



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

**Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la
Producción**

“Efecto De La Goma Xanthan Y La
Hidroxipropilmetilcelulosa En Las Características Físicas Y
Reológicas Del Pan De Arroz Libre De Gluten Tipo Molde”

TESIS DE GRADO

Previo a la obtención del Título de:

INGENIERAS DE ALIMENTOS

Presentada por:

Katty Marisol Morán Bravo
Karen Lissette Soledispa Navarrete

GUAYAQUIL – ECUADOR

Año: 2013

AGRADECIMIENTO

A Dios por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado salud para lograr mis objetivos, a mi madre Marisol por apoyarme en todo momento con consejos y motivaciones y más que todo por su amor, a mi padre Jorge que todo este tiempo me ha estado guiando desde el cielo, a mis hermanos Jorge y Anthony por compartir cada etapa de mi vida, a mis amigos, mi familia por sus consejos, amistad y cariño incondicional. A mis maestros por su gran apoyo y motivación para la culminación de nuestros estudios profesionales y para la elaboración de esta tesis.

A quienes de una u otra manera me brindaron su apoyo y conocimientos para lograr la culminación de este proyecto.

Finalmente a mi compañera de tesis y mejor amiga por concluir una etapa más de nuestras vidas.

A todos ustedes muchas gracias.

Katty Morán B.

DEDICATORIA

A DIOS POR SUS
BENDICIONES, A MI MADRE
POR SU AMOR, A MIS
HERMANOS, MIS AMIGOS,
A TODOS LOS QUE HAN
ESTADO APOYANDOME.

Katty Morán B.

AGRADECIMIENTO

Gracias a todos mis amigos y profesores que me han apoyado con sus valiosos comentarios y sugerencias. Gracias a mis hermanas Cindy y Katherine por estar siempre a mi lado y confiar en mí. Gracias a mis padres Daniel y María por ser los pilares fundamentales de mi vida y sobre todo a Dios por darme salud e inteligencia.

Karen Soledispa N.

DEDICATORIA

ESTA TESIS ESTÁ DEDICADA
CON MUCHO AMOR Y
CARIÑO A MIS PADRES,
DANIEL Y MARÍA POR SU
APOYO, SACRIFICIO Y
ESFUERZO INCANSABLE. A
MIS HERMANAS CINDY Y
KATHERINE POR SU
COMPRENSIÓN Y AFECTO. A
MI ABUELA LUCINDA POR SU
MOTIVACIÓN CONSTANTE.

Karen Soledispa N.

TRIBUNAL DE GRADUACIÓN

Dr. Kleber Barcia V, Ph.D.

DECANO DE LA FIMCP

PRESIDENTE

Ing. Fabiola Cornejo Z.

DIRECTORA DE TESIS

Ing. Grace Vásquez V.

VOCAL

DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad del contenido de esta Tesis de Grado, me corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL”

Katty Morán Bravo

Karen Soledispa Navarrete

RESUMEN

El pan es uno de los alimentos más tradicionales de la mesa de cada uno de los hogares ecuatoriano, más del 87% lo incluye en su dieta diaria. El principal componente de éste es el trigo, que contiene una proteína llamada gluten, compuesta por gliadina y glutenina.

Lamentablemente, no todas las personas son tolerantes al gluten, recibiendo el nombre de celíacos.

Considerando que el gluten es un componente fundamental en la formación de la masa de pan, los investigadores han recurrido al uso de ingredientes y aditivos como son la goma xanthan y el Hidroxipropilmetilcelulosa (HPMC), ya que son hidrocolides los cuáles el objetivo es de mejorar la textura del pan.

Se evaluó y analizó el efecto de distintos porcentajes o niveles de uso de HPMC y la goma xanthan y se precisó su influencia sobre las características físicas y reológicas en el pan de arroz.

Entre las características físicas se analizó el volumen del pan por el método de desplazamiento donde se realizó el análisis después de 24h de la elaboración del pan de arroz, mientras en las reológicas se estudió el comportamiento de la masa tomando en cuenta su viscoelasticidad.

Los resultados obtenidos en el volumen mostraron que el uso de HPMC al 2% tuvo mayor influencia en el pan de arroz, ya que presentó mayor capacidad de retención de gas durante el leudado y una miga más aireada, además con una apariencia visualmente agradable, mientras que con el uso de goma xanthan no se presentó un leudado adecuado por lo que el pan de arroz colapsó durante el horneado.

En la caracterización de la masa se obtuvo que el uso de HPMC y goma xanthan presentó un comportamiento similar en sus módulos de viscosidad y elasticidad con un predominio en la masa del módulo elástico.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN.....	IXI
ÍNDICE GENERAL.....	XI
ABREVIATURAS.....	XVI
SIMBOLOGÍA.....	XV
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XVI
ÍNDICE DE TABLAS.....	XVII
INTRODUCCIÓN.....	1

CAPÍTULO 1: GENERALIDADES

1.1. Antecedentes.....	3
1.2. Planteamiento del Problema.....	5
1.2.1. Justificación.....	7
1.3. Objetivos.....	7
1.3.1. Objetivos Generales.....	7
1.3.2. Objetivos Específicos.....	8
1.4. Hipótesis.....	8

CAPÍTULO 2: PAN DE ARROZ

2.1. Panes Libres de Gluten.....	9
2.2. Pan de Arroz.....	11
2.3. Deterioro del Pan.....	13
2.3.1. Deterioro Químico.....	13
2.3.2. Deterioro Microbiológico.....	14
2.3.3. Deterioro Físico.....	16
2.4. Características físicas de los Panes Tipo Molde.....	18
2.5. Aplicaciones de la Goma Xanthan e Hidroxipropilmetilcelulosa en Productos de Panificación.....	20

CAPÍTULO 3: MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Materias Prima e Ingredientes.....	23
3.2 Ensayos y Técnicas.....	25
3.2.1 Análisis Físico.....	26
3.2.1.1 Volumen del Pan.....	26
3.2.2 Análisis Reológicos.....	27
3.2.2.1 Reología de la Masa.....	29
3.3 Diseño de Experimentos.....	30
3.4 Elaboración del pan de Arroz Tipo Molde.....	30

3.4.1 Diagrama de Flujo.....	31
3.4.2 Descripción de Operaciones.....	32

CAPÍTULO 4: ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1 Efecto de la Goma Xantana en el Pan de Arroz.....	34
4.2 Efecto del Hidroxi Propil Metil Celulosa en el Pan de Arroz.....	39
4.3 Discusión.....	46

CAPÍTULO 5: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5. Conclusiones y Recomendaciones.....	45
--	----

APÉNDICE

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

ABREVIATURAS

HPMC	Hidroxipropilmetilcelulosa
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura
A.C.	Antes de Cristo
TACC	Trigo Avena Cebada Centeno
G'	Módulos Elásticos
G''	Módulos Viscosos
min	Minutos
Hr	Horas
HR	Humedad Relativa
tg δ	Tangente de Pérdidas
t'	Tiempo
INIAP	Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias
cm	Centímetros
cc	Centímetros Cúbicos
H	Potencial de Hidrógeno
g	Gramos
Kcal	Kilo Calorías
Ppm	Partes por Millón

SIMBOLOGÍA

°C
CO₂
T°
ClNa

Grados Centígrados
Dióxido de Carbono
Temperatura
Cloruro de Sodio

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1:	Pan Tipo Molde.....	18
Figura 3.1:	Método de Desplazamiento para Análisis del Volumen del Pan.....	27
Figura 3.2:	Mediciones Reológicas en el Reómetro Kinexus Pro....	30
Figura 3.3:	Diagrama de flujo para la elaboración de pan de arroz...	32
Figura 4.1:	Relación Ancho Alto de la Goma Xanthan.....	38
Figura 4.2:	Modo Elástico vs la Frecuencia en la goma Xanthan al 0.5%.....	39
Figura 4.3	Modo Elástico vs la Frecuencia en la goma Xanthan al 1%.....	40
Figura 4.4	Relación Ancho Alto del HPMC.....	42
Figura 4.5	Modo Elástico vs la Frecuencia en el HPMC al 1%.....	43
Figura 4.6	Modo Elástico vs la Frecuencia en el HPMC AL 2%.....	44
Figura 4.7	Gráfico de efectos principales para volumen específico..	45

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1:	Características microbiológicas del pan.....	16
Tabla 2:	Análisis de volumen específico y relación ancho/alto de la goma xanthan	36
Tabla 3:	Análisis de volumen específico y relación ancho/alto del HPMC.....	41

INTRODUCCIÓN

El pan debe de considerarse el Primer Alimento Natural de la Humanidad, aporta a la dieta una gran cantidad de nutrientes esenciales para vivir (fibra, proteínas, minerales, vitaminas). En la cultura gastronómica de nuestro país, es un alimento que no puede faltar como acompañamiento de las comidas. Pero en su elaboración tradicional con harina de trigo, quienes padecen celiaquía no pueden consumirlo. Estas personas sólo pueden comer panes o masas especiales elaboradas con una mezcla de harinas sin gluten. Sin embargo, la carencia de este ingrediente afecta las características reológicas (viscoelásticas) y físicas (volumen) del pan.

El gluten es el responsable de la intolerancia que se manifiesta, sobre todo con síntomas digestivos. Los componentes tóxicos son las fracciones de la proteína del gluten denominadas prolaminas. Cada cereal contiene un tipo de prolaminas que resulta dañina para el celíaco: la gliadina en el trigo, la hordeína en la

cebada, la secalina en el centeno y la avenina en la avena. Sin embargo, las del maíz (zeína) y las del arroz (orizenina) no causan tal efecto.

El maíz y el arroz se emplean para la elaboración de los panes sin gluten y masas aptas para personas celíacas. Sin embargo, puesto que carecen de gluten, que es la sustancia que confiere elasticidad a la masa, estos panes tienen una consistencia más plana y más compacta.

En los últimos años, la innovación en ciencia y tecnología de los alimentos ha conseguido la elaboración de nuevos panes sin gluten. Muchos de ellos se obtienen mediante la sustitución o mezcla con harinas de otros cereales, como el trigo sarraceno, o de leguminosas como la soja. La esponjosidad se consigue con la adición de la levadura adecuada y del uso de diversos aditivos gasificantes, espesantes y emulsionantes con el fin de mejorar las características de la masa.

En este caso la propuesta es analizar dos diferentes tipos de gomas como son el HPMC y la xanthan en diferentes porcentajes para la elaboración de pan a partir de harina de arroz. Estas gomas tienen la capacidad de actuar como gluten y ayudar en la retención del dióxido de carbono (CO_2) y poder así producir un aumento de volumen en la miga del pan.

CAPÍTULO 1

1. GENERALIDADES

1.1. Antecedentes

Los tres principales cereales más producidos a nivel mundial son trigo, arroz y maíz. Según la FAO, el arroz suministra el 20% del total de energía en forma de alimento que consume la población mundial, el 19% el trigo y 5% el maíz. (2)

El trigo es un cereal cultivado por la humanidad desde hace unos 15.000 años, se considera como el mejor cereal para la panificación por su proteína que es el gluten, esta proteína permite que la masa se adhiera mejor obteniéndose un pan de estructura ligera. (6)

En condiciones normales, todos los alimentos deben pasar por un proceso de digestión para transformar el mismo en partículas más pequeñas y de esta forma luego ser absorbidas, teniendo lugar este proceso en el intestino delgado a través de las vellosidades. Pero cuando las personas son intolerantes al gluten, que es una proteína compuesta de gliadina y glutenina, el proceso de la digestión no se realiza correctamente. Esto se debe a una reacción cruzada en contra del intestino delgado que sufre una inflamación que produce que las vellosidades que cubren el intestino se atrofien provocando interferencia en la absorción de nutrientes. Esta enfermedad se denomina celiaquía.

La celiaquía es una enfermedad que se remonta desde el siglo II A.C. y que fue estudiada por el médico Areteo de Capadocia. La palabra griega que empleó para identificar a los pacientes fue Koiliakós (de la cual deriva “celíaco”), que originalmente significa “los que sufren del intestino”. (11)

En 1888, el patólogo inglés Samuel Gee, afirmó que la regulación de la alimentación es la parte más importante del tratamiento. Entre 1921 y 1938, las investigaciones de la intolerancia celíaca se encaminaban hacia una intolerancia a los hidratos de carbono. (10)

En 1950, Willem-Karel Dicke, pediatra holandés, demostró que si excluía el trigo, la avena y el centeno y se reemplazaba por arroz y maíz la enfermedad celíaca mejoraba notablemente. (7)

Posteriormente, se confirmó la importancia del trigo en la enfermedad donde se estableció la relación causa-efecto existente entre ingesta de alimentos con gluten y la aparición de los síntomas de la enfermedad. (7)

1.2. Planteamiento del Problema

El pan es parte de la cultura culinaria en Ecuador, más del 87% de la población consume diariamente productos lácteos, pan y cereales, representando así un consumo masivo. Sin embargo, siendo el pan un alimento básico, no todas las personas pueden consumirlo debido a la presencia del gluten.

Las propiedades del gluten, son las que motivan a las industrias alimenticias a agregarlo en aquellos productos comestibles que naturalmente no lo contienen, perjudicando y restringiendo la alimentación de los que son intolerantes al gluten.

La celiacía es un trastorno que aparece en personas de todas las edades que son genéticamente predispuestas, es una condición crónica con las características de una enfermedad autoinmune que se da debido a la presencia de la gliadina la cual provoca una lesión en la mucosa del intestino delgado dañando sus vellosidades, lo que contribuye a producir una inadecuada absorción de los nutrientes por lo que la persona puede resultar desnutrida sin importar cuánto alimento consuma. (7)

La falta de productos dirigidos a celíacos ha conllevado a desarrollar productos de panificación mediante mezclas o sustituciones de harinas que sean aptos para su consumo, aunque estos suelen presentar problemas ya que se retrogradan más fácilmente y tienen poca retención de gas durante el leudado afectando su volumen.

Por lo tanto, es imperativo desarrollar productos de panificación libres de gluten que mejoren sus características viscoelásticas y de volumen para de esta forma ofrecer a las personas que sufren celiacía otras alternativas en su alimentación diaria.

1.2.1. Justificación

Los productos de panadería, y, por lo tanto, el pan de molde, son una parte importante de una dieta equilibrada y, hoy por hoy, podemos encontrar una amplia variedad de estos productos en los supermercados. (8)

El pan de arroz presenta muchos problemas en su elaboración debido principalmente a la ausencia de gluten. Por lo que es necesario el uso de goma xanthan y HPMC para de esta forma mejorar sus características físicas y reológicas. La harina de arroz es una excelente alternativa para la elaboración de por ser fácilmente digerible, además por tener bajo contenido sodio y ser hipoalergénico.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivos Generales

Analizar el efecto de la concentración de goma xanthan y HPMC en las características físicas y viscoelásticas en las masas utilizadas para la elaboración de pan de arroz tipo molde.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Formular las masas panificables a partir de harina de arroz más hidrocoloides.
- Elaborar pan tipo molde libre de gluten.
- Analizar el efecto de la concentración de goma xanthan y HPMC en el volumen del pan de arroz.
- Evaluar el efecto de la concentración de goma xanthan y HPMC en las propiedades viscoelásticas de la masa del pan de arroz.

1.4. Hipótesis

El uso de HPMC y/o goma xanthan mejora las características físicas en el elaboración del pan de arroz tipo molde y viscoelásticas en la masa.

CAPÍTULO 2

2. PAN DE ARROZ

2.1. Panes Libres de Gluten

La elaboración de pan sin gluten presenta importantes dificultades tecnológicas debido a que el gluten es básico en la formación de la estructura de la miga y su ausencia genera pérdida de las propiedades viscoelásticas y de la capacidad de retención del gas. (8)

Las prolaminas y gluteninas durante el amasado con agua forman la red de gluten. La extensibilidad y la elasticidad de la masa elaborada dependerán de la cantidad y calidad de estas proteínas. La harina de trigo es la que contiene más cantidad y mejor calidad de proteínas formadoras de gluten,

por lo que es el cereal de elección para la elaboración del pan común. Por este motivo, es un desafío desarrollar productos de cereales libres de gluten en su reemplazo ya que el pan libre de gluten debe tener características sensoriales similares al pan de trigo común para asegurar su aceptabilidad. Las mejores recetas para celíacos son productos elaborados sin trigo, avena, cebada y centeno (TACC). La esponjosidad se consigue con la adición de la levadura adecuada y de diversos aditivos gasificantes, espesantes y emulsionantes con el objeto de imitar sus propiedades viscoelásticas. (18)

El diseño y desarrollo de productos de panadería sin gluten con un mayor contenido proteico permitiría disponer de productos alternativos y nutritivamente enriquecidos, adecuados para paliar deficiencias que pudieran derivarse de la enfermedad celíaca. El arroz se encuentra entre los cereales más adecuados para el desarrollo de productos sin gluten, ya que su harina se caracteriza por poseer un sabor suave, color blanco, es fácilmente digerible y tiene propiedades hipoalergénicas. Además posee bajos niveles de sodio e hidratos de carbono fácilmente digeribles. A pesar de las características beneficiosas de la harina de arroz, ésta se utiliza como ingrediente minoritario en los productos de panadería comerciales. (3)

Dado que la harina de arroz es un subproducto de las industrias arroceras, el desarrollo de productos de panificación sin gluten basados en harina de arroz sería una alternativa para dar valor añadido a este subproducto.

2.2. Pan de Arroz

El pan de arroz es un pan que está elaborado a base de harina de arroz en lugar de trigo. El pan elaborado con harina de arroz se ha concebido especialmente para quienes presentan intolerancia al gluten y entre algunas de las características que se pueden destacar, se encuentra una mayor calidad en la textura y una corteza crujiente que imitan muy bien al pan con gluten, una carga nutricional similar a la que ofrecen los productos que han sido elaborados con harina común gracias al aporte proteínico extra y mayor calidad en lo que respecta al sabor, además por su bajo contenido de prolaminas y la alta digestibilidad del almidón. Sin embargo, las altas proteínas del arroz son incapaces de formar una red que retenga los gases producidos durante la fermentación y el horneado. Dando lugar a un producto con bajo volumen específico y una miga muy compacta que no se asemeja a la estructura abierta y suave del pan de trigo común.

Los primeros estudios realizados por Rotsch (1954) sobre el rol del almidón en la panificación mostraron que era posible elaborar pan a partir de almidones y sustancias que formen geles. Con el objeto de imitar las propiedades del gluten y así obtener productos leudados de calidad aceptable, por lo que se han agregado fundamentalmente sustancias como las gomas o hidrocoloides. La inclusión de goma xanthan y HPMC mejora la calidad del pan de arroz.(5)

En productos de panadería libres de gluten, en especial con harina de arroz, el diseño y la elaboración de panes con esta harina son enriquecidos en proteínas, además son compatibles y complementarias, desde un punto de vista tecnológico y nutricional, en comparación a las proteínas de origen cereal usadas comúnmente, aportando con un producto alternativo para personas celiacas y mejorado nutricionalmente. El pan desarrollado a base de harina de arroz aporta 220,31 kcal por cada 100 g y su composición ofrece un 42,38% de hidratos de carbono, 10,56% de proteínas y 0,95% de lípidos. (12)

2.3.Deterioro del Pan

2.3.1. Deterioro Químico

Los panes pueden verse afectados por el deterioro químico debido a que en su composición se encuentra algún tipo de grasa (aceites o margarinas) y estas grasas son susceptibles a enranciarse con mayor facilidad, lo cual se debe a la reacción del oxígeno atmosférico con determinados compuestos de los alimentos dando lugar a compuestos no deseados o incluso compuestos altamente tóxicos.

