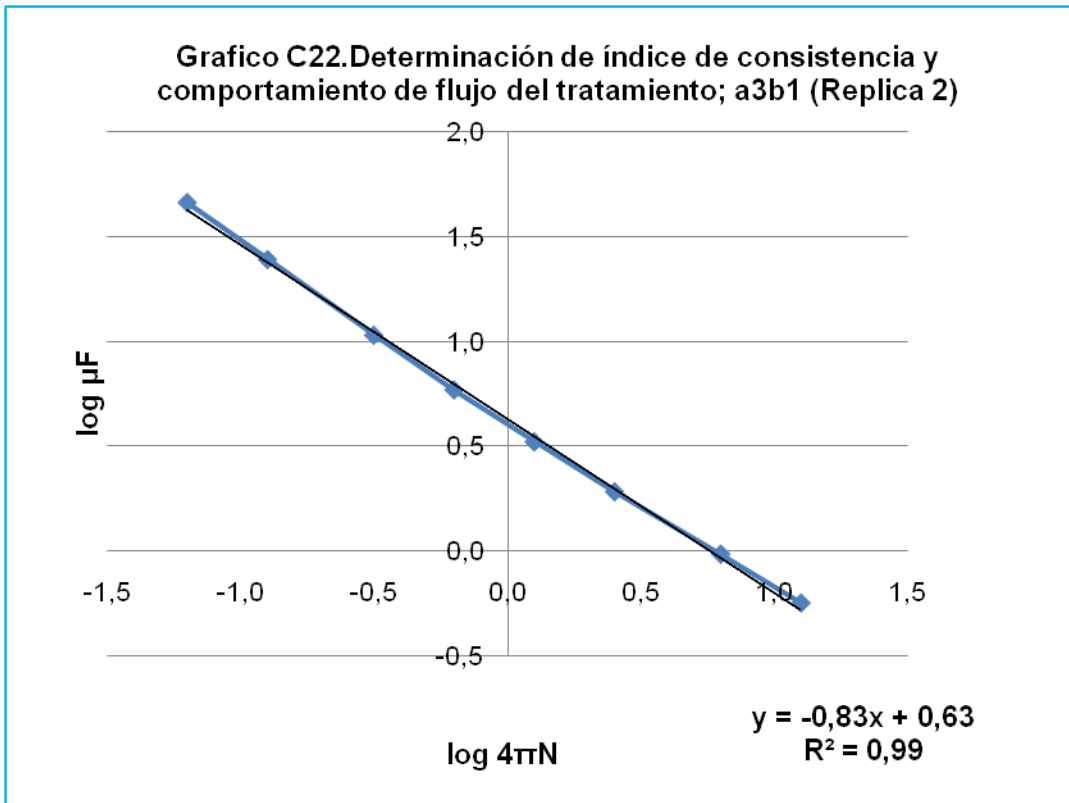
Parámetros Reológicos	R1	R2
a	0,61	0,62
b	-0,81	-0,82
r	0,99	0,99
n	0,19	0,18
k(Pa.s ⁿ)	4,07	4,17

Fuente: Ana Moreno

Elaborado por: Ana Moreno



Fuente: Ana Moreno
Elaborado por: Ana Moreno



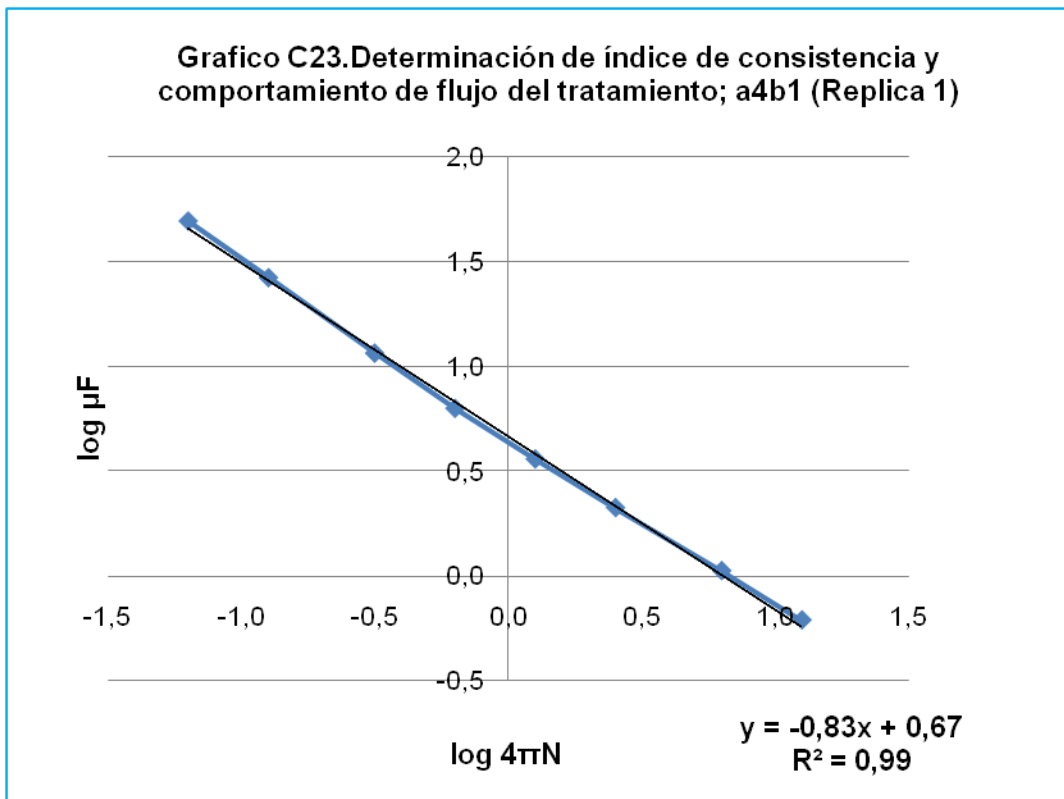
Fuente: Ana Moreno
Elaborado por: Ana Moreno

