



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

EVALUACIÓN DE pH, TEMPERATURA Y CONCENTRACIÓN DE ALGINATO EN EL PROCESO DE GELIFICACIÓN IÓNICA COMO MÉTODO DE CONSERVACIÓN DEL ZUMO NATURAL DE FRUTAS

**Tesis presentada como requisito para optar por el título de Ingeniera
Agroindustrial**

Autor: Vanessa del Carmen Ortega Peláez

Director: Ing. Marco Lara MSc.

Ibarra – Ecuador



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y
AMBIENTALES

CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL
EVALUACIÓN DE pH, TEMPERATURA Y CONCENTRACIÓN
DE ALGINATO EN EL PROCESO DE GELIFICACIÓN IÓNICA
COMO MÉTODO DE CONSERVACIÓN DEL ZUMO NATURAL
DE FRUTAS

Tesis revisada por los miembros del tribunal, por lo cual se autoriza su
presentación como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERA AGROINDUSTRIAL

APROBADA:

Ing. Marco Lara, MSc.

DIRECTOR DE TESIS

FIRMA

Ing. Rosario Espín, MBA.

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

FIRMA

Ing. Jimmy Núñez, MSc.

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

FIRMA

Ing. José País, PhD.

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

FIRMA



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

1.- IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA:

En cumplimiento del Art. 144 de la ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información.

| DATOS DE CONTACTO | |
|------------------------------------|---|
| CÉDULA DE IDENTIDAD: | 100344301-5 |
| APELLIDOS Y NOMBRES: | ORTEGA PELÁEZ VANESSA DEL CARMEN |
| DIRECCIÓN: | IMBABURA-IBARRA HERNÁN GONZALES DE SAA Y ABEL TAFUR |
| E-MAIL: | vanelibra_9@hotmail.es |
| TELÉFONO MÓVIL: | 0988907834 |
| DATOS DE LA OBRA | |
| TÍTULO: | “EVALUACIÓN DE pH, TEMPERATURA Y CONCENTRACIÓN DE ALGINATO EN EL PROCESO DE GELIFICACIÓN IÓNICA COMO MÉTODO DE CONSERVACIÓN DEL ZUMO NATURAL DE FRUTAS” |
| AUTOR: | ORTEGA PELÁEZ VANESSA DEL CARMEN |
| FECHA: | 06 DE DICIEMBRE DEL 2019 |
| SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO | |
| PROGRAMA: | <input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO |
| TÍTULO POR EL QUE OPTA: | INGENIERO AGROINDUSTRIAL |
| ASESOR/DIRECTOR: | ING. MARCO VINICIO LARA, MSc |

2.- CONSTANCIAS

El autor (es) manifiesta (n) que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar los derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es original y que es (son) el (los) titular (es) de los derechos patrimoniales, por lo que asume (n) la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá (n) en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 06 días del mes de Diciembre del 2019

EL AUTOR:

(Firma).....

Nombre: Vanessa del Carmen Ortega Peláez

C.C: 100344301-5

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Manifiesto que la presente obra es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto es original y que soy el titular de los derechos patrimoniales; por lo que asumo la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldré en defensa de la Universidad Técnica del Norte en caso de reclamación por parte de terceros.

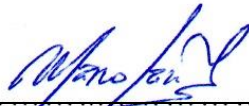
Ibarra, a los 06 días del mes de Diciembre del 2019

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Vanessa del Carmen Ortega Peláez', written over a horizontal line.

Vanessa del Carmen Ortega Peláez

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Vanessa del Carmen Ortega Peláez, bajo mi supervisión.



Ing. Marco Vinicio Lara, MSc

DIRECTOR DE TESIS

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

Yo, Vanessa del Carmen Ortega Peláez, con cédula de identidad Nro.1003443015, manifiesto mi voluntad de ceder a la Universidad Técnica del Norte los derechos patrimoniales consagrados en la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador, artículos 4, 5 y 6, en calidad de autor (es) de la obra o trabajo de grado denominado: **EVALUACIÓN DE pH, TEMPERATURA Y CONCENTRACIÓN DE ALGINATO EN EL PROCESO DE GELIFICACIÓN IÓNICA COMO MÉTODO DE CONSERVACIÓN DEL ZUMO NATURAL DE FRUTAS**, que ha sido desarrollado para optar por el título de: **INGENIERA AGROINDUSTRIAL** en la Universidad Técnica del Norte, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente. En mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Técnica del Norte.

Ibarra, a los 06 días del mes de Diciembre del 2019



Vanessa del Carmen Ortega Peláez

ÍNDICE DE CONTENIDO

| | |
|---|-----|
| LISTA DE FIGURAS | i |
| LISTA DE DIAGRAMAS | i |
| LISTA DE TABLAS..... | i |
| ÍNDICE DE ANEXOS..... | ii |
| RESUMEN..... | iii |
| SUMMARY | iv |
| CAPÍTULO I..... | 1 |
| INTRODUCCIÓN | 1 |
| 1.1. PROBLEMA..... | 1 |
| 1.2. JUSTIFICACIÓN | 2 |
| 1.3. OBJETIVO GENERAL Y ESPECÍFICOS | 3 |
| 1.4. HIPÓTESIS..... | 3 |
| CAPÍTULO II | 4 |
| MARCO TEÓRICO..... | 4 |
| 2.1. MICROENCAPSULACIÓN | 4 |
| 2.1.1. MICROCÁPSULAS | 4 |
| 2.1.2. VENTAJAS DE LA MICROENCAPSULACIÓN | 5 |
| 2.1.3. APLICACIONES DE LA MICROENCAPSULACIÓN EN LA INDUSTRIA ALIMENTARIA | 6 |
| 2.1.4. TIPOS DE MICROENCAPSULACIÓN..... | 7 |
| 2.1.4.1. Gelificación iónica | 7 |
| 2.1.4.2. Materiales empleados en la gelificación iónica | 8 |
| 2.1.4.3. Proceso de gelificación iónica..... | 10 |
| CAPÍTULO III..... | 13 |

| | |
|--|----|
| MATERIALES Y MÉTODOS | 13 |
| 3.1. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO | 13 |
| 3.2. MATERIA PRIMA, INSUMOS, REACTIVOS, MATERIALES Y EQUIPOS..... | 13 |
| 3.2.1. MATERIA PRIMA VEGETAL | 13 |
| 3.2.2. INSUMOS..... | 14 |
| 3.2.3. EQUIPOS Y MATERIAL DE LABORATORIO | 14 |
| 3.2. MÉTODOS | 14 |
| 3.2.1. CARACTERIZAR EL ZUMO DE FRUTAS CON RESPECTO A LOS PARÁMETROS DE VISCOSIDAD, SÓLIDOS SOLUBLES Y pH. | 14 |
| 3.2.2. ESTABLECER LOS PARÁMETROS DE GELIFICACIÓN IÓNICA SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICAS DEL ZUMO GELIFICADO..... | 17 |
| 3.2.2.1. Factores en estudio..... | 17 |
| 3.2.2.2. Tratamientos..... | 17 |
| 3.2.2.3. Modelo matemático..... | 18 |
| 3.2.2.4. Análisis de varianza | 18 |
| 3.2.2.5. Variables de respuesta evaluadas | 18 |
| 3.2.3. EVALUAR LAS CARACTERÍSTICAS SENSORIALES Y MICROBIOLÓGICAS DEL PRODUCTO TERMINADO..... | 19 |
| 3.2.3.1. Evaluación microbiológica..... | 19 |
| 3.2.3.2. Evaluación sensorial..... | 21 |
| 3.2.4. MANEJO ESPECÍFICO DEL EXPERIMENTO | 22 |
| 3.2.4.5. Descripción del proceso | 24 |
| CAPÍTULO IV | 26 |
| RESULTADOS Y DISCUSIÓN..... | 26 |