El pan de molde, dado que tiene un mayor contenido en grasas, puede estar también sometido al deterioro químico o rancidez. La rancidez se caracteriza por la degradación lipídica lo que provoca mal olor y sabor, volviendo a los productos desagradables y disminuyendo así su vida útil. Sin embargo, no es un problema frecuente de deterioro de este producto. (8)

2.3.2. Deterioro Microbiológico.

Se refiere al daño de los alimentos causado por microorganismos (bacterias, hongos y levaduras). Los microorganismos pueden crecer en casi todo tipo de productos alimenticios. Como los microorganismos están presentes alrededor de nosotros, existe siempre un riesgo de deterioro microbiológico.

Productos secos como el pan y las galletas no contienen suficiente humedad para permitir el crecimiento de las bacterias. El deterioro de estos productos es usualmente causado por mohos que son hongos que se encuentran tanto al aire libre como en lugares húmedos y de poca luminosidad

El moho es el principal factor limitante de la vida útil de aquellos productos que tienen una humedad alta o media y es, por tanto, la principal causa de pérdida económica en la industria productora de pan de molde.

Debido a que en el proceso de horneado la masa panadería se somete a altas temperaturas, se provoca la destrucción de esporas y bacterias que pudiesen estar presentes, por lo que la

presencia de microorganismos en el producto final se debe a la posterior manipulación, almacenamiento en una atmósfera húmeda, envoltura (sobre todo si el pan está caliente) y exposición del pan a aire cargado de esporas. Aunque pueden darse casos poco comunes de problemas por microorganismos que han sobrevivido al horneado, tal es el caso de la bacteria *Bacillus subtilis* causante del pan fibroso. El deterioro microbiológico se caracteriza por el crecimiento de mohos, ya que las bacterias no pueden desarrollarse en los niveles de humedad del pan horneado. Los microorganismos más importantes en el enmohecimiento son *Rhizopus stolonifer*, *Penicillium expansum* o *stoloniferum*, *Aspergillus niger* y *Monilia sitophila*.

Las alteraciones anteriores son las más comunes pero no son las únicas. También se puede presentar deterioro por *Serratia marcesnes* que produce pigmentación roja en el pan. Otra alteración aunque menos frecuente, es la presencia de manchas blanquecinas con aspecto de yeso. (16). En la Tabla 1 se muestran los requisitos mínimos que debe tener un pan común.

TABLA 1
CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS DEL PAN

Ensayo	Unidad	Requisito
E. Coli	NMP/g	<3
Levaduras y Mohos	UFC/g	10 ²
S. Aureus	UFC/g	10
Salmonella Cualitativa	AUS/PRES	Ausencia en 25g
Aerobios Mesófilos	UFC/g	5.0 x 10 ⁴

Fuente: Norma ICSMSF, 1998

2.3.3. Deterioro Físico

El deterioro físico se produce inicialmente por pérdida de agua o por evaporación observándose arrugamiento o contracción del producto en su superficie; se presenta también pérdida de peso y de textura.

El deterioro físico puede aparecer desde la manipulación de las materias primas. El envejecimiento del pan se refiere a los cambios que ocurren después del horneado y que son causados por reacciones fisicoquímicas (no por la acción de microorganismos) que provocan alteraciones en las características organolépticas (sabor, aroma y sensación en la boca) y en la textura, tales como el ablandamiento de la corteza y endurecimiento de la miga. El ablandamiento de la corteza es consecuencia de la difusión de agua de la miga hacia la corteza, propiciada por un gradiente de concentración (la miga posee más agua que la corteza) y por la absorción de humedad de la atmósfera. Por su parte, el endurecimiento de la miga se atribuye a la coexistencia de varios fenómenos como la retrogradación de la amilosa, la recristalización de la amilopectina, la formación de enlaces entre el gluten y almidón. (16).

La composición de los productos de panadería sin gluten que se encuentran en el mercado varía entre 35-45% de hidratos de carbono, 2.5-6.0% de proteínas, 2.0-10.0% de lípidos y cantidades minoritarias de fibras y minerales; perfil que difiere

de los productos de panadería con gluten, cuya composición varía entre 41-56% de hidratos de carbono, 8.0-13.0% de proteínas y 2.0-4.0% de grasas, entre sus constituyentes mayoritarios.

2.4. Características Físicas de los Panes Tipo Molde

El pan de molde (Figura 2.1.) es aquel que para su cocción ha sido introducido en molde y que tiene una ligera corteza blanda, entre las principales características físicas en el proceso de panificación se encuentran: Volumen, Color y Textura.



Figura 2.1: Pan Tipo Molde

Elaborado por: Katty Morán y Karen Soledispa, 2013

Volumen: Una de las principales características de los panes es que posea un buen volumen. Por lo general el volumen debe de ser el doble del inicial antes del horneado y siempre relacionarlo con el tamaño adecuado del pan, esto se debe a la capacidad de retención de gas durante el proceso de elaboración del pan. (13)

Color: El color de la miga va de un blanco crema a marrón claro y está en función al tipo de harina que se utilice y a la oxidación de los pigmentos carotenoides durante el amasado. Mientras que el color de la corteza está asociado a las reacciones de Maillard y de caramelización, que producen compuestos que afectan al color y al “flavor” (aroma) del pan y esto se desarrolla durante la etapa de la cocción del pan. (3)

Textura: El pan además de la suavidad deberá poseer firmeza y no debe ser desmoronable ni pegajoso. La textura de la miga del pan está relacionada con la cantidad de agua añadida a la masa y con el posible la calidad de la proteína. (3)

Los principales problemas que se presenta el pan pueden ser en su corteza, presentando manchas marrones, porosidad, tonalidad oscura; en la miga se puede obtener un color no uniforme, puntos

blandos o con huecos; en la forma, base cóncava, desgarres, colapsos; bajo volumen y encogimiento

2.5. Aplicaciones de la Goma Xanthan e Hidroxipropilmetilcelulosa en Productos de Panificación.

XANTHAN

La goma xantana, xanthan o goma santana es un polisacárido que se extrae de una bacteria. Se presenta en un polvo blanquecino. Las principales aplicaciones de la goma xanthan en alimentos se derivan del hecho de que cuando se dispersa en agua caliente o fría, las dispersiones acuosas resultantes son tixotrópicas.

En la industria de panificación, la goma xanthan se usa para aumentar la retención de agua durante el horneado y almacenamiento y extiende la vida de anaquel de productos de panadería y masas refrigeradas. En panes suaves la goma xanthan se puede utilizar también como sustituto de huevo, en particular se puede reducir el contenido de la clara de huevo sin afectar la apariencia y sabor. La goma xanthan inhibe la sinéresis y previene que la pasta absorba el relleno. En productos de panadería

y masas refrigeradas, aumenta la retención de humedad e inhibe la retrogradación, extendiendo así su vida de anaquel.

HIDROXIPROPILMETILCELULOSA

La hidroxipropilmetilcelulosa es una goma sintética producto de una modificación de celulosa, la cual es el compuesto químico más abundante. A pesar de ser un derivado de celulosa, presenta mayor solubilidad en agua fría que en caliente. Las soluciones del HPMC permiten la formación de películas, las cuales son solubles en agua pero insoluble en la mayoría de líquidos, su estabilidad se encuentra en un pH de 2-13.

La HPMC tiene usos muy diversos, principalmente como agente espesante, presenta la propiedad de gelación térmica, presenta resistencia a la absorción de grasa de alimentos que suelen freírse; además que debido a la propiedad de gelación térmica es reversible se ha empleado en productos horneados. En la industria panadera, la HPMC presenta superficies activas en su estructura que le otorgan características de hidratación-deshidratación durante cambios de temperatura. Además sus propiedades hidrofílicas, permite que actúe como emulsificante, espesante, y que incremente la humedad en la

miga. Se ha observado que la adición del HPMC mejora el volumen del pan debido a que al hidratar sus cadenas, expuestas a altas temperaturas presenta una fuerte interacción consecuentemente se crea una cadena temporal, que se desintegra a medida que el producto se enfría por lo cual la expansión es mayor, la cadena formada da fuerzas a las células de gas en la masa y durante el horneado se expande con menor pérdida de gas, mejorando el volumen del pan.

CAPÍTULO 3

3. Materiales y Métodos

3.1 Materias Prima e Ingredientes

Harina de Arroz: La harina de arroz se obtuvo de la molienda del arroz blanco variedad INIAP 15, obtenida en la estación Boliche del INIAP.

Levadura: Se utilizó levadura marca Levapan (activa seca) “La Reposterita”. La levadura está compuesta por hongos microscópicos (*Saccharomyces Cervisiae*) y agua. Estos hongos son los responsables de la fermentación de la masa transformando los azúcares sencillos en otras sustancias como CO₂ y alcohol durante el

leudado, lo que dará sabor y aromas propios al pan, así como acondicionará la masa permitiéndole su aumento de volumen.

Azúcar Común: Se usó azúcar Valdez, es un compuesto químico y se constituye por carbono, hidrogeno y oxigeno, es el principal alimento para la levadura. Le da suavidad a los productos de panificación. También, ayuda a una rápida formación de la corteza del pan, debido a la caramelización del azúcar permitiendo que el calor del horno no ingrese directamente dentro del pan para que pueda cocinarse y para evitar la pérdida de agua.

Sal: Se uso sal común o cloruro de sodio (ClNa) marca cris-sal, es de granulación fina se disuelve fácilmente en el agua. Cumple diversas funciones como la de acentuar el sabor de la masa, favorecer la coloración de la corteza durante la cocción, fortalecer el gluten de las masas de pan haciéndolas más firmes y menos elásticas. Además, controla o reduce la actividad de la levadura, regulando la fermentación y aumentando la capacidad de retención de gas y de agua en la masa de panificación, si se usa de 1.5- 3%.

Grasa: Se utilizó aceite vegetal. Entre sus funciones básicas está la formación de una película lubricante que afecta la textura ablandando el producto horneado. (10)

Aditivos:

Goma Xanthan (E415): La xanthan se agrega a los alimentos para controlar la reología del producto final. El polímero produce un gran efecto sobre propiedades como la textura, liberación de aroma y apariencia, que contribuyen a la aceptabilidad del producto para su consumo.

Hidroxipropilmetilcelulosa (E464): se usó el Methocel K4M, el cual lo utiliza como agente espesante, como producto de relleno, fibra dietética, agente antigrumoso y emulsificante.

3.2 Ensayos y Técnicas

Se realizó análisis físicos y reológicos de la masa donde se analizó volumen y viscoelasticidad respectivamente.

3.2.1 Análisis Físico

En el análisis físico se realizó con la medición del volumen considerando el peso presentado por cada pan realizado, para determinar su respectivo volumen específico.

3.2.1.1 Volumen del Pan

Este parámetro se evaluó mediante el método de desplazamiento (Figura 3.1) , En el cual se usó semillas de mostaza, que consiste en llenar un recipiente con las mismas, Posteriormente, se introduce el pan hasta rebozar las semillas, las que sobren se las colocan en una probeta y a continuación se lee el volumen en centímetros cúbicos. Después, se pesa el pan en gramos. Para poder determinar el volumen específico del pan se divide el volumen (cc) obtenido anteriormente con el peso del pan (g). Esta prueba se hizo por duplicado.



Figura 3.1: Método de desplazamiento para análisis del volumen del pan

Elaborado por: Katty Morán y Karen Soledispa, 2013

3.2.2 Análisis Reológicos

La reología estudia la deformación y el flujo de la materia, bajo la influencia de una fuerza mecánica aplicada. Todos los alimentos presentan diferentes comportamientos reológicos ya sean líquidos o sólidos. Sin embargo, existen productos con un comportamiento comprendiendo entre estos dos extremos. Los alimentos que presentan un comportamiento de fluido viscoso y sólido elástico, son denominados viscoelásticos. (14)

La naturaleza viscosa, conocida como módulo viscoso G'' y la naturaleza del gel es conocido como módulo elástico ó elasticidad G' ; se lo puede determinar y analizar mediante el uso de la computadora que está conectada con el reómetro.

Para determinar la viscoelasticidad se obtuvieron datos de G' y G'' ; estos datos fueron medidos con el reómetro donde se presento:

El valor de G' que representa el módulo de almacenamiento o elasticidad en la masa para pan y está asociado con la energía almacenada en el material. (9)

El valor de G'' que representa el módulo de pérdidas o la viscosidad en la masa está asociado con la energía disipada por el material. La relación que existe entre la energía disipada y la almacenada por el material y de la viscoelasticidad del mismo se lo define como la tangente de pérdidas $\tan \delta$, por lo que δ es un parámetro indicativo que representa el desfase existente entre el esfuerzo y la deformación.

El análisis de ambos módulos sirve para determinar el comportamiento de la masa, si G' es mayor que G'' ($\tan \delta < 1$) la masa presenta un comportamiento elástico; caso contrario si

G' es menor que G'' implica que prevalece el módulo viscoso sobre el módulo elástico. (9)

3.2.2.1 Reología de la Masa

Las propiedades reológicas de la masa sin gluten fueron medidas en el laboratorio LEMAT de la FIMCP-ESPOL mediante el uso de un reómetro marca Kinexus pro (Figura 3.2.). Se utilizó una geometría de placas paralelas (40 mm de diámetro y 2 mm de espesor). Todas las pruebas se realizaron a 25°C.

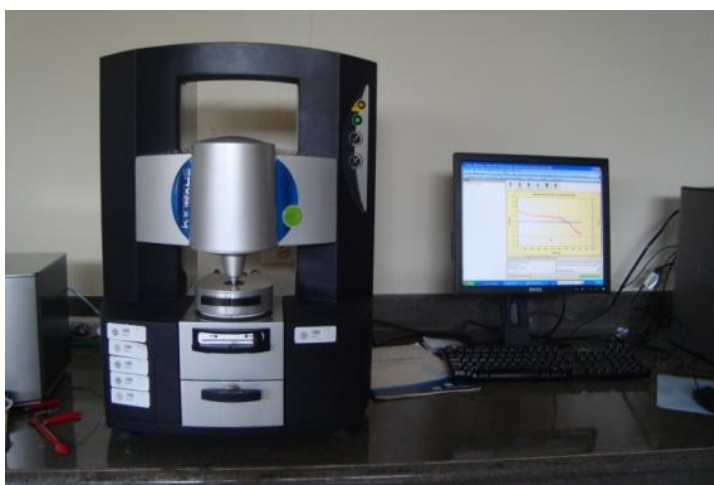


Figura 3.2: Mediciones Reológicas en el Reómetro Kinexus Pro

Elaborado por: Katty Morán y Karen Soledispa, 2013

Las muestras de masas fueron preparadas sin adición de levadura para evitar la interferencia de la formación de burbujas. Las pruebas realizadas en el reómetro fueron para determinar los valores de los módulos elásticos G' y viscosos G'' . Cada ensayo se realizó con muestra de masas diferentes, por duplicado.

3.3 Diseño de Experimento

El diseño de experimentos (DOE) se realizó mediante un análisis factorial, el cuál es un método para determinar si los factores a analizar influyen en la variable respuesta (volumen específico); se analizó por medio de una gráfica de efectos principales, donde se comparó el resultado que ejercen los diferentes porcentajes de distintas gomas en el incremento del volumen del pan de arroz con un nivel de significancia del 5%.

3.4 Elaboración del pan de Arroz Tipo Molde

El método de la elaboración y formulación se realizó con la metodología descrita por Marcos y Rosell (2008).

3.4.1 Diagrama de Flujo

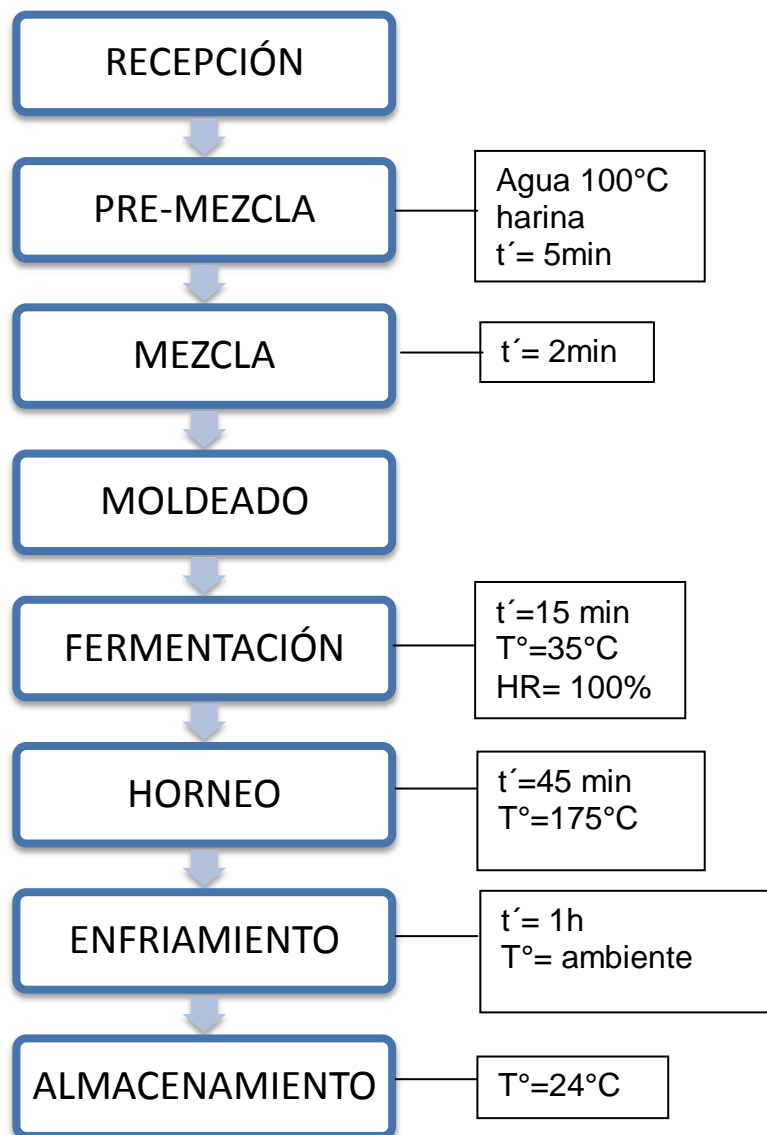


Figura 3.3: Diagrama de flujo para la elaboración de pan de arroz

Elaborado por: Katty Morán y Karen Soledispa, 2013

3.4.2 Descripción de Operaciones

- **Recepción de Materia Prima:** se receipta la materia prima (harina de arroz) tomando en cuenta condiciones de almacenamiento a temperatura ambiente y con ventilación, características organolépticas y peso.
- **Pre-mezcla:** se realiza una pre mezcla con harina y agua a 100°C durante 5 minutos. Luego se deja enfriar la masa hasta 30°C con ayuda de una batidora.
- **Mezcla:** a la pre-mezcla se le añade resto de ingredientes y se sigue batiendo por 2 minutos más.
- **Moldeado:** una vez realizado el proceso anterior se coloca en sus respectivos moldes 200g en cada uno.
- **Fermentación:** se deja fermentar en una incubadora a temperatura de 35°C por 15 minutos y a una Humedad Relativa del 100%.
- **Horneo:** en esta etapa se pre-calienta el horno a 175°C una vez obtenida la temperatura deseada se procede a realizar el horneado por 45-50 minutos.
- **Enfriamiento:** se deja enfriar a temperatura ambiente por una hora y se coloca en bolsas de polipropileno.

- **Almacenamiento:** se almacena a 24°C por 24 horas para proceder a la realización de los análisis. El almacenamiento del pan será de tiempo de vida útil corto ya que se trata de un producto perecedero

CAPÍTULO 4

4. ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1 Efecto de la Goma Xanthan en el Pan de Arroz

La adición de diferentes concentraciones de goma xanthan (0.5% y 1%) en la formulación de pan de arroz influyó tanto en el volumen específico como en la relación ancho/alto del producto. En la Tabla 2 se presentan los resultados obtenidos de los parámetros realizados.