Tabla C11. Resultados de parámetros reológicos del tratamiento a3b1.

Parámetros Reológicos	R1	R2
a	0,65	0,63
b	-0,83	-0,83
r	0,99	0,99
n	0,17	0,17
k(Pa.sⁿ)	4,47	4,27

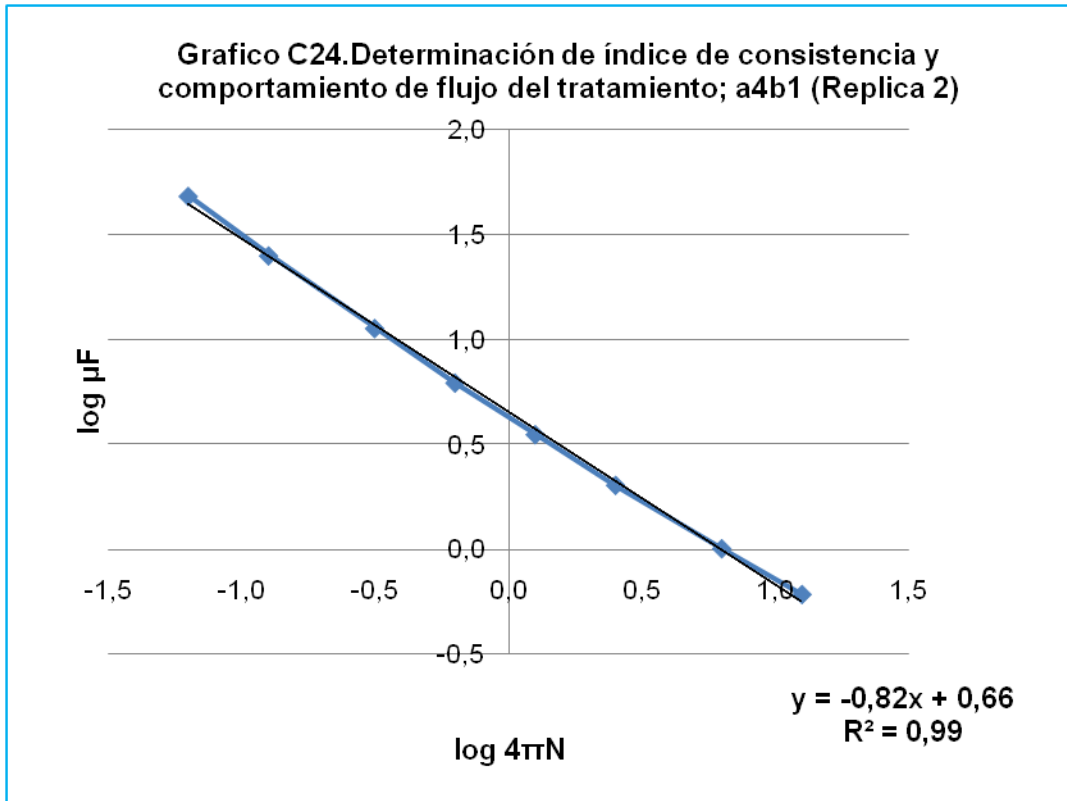
Fuente: Ana Moreno

Elaborado por: Ana Moreno



Fuente: Ana Moreno

Elaborado por: Ana Moreno



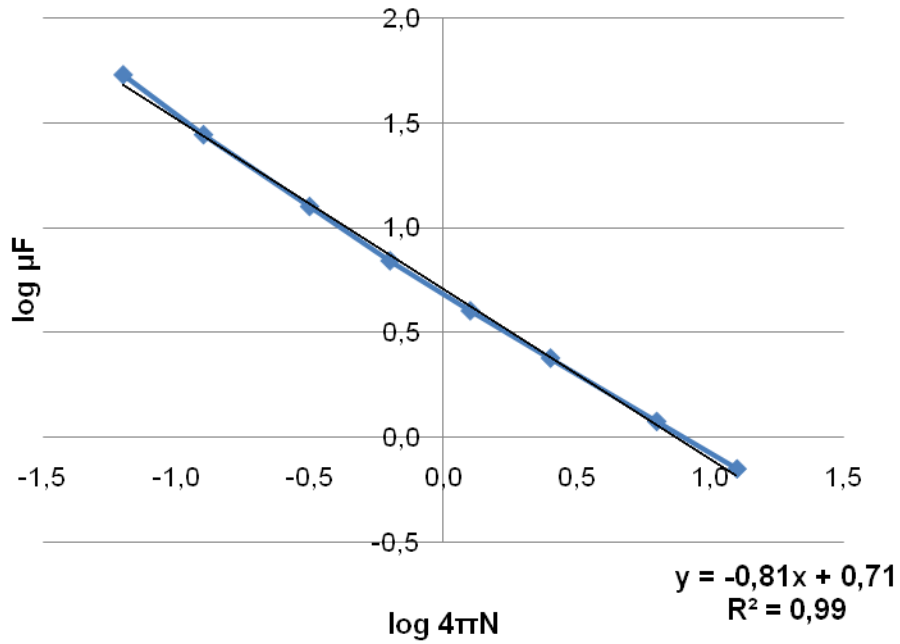
Fuente: Ana Moreno
Elaborado por: Ana Moreno