| | |
|--|----|
| 4.1. CARACTERIZACIÓN DEL ZUMO DE FRUTAS CON RESPECTO A LOS PARÁMETROS DE VISCOSIDAD, SÓLIDOS SOLUBLES Y pH. | 26 |
| 4.2. ESTABLECIMIENTO DE LOS PARÁMETROS DE GELIFICACIÓN IÓNICA SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICAS DEL ZUMO GELIFICADO. | 26 |
| 4.2.1. VARIABLES DE RESPUESTA EVALUADAS | 27 |
| 4.2.1.1. Variable de respuesta viscosidad | 27 |
| 4.2.1.2. Variable de respuesta morfología..... | 31 |
| 4.2.1.3. Variable de respuesta textura | 33 |
| 4.3. EVALUACIÓN LAS CARACTERÍSTICAS SENSORIALES Y MICROBIOLÓGICAS DEL PRODUCTO TERMINADO. | 36 |
| 4.3.1. Análisis microbiológicos..... | 36 |
| 4.3.2. Evaluación de la calidad sensorial del zumo gelificado..... | 37 |
| 4.3.3. Evaluación del tiempo de conservación del zumo gelificado | 39 |
| CAPÍTULO V | 41 |
| CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES..... | 41 |
| 5.1. CONCLUSIONES | 41 |
| 5.2. RECOMENDACIONES | 43 |
| BIBLIOGRAFÍA..... | 44 |
| ANEXOS..... | 47 |

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1. Características estructurales del alginato..... | 9 |
| Figura 2. Formación del alginato de calcio..... | 10 |
| Figura 3. Proceso de gelificación iónica..... | 11 |

LISTA DE DIAGRAMAS

| | |
|--|----|
| Diagrama 1. Proceso de gelificación de zumo de frutas..... | 23 |
|--|----|

LISTA DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 1. Tipos de microencapsulación..... | 7 |
| Tabla 2. Clases de material de recubrimiento..... | 8 |
| Tabla 3. Características del área de estudio..... | 13 |
| Tabla 4. Variables a evaluadas en el zumo de frutas..... | 15 |
| Tabla 5. Factores y niveles que influyen en las variables de estudio..... | 17 |
| Tabla 6. Tratamientos del experimento..... | 17 |
| Tabla 7. Esquema del ADEVA..... | 18 |
| Tabla 8. Variable a evaluar en el producto final..... | 19 |
| Tabla 9. Variable y categorías para el análisis de morfología..... | 19 |
| Tabla 10. Análisis microbiológicos del producto terminado..... | 20 |
| Tabla 11. Escala hedónica para el análisis sensorial..... | 22 |
| Tabla 12. Resultados de análisis fisicoquímicos del zumo de frutas..... | 26 |
| Tabla 13. Análisis de varianza de la viscosidad..... | 27 |
| Tabla 14. Valores recomendados para la variable viscosidad..... | 30 |
| Tabla 15. Caracterización morfológica del zumo gelificado..... | 32 |
| Tabla 16. Análisis de varianza para la textura de ruptura..... | 33 |
| Tabla 17. Caracterización microbiológica del zumo gelificado..... | 36 |

ÍNDICE DE ANEXOS

| | |
|---|----|
| Anexo 1. Caracterización de la mezcla zumo-alginato..... | 47 |
| Anexo 2. Precipitación de la mezcla zumo-alginato sobre el baño cálcico | 47 |
| Anexo 3. Formación de esferas de zumo gelificado | 47 |
| Anexo 4. Análisis microbiológicos | 47 |
| Anexo 5. Análisis sensorial..... | 48 |
| Anexo 6. Hoja de calificación del análisis sensorial..... | 48 |
| Anexo 7. Análisis de textura tratamiento 1 | 49 |
| Anexo 8. Análisis de textura tratamiento a | 50 |
| Anexo 9. Análisis de textura tratamiento b | 51 |
| Anexo 10. Análisis de textura tratamiento ab | 52 |
| Anexo 11. Análisis de textura tratamiento c | 53 |
| Anexo 12. Análisis de textura tratamiento ac | 54 |
| Anexo 13. Análisis de textura tratamiento bc | 55 |
| Anexo 14. Análisis de textura tratamiento abc | 56 |
| Anexo 16. Ficha técnica del Alginato de sodio..... | 61 |
| Anexo 17. Ficha técnica Cloruro de calcio | 64 |

RESUMEN

La técnica de microencapsulación ha sido catalogada como uno de los métodos más eficaces para proteger a los materiales encapsulados de factores externos como el calor y la humedad, permitiendo mantener la estabilidad y mejorando de manera considerable su tiempo de conservación. Al estudiar la microencapsulación mediante gelificación iónica, se concluye de forma unánime que este método resulta ser ideal para preservar las características nutritivas y funcionales en los materiales que han sido encapsulados.

La presente investigación tuvo como principal objetivo determinar la influencia de tres factores: pH, temperatura y concentración de alginato de sodio sobre las características de viscosidad, textura y morfología del zumo de frutas gelificado. La metodología empleada fue experimental analizando los datos con un diseño de análisis de superficie de respuesta 2^k ($k = 3$), con tres variables (viscosidad de la mezcla zumo-alginato, textura de ruptura y morfología del gel) y dos niveles en cada variable, posterior al análisis estadístico se obtuvo como resultado que el mejor tratamiento fue **ab** (pH = 5, temperatura = 35 °C y concentración de alginato = 1,2 %). En esta investigación se determinó que el pH es el factor más importante en el proceso de gelificación iónica, a valores superiores de 6 e inferiores de 5 se obtienen esferas irregulares con poca estabilidad y frágiles al tacto, siendo el valor de 5 el ideal para obtener esferas perfectas y de textura firme. La viscosidad se relaciona directamente con la morfología, valores entre 2100,00 - 2496,63 cP hacen que el zumo no tenga dificultad de fluir por el instrumento de goteo y en contacto con el baño cálcico formen esferas perfectas. La textura está relacionada de manera directa con la aceptación del producto valores de 0,091 y 0,017 N hacen que las esferas sean fáciles de manipular y al ser consumidas sean del agrado del consumidor, finalmente el tiempo de conservación de este producto fue < 13 días en refrigeración. Concluyendo que la gelificación iónica funciona como método de conservación al formar una capa protectora del zumo frente a factores externos como la luz, temperatura y oxígeno que afectan la calidad del zumo y hacen que este sea de consumo inmediato.

SUMMARY

Microencapsulation technique has been listed as one of the most effective methods to protect encapsulated materials from external factors such as heat and humidity, allowing to maintain its stability and significantly improving its conservation time, around microencapsulation by ion gelling, research has been developed, in which it is unanimously concluded that this method is ideal to preserve the characteristics.