TABLA 2

**ANÁLISIS DE VOLUMEN ESPECÍFICO Y RELACIÓN ANCHO
ALTO DE LA GOMA XANTHAN**

Muestra XANTHAN	volumen especifico	Relación ancho/alto
0.5%	1,19± 0.007	1.96± 0.012
0.5%	1,19±0.01	1.86±0.11
1%	1,15±0.02	1.63±0.15
1%	1,20±0.15	1.71±0.22

Elaborado por: Katty Morán y Karen Soledispa, 2013

El análisis ANOVA indicó que no hay diferencia estadística en el volumen del pan mediante el empleo de goma xanthan. Esto se debe a que la goma xanthan no pudo retener el CO₂ de forma eficiente durante la fermentación y el horneado.

Los panes con 0.5% de goma xanthan presentaron una relación ancho/alto mayor indicando que este es un pan plano y compacto. Además, visualmente tiene una apariencia no deseada y su corteza no está bien proporcionada en comparación a los panes con 1% de goma xanthan que presentaron más altura. (Figura 4.1)



Figura 4.1: Relación Ancho Alto de la Goma Xanthan

Elaborado por: Katty Morán Karen Soledispa, 2013

Con respecto al análisis reológico se estudió el comportamiento de las masas de los panes tomando en cuenta el módulo elástico o de almacenamiento G' , el módulo de pérdidas o módulo viscoso G'' y su relación tangente de pérdidas $\tan \delta$.

A continuación, se muestran las curvas de goma xanthan al 0.5% (Figura 4.2) y las curvas de goma xanthan al 1% (Figura 4.3), las cuales mostraron un comportamiento similar para ambos porcentajes de goma xanthan (0.5%-1%). Así también, se observó que las masas estudiadas se encuentran dentro del rango establecido de (0-90) para considerarlo viscoelástico. El módulo elástico G' y el módulo viscoso G'' aumentaron levemente con la frecuencia y comienzan a adoptar un comportamiento de gel ($G' > G''$). Es decir, las masas del pan de arroz mostraron un comportamiento más elástico que viscoso y con una red estructural tipo gel.

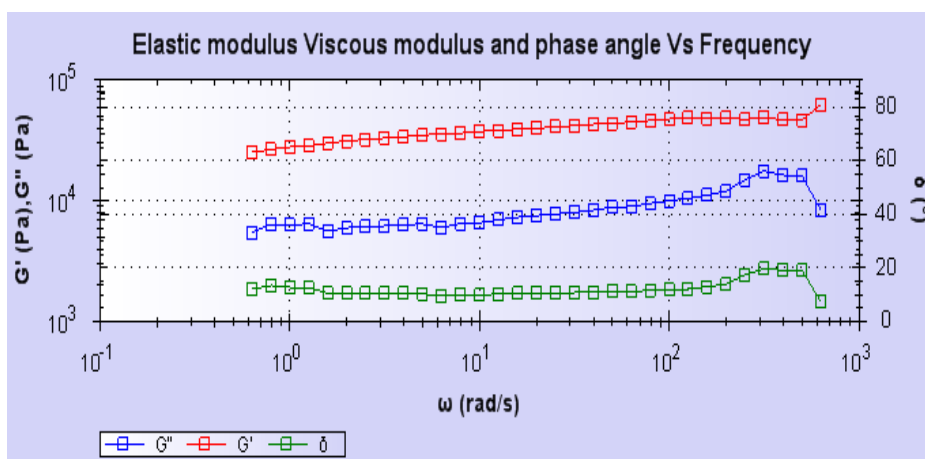


Figura 4.2: Modo Elástico vs la Frecuencia en la goma Xanthan al 0.5%

Elaborado por: Katty Morán y Karen Soledispa, 2013

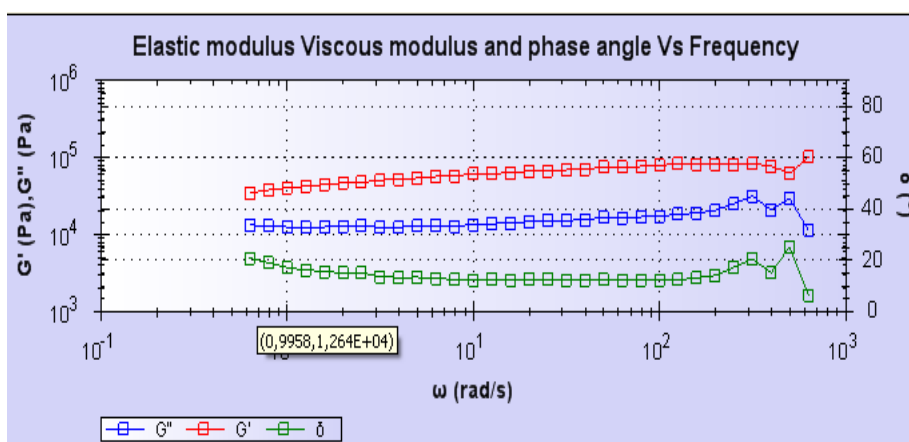


Figura 4.3: Modo Elástico vs la Frecuencia en la goma Xanthan al 1%

Elaborado por: Katty Morán y Karen Soledispa, 2013

4.2 Efecto del Hidroxipropilmetilcelulosa en el Pan de Arroz

Se observó que al adicionar HPMC al 2% el pan de arroz tuvo un aumento significativo con un ($p < 0.05$) en el volumen específico a comparación con HPMC al 1%. El HPMC mejoró las masas al formar una especie de red semejante a la estructura del gluten consiguiendo de esta forma la encapsulación de gas durante el proceso de fermentación y horneado. Además, el incremento de volumen específico favoreció la relación ancho/alto. En la tabla 3 se muestra los resultados de los parámetros medidos.

TABLA 3

ANÁLISIS DE VOLUMEN ESPECÍFICO DEL HPMC

Muestra HPMC	volumen especifico	Relación ancho/alto
1%	1,88± 0.14	1.51± 0.01
1%	1,85±0.09	1.52±0.23
2%	1,91±0.27	1.38±0.03
2%	1,91±0.01	1.44±0.17

Elaborado por: Katty Morán y Karen Soledispa, 2013

La relación ancho/alto de los panes de arroz con la adición de HPMC, presentó una mejor proporción en su estructura y su miga. Al comparar los resultados obtenidos de HPMC al 1% y 2%, se observó que el uso de 2% de HPMC tuvo una relación ancho/alto menor, lo cual demostró que estos panes presentaron mayor altura que al usar 1% de HPMC (Figura 4.4).

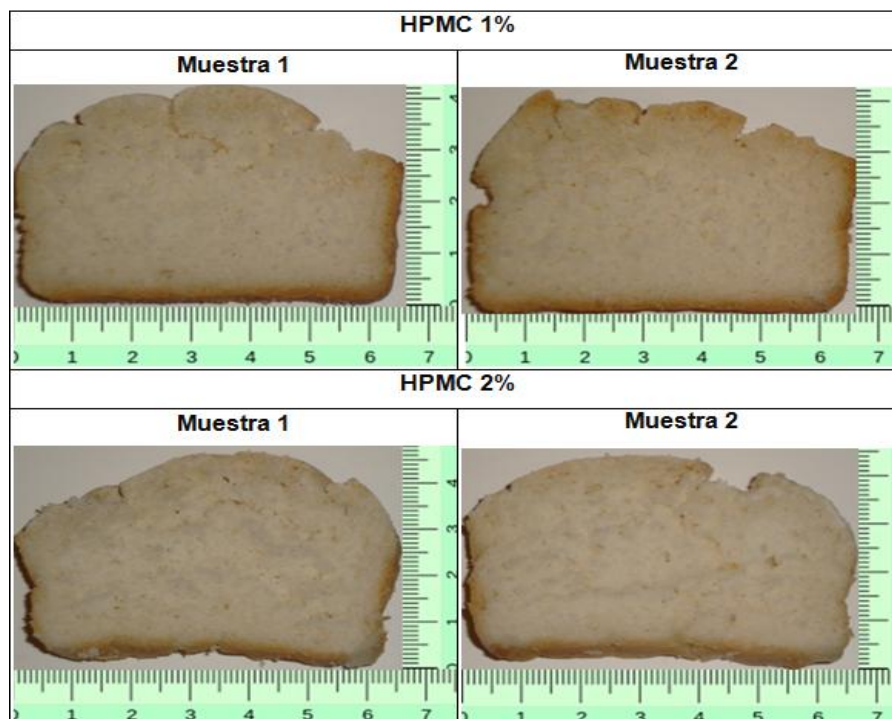


Figura 4.4: Relación Ancho Alto del HPMC

Elaborado por: Katty Morán Karen Soledispa, 2013

En el estudio del comportamiento de la masa se observó que las curvas (Figura 4.5 y 4.6) son similares para ambos porcentajes de HPMC (1%-2%). A demás, el módulo elástico G' es mayor que el módulo viscoso G'' y ambos se incrementan levemente con relación a la frecuencia, lo que indica que las masas presentaron un comportamiento más elástico que viscoso.

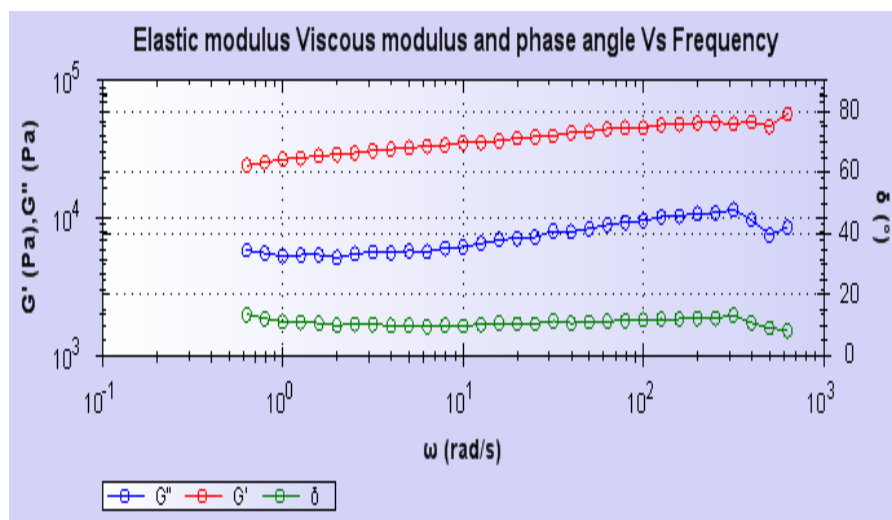


Figura 4.5: Modo Elástico vs la Frecuencia en el HPMC al 1%

Elaborado por: Katty Morán y Karen Soledispa

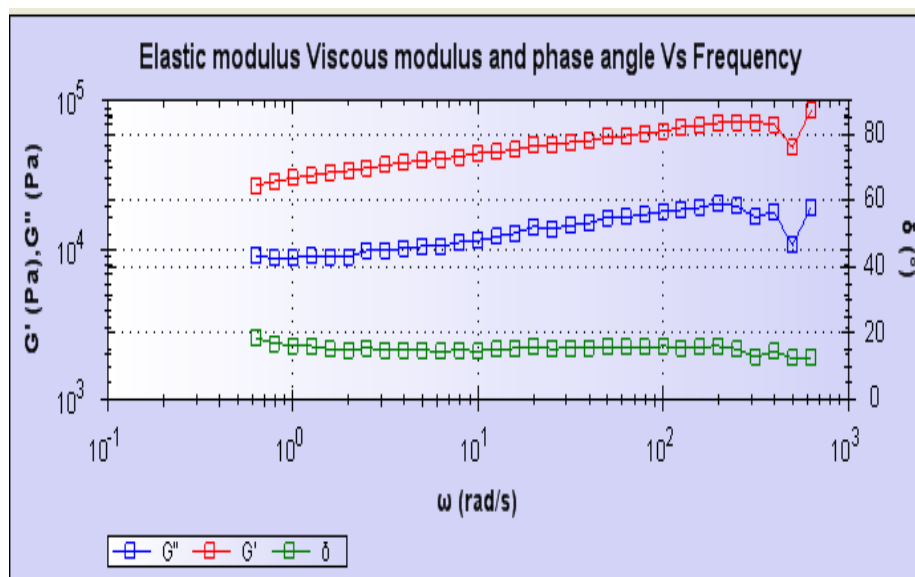


Figura 4.6: Modo Elástico vs la Frecuencia en el HPMC AL 2%

Elaborado por: Katty Morán y Karen Soledispa, 2013

DISEÑO DE EXPERIMENTO

En el gráfico (figura 4.7) se muestran los efectos principales del volumen específico para cada tipo y concentración de hidrocoloide. El mejor resultado obtenido de este parámetro fue la prueba realizada con HPMC al 2% con un ($p < 0.05$)

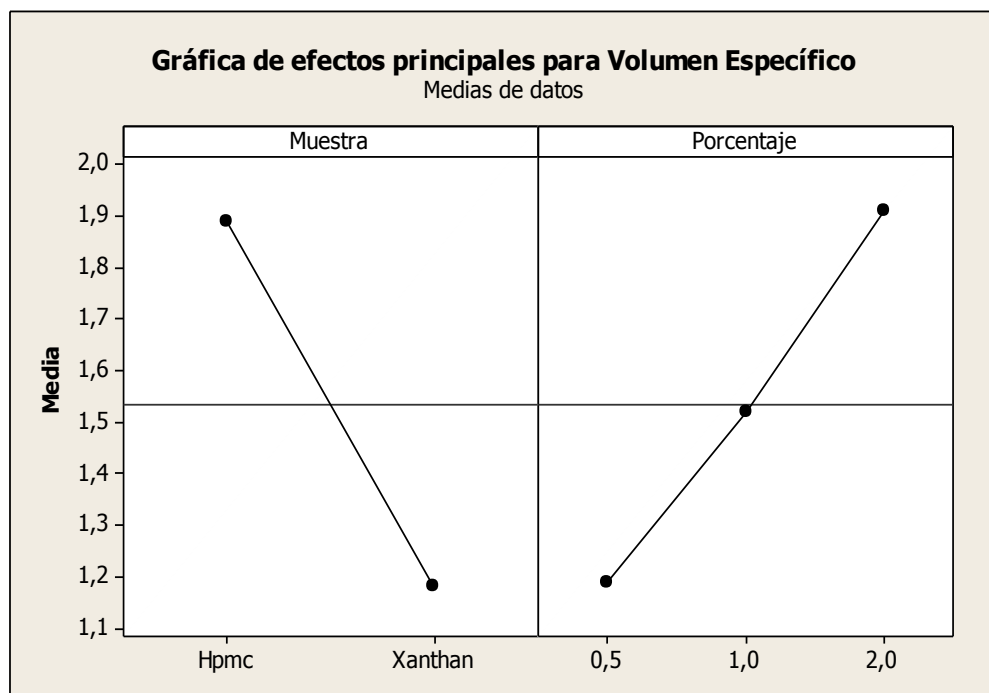


FIGURA 4.7: Gráfico de efectos principales para volumen específico

Elaborado por: Katty Morán y Karen Soledispa, 2013

4.3 Discusión

Las masas de pan que se elaboraron con goma xanthan y HPMC mostraron un comportamiento muy similar en los parámetros de

módulos elásticos, módulos viscosos y su relación tangente de pérdidas $\tan \delta$.

Se observó que las masas presentaron una deformación viscoelástica lineal y un leve aumento en el valor de los módulos a medida que se incrementa la frecuencia. Además, el módulo elástico G' fue mayor que el módulo viscoso G'' por lo que las masas adoptaron un comportamiento de gel.

A pesar de observarse un comportamiento reológico similar en las masas, sus características físicas presentaron diferencias significativas con un ($p < 0.05$) en su relación ancho/alto y volumen específico en los panes analizados.

Esto se debe a que al utilizar goma xanthan no se formó una estructura tipo red suficientemente fuerte para encapsular el gas formado durante la fermentación, por la cual la masa colapsó durante el horneado, obteniendo panes con bajos volúmenes específicos y una miga muy apretada. Sin embargo, los panes elaborados con HPMC al 2% visualmente mostraron una mejor estructura, una buena apariencia y mejor miga con un volumen específico mayor al obtenido con HPMC al 1%.

En general, se observó que los panes con 2% de HPMC mostraron mayor volumen en la elaboración de pan de arroz, dándole una mejor estabilidad a la masa durante la cocción obteniendo una textura más suave que los panes elaborados con goma xanthan.

CAPÍTULO 5

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. Los diferentes porcentajes y tipos de gomas (HPMC y xanthan) influyen en el volumen específico del pan de arroz, con un nivel de significancia del 5%.
2. El uso de HPMC al 2% fue la mejor alternativa para la elaboración de pan de arroz, debido a que estos formaron una especie de red suficientemente fuerte para retener el gas durante el leudado, presentando un incremento en el volumen y una textura al tacto más suave.

3. Los panes elaborados con goma xanthan al 0.5% y 1% y HPMC al 1% obtuvieron volúmenes bajos. Con una corteza visualmente no agradable y una miga más apretada a comparación con el uso de HPMC al 2%.
4. Las masas del pan con la adición de HPMC y goma xanthan, mostraron un comportamiento viscoelástico similar en los parámetros del módulo elástico, módulo viscoso y su relación tangente pérdida. Es decir, no hubo diferencia significativa entre las masas.
5. Todas las muestras de masas presentaron una gráfica donde el módulo elástico G' es mayor que el módulo viscoso G'' , lo que indica que las masas son mucho más elásticas que viscosas, adoptando un comportamiento de gel.