Tabla C12. Resultados de parámetros reológicos del tratamiento a4b1.

Parámetros Reológicos	R1	R2
a	0,67	0,66
b	-0,83	-0,82
r	0,99	0,99
n	0,17	0,18
k(Pa.sⁿ)	4,68	4,57

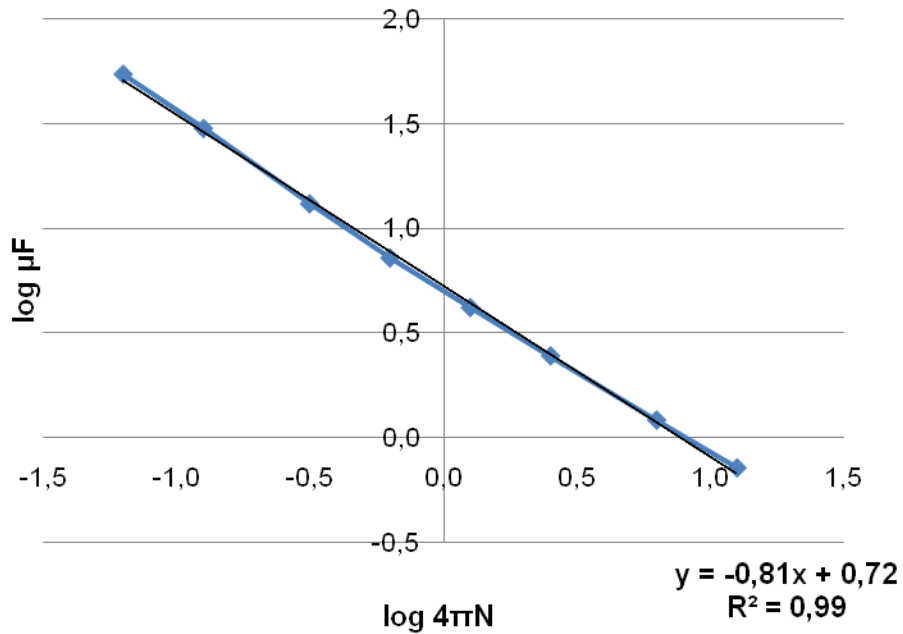
Fuente: Ana Moreno
Elaborado por: Ana Moreno

Grafico C25. Determinación de índice de consistencia y comportamiento de flujo del tratamiento; a5b1 (Replica 1)



Fuente: Ana Moreno
Elaborado por: Ana Moreno

Grafico C26. Determinación de índice de consistencia y comportamiento de flujo del tratamiento; a5b1 (Replica 2)



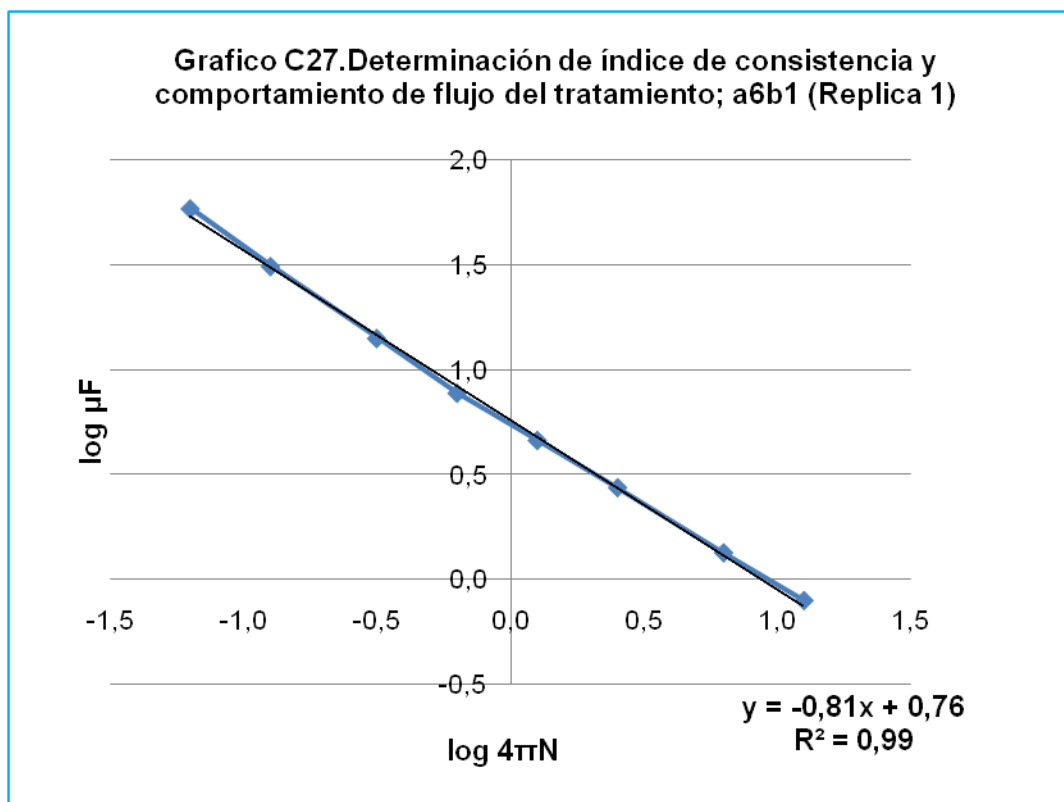
Fuente: Ana Moreno
Elaborado por: Ana Moreno