The main objective of this research was to determine the influence of three factors: pH, temperature and sodium alginate concentration on the viscosity, texture and morphology characteristics of gelled fruit juice. The methodology used was experimental using a design 2^3 , the response variables analyzed were viscosity of the mixture juice-alginate, rupture texture and gel morphology, as a result it was obtained that the best treatment was ab (pH 5, temperature 35 °C and alginate concentration 1.2 %). Concluding that pH is the most important factor in the ion gelling process, at values above 6 and below 5 irregular spheres are obtained with little stability and fragile to the touch, with the value of 5 being ideal for obtaining perfect and firm texture.

Viscosity is directly related to morphology, values between 2100,00 – 2496,63 cP make the juice have no difficulty flowing through the drip instrument and in contact with the calcium bath form perfect spheres. Texture is directly related to product acceptance values of 0,091 and 0,017 N make the spheres easy to manipulate and when consumed to be consumers' liking, finally the shelf life of this product was <13 days in refrigeration concluding that ion gelling works as a conservation method by forming a protective layer of the juice against external factors such as light, temperature and oxygen that affect the quality of the juice and make it for immediate consumption.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. PROBLEMA

A nivel mundial el consumo de alimentos funcionales va creciendo debido a las exigencias del consumidor por productos que mejoren la salud y reduzcan el riesgo de contraer enfermedades. En Ecuador hay una limitada oferta de productos funcionales, por ello surge la necesidad de crear o desarrollar técnicas que preserven estos compuestos.

En los últimos años se han desarrollado métodos como la microencapsulación, misma que ha sido aplicada en el sector farmacéutico, además tienen relevancia en la industria alimentaria debido a su versatilidad al momento de aplicarse a un sin número de productos, entre los cuales la gelificación iónica normal e inversa son los más empleados. A pesar de ello, no hay estudios que profundicen el proceso de gelificación iónica y su aplicación en la agroindustria alimentaria.

En Ecuador el desconocimiento y falta de información sobre este proceso genera un empirismo al desarrollarlo, obteniendo productos gelificados con propiedades ineficientes de recubrimiento y estabilidad, a su vez, desaprovechando sus múltiples beneficios que se podrían emplear en el campo alimentario.

1.2. JUSTIFICACIÓN

La industria alimenticia constantemente ha incursionado en el desarrollo de técnicas de conservación en principios activos y microorganismos benéficos, así como su aplicación en alimentos funcionales. La microencapsulación ha sido aplicada exitosamente en la industria a través de dos mecanismos de gelificación iónica: gelificación normal e inversa, los cuales actúan como barrera protectora entre los compuestos encapsulados y el medio que los rodea, evitando que factores fisicoquímicos externos alteren la estructura del compuesto, preservando sus características funcionales importantes para el correcto desempeño del organismo.

Con la presente investigación se propone estudiar la gelificación iónica normal, identificando y evaluando los principales parámetros que rigen este proceso, con la finalidad de analizar su influencia sobre las características físicas (textura y morfología), microbiológica y sensoriales del gel resultante así mismo determinar el tiempo de conservación del producto gelificado, obteniendo de esta manera una estandarización del proceso, tomando como un método alternativo de conservación.

1.3. OBJETIVO GENERAL Y ESPECÍFICOS

OBJETIVO GENERAL

- Evaluar el pH, temperatura y concentración de alginato en el proceso de gelificación iónica como método de conservación del zumo natural de frutas.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Caracterizar el zumo de frutas con respecto a los parámetros de viscosidad, sólidos solubles y pH.
- Establecer los parámetros de gelificación iónica sobre las propiedades físicas del zumo gelificado.
- Evaluar las características sensoriales y microbiológicas del producto terminado.

1.4. HIPÓTESIS

Ho: Los parámetros en el proceso de gelificación iónica no influyen en las características finales del producto gelificado.

Hi: Los parámetros en el proceso de gelificación iónica influyen en las características finales del producto gelificado.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. MICROENCAPSULACIÓN

Los procesos de encapsulación fueron desarrollados entre los años 1930 y 1940 por la National Cash Register para la aplicación comercial de un tinte a partir de gelatina como agente encapsulante mediante un proceso de coacervación. La utilización de microcápsulas abarca una amplia gama de campos: la liberación controlada de sabores, colores, aromas, perfumes, drogas, fertilizantes y precursores en impresiones. (Yáñez, Martínez, Jiménez, Márquez, & Ramos, 2005).

La microencapsulación puede ser comprendida también como el proceso físico que se utiliza para empaquetar en miniatura sustancias activas. Esta técnica permite envolver cantidades pequeñas de gases, líquidos o sólidos dentro de una pared que funciona como escudo del ingrediente activo, la cual le protege de agentes que causan su deterioro y usualmente pueden controlar su liberación. (Lupo, González, & Maestro, 2012).

2.1.1. MICROCÁPSULAS

Las microcápsulas son el producto del proceso por el cual partículas individuales o gotas de un material activo (núcleo) se rodean por una cubierta para producir cápsulas en el rango de micrómetros a milímetros (Veloso & Della Rocca, 2015), consisten de una membrana semipermeable, esférica, delgada y fuerte alrededor

de un centro sólido/líquido. Los materiales que se utilizan para el encapsulamiento pueden ser gelatina, grasas, aceites, goma arábiga, alginato de calcio, ceras, almidón de trigo, maíz, arroz, papa, nylon, ciclodextrina, maltodextrina, caseinato de sodio, proteína de lactosuero o proteína de soya. (Parra, 2010)

Núcleo: Está conformado por partículas sólidas o por líquido en forma de finas gotas que constituyen el principio activo.

Cubierta: Es una cáscara dura soluble o suave que contiene al principio activo y excipientes. La selección del material de recubrimiento se realiza de acuerdo a la función que se quiere dar a la microcápsula.

Según Caicedo y Chamba (2016), además de la protección el material de recubrimiento debe dar a la microcápsula propiedades de flexibilidad, fuerza o resistencia, permeabilidad y facilidad de aplicación para lo cual puede emplearse junto con otras sustancias como plastificantes.

Microencapsular, significa empaquetar unas sustancias activas dentro de una cápsula del tamaño de una micra, es decir, permite el empaquetamiento de las sustancias químicas, alimentos, enzimas, bacterias probióticas, aditivos alimentarios, sustancias farmacéuticas. Existen sustancias biopoliméricas que sirven como materiales de recubrimiento, tales como alginatos, carbohidratos, gomas, proteínas, etc (Castañeta, Gemio, Yapu, & Nogales, 2011).

2.1.2. VENTAJAS DE LA MICROENCAPSULACIÓN

De acuerdo con Parra (2010), entre las principales ventajas que ofrece el método de gelificación iónica se puede destacar:

- Proteger el material activo de la degradación producida por el medio ambiente (calor, aire, luz, humedad), etc.
- Las características físicas del material original pueden ser modificadas y hacer más fácil su manejo (un material líquido convertido a polvo), la higroscopía puede ser reducida, la densidad se modifica y el material contenido puede ser distribuido más uniformemente en una muestra.
- El sabor y olor del material puede ser enmascarado.

- Puede ser empleado para separar componentes, con el fin de que estos no reaccionen.
- Estabilización de principios activos inestables.