APÉNDICES

APÉNDICE A

OMA	PORCENTAJE DE GOMA	PESO	VOLUMEN	VOLUMEN ESPECIFICO	RELACION ANCHO/ALTO
xanthan	0,5	168,00	200	1,19	1.96
xanthan	0,5	160,00	190	1,19	1.86
xanthan	1	173,99	200	1,15	1.63
xanthan	1	174,61	210	1,20	1.71
hpmc	1	122,53	230	1,88	1.51
hpmc	1	118,97	220	1,85	1.52
hpmc	2	164,61	315	1,91	1.38
hpmc	2	170,31	325	1,91	1.44

APÉNDICE B

Modelo lineal general: Volumen Específico vs. Muestra

Factor	Tipo	Niveles	Valores
Muestra	fijo	4	1. 2. 3. 4

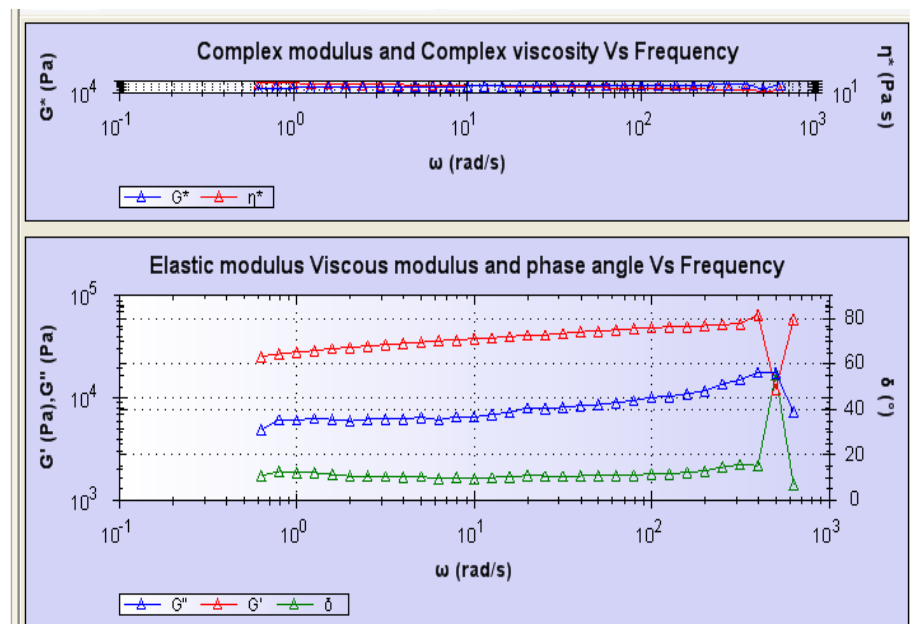
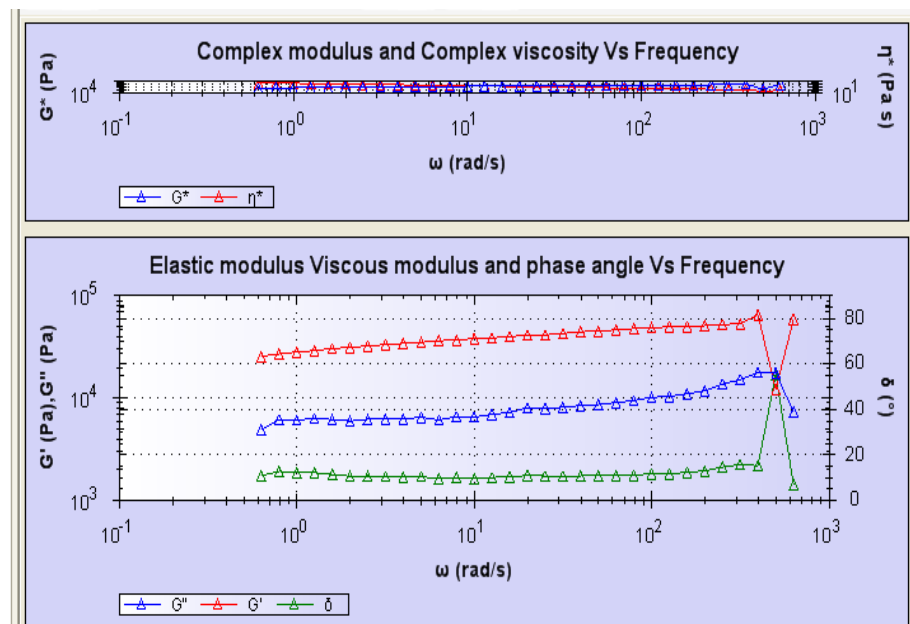
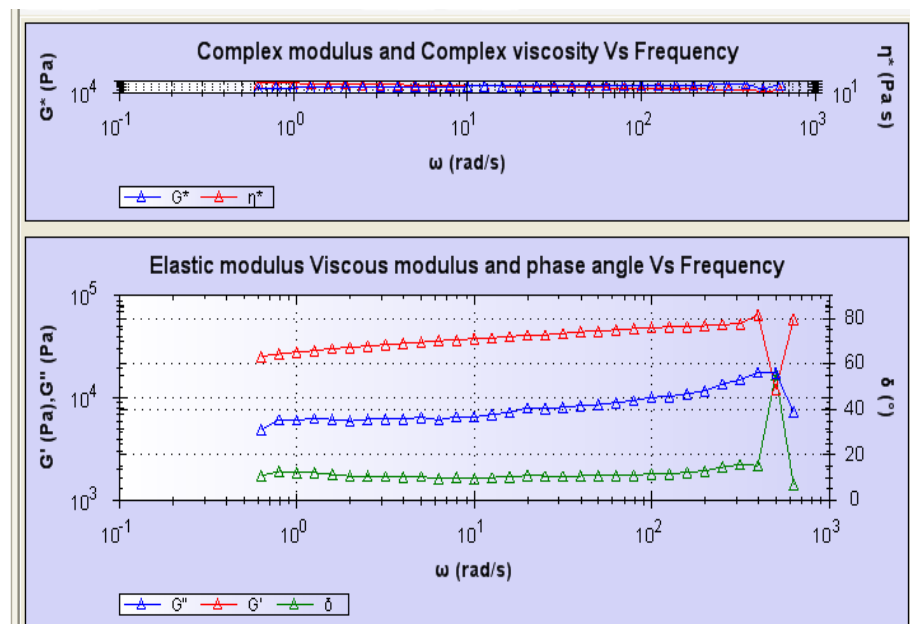
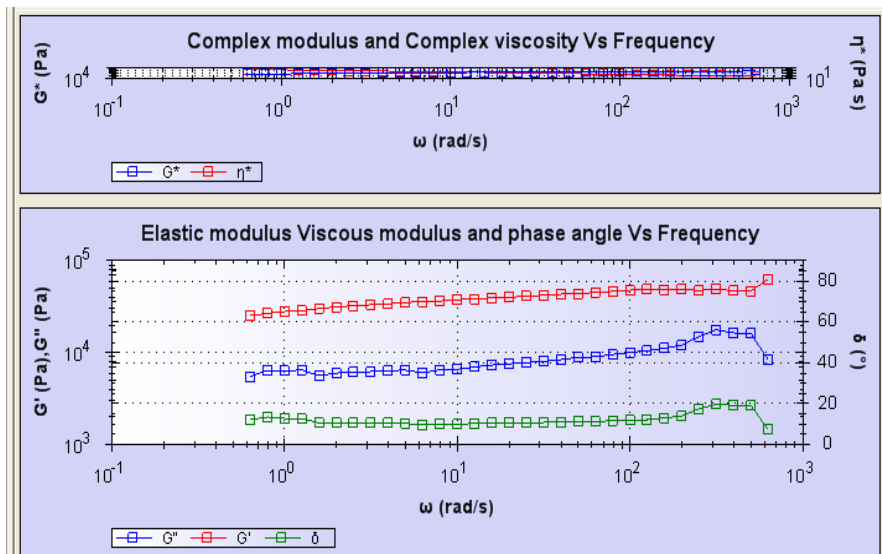
Análisis de varianza para Volumen Específico, utilizando SC ajustada para pruebas

Fuente	GL	SC Sec.	SC Ajust.	CM Ajust.	F	P
Muestra	3	0,99513	0,99513	0,33171	728,24	0,000
Error	4	0,00182	0,00182	0,00046		
Total	7	0,99695				

S = 0,0213422 R-cuad. = 99,82% R-cuad. (ajustado) = 99,68%

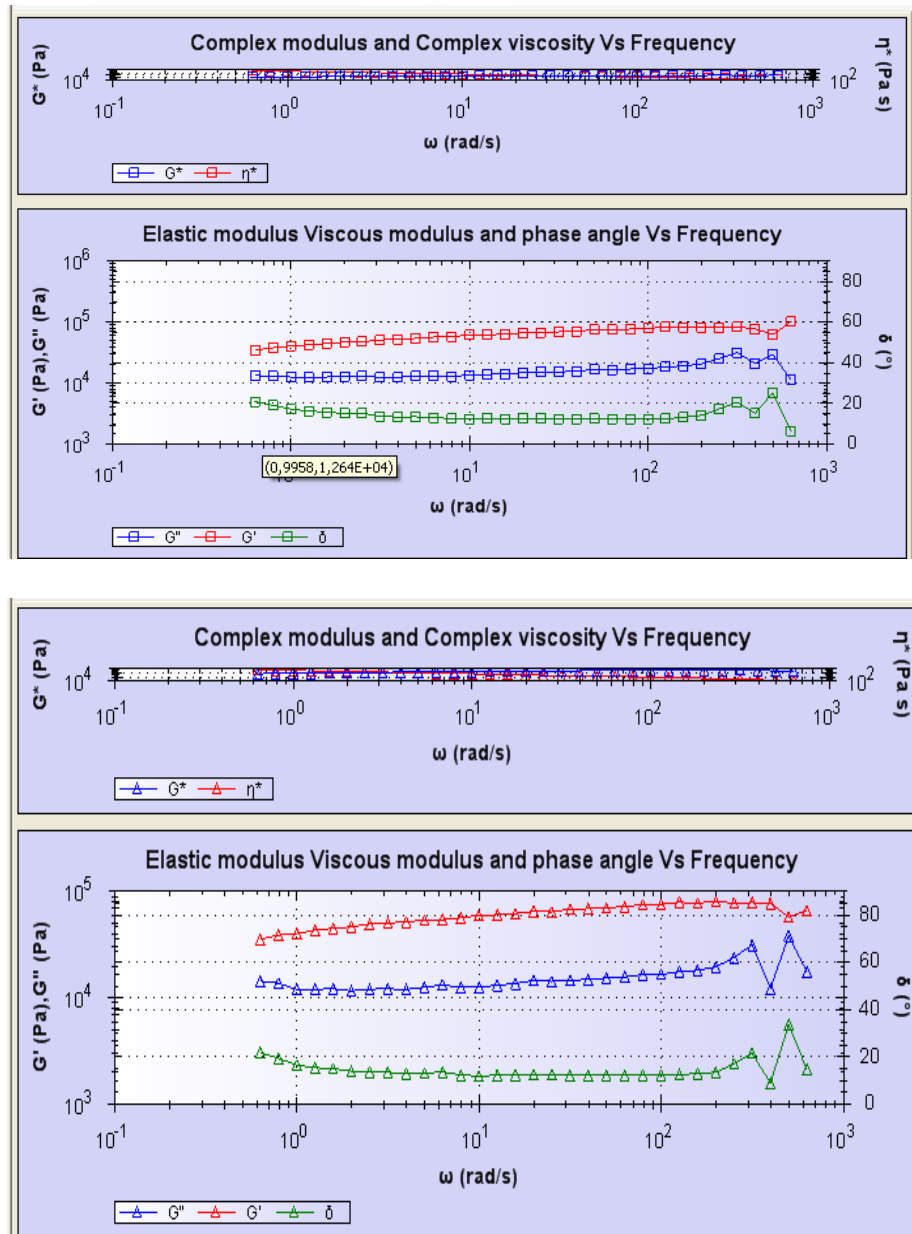
APÉNDICE C 1

XANTHAN 0.5%



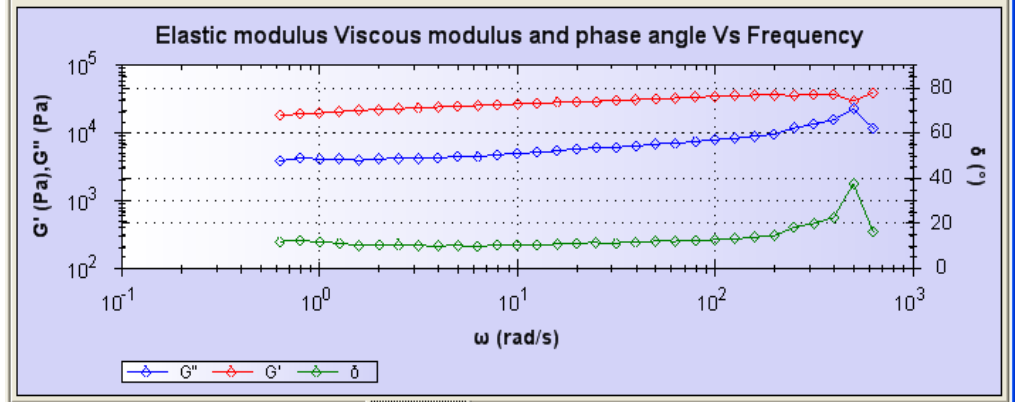
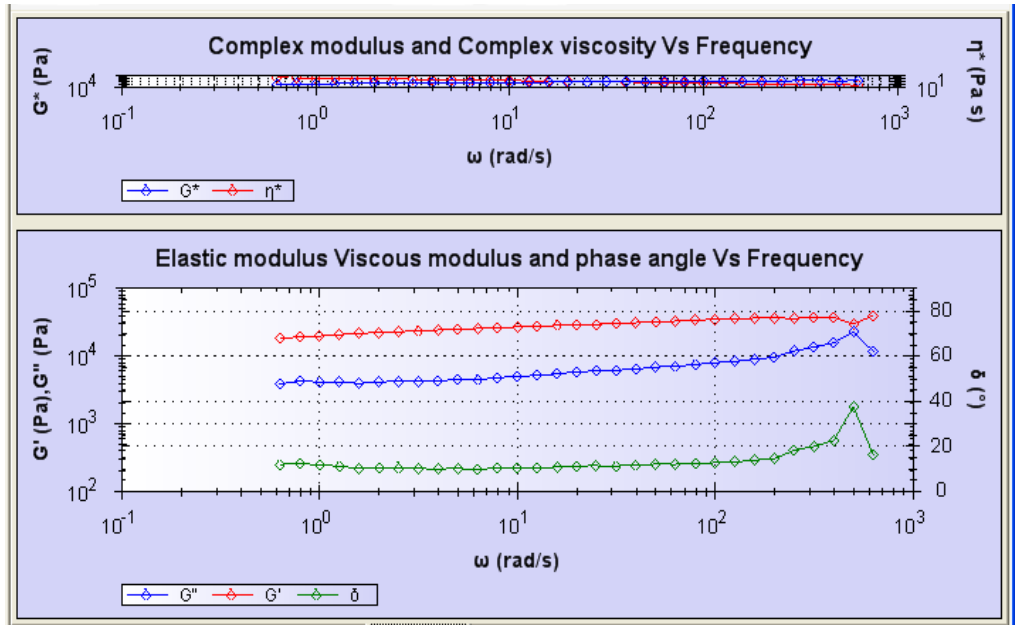
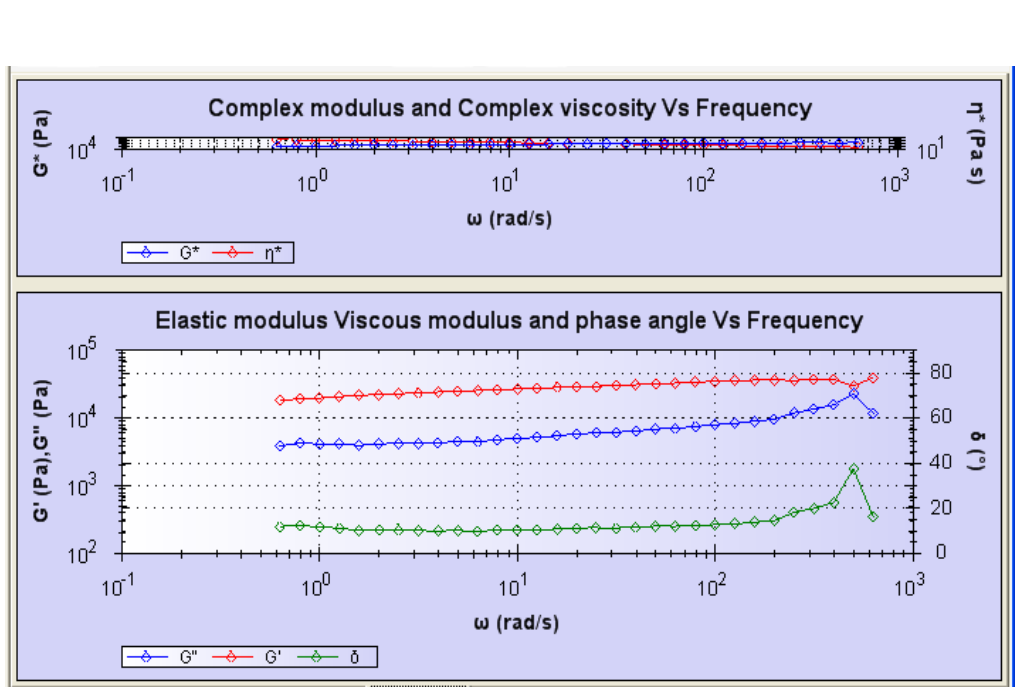
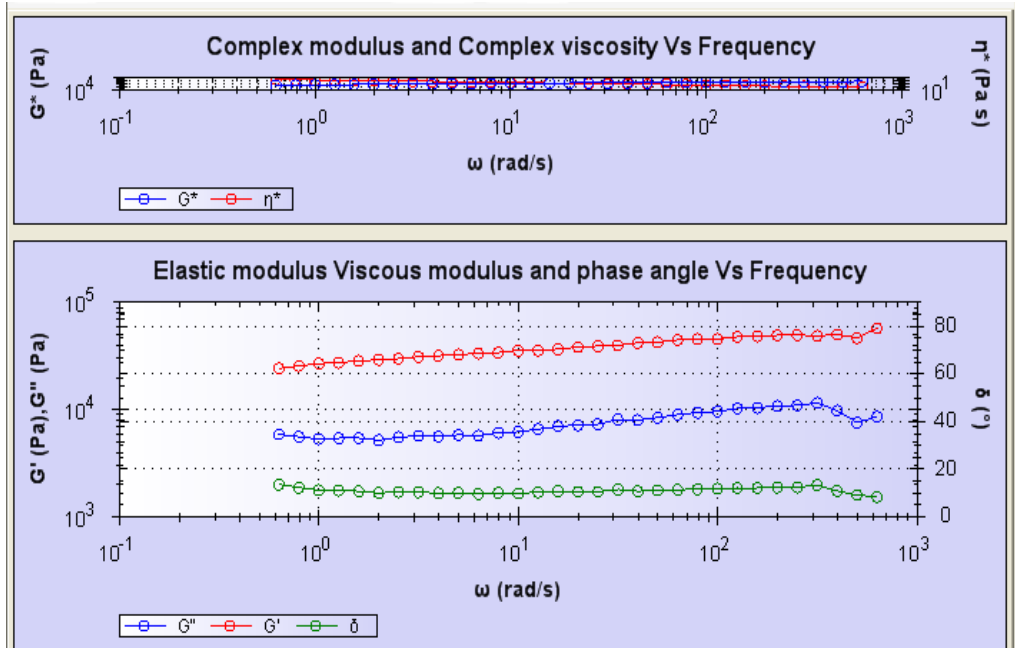
APÉNDICE C2