Tabla C13. Resultados de parámetros reológicos del tratamiento a5b1.

Parámetros Reológicos	R1	R2
a	0,71	0,72
b	-0,81	-0,81
r	0,99	0,99
n	0,19	0,19
k(Pa.sⁿ)	5,13	5,25

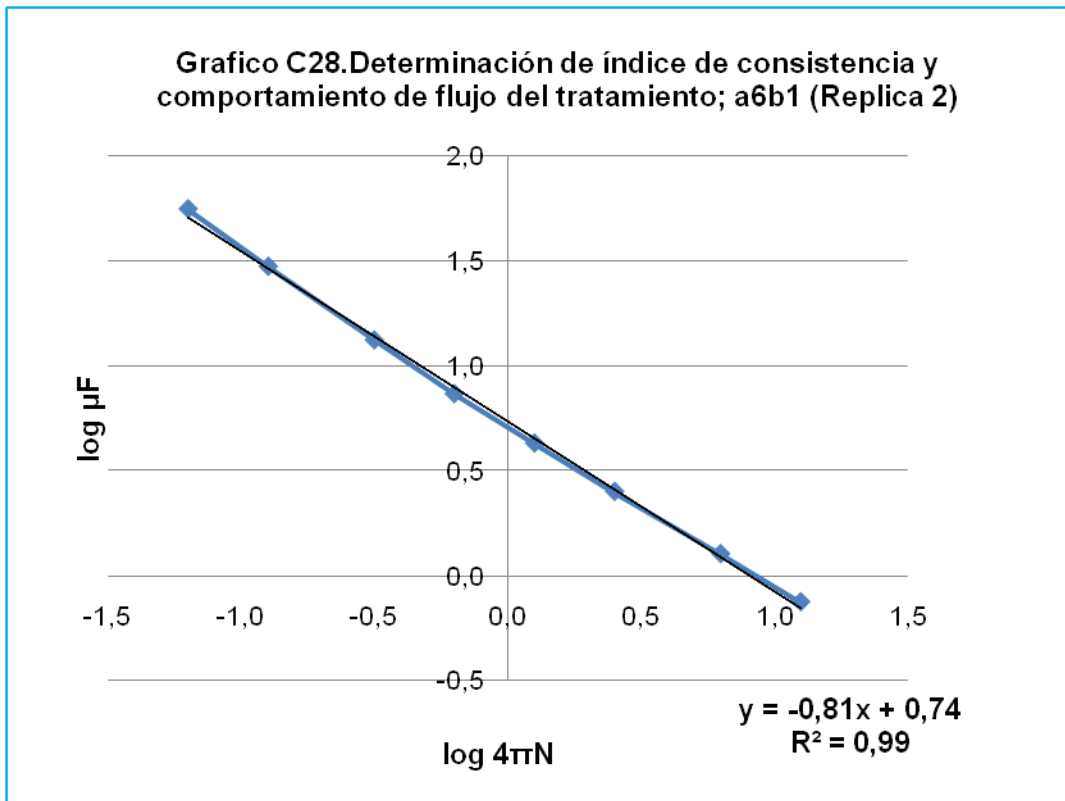
Fuente: Ana Moreno

Elaborado por: Ana Moreno



Fuente: Ana Moreno

Elaborado por: Ana Moreno



Fuente: Ana Moreno
Elaborado por: Ana Moreno

Tabla C14. Resultados de parámetros reológicos del tratamiento a0b1.

Parámetros Reológicos	R1	R2
a	0,76	0,74
b	-0,81	-0,81
r	0,99	0,99
n	0,19	0,19
k(Pa.sⁿ)	5,75	5,50

Fuente: Ana Moreno
Elaborado por: Ana Moreno

ANEXO D

VALORES DE CONSISTENCIA, MEDIANTE UN

CONSISTÓMETRO BOSTWICK

Tabla D1. Reporte de valores de consistencia (cm*30s) de mayonesa utilizando goma xanthan, obtenidos mediante un consistómetro Bostwick.