La encapsulación es una técnica que permite el empaquetamiento de alimentos, o materiales como aceites, bacterias probióticas, enzimas, lactosuero, pigmentos vegetales, minerales, vitaminas y aditivos alimenticios. Los principales agentes utilizados para encapsular son polivinil alcohol, alginatos, lípidos, carbohidratos, gomas y proteínas (Parra, 2010).

2.1.3. APLICACIONES DE LA MICROENCAPSULACIÓN EN LA INDUSTRIA ALIMENTARIA

La microencapsulación es un proceso mediante el cual ciertas sustancias bioactivas (sabores, vitaminas o aceites esenciales) son introducidas en una matriz o sistema pared con el objetivo de impedir su pérdida, para protegerlos de la reacción con otros compuestos presentes en el alimento o para impedir que sufran reacciones de oxidación debido a la luz o al oxígeno. Una ventaja adicional es que un compuesto encapsulado se liberará gradualmente del compuesto que lo ha englobado o atrapado y se obtienen productos alimenticios con mejores características sensoriales y nutricionales. (Yañez, Martínez, Jiménez, Márquez, & Ramos, 2005)

Respecto al área de alimentos, las aplicaciones de esta técnica se han ido incrementando debido a la protección de los materiales encapsulados de factores como calor y humedad, permitiendo mantener su estabilidad y viabilidad. (Yañez et al., 2002; Montes, De Paula y Ortega, 2007).

Shahidi y Han (2013), propusieron seis razones para aplicar la microencapsulación en la industria alimenticia:

- Reducir la reactividad del núcleo con los diferentes efectos ambientales como la humedad, la oxidación, la acción de la luz, etc.
- Disminuir la velocidad de transferencia del componente activo que forma parte del núcleo hacia el exterior.
- Promover un fácil manejo o manipulación.

- Controlar la liberación del material del núcleo.
- Enmascarar aromas o sabores desagradables.
- Diluir el material del núcleo cuando éste deba ser usado sólo en pequeñas cantidades.

La técnica de microencapsulación ha permitido solucionar algunos problemas limitando las aplicaciones de ingredientes y aditivos alimenticios, puesto que puede controlar la eliminación de saborizantes, así como reducir volatilidad, higroscopicidad y reactividad incrementando la estabilidad de productos bajo condiciones ambientales adversas (De Lara, et al, 2012).

2.1.4. TIPOS DE MICROENCAPSULACIÓN

En forma general se pueden citar dos grupos en los cuales se agrupan los diferentes métodos de microencapsulación; los que están basados en fenómenos físicos y otros que usan reacciones químicas para la formación de las microcápsulas, según Vilstrup (2004), estas técnicas se detallan a continuación:

Tabla 1. Tipos de microencapsulación

| Tipo de microencapsulación | Técnica |
|-----------------------------------|--|
| Basados en procesos químicos | Coacervación compleja, polímero-polímero incompatible, gelificación iónica y proceso de inyección sumergido. |
| Basados en procesos físicos | Secado por atomización, enfriamiento tras atomización, recubrimiento en lecho fluidizado, disco giratorio con orificios múltiples. |

Existiendo en cada una de estas técnicas un sin número de variaciones, el empleo de determinada técnica se basa en el material a encapsular y el propósito que deberá cumplir la microcápsula.

2.1.4.1. Gelificación iónica

La gelificación iónica es la técnica que permite la formación de partículas poliméricas usando un agente iónico de entrecruzamiento. Se basa en la formación de complejos debido a la atracción de cargas opuestas; las atracciones electrostáticas crean interacciones físicas, lo que permite la transformación de un líquido en gel (Calero, Sánchez, Tórriz, Hernann, & López, 2008).

Como principal característica del producto obtenido por el método de la gelificación iónica es la forma esférica de las microcápsulas, la cual es un indicador de calidad (López & Villalta, 2009), si el producto resultante no obedece este patrón en su morfología puede deberse a un aumento en la viscosidad de las soluciones de alginato de sodio, básicamente debido a la tensión superficial, que es la fuerza encargada de formar una partícula esférica cuando un líquido se encuentra en caída libre.

A medida que la viscosidad de un líquido aumenta, la tensión superficial disminuye, debido a que la viscosidad ejerce una resistencia la cual impide la formación de una partícula esférica. Por esta razón, se requiere de una mayor altura en el dispositivo de goteo con el fin de aumentar el tiempo, para que la tensión superficial transforme a la gota de la solución de alginato de sodio en un cuerpo esférico (Andueza, Ávila, & Attias, 2000).

2.1.4.2. Materiales empleados en la gelificación iónica

Los materiales para la microencapsulación más destacados para recubrimiento se detallan a continuación:

Tabla 2. Clases de material de recubrimiento

| Clase de material de recubrimiento | Tipos específicos de recubrimiento |
|------------------------------------|--|
| Gomas | Goma arábica, agar, alginato de sodio, carragenina. |
| Carbohidratos | Almidón, maltodextrinas, sacarosa, jarabe de maíz. |
| Celulosas | Carboximetil celulosa, metil celulosa, etil celulosa, nitrocelulosa. |
| Lípidos | Cera, parafina, triestarina, ácido esteárico, monoglicéridos, diglicéridos, cera de abejas, aceites, grasas. |
| Materiales inorgánicos | Sulfato de calcio, silicato. |
| Proteínas | Gluteína, caseína, gelatina, albuminas. |

(Caicedo & Chamba, 2016)

- **Alginato de sodio**

La mayoría de las algas pardas grandes son fuentes potenciales de alginato. Las propiedades del alginato varían de una especie a otra, por lo que la elección de las algas a la cosecha se basa tanto en la disponibilidad de especies particulares como en las propiedades del alginato que contienen (Rogel, Licea, & Cornejo, 2003). Las principales fuentes comerciales son las especies de *Ascophyllum*, *Durvillaea*,

Ecklonia, Laminaria, Lessonia, Macrocystis, Sargassum y *Turbinaria spp.* De estos los más importantes son *Laminaria* y *Macrocystis spp.*

El alginato es un polisacárido lineal proveniente de algas marinas constituido por dos monómeros en su estructura, el ácido α -L-gulurónico (G) y el ácido β -D-manurónico (M) que se distribuyen constituyendo homopolímeros o heteropolímeros.

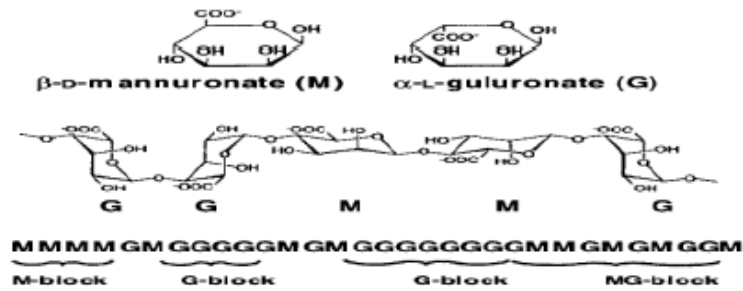


Figura 1. Características estructurales del alginato (Draget, 2000)

La distribución de sus monómeros en la cadena polimérica como la carga y volumen de los grupos carboxílicos otorgan al gel de la matriz características de flexibilidad o rigidez dependiendo del contenido en ácido α -L-gulurónico (G). En presencia de iones divalentes como el calcio producen una solución espesa con aspecto de gel. El gel se forma por acción de varias cadenas situadas de manera paralela en las que se alojan iones divalentes en sus huecos. Cuanto más grande es el radio iónico más rígido resulta la estructura (Veloso & Della Rocca, 2015).