XANTHAN 1%



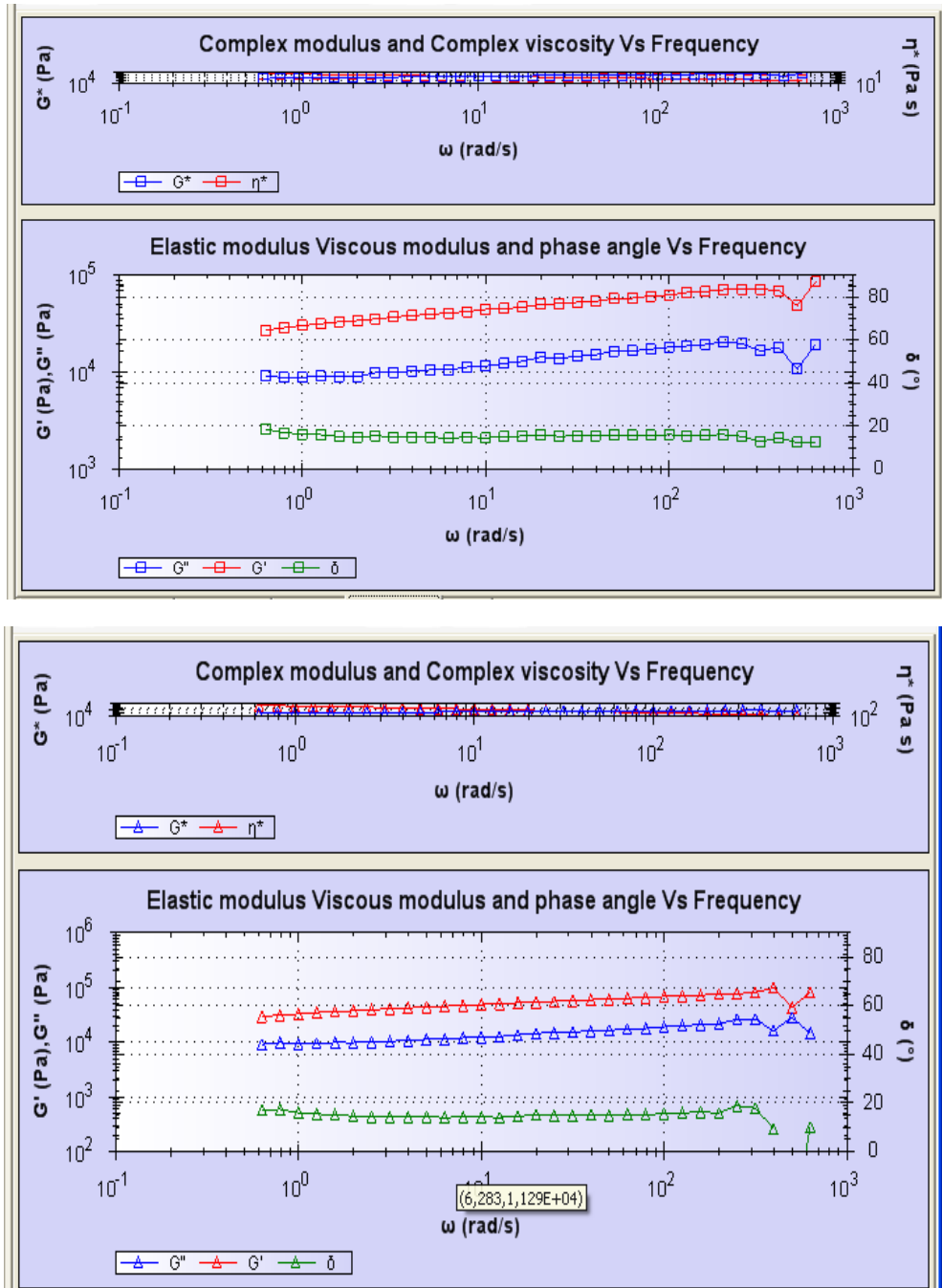
APÉNDICE D1

HPMC 1%



APÉNDICE D1

HPMC 2%



APÉNDICE E1

Ind.	samp.	Actn.	temp (s)	t(s)	T(°C)	Y (%)	σ (Pa)	G' (Pa.s)	G'' (Pa.s)	G''' (Pa.s)	η' (Pa.s)	δ (°)	F(N)	g(mm)	τ (Nm)	Θ_{abs} (rad)	HD (%)	ω (rad/s)
1	Xanthan 0.5% prueba	Oscillation frequency table	410,9	70	25	0,091313	23,74	2,60E+04	2,54E+04	5,47E+03	4,14E+04	12,16	20,36	0,2382	3,98E-04	0,6492	0,4497	0,6283
2	Xanthan 0.5% prueba	Oscillation frequency table	486,9	145,9	25	0,093546	25,61	2,74E+04	2,66E+04	6,39E+03	3,46E+04	13,49	20,2	0,2371	4,29E-04	0,6493	0,4117	0,791
3	Xanthan 0.5% prueba	Oscillation frequency table	559,6	218,6	25	0,094585	27,09	2,86E+04	2,79E+04	6,35E+03	2,88E+04	12,8	20,29	0,2357	4,54E-04	0,6493	0,3698	0,9958
4	Xanthan 0.5% prueba	Oscillation frequency table	619,8	278,8	25	0,097216	28,55	2,94E+04	2,87E+04	6,46E+03	2,34E+04	12,71	20,2	0,235	4,78E-04	0,6493	0,2364	1,254
5	Xanthan 0.5% prueba	Oscillation frequency table	671,6	330,6	25	0,095703	29,24	3,06E+04	3,00E+04	5,64E+03	1,94E+04	10,63	20,23	0,2343	4,90E-04	0,6493	0,07913	1,578
6	Xanthan 0.5% prueba	Oscillation frequency table	715,9	375	25	0,0971	31,03	3,20E+04	3,14E+04	5,99E+03	1,61E+04	10,8	20,35	0,2336	5,20E-04	0,6493	0,2777	1,987
7	Xanthan 0.5% prueba	Oscillation frequency table	751,1	410,2	25	0,094903	31,27	3,30E+04	3,24E+04	6,19E+03	1,32E+04	10,82	20,14	0,2336	5,24E-04	0,6492	0,3619	2,501
8	Xanthan 0.5% prueba	Oscillation frequency table	783,1	442,1	25	0,096468	32,54	3,37E+04	3,32E+04	6,20E+03	1,07E+04	10,6	19,99	0,2336	5,45E-04	0,6492	0,3676	3,149
9	Xanthan 0.5% prueba	Oscillation frequency table	810	469,1	25	0,094915	32,81	3,46E+04	3,40E+04	6,35E+03	8,72E+03	10,58	20,31	0,2327	5,50E-04	0,6492	0,3727	3,964
10	Xanthan 0.5% prueba	Oscillation frequency table	832,7	491,8	25	0,096322	34,28	3,56E+04	3,50E+04	6,45E+03	7,13E+03	10,44	20,21	0,2327	5,74E-04	0,6493	0,3419	4,991
11	Xanthan 0.5% prueba	Oscillation frequency table	853,8	512,8	25	0,096931	35,24	3,64E+04	3,59E+04	6,02E+03	5,79E+03	9,53	20,12	0,2327	5,90E-04	0,6493	0,2928	6,283
12	Xanthan 0.5% prueba	Oscillation frequency table	872,1	531,1	25	0,095225	35,17	3,69E+04	3,64E+04	6,50E+03	4,67E+03	10,13	20,06	0,2327	5,89E-04	0,6493	0,576	7,91
13	Xanthan 0.5% prueba	Oscillation frequency table	888,6	547,6	25	0,096275	36,75	3,82E+04	3,76E+04	6,58E+03	3,83E+03	9,93	20,04	0,2327	6,16E-04	0,6492	0,5697	9,958
14	Xanthan 0.5% prueba	Oscillation frequency table	903,7	562,8	25	0,096053	37,43	3,90E+04	3,83E+04	7,00E+03	3,11E+03	10,35	19,97	0,2327	6,27E-04	0,6493	0,3942	12,54
15	Xanthan 0.5% prueba	Oscillation frequency table	918,1	577,2	25	0,096275	38,41	3,99E+04	3,92E+04	7,32E+03	2,53E+03	10,57	19,93	0,2327	6,44E-04	0,6493	0,1768	15,78
16	Xanthan 0.5% prueba	Oscillation frequency table	931,4	590,5	25	0,095859	38,83	4,05E+04	3,98E+04	7,56E+03	2,04E+03	10,76	19,88	0,2327	6,51E-04	0,6492	0,476	19,87
17	Xanthan 0.5% prueba	Oscillation frequency table	944	603,1	25	0,095279	39,88	4,19E+04	4,11E+04	7,79E+03	1,67E+03	10,72	19,98	0,2322	6,68E-04	0,6492	0,09142	25,01
18	Xanthan 0.5% prueba	Oscillation frequency table	956,2	615,3	25	0,094976	40,62	4,28E+04	4,20E+04	8,05E+03	1,36E+03	10,85	19,93	0,2322	6,81E-04	0,6493	0,4571	31,49
19	Xanthan 0.5% prueba	Oscillation frequency table	968	627	25	0,094093	41,3	4,39E+04	4,31E+04	8,36E+03	1,11E+03	10,97	19,89	0,2321	6,92E-04	0,6493	0,0572	39,64
20	Xanthan 0.5% prueba	Oscillation frequency table	979,3	638,4	25	0,093728	41,93	4,47E+04	4,39E+04	8,86E+03	896,4	11,43	19,99	0,2318	7,03E-04	0,6492	0,2329	49,91
21	Xanthan 0.5% prueba	Oscillation frequency table	990,5	649,5	25	0,091473	42,04	4,60E+04	4,51E+04	9,02E+03	731,5	11,32	19,95	0,2318	7,05E-04	0,6493	0,1715	62,83
22	Xanthan 0.5% prueba	Oscillation frequency table	1,00E+03	660,4	25	0,089281	42,22	4,73E+04	4,63E+04	9,55E+03	597,8	11,64	20,06	0,2314	7,07E-04	0,6493	0,2737	79,1
23	Xanthan 0.5% prueba	Oscillation frequency table	1,01E+03	671,1	25	0,086203	42,01	4,87E+04	4,77E+04	1,01E+04	489,4	11,92	20,06	0,2314	7,04E-04	0,6493	0,349	99,58
24	Xanthan 0.5% prueba	Oscillation frequency table	1,02E+03	681,6	25	0,08125	40,39	4,97E+04	4,86E+04	1,05E+04	396,5	12,17	20,03	0,2314	6,77E-04	0,6493	0,6454	125,4
25	Xanthan 0.5% prueba	Oscillation frequency table	1,03E+03	692,1	25	0,071736	35,46	4,94E+04	4,82E+04	1,12E+04	313,2	13,05	20,01	0,2314	5,94E-04	0,6493	0,6638	157,8
26	Xanthan 0.5% prueba	Oscillation frequency table	1,04E+03	702,5	25	0,057312	28,67	5,00E+04	4,86E+04	1,21E+04	251,8	13,93	19,98	0,2314	4,80E-04	0,6493	0,3318	198,7
27	Xanthan 0.5% prueba	Oscillation frequency table	1,05E+03	712,8	25	0,041726	20,75	4,97E+04	4,74E+04	1,50E+04	198,8	17,51	19,96	0,2314	3,48E-04	0,6493	0,7934	250,1
28	Xanthan 0.5% prueba	Oscillation frequency table	1,06E+03	723,1	25	0,027825	14,53	5,22E+04	4,91E+04	1,77E+04	165,8	19,76	19,93	0,2314	2,43E-04	0,6493	1,399	314,9
29	Xanthan 0.5% prueba	Oscillation frequency table	1,07E+03	733,3	25	0,015717	7,824	4,98E+04	4,70E+04	1,64E+04	125,6	19,21	19,91	0,2314	1,31E-04	0,6493	1,81	396,4
30	Xanthan 0.5% prueba	Oscillation frequency table	1,08E+03	743,4	25	3,61E-03	1,788	4,96E+04	4,68E+04	1,62E+04	99,31	19,1	19,9	0,2314	3,00E-05	0,6492	0	499,1
31	Xanthan 0.5% prueba	Oscillation frequency table	1,10E+03	753,6	25	5,84E-03	3,671	6,29E+04	6,23E+04	8,37E+03	100,1	7,65	19,92	0,2311	6,15E-05	0,6492	0	628,3

APÉNDICE E2

indk.	samp.	Actn.	temp(s)	t(s)	T(C)	Y(%)	σ^2 (Pa)	G'(Pa.s)	G''(Pa.s)	G''(Pa.s)	η' (Pa.s)	δ (°)	F(N)	g(mm)	τ (Nm)	Θ_{abs} (rad)	HD(%)	ω (rad/s)
1	Xanthan 0.5% prueba 2	Oscillation frequency table	410	70	25	0,091988	23,95	2,60E+04	2,56E+04	4,92E+03	4,14E+04	10,89	20,08	0,1967	4,01E-04	0,6492	0,4901	0,6283
2	Xanthan 0.5% prueba 2	Oscillation frequency table	485,9	146	25	0,093923	26,03	2,77E+04	2,70E+04	6,15E+03	3,50E+04	12,82	19,91	0,1959	4,36E-04	0,6493	0,2193	0,791
3	Xanthan 0.5% prueba 2	Oscillation frequency table	558,6	218,6	25	0,096127	27,81	2,89E+04	2,83E+04	6,11E+03	2,91E+04	12,19	19,88	0,1951	4,66E-04	0,6493	0,1366	0,9958
4	Xanthan 0.5% prueba 2	Oscillation frequency table	618,8	278,8	25	0,096157	28,65	2,98E+04	2,91E+04	6,35E+03	2,38E+04	12,3	19,9	0,1944	4,80E-04	0,6493	0,3417	1,254
5	Xanthan 0.5% prueba 2	Oscillation frequency table	670,6	330,6	25	0,095125	29,62	3,11E+04	3,05E+04	6,17E+03	1,97E+04	11,43	19,92	0,1937	4,96E-04	0,6493	0,03809	1,578
6	Xanthan 0.5% prueba 2	Oscillation frequency table	714,9	375	25	0,095796	30,62	3,20E+04	3,14E+04	5,97E+03	1,61E+04	10,77	20,09	0,193	5,13E-04	0,6493	0,4459	1,987
7	Xanthan 0.5% prueba 2	Oscillation frequency table	750,2	410,2	25	0,09435	31,1	3,30E+04	3,24E+04	6,21E+03	1,32E+04	10,86	19,95	0,193	5,21E-04	0,6492	0,5261	2,501
8	Xanthan 0.5% prueba 2	Oscillation frequency table	782,1	442,1	25	0,097453	33,13	3,40E+04	3,34E+04	6,25E+03	1,08E+04	10,6	19,97	0,1925	5,55E-04	0,6492	0,2268	3,149
9	Xanthan 0.5% prueba 2	Oscillation frequency table	809	469,1	25	0,09556	33,31	3,49E+04	3,43E+04	6,26E+03	8,79E+03	10,34	20,28	0,1918	5,58E-04	0,6492	0,3283	3,964
10	Xanthan 0.5% prueba 2	Oscillation frequency table	831,8	491,8	25	0,09571	34,15	3,57E+04	3,51E+04	6,52E+03	7,15E+03	10,53	20,18	0,1918	5,72E-04	0,6493	0,3788	4,991
11	Xanthan 0.5% prueba 2	Oscillation frequency table	852,8	512,8	25	0,095479	35,16	3,68E+04	3,63E+04	6,11E+03	5,86E+03	9,55	20,1	0,1918	5,89E-04	0,6493	0,4391	6,283
12	Xanthan 0.5% prueba 2	Oscillation frequency table	871,1	531,2	25	0,09521	35,76	3,76E+04	3,70E+04	6,60E+03	4,75E+03	10,11	20,03	0,1918	5,99E-04	0,6493	0,4994	7,91
13	Xanthan 0.5% prueba 2	Oscillation frequency table	887,6	547,6	25	0,095214	36,91	3,88E+04	3,82E+04	6,55E+03	3,89E+03	9,73	19,94	0,1918	6,18E-04	0,6492	0,7031	9,958
14	Xanthan 0.5% prueba 2	Oscillation frequency table	902,7	562,7	25	0,095709	37,71	3,94E+04	3,88E+04	6,95E+03	3,14E+03	10,15	19,91	0,1917	6,32E-04	0,6492	0,1983	12,54
15	Xanthan 0.5% prueba 2	Oscillation frequency table	917	577	25	0,096205	38,92	4,05E+04	3,98E+04	7,28E+03	2,56E+03	10,37	20,05	0,1913	6,52E-04	0,6493	0,2173	15,78
16	Xanthan 0.5% prueba 2	Oscillation frequency table	930,3	590,4	25	0,095127	40,02	4,21E+04	4,13E+04	8,07E+03	2,12E+03	11,06	20	0,1913	6,71E-04	0,6493	0,838	19,87
17	Xanthan 0.5% prueba 2	Oscillation frequency table	943	603	25	0,095147	40,19	4,22E+04	4,15E+04	7,94E+03	1,69E+03	10,84	19,96	0,1913	6,73E-04	0,6492	0,5188	25,01
18	Xanthan 0.5% prueba 2	Oscillation frequency table	955,2	615,2	25	0,095201	41,46	4,36E+04	4,28E+04	8,15E+03	1,38E+03	10,78	19,91	0,1913	6,95E-04	0,6493	0,4933	31,49
19	Xanthan 0.5% prueba 2	Oscillation frequency table	966,9	627	25	0,093852	42,52	4,53E+04	4,45E+04	8,51E+03	1,14E+03	10,82	19,91	0,1912	7,13E-04	0,6493	0,194	39,64
20	Xanthan 0.5% prueba 2	Oscillation frequency table	978,3	638,3	25	0,092996	42,65	4,59E+04	4,50E+04	8,66E+03	918,9	10,88	19,93	0,1912	7,15E-04	0,6492	0,1524	49,91
21	Xanthan 0.5% prueba 2	Oscillation frequency table	989,4	649,5	25	0,090931	43,27	4,76E+04	4,67E+04	9,08E+03	757,3	11	19,89	0,1912	7,25E-04	0,6493	0,1473	62,83
22	Xanthan 0.5% prueba 2	Oscillation frequency table	1,00E+03	660,3	25	0,08912	43,49	4,88E+04	4,79E+04	9,46E+03	616,9	11,17	19,9	0,1911	7,29E-04	0,6492	0,2164	79,1
23	Xanthan 0.5% prueba 2	Oscillation frequency table	1,01E+03	671	25	0,086315	43,04	4,99E+04	4,88E+04	1,02E+04	500,7	11,8	19,92	0,191	7,21E-04	0,6493	0,5196	99,58
24	Xanthan 0.5% prueba 2	Oscillation frequency table	1,02E+03	681,5	25	0,080774	41,09	5,09E+04	4,98E+04	1,04E+04	405,8	11,81	19,89	0,191	6,89E-04	0,6493	0,8943	125,4
25	Xanthan 0.5% prueba 2	Oscillation frequency table	1,03E+03	692	25	0,071088	36,43	5,13E+04	5,01E+04	1,10E+04	324,7	12,42	19,9	0,1909	6,10E-04	0,6493	0,8294	157,8
26	Xanthan 0.5% prueba 2	Oscillation frequency table	1,04E+03	702,4	25	0,059293	31,05	5,24E+04	5,10E+04	1,18E+04	263,6	13,03	19,91	0,1908	5,20E-04	0,6493	0,5423	198,7
27	Xanthan 0.5% prueba 2	Oscillation frequency table	1,05E+03	712,7	25	0,045478	24,55	5,40E+04	5,22E+04	1,37E+04	215,8	14,73	19,91	0,1907	4,11E-04	0,6493	1,004	250,1
28	Xanthan 0.5% prueba 2	Oscillation frequency table	1,06E+03	723	25	0,030004	16,68	5,58E+04	5,35E+04	1,51E+04	176,6	15,8	19,9	0,1907	2,80E-04	0,6493	1,003	314,9
29	Xanthan 0.5% prueba 2	Oscillation frequency table	1,07E+03	733,2	25	0,011815	7,985	6,76E+04	6,52E+04	1,79E+04	170,5	15,33	19,91	0,1906	1,34E-04	0,6492	2,378	396,4
30	Xanthan 0.5% prueba 2	Oscillation frequency table	1,08E+03	743,4	25	3,25E-03	0,7007	2,16E+04	1,23E+04	1,77E+04	43,21	55,37	19,89	0,1906	1,17E-05	0,6493	0	499,1
31	Xanthan 0.5% prueba 2	Oscillation frequency table	1,09E+03	753,5	25	5,70E-03	3,388	5,94E+04	5,89E+04	7,35E+03	94,54	7,11	19,9	0,1905	5,68E-05	0,6492	0	628,3