Tratamientos	Consistencia (cm*30s)	
	R1	R2
a0b0	11,8	11,8
a1b0	7,5	7,4
a2b0	7,0	7,3
a3b0	6,4	6,6
a4b0	6,2	6,2
a5b0	5,9	5,6
a6b0	3,8	4,0

Fuente: Ana Moreno

Elaborado por: Ana Moreno

Tabla D2. Reporte de valores de consistencia (cm*30s) de mayonesa utilizando goma arábica, obtenidos mediante un consistómetro Bostwick.

Tratamientos	Consistencia (cm*30s)	
	R1	R2
a0b1	12,1	12,0
a1b1	10,0	11,1
a2b1	10,6	10,7
a3b1	10,3	10,3
a4b1	10,0	10,0
a5b1	9,3	9,5
a6b1	8,7	8,5

Fuente: Ana Moreno

Elaborado por: Ana Moreno

ANEXO E

RESUMEN DE ANÁLISIS ESTADÍSTICO

PARA EL ANÁLISIS DE VARIANZA

Tabla E1. Reporte de valores de índice de consistencia (Pa.sⁿ) de mayonesa, para el respectivo análisis de varianza

Tratamientos	R1	R2
a0b0	2,34	2,63
a0b1	2,51	2,45
a1b0	5,50	5,37
a1b1	3,80	3,98
a2b0	7,59	7,76
a2b1	4,07	4,17
a3b0	7,94	8,32
a3b1	4,47	4,27
a4b0	8,51	8,71
a4b1	4,68	4,57
a5b0	9,77	9,33
a5b1	5,13	5,25
a6b0	12,30	12,88
a6b1	5,75	5,50

Fuente: Ana Moreno

Elaborado por: Ana Moreno

Tabla E2. Análisis de Varianza de índice de consistencia (Pa.sⁿ) de mayonesa.

<i>RV</i>	<i>SC</i>	<i>GL Modelo</i>	<i>GL</i>	<i>CM</i>	<i>F Calculado</i>	<i>F Tabla</i>
Replicas	0,02	r-1	1	0,02	0,46	4,67
Factor A	104,51	a-1	6	17,42	466,85	2,92
Factor B	83,49	b-1	1	83,49	2237,66	4,67
(AB)	29,07	(a-1)*(b-1)	6	4,85	129,87	2,92
Error	0,49	Diferencia	13	0,04		
Total	217,59	(a*b*r)-1	27			

Fuente: Ana Moreno

Elaborado por: Ana Moreno

Tabla E3. Reporte de valores de consistencia (cm*30s) de mayonesa obtenidos mediante un consistómetro Bostwick, para el respectivo análisis de varianza

Tratamientos	R1	R2
a0b0	11,8	11,8
a0b1	12,1	12,0
a1b0	7,5	7,4
a1b1	10,8	11,1
a2b0	7,0	7,3
a2b1	10,6	10,7
a3b0	6,4	6,6
a3b1	10,3	10,3
a4b0	6,2	6,2
a4b1	10,0	10,0
a5b0	5,9	5,6
a5b1	9,3	9,5
a6b0	3,8	4,0
a6b1	8,7	8,5

Fuente: Ana Moreno

Elaborado por: Ana Moreno

Tabla E4. Análisis de Varianza de consistencia (cm*30s) de mayonesa.

<i>RV</i>	<i>SC</i>	<i>GL Modelo</i>	<i>GL</i>	<i>CM</i>	<i>F Calculado</i>	<i>F Tabla</i>
Replicas	0,01	r-1	1	0,01	0,77	4,67
Factor A	73,46	a-1	6	12,24	733,01	2,92
Factor B	76,89	b-1	1	76,89	4603,37	4,67
(AB)	11,96	(a-1)*(b-1)	6	1,99	119,37	2,92
Error	0,22	Diferencia	13	0,02		
Total	162,55	(a*b*r)-1	27			

Fuente: Ana Moreno

Elaborado por: Ana Moreno

ANEXO F

ECUACIÓN Y CÁLCULO DE ÍNDICE DE PERÓXIDOS A 40, 50 Y 60°C

Índice de peróxido.

$$IP = \frac{(V_M - V_B) * N * 1000}{W}$$

IP= Índice de peróxidos meqO₂/kg

V_M= Volumen de la solución de tiosulfato de sodio gastado en la muestra

V_B= Volumen de la solución de tiosulfato de sodio gastado en el blanco

N= Normalidad de la muestra de tiosulfato de sodio (0,01N)

W=Masa en gramos de muestra problema

Tabla F1. Reporte de datos obtenidos para el cálculo de índice de peróxidos a 40, 50 y 60°C.

	40 °C		50 °C		60 °C	
T (h)	W(g)	V _M (ml)	W(g)	V _M (ml)	W(g)	V _M (ml)
0	5,3	0,3	5,3	0,3	5,3	0,3
72	5,1	0,9	5,2	2,1	5,3	4,3
144	5,1	1,7	5,2	3,2	5,3	5,6
216	5,1	2,9	5,4	5,9	5,0	9,8
288	5,1	3,9	5,2	7,3	5,3	12,8
384	5,1	4,8	5,3	9,1	5,3	16,3
V_B(ml)	0,1					
N	0,01					

Fuente: Ana Moreno

Elaborado por: Ana Moreno

Tabla F2. Reporte de valores de índice de peróxidos a 40, 50 y 60°C.