- **Propiedades de los alginatos**

Los alginatos, según Avendaño, López & Palou (2013), poseen cuatro propiedades principales:

- **Espesante:** Al ser disueltos con agua, generando un aumento en la viscosidad de la sustancia en la que se disuelve, siendo directamente proporcional esta capacidad con el grado de polimerización (peso molecular promedio de las cadenas que lo constituyen).
- **Capacidad de retener agua:** siendo denominado como un agente súper absorbente, el cual puede retener de diez hasta miles de veces su peso en seco.

- **Capacidad de formar gel** a partir de una serie de reacciones químicas de intercambio iónico generalmente de iones sodio por cationes divalentes o trivalentes
- **Propiedad de formar películas**, siendo su principal aplicación como conservante en diferentes productos mínimamente procesados.

2.1.4.3. Proceso de gelificación iónica

El proceso de formación del gel se inicia a partir de una solución de sal de alginato y una fuente de calcio externa o interna desde donde el ión calcio se difunde hasta alcanzar la cadena polimérica, como consecuencia de esta unión se produce un reordenamiento estructural en el espacio resultando en un material sólido con las características de un gel. El grado de gelificación depende de la hidratación del alginato, la concentración del ión calcio y el contenido de los G-bloques (Funami et al., 2009).

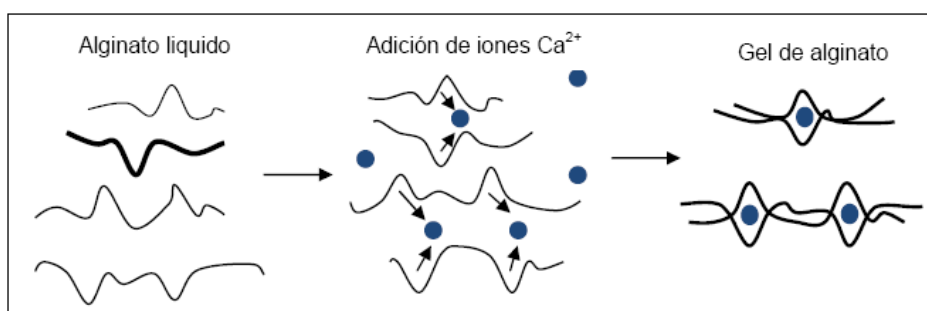
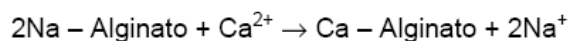


Figura 2. Formación del alginato de calcio
(López & Villalta, 2009)

Al entrecruzarse las cadenas del polímero que posee el alginato con el cloruro de calcio está ocurriendo un intercambio iónico, en el cual el sodio está siendo reemplazado por el calcio (González G. , 2009), dando al gel su consistencia sólida característica, específicamente los bloques G del alginato se alinean, se forman sitios de coordinación debido a bucles de estas cadenas, las cavidades que se forman entre ellas tienen el tamaño adecuado para acomodar el catión de calcio, además los grupos carboxilos y otros átomos de oxígeno son ligados

favorablemente y permiten un alto grado de coordinación con los iones calcio, este modelo es conocido como modelo de la caja de huevos (Morris, Rees, Thom, & Boyd, 2001).

Gallegos (2015), en su investigación propone el siguiente proceso en la formación de microcapsulas mediante gelificación iónica:

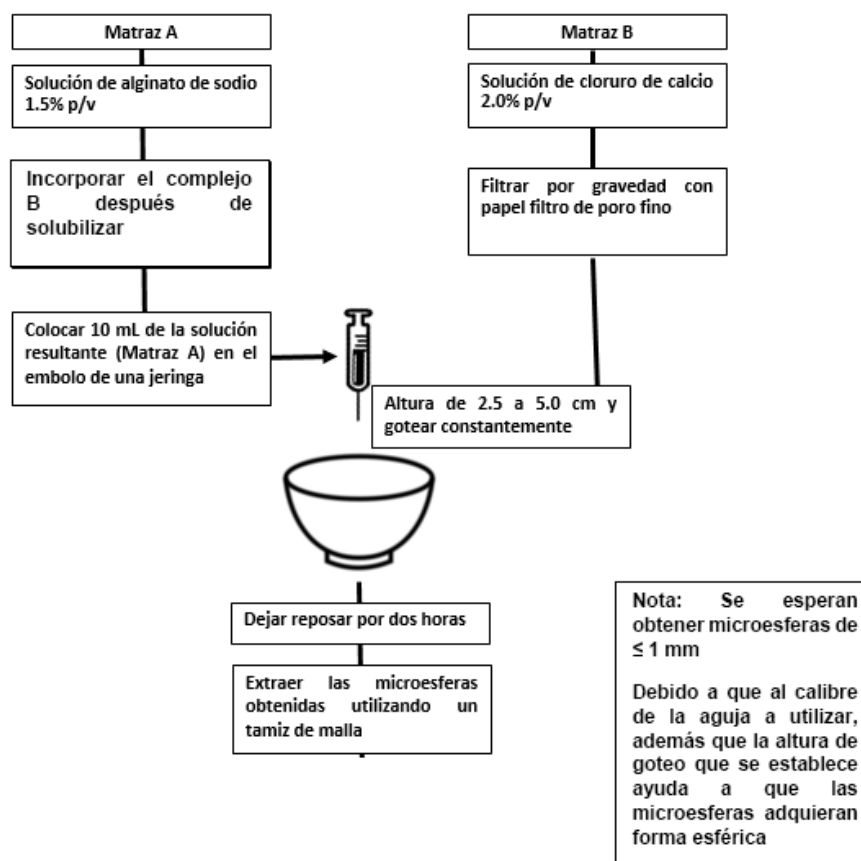


Figura 3. Proceso de gelificación iónica

- **Agentes físicos que afectan a la gelificación iónica**

La viscosidad de las soluciones de alginatos depende de la longitud de las moléculas, cuanto mayor sea la longitud de las cadenas más alta será la viscosidad. Al disolverse en agua, las moléculas se hidratan y aumenta su viscosidad. En una solución ácida el alginato formará un gel, ya que a pH bajo los grupos carboxílicos de los ácidos urónicos aceptan protones, lo que hace que se favorezca la formación de enlaces de los bloques G. La hidratación del ácido alginico a pH bajo conduce a la formación de un gel de alta viscosidad. En un

medio ácido, la viscosidad se va incrementando por la disminución de la solubilidad del ácido algínico libre, precipitando en forma de gel a un pH en el intervalo de 3 a 4 (Lupo, González, & Maestro, 2012).

- **Efecto del pH sobre la viscosidad del gel**

La viscosidad de las soluciones de alginato no se ve afectada por el rango de pH 5-11. Inferior de pH 5 los iones carboxilos en la cadena comienzan a convertirse en iones carboxilos protonados, así que la repulsión electrostática entre las cadenas se reduce, ellos son capaces de acercarse y de formar los enlaces del hidrógeno, produciendo viscosidades más altas (Barros, 2012). Cuando el pH se reduzca más, se formará un gel, usualmente entre pH 3-4; sin embargo, si el alginato contiene calcio residual, esta gelificación puede ocurrir alrededor de pH 5. Si el pH se reduce rápidamente de pH 6 a pH 2, se formará un precipitado gelatinoso de ácido algínico. Sobre pH 11, la despolimerización lenta ocurre en el almacenaje de las soluciones del alginato, dando una caída en viscosidad (McHugh, 2008).