APÉNCIDE F1

indk.	samp.	Actn.	tepx (s)	t(s)	T(C)	Y*(%)	σ^* (Pa)	G'(Pas)	G''(Pas)	G''(Pas)	η^* (Pas)	δ (°)	F(N)	g(mm)	τ (Nm)	Θ abs(rad)	HD(%)	ω (rad/s)
1	xanthan 1% prueba 1	Oscillation frequency table	455,1	70	25,01	0,090838	33,92	3,73E+04	3,49E+04	1,34E+04	5,94E+04	20,95	19,93	0,165	5,68E-04	0,6492	0,346	0,6283
2	xanthan 1% prueba 1	Oscillation frequency table	530,9	145,9	25	0,091104	36,61	4,02E+04	3,80E+04	1,31E+04	5,08E+04	19,04	19,93	0,163	6,13E-04	0,6493	0,5888	0,791
3	xanthan 1% prueba 1	Oscillation frequency table	603,6	218,6	25	0,095251	40,68	4,27E+04	4,08E+04	1,26E+04	4,29E+04	17,21	19,99	0,1611	6,82E-04	0,6493	0,215	0,9958
4	xanthan 1% prueba 1	Oscillation frequency table	663,8	278,8	25	0,094943	42,38	4,46E+04	4,28E+04	1,26E+04	3,56E+04	16,35	19,93	0,1599	7,10E-04	0,6493	0,4031	1,254
5	xanthan 1% prueba 1	Oscillation frequency table	715,6	330,6	25	0,094311	44,05	4,67E+04	4,50E+04	1,27E+04	2,96E+04	15,72	19,94	0,1591	7,38E-04	0,6493	0,1027	1,578
6	xanthan 1% prueba 1	Oscillation frequency table	760	374,9	25	0,095992	46,68	4,86E+04	4,69E+04	1,27E+04	2,45E+04	15,14	20,24	0,1579	7,82E-04	0,6493	0,3811	1,987
7	xanthan 1% prueba 1	Oscillation frequency table	795,2	410,1	25	0,094125	46,89	4,98E+04	4,81E+04	1,31E+04	1,99E+04	15,24	20,47	0,1569	7,86E-04	0,6492	0,5127	2,501
8	xanthan 1% prueba 1	Oscillation frequency table	827,1	442,1	25	0,097156	51,05	5,25E+04	5,10E+04	1,25E+04	1,67E+04	13,72	20,25	0,1568	8,55E-04	0,6492	0,4559	3,149
9	xanthan 1% prueba 1	Oscillation frequency table	854,1	469	25	0,095387	51,66	5,42E+04	5,27E+04	1,25E+04	1,37E+04	13,35	20,28	0,1563	8,66E-04	0,6492	0,5334	3,964
10	xanthan 1% prueba 1	Oscillation frequency table	876,8	491,7	25	0,0943	52,62	5,58E+04	5,43E+04	1,30E+04	1,12E+04	13,49	20,38	0,1557	8,82E-04	0,6493	0,7995	4,991
11	xanthan 1% prueba 1	Oscillation frequency table	897,8	512,8	25	0,094621	55,19	5,83E+04	5,68E+04	1,33E+04	9,28E+03	13,13	20,28	0,1557	9,25E-04	0,6493	0,1431	6,283
12	xanthan 1% prueba 1	Oscillation frequency table	916,2	531,1	25	0,092965	55,21	5,94E+04	5,80E+04	1,29E+04	7,51E+03	12,53	20,2	0,1557	9,25E-04	0,6493	0,937	7,91
13	xanthan 1% prueba 1	Oscillation frequency table	932,6	547,6	25	0,094109	59,67	6,34E+04	6,19E+04	1,36E+04	6,37E+03	12,4	20,34	0,1552	1,00E-03	0,6492	0,84	9,958
14	xanthan 1% prueba 1	Oscillation frequency table	947,7	562,6	25	0,09457	60,13	6,36E+04	6,20E+04	1,39E+04	5,07E+03	12,66	20,26	0,1551	1,01E-03	0,6492	0,291	12,54
15	xanthan 1% prueba 1	Oscillation frequency table	962	577	25	0,094794	62,05	6,55E+04	6,39E+04	1,41E+04	4,15E+03	12,44	20,16	0,1551	1,04E-03	0,6493	0,167	15,78
16	xanthan 1% prueba 1	Oscillation frequency table	975,4	590,3	25	0,094628	65,27	6,90E+04	6,73E+04	1,50E+04	3,47E+03	12,55	20,22	0,1548	1,09E-03	0,6493	0,4298	19,87
17	xanthan 1% prueba 1	Oscillation frequency table	987,9	602,9	25	0,094005	65,29	6,95E+04	6,78E+04	1,52E+04	2,78E+03	12,64	20,28	0,1545	1,09E-03	0,6492	0,3359	25,01
18	xanthan 1% prueba 1	Oscillation frequency table	1,00E+03	615,1	25	0,092826	66	7,11E+04	6,94E+04	1,53E+04	2,26E+03	12,45	20,25	0,1544	1,11E-03	0,6493	0,1717	31,49
19	xanthan 1% prueba 1	Oscillation frequency table	1,01E+03	626,9	25	0,091484	66,85	7,31E+04	7,14E+04	1,57E+04	1,84E+03	12,41	20,22	0,1542	1,12E-03	0,6492	0,07198	39,64
20	xanthan 1% prueba 1	Oscillation frequency table	1,02E+03	638,3	25	0,091222	70,2	7,70E+04	7,51E+04	1,68E+04	1,54E+03	12,62	20,34	0,1538	1,18E-03	0,6493	0,4084	49,91
21	xanthan 1% prueba 1	Oscillation frequency table	1,03E+03	649,4	25	0,08843	68,11	7,70E+04	7,52E+04	1,66E+04	1,23E+03	12,41	20,38	0,1536	1,14E-03	0,6492	0,2441	62,83
22	xanthan 1% prueba 1	Oscillation frequency table	1,05E+03	660,3	25	0,087503	69,11	7,90E+04	7,71E+04	1,71E+04	998,4	12,48	20,33	0,1536	1,16E-03	0,6492	0,2928	79,1
23	xanthan 1% prueba 1	Oscillation frequency table	1,06E+03	671	25	0,084996	69,26	8,15E+04	7,96E+04	1,73E+04	818,2	12,26	20,26	0,1536	1,16E-03	0,6493	0,1779	99,58
24	xanthan 1% prueba 1	Oscillation frequency table	1,07E+03	681,5	25	0,080306	68,62	8,55E+04	8,34E+04	1,86E+04	681,6	12,54	20,19	0,1536	1,15E-03	0,6493	0,7618	125,4
25	xanthan 1% prueba 1	Oscillation frequency table	1,08E+03	692	25	0,074597	62,58	8,39E+04	8,17E+04	1,92E+04	531,6	13,21	20,22	0,1534	1,05E-03	0,6493	0,623	157,8
26	xanthan 1% prueba 1	Oscillation frequency table	1,09E+03	702,4	25	0,06452	54,61	8,47E+04	8,21E+04	2,07E+04	426	14,16	20,31	0,153	9,15E-04	0,6492	0,37	198,7
27	xanthan 1% prueba 1	Oscillation frequency table	1,10E+03	712,7	25	0,046815	39,85	8,51E+04	8,19E+04	2,54E+04	340,3	17,32	20,27	0,1529	6,68E-04	0,6493	0,781	250,1
28	xanthan 1% prueba 1	Oscillation frequency table	1,11E+03	723	25	0,031878	28,67	8,99E+04	8,41E+04	3,18E+04	285,6	20,72	20,33	0,1526	4,80E-04	0,6493	0,8368	314,9
29	xanthan 1% prueba 1	Oscillation frequency table	1,12E+03	733,2	25	0,017219	13,92	8,08E+04	7,80E+04	2,12E+04	203,9	15,17	20,32	0,1526	2,33E-04	0,6493	1,51	396,4
30	xanthan 1% prueba 1	Oscillation frequency table	1,13E+03	743,3	25	1,71E-03	1,19	6,95E+04	6,28E+04	2,98E+04	139,2	25,37	20,28	0,1526	1,99E-05	0,6493	0	499,1
31	xanthan 1% prueba 1	Oscillation frequency table	1,14E+03	753,5	25	5,79E-03	5,927	1,02E+05	1,02E+05	1,17E+04	162,8	6,56	20,21	0,1526	9,93E-05	0,6493	0	628,3

APÉNDICE F2

indx.	samp.	Actn.	temp (s)	t(s)	T(°C)	Y*(%)	σ^* (Pa)	G'(Pa.s)	G''(Pa.s)	G'''(Pa.s)	η^* (Pa.s)	δ (°)	F(N)	g(mm)	τ (Nm)	Θ abs(rad)	HD (%)	ω (rad/s)
1	Xanthan 0.5% prueba	Oscillation frequency table	410,9	70	25	0,091313	23,74	2,60E+04	2,54E+04	5,47E+03	4,14E+04	12,16	20,36	0,2382	3,98E-04	0,6492	0,4497	0,6283
2	Xanthan 0.5% prueba	Oscillation frequency table	486,9	145,9	25	0,093546	25,61	2,74E+04	2,66E+04	6,39E+03	3,46E+04	13,49	20,2	0,2371	4,29E-04	0,6493	0,4117	0,791
3	Xanthan 0.5% prueba	Oscillation frequency table	559,6	218,6	25	0,094585	27,09	2,86E+04	2,79E+04	6,35E+03	2,88E+04	12,8	20,29	0,2357	4,54E-04	0,6493	0,3698	0,9958
4	Xanthan 0.5% prueba	Oscillation frequency table	619,8	278,8	25	0,097216	28,55	2,94E+04	2,87E+04	6,46E+03	2,34E+04	12,71	20,2	0,235	4,78E-04	0,6493	0,2364	1,254
5	Xanthan 0.5% prueba	Oscillation frequency table	671,6	330,6	25	0,095703	29,24	3,06E+04	3,00E+04	5,64E+03	1,94E+04	10,63	20,23	0,2343	4,90E-04	0,6493	0,07913	1,578
6	Xanthan 0.5% prueba	Oscillation frequency table	715,9	375	25	0,0971	31,03	3,20E+04	3,14E+04	5,99E+03	1,61E+04	10,8	20,35	0,2336	5,20E-04	0,6493	0,2777	1,987
7	Xanthan 0.5% prueba	Oscillation frequency table	751,1	410,2	25	0,094903	31,27	3,30E+04	3,24E+04	6,19E+03	1,32E+04	10,82	20,14	0,2336	5,24E-04	0,6492	0,3619	2,501
8	Xanthan 0.5% prueba	Oscillation frequency table	783,1	442,1	25	0,096468	32,54	3,37E+04	3,32E+04	6,20E+03	1,07E+04	10,6	19,99	0,2336	5,45E-04	0,6492	0,3676	3,149
9	Xanthan 0.5% prueba	Oscillation frequency table	810	469,1	25	0,094915	32,81	3,46E+04	3,40E+04	6,35E+03	8,72E+03	10,58	20,31	0,2327	5,50E-04	0,6492	0,3727	3,964
10	Xanthan 0.5% prueba	Oscillation frequency table	832,7	491,8	25	0,096322	34,28	3,56E+04	3,50E+04	6,45E+03	7,13E+03	10,44	20,21	0,2327	5,74E-04	0,6493	0,3419	4,991
11	Xanthan 0.5% prueba	Oscillation frequency table	853,8	512,8	25	0,096931	35,24	3,64E+04	3,59E+04	6,02E+03	5,79E+03	9,53	20,12	0,2327	5,90E-04	0,6493	0,2928	6,283
12	Xanthan 0.5% prueba	Oscillation frequency table	872,1	531,1	25	0,095225	35,17	3,69E+04	3,64E+04	6,50E+03	4,67E+03	10,13	20,06	0,2327	5,89E-04	0,6493	0,576	7,91
13	Xanthan 0.5% prueba	Oscillation frequency table	888,6	547,6	25	0,096275	36,75	3,82E+04	3,76E+04	6,58E+03	3,83E+03	9,93	20,04	0,2327	6,16E-04	0,6492	0,5697	9,958
14	Xanthan 0.5% prueba	Oscillation frequency table	903,7	562,8	25	0,096053	37,43	3,90E+04	3,83E+04	7,00E+03	3,11E+03	10,35	19,97	0,2327	6,27E-04	0,6493	0,3942	12,54
15	Xanthan 0.5% prueba	Oscillation frequency table	918,1	577,2	25	0,096275	38,41	3,99E+04	3,92E+04	7,32E+03	2,53E+03	10,57	19,93	0,2327	6,44E-04	0,6493	0,1768	15,78
16	Xanthan 0.5% prueba	Oscillation frequency table	931,4	590,5	25	0,095859	38,83	4,05E+04	3,98E+04	7,56E+03	2,04E+03	10,76	19,88	0,2327	6,51E-04	0,6492	0,476	19,87
17	Xanthan 0.5% prueba	Oscillation frequency table	944	603,1	25	0,095279	39,88	4,19E+04	4,11E+04	7,79E+03	1,67E+03	10,72	19,98	0,2322	6,68E-04	0,6492	0,09142	25,01
18	Xanthan 0.5% prueba	Oscillation frequency table	956,2	615,3	25	0,094976	40,62	4,28E+04	4,20E+04	8,05E+03	1,36E+03	10,85	19,93	0,2322	6,81E-04	0,6493	0,4571	31,49
19	Xanthan 0.5% prueba	Oscillation frequency table	968	627	25	0,094093	41,3	4,39E+04	4,31E+04	8,36E+03	1,11E+03	10,97	19,89	0,2321	6,92E-04	0,6493	0,0572	39,64
20	Xanthan 0.5% prueba	Oscillation frequency table	979,3	638,4	25	0,093728	41,93	4,47E+04	4,39E+04	8,86E+03	896,4	11,43	19,99	0,2318	7,03E-04	0,6492	0,2329	49,91
21	Xanthan 0.5% prueba	Oscillation frequency table	990,5	649,5	25	0,091473	42,04	4,60E+04	4,51E+04	9,02E+03	731,5	11,32	19,95	0,2318	7,05E-04	0,6493	0,1715	62,83
22	Xanthan 0.5% prueba	Oscillation frequency table	1,00E+03	660,4	25	0,089281	42,22	4,73E+04	4,63E+04	9,55E+03	597,8	11,64	20,06	0,2314	7,07E-04	0,6493	0,2737	79,1
23	Xanthan 0.5% prueba	Oscillation frequency table	1,01E+03	671,1	25	0,086203	42,01	4,87E+04	4,77E+04	1,01E+04	489,4	11,92	20,06	0,2314	7,04E-04	0,6493	0,349	99,58
24	Xanthan 0.5% prueba	Oscillation frequency table	1,02E+03	681,6	25	0,08125	40,39	4,97E+04	4,86E+04	1,05E+04	396,5	12,17	20,03	0,2314	6,77E-04	0,6493	0,6454	125,4
25	Xanthan 0.5% prueba	Oscillation frequency table	1,03E+03	692,1	25	0,071736	35,46	4,94E+04	4,82E+04	1,12E+04	313,2	13,05	20,01	0,2314	5,94E-04	0,6493	0,6638	157,8
26	Xanthan 0.5% prueba	Oscillation frequency table	1,04E+03	702,5	25	0,057312	28,67	5,00E+04	4,86E+04	1,21E+04	251,8	13,93	19,98	0,2314	4,80E-04	0,6493	0,3318	198,7
27	Xanthan 0.5% prueba	Oscillation frequency table	1,05E+03	712,8	25	0,041726	20,75	4,97E+04	4,74E+04	1,50E+04	198,8	17,51	19,96	0,2314	3,48E-04	0,6493	0,7934	250,1
28	Xanthan 0.5% prueba	Oscillation frequency table	1,06E+03	723,1	25	0,027825	14,53	5,22E+04	4,91E+04	1,77E+04	165,8	19,76	19,93	0,2314	2,43E-04	0,6493	1,399	314,9
29	Xanthan 0.5% prueba	Oscillation frequency table	1,07E+03	733,3	25	0,015717	7,824	4,98E+04	4,70E+04	1,64E+04	125,6	19,21	19,91	0,2314	1,31E-04	0,6493	1,81	396,4
30	Xanthan 0.5% prueba	Oscillation frequency table	1,08E+03	743,4	25	3,61E-03	1,788	4,96E+04	4,68E+04	1,62E+04	99,31	19,1	19,9	0,2314	3,00E-05	0,6492	0	499,1
31	Xanthan 0.5% prueba	Oscillation frequency table	1,10E+03	753,6	25	5,84E-03	3,671	6,29E+04	6,23E+04	8,37E+03	100,1	7,65	19,92	0,2311	6,15E-05	0,6492	0	628,3

APÉNDICE G1

indk.	samp.	Actn.	temp(s)	t(s)	T(°C)	Y*(%)	σ (Pa)	G*(Pas)	G*(Pas)	G*(Pas)	η (Pas)	δ (°)	F(N)	g(mm)	τ (Nm)	Θ abs(rad)	HD(%)	ω (rad/s)
1	hpmc 1%; prueba 1	Oscillation frequency table	411,8	70	25	0,096137	23,98	2,49E+04	2,42E+04	5,89E+03	3,37E+04	13,66	19,8	0,2446	4,02E-04	0,6492	0,7626	0,6283
2	hpmc 1%; prueba 1	Oscillation frequency table	487,7	145,9	25	0,091565	24	2,62E+04	2,56E+04	5,60E+03	3,31E+04	12,34	20,07	0,2429	4,02E-04	0,6493	0,3574	0,791
3	hpmc 1%; prueba 1	Oscillation frequency table	560,3	218,6	25	0,094364	25,88	2,74E+04	2,69E+04	5,34E+03	2,75E+04	11,23	19,8	0,2424	4,34E-04	0,6493	0,1411	0,9958
4	hpmc 1%; prueba 1	Oscillation frequency table	620,5	278,7	25	0,095237	26,68	2,80E+04	2,75E+04	5,42E+03	2,23E+04	11,16	19,8	0,2416	4,47E-04	0,6493	0,3125	1,254
5	hpmc 1%; prueba 1	Oscillation frequency table	672,3	330,5	24,99	0,094311	27,37	2,90E+04	2,85E+04	5,43E+03	1,84E+04	10,79	19,8	0,2403	4,59E-04	0,6493	0,06082	1,578
6	hpmc 1%; prueba 1	Oscillation frequency table	716,6	374,8	25	0,095493	28,37	2,97E+04	2,93E+04	5,20E+03	1,50E+04	10,08	19,87	0,2401	4,75E-04	0,6493	0,4919	1,987
7	hpmc 1%; prueba 1	Oscillation frequency table	751,8	410	25	0,09083	27,62	3,04E+04	2,99E+04	5,55E+03	1,22E+04	10,52	19,83	0,2397	4,63E-04	0,6492	1,158	2,501
8	hpmc 1%; prueba 1	Oscillation frequency table	783,8	442	25	0,097421	30,81	3,16E+04	3,11E+04	5,72E+03	1,00E+04	10,42	19,86	0,2393	5,16E-04	0,6492	0,05242	3,149
9	hpmc 1%; prueba 1	Oscillation frequency table	810,8	469	25	0,091436	29,58	3,24E+04	3,19E+04	5,63E+03	8,16E+03	10,02	19,81	0,2391	4,96E-04	0,6492	0,2593	3,964
10	hpmc 1%; prueba 1	Oscillation frequency table	833,5	491,7	25	0,089976	29,78	3,31E+04	3,26E+04	5,83E+03	6,63E+03	10,14	19,82	0,2388	4,99E-04	0,6493	0,571	4,991
11	hpmc 1%; prueba 1	Oscillation frequency table	854,6	512,8	25	0,092015	31,25	3,40E+04	3,35E+04	5,74E+03	5,41E+03	9,73	19,83	0,2386	5,24E-04	0,6493	0,3378	6,283
12	hpmc 1%; prueba 1	Oscillation frequency table	872,9	531,1	25	0,093062	32,18	3,46E+04	3,40E+04	6,10E+03	4,37E+03	10,15	19,82	0,2384	5,39E-04	0,6493	0,8517	7,91
13	hpmc 1%; prueba 1	Oscillation frequency table	889,3	547,6	25	0,092634	33,52	3,62E+04	3,57E+04	6,21E+03	3,63E+03	9,89	19,8	0,2383	5,62E-04	0,6492	0,9067	9,958
14	hpmc 1%; prueba 1	Oscillation frequency table	904,4	562,6	25	0,094313	34,23	3,63E+04	3,57E+04	6,58E+03	2,90E+03	10,44	19,79	0,2382	5,74E-04	0,6492	0,2276	12,54
15	hpmc 1%; prueba 1	Oscillation frequency table	918,7	577	25	0,096424	35,98	3,73E+04	3,67E+04	7,01E+03	2,36E+03	10,83	19,83	0,2379	6,03E-04	0,6493	0,5324	15,78
16	hpmc 1%; prueba 1	Oscillation frequency table	932,1	590,3	25	0,094505	36,88	3,90E+04	3,84E+04	7,17E+03	1,96E+03	10,59	19,92	0,2377	6,18E-04	0,6492	0,4106	19,87
17	hpmc 1%; prueba 1	Oscillation frequency table	944,7	603	25	0,096571	38,47	3,98E+04	3,92E+04	7,30E+03	1,59E+03	10,56	19,86	0,2377	6,45E-04	0,6492	0,716	25,01
18	hpmc 1%; prueba 1	Oscillation frequency table	957	615,2	25	0,094747	38,51	4,07E+04	3,98E+04	8,11E+03	1,29E+03	11,51	19,83	0,2376	6,45E-04	0,6493	0,5863	31,49
19	hpmc 1%; prueba 1	Oscillation frequency table	968,7	627	25	0,094473	40,44	4,28E+04	4,21E+04	8,02E+03	1,08E+03	10,8	19,85	0,2374	6,78E-04	0,6492	0,6521	39,64
20	hpmc 1%; prueba 1	Oscillation frequency table	980,1	638,3	25	0,094167	40,94	4,35E+04	4,27E+04	8,43E+03	871	11,19	19,82	0,2374	6,86E-04	0,6492	0,7105	49,91
21	hpmc 1%; prueba 1	Oscillation frequency table	991,2	649,4	25	0,092662	42,23	4,56E+04	4,47E+04	9,01E+03	725,4	11,4	19,97	0,2371	7,08E-04	0,6492	0,4177	62,83
22	hpmc 1%; prueba 1	Oscillation frequency table	1,00E+03	660,3	25	0,09058	42,09	4,65E+04	4,55E+04	9,38E+03	587,5	11,64	19,94	0,2371	7,05E-04	0,6493	0,8478	79,1
23	hpmc 1%; prueba 1	Oscillation frequency table	1,01E+03	671	25	0,087297	40,75	4,67E+04	4,57E+04	9,66E+03	468,8	11,95	19,91	0,2371	6,83E-04	0,6492	0,2485	99,58
24	hpmc 1%; prueba 1	Oscillation frequency table	1,02E+03	681,5	25	0,082771	40,43	4,88E+04	4,78E+04	1,03E+04	389,6	12,16	19,87	0,2371	6,77E-04	0,6493	0,7007	125,4
25	hpmc 1%; prueba 1	Oscillation frequency table	1,03E+03	692	25	0,077488	38,37	4,95E+04	4,84E+04	1,04E+04	313,7	12,14	19,83	0,2371	6,43E-04	0,6492	0,3964	157,8
26	hpmc 1%; prueba 1	Oscillation frequency table	1,04E+03	702,4	25	0,069111	34,87	5,05E+04	4,93E+04	1,08E+04	253,9	12,39	19,81	0,237	5,84E-04	0,6492	0,1489	198,7
27	hpmc 1%; prueba 1	Oscillation frequency table	1,05E+03	712,7	25	0,057187	29,15	5,10E+04	4,98E+04	1,10E+04	203,8	12,43	19,79	0,237	4,89E-04	0,6493	1,864	250,1
28	hpmc 1%; prueba 1	Oscillation frequency table	1,07E+03	723	25	0,041648	20,86	5,01E+04	4,87E+04	1,16E+04	159	13,35	19,84	0,2368	3,49E-04	0,6492	1,13	314,9
29	hpmc 1%; prueba 1	Oscillation frequency table	1,08E+03	733,2	25	0,020011	10,25	5,12E+04	5,03E+04	9,81E+03	129,2	11,04	19,84	0,2367	1,72E-04	0,6493	2,158	396,4
30	hpmc 1%; prueba 1	Oscillation frequency table	1,09E+03	743,3	25	5,41E-03	2,557	4,73E+04	4,67E+04	7,57E+03	94,76	9,21	19,83	0,2367	4,29E-05	0,6493	0	499,1
31	hpmc 1%; prueba 1	Oscillation frequency table	1,10E+03	753,5	25	7,55E-03	4,382	5,80E+04	5,74E+04	8,59E+03	92,33	8,52	19,81	0,2366	7,34E-05	0,6492	0	628,3