	40 °C	50 °C	60 °C
T (h)	IP meq O₂/kg	IP meq O₂/kg	IP meq O₂/kg
0	0,38	0,38	0,38
72	1,57	3,85	7,92
144	3,14	5,96	10,38
216	5,49	10,74	19,40
288	7,45	13,85	23,96
384	9,22	16,98	30,57

Fuente: Ana Moreno

Elaborado por: Ana Moreno

ANEXO G

**APLICACIÓN DEL MODELO DE REACCIÓN,
DETERMINACIÓN DE LOS VALORES DE VELOCIDAD DE
REACCIÓN k Y
OBTENCION DE LAS RESPECTIVAS ECUACIONES CINÉTICAS
QUE DESCRIBEN EL FENÓMENO DE OXIDACIÓN EN
MAYONESA A 40, 50 Y 60°C**

Modelo de la degradación cinética orden cero.

$$C = C_o + kt$$

Linealizado

$$Y = a + bx$$

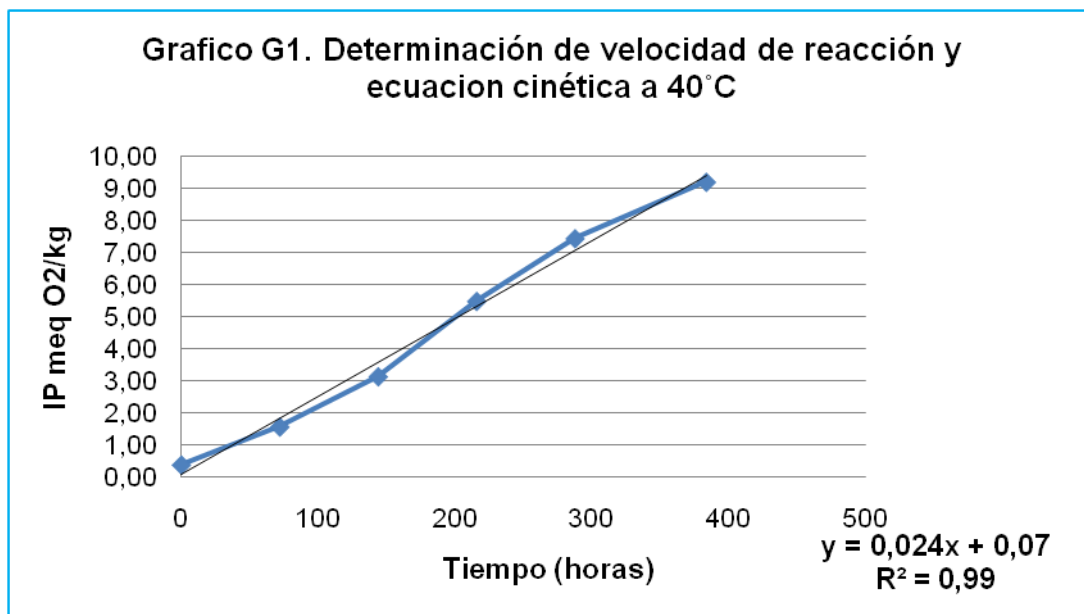
Donde:

C= índice de peróxidos

C_o= como la intersección con el eje Y

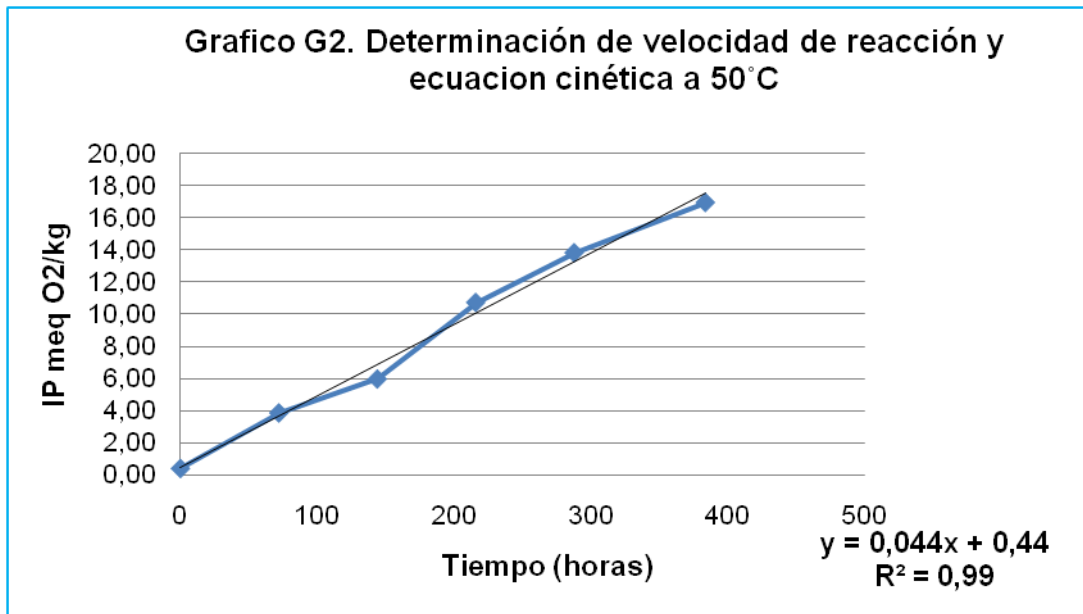
k= valor de constante de velocidad de reacción

t= temperatura (40, 50 y 60°C)