- **Efecto de la temperatura sobre la viscosidad del gel**

La viscosidad disminuye a medida que aumenta la temperatura, a un ritmo de aproximadamente 2,5% por grado Celsius. (Caicedo & Chamba, 2016). La viscosidad generalmente retorna a un poco menos que el valor original en el enfriamiento. Sin embargo, si las soluciones de alginato se mantienen por encima de 50 °C durante varias horas, la despolimerización puede ocurrir dando una pérdida permanente de viscosidad. Las soluciones de alginato se pueden congelar y descongelar sin cambio de viscosidad, siempre y cuando estén libres de calcio (< 0,5%).

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

La presente investigación se realizó en las Unidades Eduproductivas de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales de la Universidad Técnica del Norte, las cuales poseen las siguientes características:

Tabla 3. Características del área de estudio

| | |
|---------------------------|--|
| Provincia: | Imbabura |
| Cantón: | Ibarra |
| Parroquia: | El Sagrario |
| Sitio: | Unidades Eduproductivas de Agroindustrias FICAYA – UTN |
| Altitud: | 2250 m.s.n.m. |
| HR. Promedio: | 73% anual |
| Temperatura media: | 17,7 °C |

(Estación experimental Yuyucocha)

3.2. MATERIA PRIMA, INSUMOS, REACTIVOS, MATERIALES Y EQUIPOS.

3.2.1. MATERIA PRIMA VEGETAL

- Papaya (*Carica papaya*)
- Piña (*Ananas comosus L.*)
- Melón (*Cucumis melo L.*)

3.2.2. INSUMOS

- Alginato de sodio (GRINDSTED Alginate BC 4401)
- Cloruro de calcio (CaCl_2)

3.2.3. EQUIPOS Y MATERIAL DE LABORATORIO

- Balanza analítica Ap. ± 0.01 g a 500 g
- Termómetro Ap. ± 10 °C a 110 °C
- Buretas Ap. ± 1.0 mL a 50 mL
- Soporte para bureta
- Pinza para bureta
- Vasos de precipitación Ap. ± 100 mL a 750 mL
- Agitador magnético Ap. ± 0 °C a 540 °C y Ap. ± 60 a 1200 rpm
- Probetas Ap. ± 1.0 mL a 100 mL
- Embudo de vidrio
- Texturómetro N
- Viscosímetro rotacional cP
- Refractómetro digital ABBE Porcentaje / °brix

3.2. MÉTODOS

3.2.1. CARACTERIZAR EL ZUMO DE FRUTAS CON RESPECTO A LOS PARÁMETROS DE VISCOSIDAD, SÓLIDOS SOLUBLES Y pH.

El zumo de frutas (papaya, piña y melón) fue evaluado mediante análisis fisicoquímicos de acuerdo a la norma NTE INEN 2337, los cuales fueron llevados a cabo en el laboratorio de control físico-químico de las Unidades Eduproductivas, los métodos empleados en la determinación de estos análisis se detallan a continuación:

Tabla 4. Variables a evaluadas en el zumo de frutas

| Análisis | Método | Unidad |
|------------------|-------------------------|---------------|
| pH | NTE INEN 0973 | Adimensional |
| Sólidos solubles | NTE INEN 0380 | Porcentaje |
| Viscosidad | Viscosímetro rotacional | cP |

- **pH**

Método: NTE INEN 0973

Fundamento

Determinación electrométrica del pH en una muestra, utilizando un electrodo de vidrio que mide el cambio eléctrico producido por el cambio de pH.

Procedimiento

- Efectuar la determinación por duplicado sobre la muestra.
- Lavar los electrodos con agua destilada y calibrar el aparato a la temperatura de la muestra, utilizando una solución de referencia cuyo pH sea similar al esperado para la muestra. En todo caso, deberán seguirse las instrucciones del fabricante.
- Colocar la muestra en el vaso de precipitación; introducir los electrodos y efectuar la determinación del pH.

- **Sólidos solubles**

Método: NTE INEN 0380

Fundamento

Contenido de sólidos solubles determinado por el método refractométrico: concentración de sacarosa (en porcentaje de masa), en una solución acuosa, que tiene el mismo índice de refracción que el producto analizado, en condiciones de concentración y temperaturas especificadas.

Procedimiento

- **Preparación de la muestra:** en el caso de los productos semiespesos se debe mezclar bien la muestra y prensarla a través de una gaza doblada en cuatro partes, rechazando las primeras gotas del líquido y reservando el resto de esta para la determinación.

- La determinación debe hacerse por duplicado sobre la misma muestra de laboratorio.
- Colocar 2 o 3 gotas de la muestra preparada en el prisma fijo del refractómetro y ajustar inmediatamente el prisma móvil. Esperar durante el tiempo necesario para que tanto los prismas como la solución de ensayo alcancen la temperatura requerida, que debe permanecer constante, dentro del rango de $\pm 0,5$ °C durante toda la determinación.
- Leer el valor del índice de refracción o el porcentaje de masa de sacarosa.

Correcciones

Si la lectura se efectuó a una temperatura diferente de $20 \pm 0,5^\circ\text{C}$, se aplicó la siguiente corrección:

$$N_{20D} = N_{t20} + 0.00013(t - 20)$$

Donde

N_{20D} = índice de refracción a 20°C

N_{t20} = índice de refracción a la temperatura a la que se efectuó el ensayo

t = temperatura a la que se efectuó el ensayo

• Viscosidad

Para el análisis de viscosidad se trabajó con un viscosímetro rotacional STS 1001612 STS-2011 R

Procedimiento

- **Preparación de la muestra:** el líquido debe depositarse en un vaso de precipitación de 600 mL (se necesitan 500 mL de muestra).
- Colocar el vaso debajo del viscosímetro y bajar el cabezal hasta que la marca del husillo este al nivel del líquido.
- Seleccionar la combinación husillo / velocidad (rpm) para establecer el fondo de escala.
- En este caso la combinación para determinar la viscosidad fue el husillo número R2 y la velocidad fue 30 rpm, los cual dio un fondo de escala de 20 000 cP.

3.2.2. ESTABLECER LOS PARÁMETROS DE GELIFICACIÓN IÓNICA SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICAS DEL ZUMO GELIFICADO.

Para la determinación de los parámetros de la gelificación iónica se empleó un diseño experimental 2^k ($k = 3$), con tres factores de estudio (pH, temperatura del líquido y concentraciones de alginato) y dos niveles en cada factor, el cual determinó la influencia de los factores sobre el gel y de las características físicas del mismo, los datos fueron analizados en el programa Sthagraphics Centurion, el cual incluye funciones estadísticas avanzadas capaces de proporcionar análisis estadísticos más rigurosos.