APÉNDICE G2

ind.	samp.	Actn.	temp(s)	t(s)	T(C)	Y'(%)	σ' (Pa)	G'(Pas)	G''(Pas)	G'''(Pas)	η' (Pas)	δ (°)	F(N)	g(mm)	τ (Nm)	Θ abs(rad)	HD(%)	ω (rad/s)
1	hpmc 1%	prueba 2 Oscillation frequency tabl	411,5	70	25	0,094968	17,71	1,87E+04	1,82E+04	3,91E+03	2,97E+04	12,09	19,81	0,21	2,97E-04	0,6492	0,06589	0,6283
2	hpmc 1%	prueba 2 Oscillation frequency tabl	487,4	145,9	25	0,094099	18,69	1,99E+04	1,94E+04	4,30E+03	2,51E+04	12,52	19,82	0,2086	3,13E-04	0,6493	0,1925	0,791
3	hpmc 1%	prueba 2 Oscillation frequency tabl	560,1	218,6	25	0,098857	20,06	2,03E+04	1,99E+04	4,17E+03	2,04E+04	11,87	19,87	0,2076	3,36E-04	0,6493	0,1945	0,9958
4	hpmc 1%	prueba 2 Oscillation frequency tabl	620,3	278,8	25	0,09743	20,78	2,13E+04	2,09E+04	4,19E+03	1,70E+04	11,33	19,81	0,207	3,48E-04	0,6493	0,2537	1,254
5	hpmc 1%	prueba 2 Oscillation frequency tabl	672,1	330,6	25	0,096239	21,34	2,22E+04	2,18E+04	3,97E+03	1,41E+04	10,31	19,83	0,2064	3,58E-04	0,6493	0,05961	1,578
6	hpmc 1%	prueba 2 Oscillation frequency tabl	716,4	374,9	25	0,096943	22,12	2,28E+04	2,24E+04	4,18E+03	1,15E+04	10,56	19,8	0,206	3,71E-04	0,6493	0,363	1,987
7	hpmc 1%	prueba 2 Oscillation frequency tabl	751,6	410,1	25	0,095855	22,48	2,35E+04	2,31E+04	4,29E+03	9,38E+03	10,54	19,82	0,2056	3,77E-04	0,6492	0,3864	2,501
8	hpmc 1%	prueba 2 Oscillation frequency tabl	783,6	442,1	25	0,097384	23,48	2,41E+04	2,37E+04	4,31E+03	7,66E+03	10,29	19,85	0,2051	3,94E-04	0,6492	0,2663	3,149
9	hpmc 1%	prueba 2 Oscillation frequency tabl	810,6	469,1	25	0,096227	23,79	2,47E+04	2,43E+04	4,33E+03	6,24E+03	10,09	19,83	0,2049	3,99E-04	0,6492	0,2855	3,964
10	hpmc 1%	prueba 2 Oscillation frequency tabl	833,3	491,8	25	0,09781	24,71	2,54E+04	2,50E+04	4,55E+03	5,10E+03	10,3	19,8	0,2048	4,14E-04	0,6493	0,2163	4,991
11	hpmc 1%	prueba 2 Oscillation frequency tabl	854,3	512,8	25	0,097553	25,43	2,61E+04	2,57E+04	4,51E+03	4,15E+03	9,97	19,85	0,2046	4,26E-04	0,6493	0,2548	6,283
12	hpmc 1%	prueba 2 Oscillation frequency tabl	872,7	531,2	25	0,09649	25,8	2,67E+04	2,63E+04	4,84E+03	3,38E+03	10,42	20,01	0,2041	4,32E-04	0,6493	0,7877	7,91
13	hpmc 1%	prueba 2 Oscillation frequency tabl	889,1	547,6	25	0,097336	26,87	2,76E+04	2,71E+04	5,01E+03	2,77E+03	10,46	19,96	0,2041	4,50E-04	0,6492	0,3009	9,958
14	hpmc 1%	prueba 2 Oscillation frequency tabl	904,2	562,7	25	0,097307	27,49	2,83E+04	2,78E+04	5,23E+03	2,25E+03	10,66	19,92	0,2041	4,61E-04	0,6492	0,09318	12,54
15	hpmc 1%	prueba 2 Oscillation frequency tabl	918,6	577	25	0,096369	27,94	2,90E+04	2,85E+04	5,47E+03	1,84E+03	10,87	19,88	0,2041	4,68E-04	0,6493	0,3114	15,78
16	hpmc 1%	prueba 2 Oscillation frequency tabl	931,9	590,4	25	0,096942	28,98	2,99E+04	2,93E+04	5,93E+03	1,50E+03	11,44	19,85	0,2041	4,86E-04	0,6493	0,5123	19,87
17	hpmc 1%	prueba 2 Oscillation frequency tabl	944,5	603	25	0,096467	29,09	3,02E+04	2,96E+04	6,03E+03	1,21E+03	11,54	19,81	0,2041	4,87E-04	0,6492	0,6964	25,01
18	hpmc 1%	prueba 2 Oscillation frequency tabl	956,7	615,1	25	0,096206	30,13	3,13E+04	3,07E+04	6,22E+03	994,5	11,46	19,82	0,2039	5,05E-04	0,6492	0,5403	31,49
19	hpmc 1%	prueba 2 Oscillation frequency tabl	968,4	626,9	25	0,095876	30,68	3,20E+04	3,13E+04	6,47E+03	807,1	11,67	19,82	0,2038	5,14E-04	0,6493	0,1257	39,64
20	hpmc 1%	prueba 2 Oscillation frequency tabl	979,8	638,2	25	0,094633	30,95	3,27E+04	3,20E+04	6,94E+03	655,4	12,25	19,81	0,2038	5,19E-04	0,6492	0,493	49,91
21	hpmc 1%	prueba 2 Oscillation frequency tabl	990,9	649,4	25	0,093586	31,57	3,37E+04	3,30E+04	7,09E+03	536,8	12,14	19,85	0,2037	5,29E-04	0,6493	0,1722	62,83
22	hpmc 1%	prueba 2 Oscillation frequency tabl	1,00E+03	660,2	25	0,091854	32,11	3,50E+04	3,41E+04	7,57E+03	441,9	12,51	19,82	0,2037	5,38E-04	0,6492	0,1996	79,1
23	hpmc 1%	prueba 2 Oscillation frequency tabl	1,01E+03	670,9	25	0,087493	31,51	3,60E+04	3,51E+04	8,02E+03	361,6	12,86	19,84	0,2035	5,28E-04	0,6493	0,4845	99,58
24	hpmc 1%	prueba 2 Oscillation frequency tabl	1,02E+03	681,5	25	0,080645	29,69	3,68E+04	3,58E+04	8,41E+03	293,6	13,21	20,04	0,203	4,97E-04	0,6493	0,5798	125,4
25	hpmc 1%	prueba 2 Oscillation frequency tabl	1,03E+03	691,9	25	0,070843	26,7	3,77E+04	3,66E+04	9,09E+03	238,8	13,95	20,04	0,203	4,47E-04	0,6492	0,9188	157,8
26	hpmc 1%	prueba 2 Oscillation frequency tabl	1,04E+03	702,4	25	0,057344	21,83	3,81E+04	3,68E+04	9,63E+03	191,6	14,66	20,01	0,203	3,66E-04	0,6492	0,4424	198,7
27	hpmc 1%	prueba 2 Oscillation frequency tabl	1,05E+03	712,7	25	0,041007	15,62	3,81E+04	3,62E+04	1,20E+04	152,3	18,33	19,98	0,203	2,62E-04	0,6493	0,8765	250,1
28	hpmc 1%	prueba 2 Oscillation frequency tabl	1,06E+03	723	25	0,029014	11,56	3,98E+04	3,74E+04	1,37E+04	126,5	20,05	19,95	0,203	1,94E-04	0,6493	0,9387	314,9
29	hpmc 1%	prueba 2 Oscillation frequency tabl	1,08E+03	733,2	25	0,019795	8,106	4,10E+04	3,78E+04	1,58E+04	103,3	22,63	19,94	0,203	1,36E-04	0,6492	1,019	396,4
30	hpmc 1%	prueba 2 Oscillation frequency tabl	1,09E+03	743,3	25	3,48E-03	1,315	3,78E+04	3,00E+04	2,31E+04	75,77	37,63	19,91	0,203	2,20E-05	0,6493	0	499,1
31	hpmc 1%	prueba 2 Oscillation frequency tabl	1,10E+03	753,5	25	8,33E-03	3,461	4,15E+04	3,98E+04	1,18E+04	66,1	16,48	19,89	0,203	5,80E-05	0,6493	0	628,3

APÉNDICE H1

ndx.	samp.	Actn.	texp(s)	t(s)	T(°C)	Y*(%)	σ' (Pa)	G'(Pas)	G''(Pas)	G'''(Pas)	η' (Pas)	δ (°)	FIN	g(mm)	r(Nm)	Θ abs(rad)	HD(%)	ω (rad/s)
1	hpmc 2%, prueba 1	Oscillation frequency tabl	418,5	70	25	0,095181	27,32	2,87E+04	2,72E+04	9,21E+03	4,57E+04	18,72	19,83	0,2269	4,58E-04	0,6492	2,028	0,6283
2	hpmc 2%, prueba 1	Oscillation frequency tabl	494,4	145,9	25	0,090535	27,32	3,02E+04	2,89E+04	8,82E+03	3,82E+04	17	20,02	0,2247	4,58E-04	0,6493	0,5673	0,791
3	hpmc 2%, prueba 1	Oscillation frequency tabl	567,1	218,6	25	0,096863	30,69	3,17E+04	3,04E+04	8,91E+03	3,18E+04	16,33	19,8	0,2235	5,14E-04	0,6493	0,4228	0,9958
4	hpmc 2%, prueba 1	Oscillation frequency tabl	627,3	278,9	25	0,095661	31,57	3,30E+04	3,17E+04	9,16E+03	2,63E+04	16,11	19,9	0,222	5,29E-04	0,6493	0,1136	1,254
5	hpmc 2%, prueba 1	Oscillation frequency tabl	679,2	330,7	25	0,09446	32,55	3,45E+04	3,33E+04	9,02E+03	2,18E+04	15,18	19,83	0,221	5,45E-04	0,6493	0,3947	1,578
6	hpmc 2%, prueba 1	Oscillation frequency tabl	723,5	375	25	0,094978	33,6	3,54E+04	3,42E+04	9,07E+03	1,78E+04	14,85	19,86	0,22	5,63E-04	0,6493	0,7396	1,987
7	hpmc 2%, prueba 1	Oscillation frequency tabl	758,7	410,2	25	0,089921	33,21	3,69E+04	3,56E+04	9,95E+03	1,48E+04	15,62	19,81	0,2197	5,56E-04	0,6492	1,391	2,501
8	hpmc 2%, prueba 1	Oscillation frequency tabl	790,6	442,1	25	0,095408	36,73	3,85E+04	3,72E+04	1,00E+04	1,22E+04	15,07	19,9	0,2187	6,15E-04	0,6492	0,05488	3,149
9	hpmc 2%, prueba 1	Oscillation frequency tabl	817,6	469,2	25	0,089394	35,9	3,99E+04	3,86E+04	1,03E+04	1,01E+04	14,98	19,8	0,2185	6,02E-04	0,6493	0,3537	3,964
10	hpmc 2%, prueba 1	Oscillation frequency tabl	840,4	491,9	25	0,091098	37,53	4,12E+04	3,98E+04	1,06E+04	8,26E+03	14,97	19,79	0,2182	6,23E-04	0,6493	0,03918	4,991
11	hpmc 2%, prueba 1	Oscillation frequency tabl	861,4	512,9	25	0,091165	38,56	4,23E+04	4,10E+04	1,08E+04	6,73E+03	14,52	19,8	0,2179	6,46E-04	0,6493	0,9443	6,283
12	hpmc 2%, prueba 1	Oscillation frequency tabl	879,7	531,2	25	0,095746	42,04	4,39E+04	4,24E+04	1,14E+04	5,55E+03	14,98	19,82	0,2174	7,04E-04	0,6493	0,3378	7,91
13	hpmc 2%, prueba 1	Oscillation frequency tabl	896,1	547,6	25	0,092674	42,79	4,62E+04	4,47E+04	1,16E+04	4,64E+03	14,59	19,79	0,2172	7,17E-04	0,6492	0,9357	9,958
14	hpmc 2%, prueba 1	Oscillation frequency tabl	911,2	562,7	25	0,094703	44,54	4,70E+04	4,54E+04	1,23E+04	3,75E+03	15,2	19,83	0,2169	7,46E-04	0,6492	0,2142	12,54
15	hpmc 2%, prueba 1	Oscillation frequency tabl	925,6	577,1	25	0,097093	47,36	4,88E+04	4,70E+04	1,30E+04	3,09E+03	15,44	19,83	0,2167	7,94E-04	0,6493	0,3095	15,78
16	hpmc 2%, prueba 1	Oscillation frequency tabl	938,9	590,4	25	0,095256	50	5,25E+04	5,05E+04	1,44E+04	2,64E+03	15,95	19,85	0,2164	8,38E-04	0,6493	1,063	19,87
17	hpmc 2%, prueba 1	Oscillation frequency tabl	951,5	603,1	25	0,096921	51,45	5,31E+04	5,12E+04	1,40E+04	2,12E+03	15,31	19,84	0,2162	8,62E-04	0,6492	0,8684	25,01
18	hpmc 2%, prueba 1	Oscillation frequency tabl	963,8	615,3	25	0,096133	52,76	5,49E+04	5,29E+04	1,47E+04	1,74E+03	15,55	19,84	0,216	8,84E-04	0,6493	0,05826	31,49
19	hpmc 2%, prueba 1	Oscillation frequency tabl	975,6	627,1	25	0,095118	53,41	5,62E+04	5,41E+04	1,52E+04	1,42E+03	15,71	19,83	0,2158	8,95E-04	0,6493	0,4265	39,64
20	hpmc 2%, prueba 1	Oscillation frequency tabl	987	638,5	25	0,094644	57	6,02E+04	5,79E+04	1,66E+04	1,21E+03	16,02	20,13	0,2151	9,55E-04	0,6493	0,5704	49,91
21	hpmc 2%, prueba 1	Oscillation frequency tabl	998,1	649,6	25	0,093589	56,75	6,06E+04	5,83E+04	1,67E+04	965,1	15,95	20,09	0,2151	9,51E-04	0,6493	0,4658	62,83
22	hpmc 2%, prueba 1	Oscillation frequency tabl	1,01E+03	660,4	25	0,091437	58,21	6,37E+04	6,13E+04	1,74E+04	804,9	15,84	20,04	0,215	9,75E-04	0,6492	0,0348	79,1
23	hpmc 2%, prueba 1	Oscillation frequency tabl	1,02E+03	671,1	25	0,08838	57,81	6,54E+04	6,28E+04	1,82E+04	656,8	16,15	19,99	0,215	9,69E-04	0,6492	0,0967	99,58
24	hpmc 2%, prueba 1	Oscillation frequency tabl	1,03E+03	681,7	25	0,083952	58,17	6,93E+04	6,67E+04	1,87E+04	552,7	15,69	19,93	0,215	9,75E-04	0,6493	0,9056	125,4
25	hpmc 2%, prueba 1	Oscillation frequency tabl	1,04E+03	692,2	25	0,07734	55,16	7,08E+04	6,81E+04	1,94E+04	448,4	15,91	19,88	0,215	9,24E-04	0,6493	1,102	157,8
26	hpmc 2%, prueba 1	Oscillation frequency tabl	1,05E+03	702,6	25	0,06742	50,04	7,42E+04	7,13E+04	2,06E+04	373,5	16,13	19,83	0,215	8,38E-04	0,6493	0,3191	199,7
27	hpmc 2%, prueba 1	Oscillation frequency tabl	1,06E+03	712,9	25	0,056587	42,3	7,48E+04	7,21E+04	1,97E+04	298,8	15,3	19,79	0,2149	7,09E-04	0,6493	0,9852	250,1
28	hpmc 2%, prueba 1	Oscillation frequency tabl	1,07E+03	723,2	25	0,040152	29,78	7,42E+04	7,23E+04	1,67E+04	235,6	13,01	19,87	0,2147	4,99E-04	0,6493	0,9209	314,9
29	hpmc 2%, prueba 1	Oscillation frequency tabl	1,08E+03	733,4	25	0,021935	15,84	7,22E+04	6,99E+04	1,81E+04	182,1	14,52	19,83	0,2147	2,65E-04	0,6493	1,486	396,4
30	hpmc 2%, prueba 1	Oscillation frequency tabl	1,09E+03	743,5	25	6,61E-03	3,293	4,98E+04	4,87E+04	1,08E+04	99,87	12,56	19,82	0,2143	5,52E-05	0,6493	0	499,1
31	hpmc 2%, prueba 1	Oscillation frequency tabl	1,10E+03	753,7	25	7,79E-03	6,863	8,81E+04	8,60E+04	1,94E+04	140,3	12,74	19,81	0,2142	1,15E-04	0,6492	0	628,3