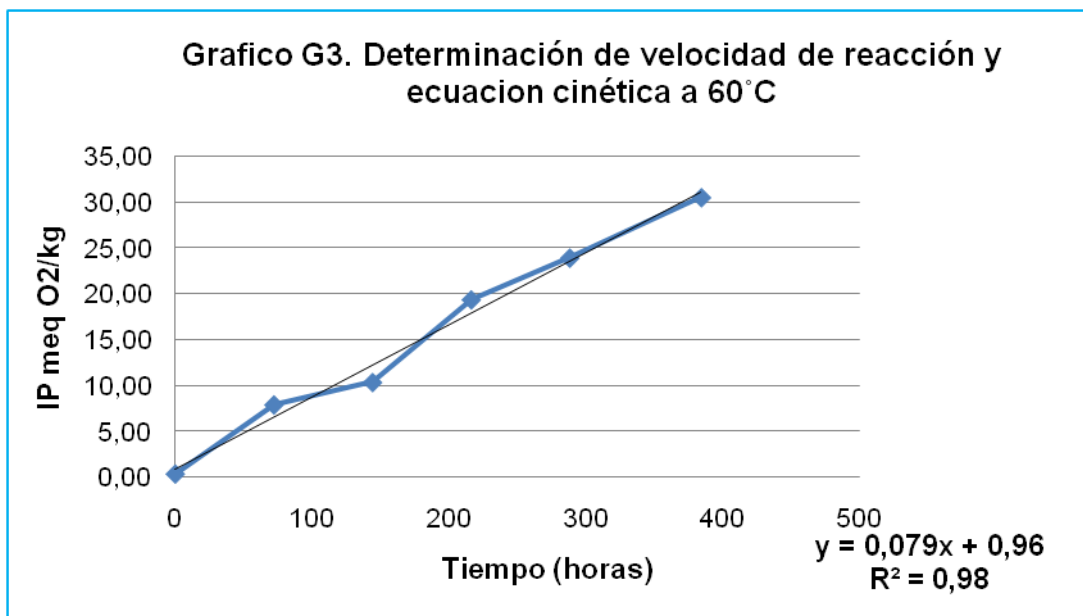
Fuente: Ana Moreno

Elaborado por: Ana Moreno



Fuente: Ana Moreno

Elaborado por: Ana Moreno



Fuente: Ana Moreno

Elaborado por: Ana Moreno

Tabla G1. Valores de velocidad de reacción y ecuaciones cinéticas obtenidas a 40, 50 y 60°C

TEMPERATURA (°C)	k(h ⁻¹)	ECUACIÓN
40	0,024	IP=0,07+0,024t (1)
50	0,044	IP=0,44+0,044t (2)
60	0,079	IP=0,96+0,079t (3)

Fuente: Ana Moreno

Elaborado por: Ana Moreno

ANEXO H

ECUACIÓN DE ARRHENIUS Y CÁLCULO DE ENERGÍA DE ACTIVACIÓN

Modelo Arrhenius, para el cálculo de energía de activación.