3.2.2.1. Factores en estudio

En la presente investigación se analizó tres factores en la preparación del gel: pH, temperatura del líquido y concentraciones de alginato, los cuales son detallados a continuación:

Tabla 5. Factores y niveles que influyen en las variables de estudio

| FACTOR A | | FACTOR B | | FACTOR C | |
|----------------|----------------|------------------|----------------|----------------------------------|----------------|
| pH | | Temperatura (°C) | | Concentración de alginato (%m/v) | |
| Nivel bajo (-) | Nivel alto (+) | Nivel bajo (-) | Nivel alto (+) | Nivel bajo (-) | Nivel alto (+) |
| 5 | 6 | 25 | 35 | 0,8 | 1,2 |

3.2.2.2. Tratamientos

Dados los tres factores en estudio: pH, temperatura del líquido y concentración de alginato, se procedió a la combinación de los mismos, de los cuales se obtuvo como resultado 8 tratamientos.

Tabla 6. Tratamientos del experimento

| Tratamiento | pH | Temperatura (°C) | Concentración alginato (%m/v) | Combinaciones |
|-------------|-----|------------------|-------------------------------|---------------|
| 1 | (-) | (-) | (-) | (-)(-)(-) |
| a | (-) | (-) | (+) | (-)(-)(+) |
| b | (-) | (+) | (-) | (-)(+)(-) |
| ab | (-) | (+) | (+) | (-)(+)(+) |
| c | (+) | (-) | (-) | (+)(-)(-) |
| ac | (+) | (-) | (+) | (+)(-)(+) |
| bc | (+) | (+) | (-) | (+)(+)(-) |
| abc | (+) | (+) | (+) | (+)(+)(+) |

3.2.2.3. Modelo matemático

El modelo matemático empleado en el del diseño 2^3 se muestra a continuación:

$$Y_{ijkl} = \mu + A_i + B_j + Y_k + (AB)_{ij} + (AY)_{ik} + (BY)_{jk} + (ABY)_{ijk} + \varepsilon_{ij}$$

Donde

μ = efecto global

A_i = efecto del i-ésimo nivel del factor A; $i=1, \dots, a$

B_j = efecto del j-ésimo nivel del factor B; $j=1, \dots, b$

Y_k = efecto del j-ésimo nivel del factor C; $j=1, \dots, b$

$(AB)_{ij}$ = efecto de la interacción entre los factores A y B

$(AY)_{ik}$ = efecto de la interacción entre los factores A y C

$(BY)_{jk}$ = efecto de la interacción entre los factores B y C

$(ABY)_{ijk}$ = efecto de la interacción entre los factores A, B y C

ε_{ijk} = residuo o error experimental

Este diseño permitió evaluar el efecto combinado de los dos factores sobre las características físicas de viscosidad del zumo gelificado, evaluándose 8 tratamientos, con 3 repeticiones, correspondientes a 24 unidades experimentales, cada unidad experimental contó con un peso de 200 g.

3.2.2.4. Análisis de varianza

Para analizar los datos obtenidos de forma experimental se procedió a utilizar un Análisis de varianza (ADEVA).

Tabla 7. Esquema del ADEVA

| FUENTES DE VARIACIÓN | GL |
|----------------------|----|
| TOTAL | 23 |
| Tratamientos | 7 |
| Factor A | 1 |
| Factor B | 1 |
| Factor C | 1 |
| AxB | 1 |
| AxB | 1 |
| BxC | 1 |
| AxBxC | 1 |
| Error experimental | 16 |

3.2.2.5. Variables de respuesta evaluadas

En la presente investigación se evaluó las siguientes variables físicas al producto terminado:

Tabla 8. Variable a evaluar en el producto final.

| Variable | Método | Unidades |
|-----------------|-------------------------------|-----------------|
| Viscosidad | Viscosímetro rotacional | cP |
| Textura | Análisis de perfil de textura | N |

Determinación de viscosidad

Para el análisis de viscosidad se utilizó un viscosímetro rotacional STS 1001612 STS-2011R anteriormente descrito, empleando 500 mL de muestra, la combinación husillo / velocidad empleada para este análisis fue R6 / 30 rpm, la cual tiene un fondo de escala de 2 600 cP.

Determinación de textura

Para el análisis de textura instrumental se trabajó con un texturómetro Shimadzu EZ-SX de carga max. 50 N, utilizando una sonda de corte en “V”, con un diámetro de 1 mm, velocidad de ensayo de 1 mm / s.

3.2.2.6. Evaluación de la morfología de las esferas resultantes

Se realizó el análisis estadístico de la morfología del zumo gelificado mediante el análisis de correspondencias múltiples, observando la forma del zumo gelificado y categorizando la morfología resultante en cada tratamiento, la tabulación de los datos se realizó con la ayuda del programa estadístico SPSS.

Tabla 9. Variable y categorías para el análisis de morfología

| Variable | Categoría | Etiqueta |
|-----------------|------------------|-----------------|
| Morfología | Ovalada (-) | MO1 |
| | Plana (+) | MO2 |
| | Esférica (++) | MO3 |

3.2.3. EVALUAR LAS CARACTERÍSTICAS SENSORIALES Y MICROBIOLÓGICAS DEL PRODUCTO TERMINADO.

3.2.3.1. Evaluación microbiológica

Se realizó los respectivos análisis microbiológicos del zumo gelificado, en el laboratorio de control físico-químico de las Unidades Eduproductivas, los métodos a empleados para la determinación de estas características se detallan a continuación:

Tabla 10. Análisis microbiológicos del producto terminado.

| Análisis | Método | Unidad |
|---------------------------|----------------------|---------------|
| Coliformes totales | AOAC 986.33 y 989.10 | UFC/ g |
| Mohos y levaduras | AOAC 997.02 | UP/ g |

Coliformes totales

Método: AOAC 986.33 y 989.10

Procedimiento

Preparación de la muestra:

- Preparar una dilución de la muestra de alimento 10^{-1} , adicionar agua de peptona como diluyente estéril.

Inoculación

- Colocar la placa petrifilm en una superficie plana y nivelada, levantar la película superior de la placa petrifilm.
- Con ayuda de una pipeta y de forma perpendicular colocar 1 mL de la muestra en el centro de la película inferior.
- Bajar con cuidado la película superior para evitar que atrape burbujas de aire.
- Con el lado liso hacia abajo colocar el dispersor en la película superior sobre el inóculo.
- Presionar suavemente el dispersor para distribuir el inóculo sobre el área circular, antes de que se solidifique el gel.

Incubación

- Incubar las placas en una incubadora a $32 \pm 1^{\circ}\text{C}$ por 24 ± 2 h, en posición horizontal, con la película transparente hacia arriba.
- Las placas petrifilm fueron contadas directamente con ayuda de una lupa con luz.

Interpretación de resultados

- Consultar la guía petrifilm para leer los resultados.

Mohos y levaduras

Método: AOAC 997.02

Procedimiento

Preparación de la muestra:

- Preparar una dilución de la muestra de alimento 10^{-1} , adicionar agua de peptona como diluyente estéril.

Inoculación

- Colocar la placa petrifilm en una superficie plana y nivelada, levantar la película superior de la placa petrifilm.
- Con ayuda de una pipeta y de forma perpendicular colocar 1 mL de la muestra en el centro de la película inferior.
- Bajar con cuidado la película superior para evitar que atrape burbujas de aire.
- Con el lado liso hacia abajo colocar el dispersor en la película superior sobre el inóculo.
- Presionar suavemente el dispersor para distribuir el inóculo sobre el área circular, antes de que se solidifique el gel.