APÉNDICE H2

indx.	samp.	Actn.	temp (s)	t(s)	T(°C)	Y*(%)	σ^* (Pa)	G'(Pa.s)	G''(Pa.s)	G'''(Pa.s)	η^* (Pa.s)	δ (°)	F(N)	g(mm)	τ (Nm)	Θ_{abs} (rad)	HD (%)	ω (rad/s)
1	hpmc 2% prueba 2	Oscillation frequency tabl	406,4	70	25	0,096347	29,69	3,08E+04	2,94E+04	9,12E+03	4,91E+04	17,22	19,8	0,252	4,98E-04	0,6492	0,1122	0,6283
2	hpmc 2% prueba 2	Oscillation frequency tabl	482,4	146	25	0,091418	30,26	3,31E+04	3,16E+04	9,91E+03	4,19E+04	17,42	19,79	0,25	5,07E-04	0,6493	0,8007	0,791
3	hpmc 2% prueba 2	Oscillation frequency tabl	555,1	218,6	25	0,096434	33,1	3,43E+04	3,30E+04	9,45E+03	3,45E+04	15,97	19,93	0,2482	5,55E-04	0,6493	0,5247	0,9958
4	hpmc 2% prueba 2	Oscillation frequency tabl	615,3	278,9	25	0,09398	33,9	3,61E+04	3,48E+04	9,62E+03	2,88E+04	15,47	19,8	0,2473	5,68E-04	0,6493	0,7619	1,254
5	hpmc 2% prueba 2	Oscillation frequency tabl	667,1	330,7	25	0,096015	36,1	3,76E+04	3,63E+04	9,91E+03	2,38E+04	15,28	19,8	0,2464	6,05E-04	0,6493	0,1736	1,578
6	hpmc 2% prueba 2	Oscillation frequency tabl	711,4	375	25	0,098421	38,42	3,90E+04	3,78E+04	9,82E+03	1,97E+04	14,57	19,81	0,2457	6,44E-04	0,6493	0,1389	1,987
7	hpmc 2% prueba 2	Oscillation frequency tabl	746,7	410,2	25	0,092161	37,58	4,08E+04	3,95E+04	1,02E+04	1,63E+04	14,42	19,81	0,2451	6,30E-04	0,6492	0,4334	2,501
8	hpmc 2% prueba 2	Oscillation frequency tabl	778,6	442,2	25	0,092123	38,95	4,23E+04	4,10E+04	1,04E+04	1,34E+04	14,26	20,24	0,2439	6,53E-04	0,6492	0,8594	3,149
9	hpmc 2% prueba 2	Oscillation frequency tabl	805,6	469,2	25	0,091896	40,1	4,36E+04	4,23E+04	1,07E+04	1,10E+04	14,22	20,06	0,2439	6,72E-04	0,6493	1,234	3,964
10	hpmc 2% prueba 2	Oscillation frequency tabl	828,3	491,9	25	0,096641	43,89	4,54E+04	4,40E+04	1,13E+04	9,10E+03	14,38	19,93	0,2439	7,35E-04	0,6493	0,2748	4,991
11	hpmc 2% prueba 2	Oscillation frequency tabl	849,4	513	25	0,094263	44,01	4,67E+04	4,53E+04	1,13E+04	7,43E+03	14	19,82	0,2439	7,37E-04	0,6493	0,5813	6,283
12	hpmc 2% prueba 2	Oscillation frequency tabl	867,7	531,3	25	0,09493	46,3	4,88E+04	4,73E+04	1,20E+04	6,17E+03	14,29	19,8	0,2436	7,76E-04	0,6492	0,0716	7,91
13	hpmc 2% prueba 2	Oscillation frequency tabl	884,2	547,7	25	0,09675	48,56	5,02E+04	4,86E+04	1,24E+04	5,04E+03	14,28	19,79	0,2434	8,14E-04	0,6492	0,09512	9,958
14	hpmc 2% prueba 2	Oscillation frequency tabl	899,2	562,8	25	0,094203	49,01	5,20E+04	5,05E+04	1,26E+04	4,15E+03	14,05	19,81	0,2431	8,21E-04	0,6493	0,907	12,54
15	hpmc 2% prueba 2	Oscillation frequency tabl	913,7	577,2	25	0,096312	52,29	5,43E+04	5,25E+04	1,37E+04	3,44E+03	14,56	19,82	0,2429	8,76E-04	0,6493	0,1448	15,78
16	hpmc 2% prueba 2	Oscillation frequency tabl	927	590,6	25	0,095134	52,84	5,55E+04	5,36E+04	1,46E+04	2,80E+03	15,22	19,86	0,2426	8,85E-04	0,6492	1,033	19,87
17	hpmc 2% prueba 2	Oscillation frequency tabl	939,6	603,2	25	0,096151	55,62	5,79E+04	5,59E+04	1,49E+04	2,31E+03	14,88	19,81	0,2426	9,32E-04	0,6493	0,3892	25,01
18	hpmc 2% prueba 2	Oscillation frequency tabl	951,8	615,4	25	0,095787	57,23	5,98E+04	5,77E+04	1,54E+04	1,90E+03	14,94	19,85	0,2423	9,59E-04	0,6492	0,3481	31,49
19	hpmc 2% prueba 2	Oscillation frequency tabl	963,6	627,2	25	0,094911	58,31	6,14E+04	5,93E+04	1,60E+04	1,55E+03	15,14	19,81	0,2423	9,77E-04	0,6492	0,3343	39,64
20	hpmc 2% prueba 2	Oscillation frequency tabl	975	638,5	25	0,094609	60,53	6,40E+04	6,18E+04	1,66E+04	1,28E+03	15,01	19,83	0,2421	1,01E-03	0,6493	0,1039	49,91
21	hpmc 2% prueba 2	Oscillation frequency tabl	986,1	649,7	25	0,093115	61,22	6,58E+04	6,34E+04	1,74E+04	1,05E+03	15,3	19,85	0,2419	1,03E-03	0,6492	0,1953	62,83
22	hpmc 2% prueba 2	Oscillation frequency tabl	996,9	660,5	25	0,091308	61,91	6,78E+04	6,54E+04	1,79E+04	857,2	15,32	19,82	0,2418	1,04E-03	0,6493	0,2229	79,1
23	hpmc 2% prueba 2	Oscillation frequency tabl	1,01E+03	671,2	25	0,08676	62,01	7,15E+04	6,89E+04	1,92E+04	717,7	15,56	19,86	0,2416	1,04E-03	0,6493	0,1199	99,58
24	hpmc 2% prueba 2	Oscillation frequency tabl	1,02E+03	681,7	25	0,083209	60,52	7,27E+04	6,99E+04	2,00E+04	580,2	15,93	19,85	0,2414	1,01E-03	0,6492	0,3901	125,4
25	hpmc 2% prueba 2	Oscillation frequency tabl	1,03E+03	692,2	25	0,075437	56,59	7,50E+04	7,20E+04	2,11E+04	475,3	16,35	19,84	0,2413	9,48E-04	0,6493	0,5405	157,8
26	hpmc 2% prueba 2	Oscillation frequency tabl	1,04E+03	702,6	25	0,06722	52,87	7,87E+04	7,57E+04	2,15E+04	395,8	15,86	19,83	0,2412	8,86E-04	0,6493	0,2896	198,7
27	hpmc 2% prueba 2	Oscillation frequency tabl	1,05E+03	712,9	25	0,050177	40,57	8,09E+04	7,65E+04	2,62E+04	323,3	18,91	19,8	0,2412	6,80E-04	0,6493	0,9558	250,1
28	hpmc 2% prueba 2	Oscillation frequency tabl	1,06E+03	723,2	25	0,0326	27,88	8,55E+04	8,14E+04	2,63E+04	271,6	17,88	19,8	0,2411	4,67E-04	0,6493	0,8553	314,9
29	hpmc 2% prueba 2	Oscillation frequency tabl	1,07E+03	733,4	25	0,012481	12,55	1,01E+05	9,93E+04	1,64E+04	253,7	9,35	19,82	0,2409	2,10E-04	0,6493	0,9936	396,4
30	hpmc 2% prueba 2	Oscillation frequency tabl	1,08E+03	743,5	25	3,26E-03	1,678	5,14E+04	4,29E+04	2,84E+04	103,1	-33,51	19,82	0,2408	2,81E-05	0,6493	0	499,1
31	hpmc 2% prueba 2	Oscillation frequency tabl	1,09E+03	753,7	25	7,90E-03	6,612	8,37E+04	8,24E+04	1,47E+04	133,2	10,12	19,79	0,2408	1,11E-04	0,6492	0	628,3

BIBLIOGRAFÍA

- [1]. ALIMENTOS ENTERPRIZES. Pan de Molde-Propiedades del Pan de Molde. [acceso: 18 de octubre del 2012]. Disponible en: <http://alimentos.org.es/pan-molde>
- [2].BOTANICAL ONLINE 1999. Propiedades alimentarias del arroz. [acceso: 10 de octubre del 2012]. Disponible en: <http://www.botanical-online.com/arrozpropiedadesalimentarias.htm>
- [3].CALLEJO, M. Principales atributos sensoriales del pan. La importancia de la cata. [tesis doctoral]. España. Universidad politecnica de Madrid; 2011
- [4]. Características físicos y químicas del Pan Normal: Publicado en la Gasetta N. 5, de abril. [acceso 19 de octubre del 2012]. Disponible en: Disponible en: <http://reventazon.meic.go.cr/informacion/onnum/normas/151.pdf>.
- [5].CHILE. LUZ, M; EDEL, A. Aspectos nutricionales y saludables de los productos de panificación. [tesis doctoral]. USA. Universidad de valparaiso.; 2009

- [6]. CONVIVIR ENTREPRIZES. Fundación de Intolerancia al Gluten. Vivir sin Gluten. [acceso: 27 de octubre del 2012]. Disponible en: <http://www.fundacionconvivir.cl/vivir-sin-gluten.html>.
- [7]. Enfermedad Celiaca [acceso: 14 de noviembre del 2012]. Disponible en: disponible en: <http://www.enfermepedia.com/index.php/enfermedades-raras/abdomen/58-digestivo/783-enfermedad-celiaca.html>
- [8]. HERNANDO, D. Evolución de la vida útil en panes sin corteza blancos al sustituir el mejorante y sórbico habituales.[tesis doctoral]. Valladolid. Escuela técnica superior de ingenierías agrarias; 2012
- [9]. HUBER COMPANY. La reología de los fluidos [revista en Internet] Houston,2011 [acceso 13 de febrero del 2013]. Disponible en: http://www.kofg.com/KOFG_Rheology_Sp.pdf
- [10]. LUCAS, E. 2008 Elaboración de pan - Biotecnología de la fermentación [acceso: 18 de noviembre del 2012]. Disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos11/ferme/ferme.shtml>
- [11]. MARCO, C. Mejora de la funcionalidad de proteínas de cereales libres de gluten: Aplicación en productos fermentados. [tesis doctoral]. Valencia. Universidad Politécnica de Valencia; 2008

- [12]. MOLINA ROSELL BLOG ESPOT. Celiaquía: Los Celiacos nos Comemos el Mundo. 2012. [acceso: 5 de diciembre del 2012]. Disponible en: <http://losceliacosnoscomemoselmundo.blogspot.com/2012/01/pan-elaborado-con-harina-de-arroz.html>
- [13]. Registros para la calidad total. [acceso: 15 de diciembre del 2012]. Disponible en: <http://www.trigopan.com.ar/TecdeITrigo/Pages/rinconmolino/calidadtotal.html>
- [14]. SORIANO, M. Reología en la industria alimentaria. Fenómenos de transporte [monografía en internet], 2010 [acceso 13 de febrero del 2013]. Disponible en: <http://es.scribd.com/doc/36069250/Reologia-en-La-Industria-Alimentaria>
- [15]. TEJERO, F. Asesoría Técnica en Panificación. <http://www.franciscotejero.com/tecnica/otras%20materias%20primas/enranciamiento.htm>.
- [16]. TORRES, L. La Catarina. Efecto de la Adición de Hidrocoloides sobre las Características de Pan recalentado en Horno de Microondas [tesis doctoral]. México Universidad de las americas de puebla; 2002

- [17]. VALDERRAMA, J. Información Tecnológica. Pan sin Gluten.Publicado por editorial del norte-Chile. Volumen 7, Segunda Edición 1966 Pág. 35-41
- [18]. ZUDAIRE, M. 2010 El pan para celíacos en Internet. 28 de mayo del 2010 [acceso: 15 de enero del 2013]. Disponible en: http://www.consumer.es/web/es/alimentacion/aprender_a_comer_bien/alimentos_a_debate/2006/05/11/151867.php

ANEXOS

ANEXO 1-A

INEN		
CDU: 664		AL:02.08-401
Norma Técnica Ecuatoriana	PAN COMÚN. REQUISITOS.	NTE INEN 86:1979 Primera Revisión
Instituto Ecuatoriano de Normalización, INEN - Casa La 17-01-3999 - Baquerizo Moreno (B-28) y Almagro - Quito-Ecuador - Prohibida la reproducción	<p style="text-align: center;">1.OBJETO</p> <p>1.1 Esta norma establece los requisitos que debe reunir el pan común.</p> <p style="text-align: center;">2. TERMINOLOGÍA</p> <p>2.1 Pan común. Es el pan de miga blanca u oscura, elaborado a base de harina de trigo: blanca, semi-integral o integral, agua potable, levadura, sal, azúcar, grasa comestible (animal o vegetal) y aditivos autorizados.</p> <p>2.2 Otros términos relacionados con esta norma están definidos en la NTE INEN 93.</p> <p style="text-align: center;">3. DISPOSICIONES GENERALES</p> <p>3.1 Las materias primas utilizadas en la elaboración del pan común deben sujetarse a las NTE INEN correspondientes.</p> <p>3.2 El pan común debe procesarse en condiciones sanitarias adecuadas, a fin de evitar su contaminación con microorganismos patógenos o causantes de la descomposición del producto.</p> <p style="text-align: center;">4. REQUISITOS DEL PRODUCTO</p> <p>4.1 Componentes. La masa para la cocción del pan común debe prepararse con los siguientes componentes:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) harina de trigo: blanca, semi-integral o integral, b) agua potable, c) levadura activa, fresca o seca, d) sal comestible, e) azúcar en cantidad suficiente para ayudar al desarrollo de la levadura, f) grasa comestible (animal o vegetal), g) aditivos autorizados. <p>4.2 Características organolépticas.</p> <p>4.2.1 El pan común debe presentar el sabor y olor característicos del producto fresco y bien cocido. Su sabor no debe ser amargo, ácido o con indicios de rancidez.</p> <p>4.2.2 Corteza. El pan común debe presentar una corteza de color uniforme, sin quemaduras, ni hollín u otras materias extrañas.</p> <p>4.2.3 Miga. La miga del pan común debe ser elástica, porosa, uniforme, no pegajosa ni desmenuzable.</p> <p style="text-align: right;">(Continúa)</p>	

ANEXO 1-B



CDU: 654

AL-02.08-401

Norma Técnica Ecuatoriana	PAN COMÚN. REQUISITOS.	NTE INEN 96:1878 Primera Revisión
<p style="text-align: center;">1.OBJETO</p> <p>1.1 Esta norma establece los requisitos que debe reunir el pan común.</p> <p style="text-align: center;">2. TERMINOLOGÍA</p> <p>2.1 Pan común. Es el pan de miga blanca u obscura, elaborado a base de harina de trigo: blanca, semi-integral o integral, agua potable, levadura, sal, azúcar, grasa comestible (animal o vegetal) y aditivos autorizados.</p> <p>2.2 Otros términos relacionados con esta norma están definidos en la NTE INEN 93.</p> <p style="text-align: center;">3. DISPOSICIONES GENERALES</p> <p>3.1 Las materias primas utilizadas en la elaboración del pan común deben sujetarse a las NTE INEN correspondientes.</p> <p>3.2 El pan común debe procesarse en condiciones sanitarias adecuadas, a fin de evitar su contaminación con microorganismos patógenos o causantes de la descomposición del producto.</p> <p style="text-align: center;">4. REQUISITOS DEL PRODUCTO</p> <p>4.1 Componentes. La masa para la cocción del pan común debe prepararse con los siguientes componentes:</p> <ul style="list-style-type: none">a) harina de trigo: blanca, semi-integral o integral,b) agua potable,c) levadura activa, fresca o seca,d) sal comestible,e) azúcar en cantidad suficiente para ayudar al desarrollo de la levadura,f) grasa comestible (animal o vegetal),g) aditivos autorizados. <p>4.2 Características organolépticas.</p> <p>4.2.1 El pan común debe presentar el sabor y olor característicos del producto fresco y bien cocido. Su sabor no debe ser amargo, ácido o con indicios de rancidez.</p> <p>4.2.2 Corteza. El pan común debe presentar una corteza de color uniforme, sin quemaduras, ni hollín u otras materias extrañas.</p> <p>4.2.3 Miga. La miga del pan común debe ser elástica, porosa, uniforme, no pegajosa ni desmenuzable.</p> <p style="text-align: right;">(Continúa)</p>		

Instituto Ecuatoriano de Normalización, INEN - Casilla 17-01-3899 - Baquerizo Moreno EB-28 y A Imagro - Quito-Ecuador - Prohibida la reproducción

ANEXO 1-C

NTE INEN 95

1979-12

4.2.4 **Tamaños.** El pan común debe fabricarse en forma de panes, palanquetas o moldes, de acuerdo con las formas establecidas en la NTE INEN 94.

4.2.6 **Sólidos totales.** El contenido de sólidos totales, determinado de acuerdo con el método descrito en el Anexo A, no debe ser menor del 65% para el pan blanco, del 65% para el pan semi-Integral y del 60% para el pan Integral.

4.2.8 **Acidez.** La acidez determinada de acuerdo con el método descrito en el Anexo B debe estar entre 5,5 y 6,0 para los tres tipos de panes.

4.2.7 **Humedad.** La humedad determinada de acuerdo con el Anexo A no debe ser mayor del 35% para el pan blanco, del 35% para el pan semi-Integral y del 40% para el pan Integral.

4.2.8 **Para efectos de comercialización,** el pan debe venderse al peso, de acuerdo a la siguiente escala de números preferidos: 20g, 30g, 50g, 100g, 200g, 300g, 500g, y 1 000g.

4.2.8 **Las tolerancias permitidas en el peso,** de acuerdo con el numeral 4.2.8, serán del 10% para panes de hasta 50g de peso y del 5% para los demás.

6. MUESTREO

6.1 Las muestras deben extraerse dentro de las 24h después que el producto haya salido del horno.

6.2 Para la verificación del peso se tomarán muestras de diez a quince unidades, en el caso de panes de hasta 50g de peso individual, y de tres panes en los otros casos. El peso promedio se determinará en cada caso.

8. MARCADO, ROTULADO Y EMBALAJE

8.1 El pan común debe ser envasado en las panaderías en fundas individuales, que contengan un número adecuado que facilite su comercialización

8.2 Las fundas o envolturas deben ser de papel especial o plástico, resistente a la acción del producto, no deben alterar sus características organolépticas o su composición; además, proporcionarán una adecuada protección ante la contaminación externa.

8.3 Las fundas o envolturas deben marcarse con el peso, precio, número de registro sanitario, designación del producto, marca comercial registrada y otra información complementaria opcional.

(Continúa)