$$\ln k = \ln A - \frac{E_a}{R} * \frac{1}{T}$$

Linealizado

$$Y = a + bx$$

k= constante de velocidad de reacción h⁻¹

A=factor de frecuencia

E_a= energía de activación J/mol

R= Constante de los gases ideales J/mol*°K

T= Temperatura absoluta en °K

$$-\frac{E_a}{R} = b$$

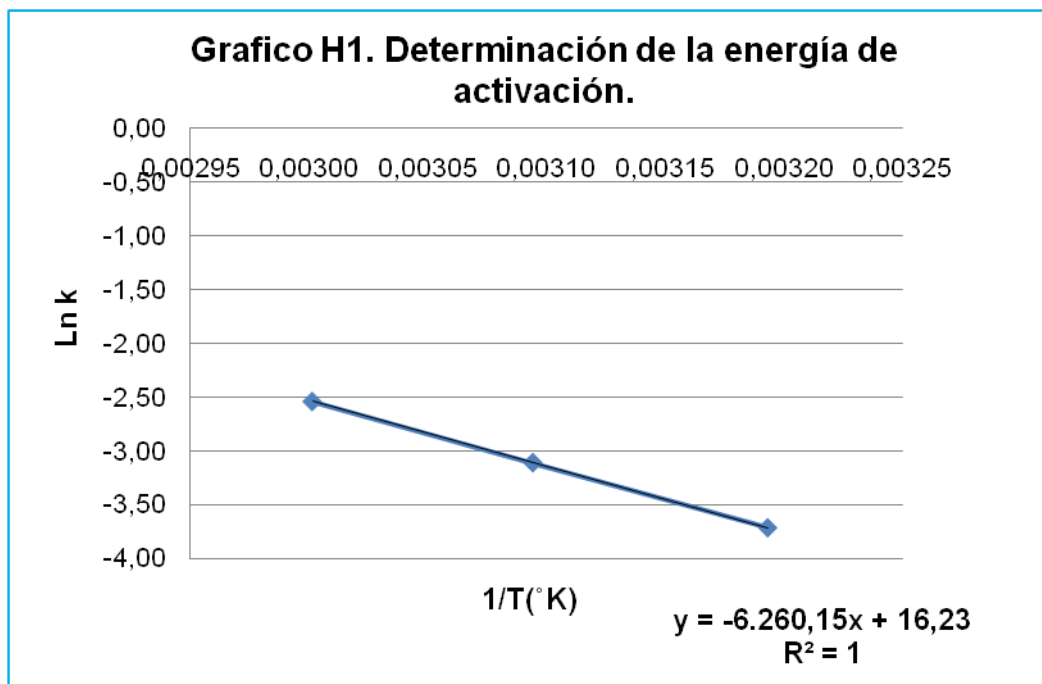
$$E_a = -b * R$$

Tabla H1. Valores de velocidad de reacción y temperaturas de experimentación en °K, para el cálculo de energía de activación.

T (°C)	T(°K)	1/T (°K ⁻¹)	k(h ⁻¹)	Ln k
40	313,15	0,00319	0,024	-3,73
50	323,15	0,00309	0,044	-3,12
60	333,15	0,00300	0,079	-2,54

Fuente: Ana Moreno

Elaborado por: Ana Moreno



Fuente: Ana Moreno

Elaborado por: Ana Moreno

ANEXO I

CÁLCULO DE VIDA ÚTIL A

40, 50, 60°C Y

ECUACIÓN GENERAL PARA ESTIMAR LA VIDA ÚTIL DE

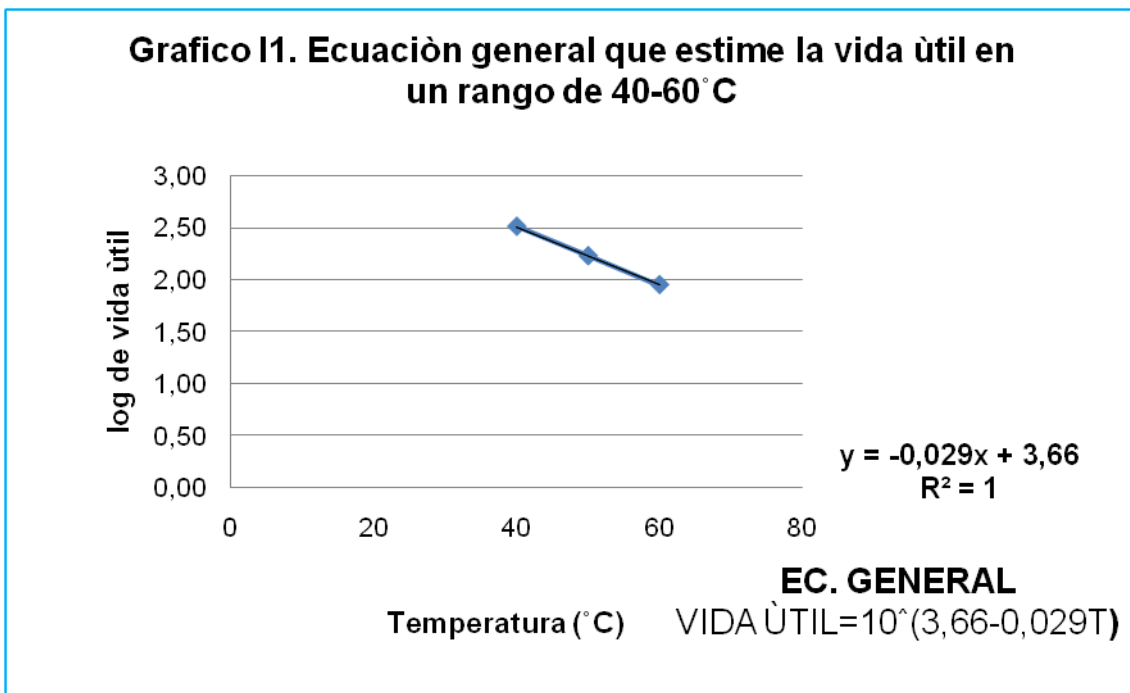
MAYONESA EN UN RANGO 40 A 60°C

Tabla I1. Cálculo vida útil para 40,50 a 60°C

T (°C)	ECUACIÓN	VIDA ÚTIL HORAS	VIDA ÚTIL DÍAS	LOG VIDA ÚTIL
40	IP=0,07+0,024t(1)	328,75	13,70	2,52
50	IP=0,44+0,044t(2)	170,91	7,12	2,23
60	IP=0,96+0,079t(3)	88,61	3,69	1,95
IP= 7,96 meq O ₂ /kg				

Fuente: Ana Moreno

Elaborado por: Ana Moreno



Fuente: Ana Moreno

Elaborado por: Ana Moreno