Incubación

- Incubar las placas en una incubadora a $27^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ por 48 ± 2 h, en posición horizontal, con la película transparente hacia arriba.
- Las placas petrifilm fueron contadas directamente con ayuda de una lupa con luz.

Interpretación de resultados

- Consultar la guía petrifilm para leer los resultados pasadas las 48 horas de su incubación.

3.2.3.2. Evaluación sensorial

Se evaluó las características organolépticas del producto por medio de un panel de degustación no entrenado con 10 participantes, los cuales analizaron los siguientes atributos: olor, color, sabor y textura en las muestras, con ayuda de una

escala hedónica de 5 puntos. La información fue analizada por el método de Friedman al 5%.

Tabla 11. Escala hedónica para el análisis sensorial

| Descriptor | Puntuación |
|----------------------------|-------------------|
| Me gusta mucho | +2 |
| Me gusta | +1 |
| No me gusta ni me disgusta | 0 |
| Me disgusta | -1 |
| Me disgusta mucho | -2 |

3.2.4. MANEJO ESPECÍFICO DEL EXPERIMENTO

Se empleó un extractor para obtener el zumo de las frutas, posterior a su extracción el zumo fue sometido a análisis fisicoquímicos para su caracterización, seguido de esto se realizó la mezcla zumo-alginato con ayuda de una licuadora de inmersión, la cual proporcionó una agitación vigorosa a la mezcla para facilitar la disolución del alginato, se colocó la mezcla zumo-alginato en un dispositivo de goteo de 20 mL de capacidad y se dejó gotear a una altura de 5 cm ente la salida del dispositivo y el baño cálcico, se dejó reposar las esferas durante 2 minutos y se procedió al lavado de las mismas empleando abundante agua mineral, terminado el proceso se llevó a refrigeración (4 °C) para su posterior análisis microbiológico, físicoquímico y sensorial.

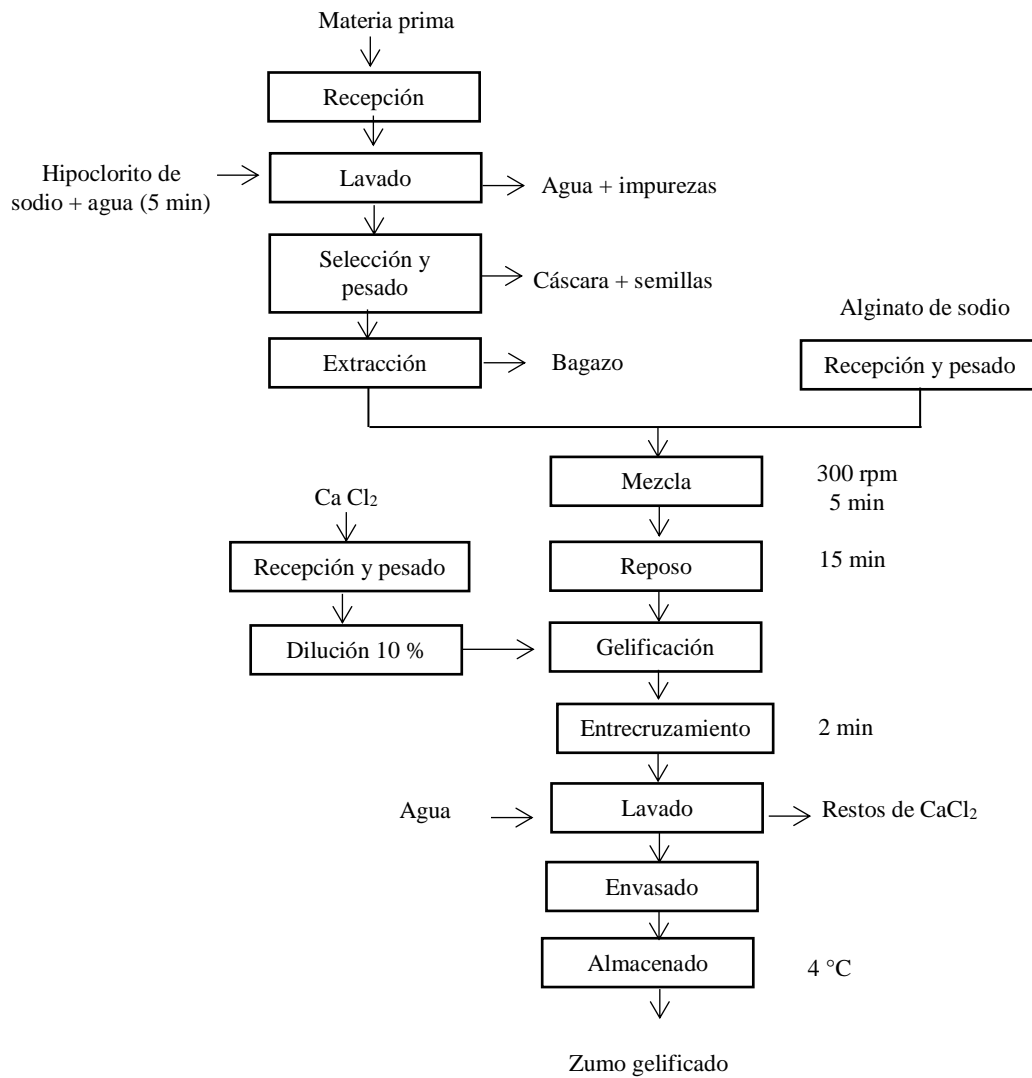


Diagrama 1.Proceso de gelificación de zumo de frutas

3.2.4.5. Descripción del proceso

- **Recepción de materias primas**

La materia prima fue receptada directamente del proveedor.

- **Lavado y desinfectado**

Al lavar las frutas con abundante agua se eliminó impurezas presentes en la cáscara, la desinfección se logró sumergiendo las frutas lavadas en una solución de hipoclorito de sodio en una concentración de 250 ppm por alrededor de 5 min, consiguiendo así bajar la carga microbiana presente en las frutas.

- **Selección y pesado**

La materia prima fue seleccionada, eliminando impurezas presentes en el fruto, dejando únicamente la materia de mejor calidad, posteriormente se realizó el pesado antes de iniciar el proceso.

- **Pelado**

Se eliminó totalmente la cáscara de las frutas, para facilitar la operación se utilizó peladores de fruta.

- **Extracción del zumo**

Para esta operación se utilizó un extractor de jugos, facilitando la obtención de un zumo homogéneo.

- **Pesado de sustancias químicas**

Se pesó las cantidades necesarias de alginato de sodio y cloruro de calcio de acuerdo con los porcentajes establecidos por cada tratamiento, en el caso del cloruro de calcio posterior al pesado se realizó la dilución hasta obtener una concentración del 10% (v/v).

- **Mezcla**

En esta operación se procedió a la mezcla del alginato con el zumo de fruta, las especificaciones del alginato recomiendan una agitación vigorosa de 300 rpm, para esto se utilizó un equipo de agitación.

- **Reposo**

El alginato necesita de un tiempo para hidratarse por lo que se dejó la mezcla reposar por unos 15 min en refrigeración (4 °C).

- **Gelificación**

Se ubicó la solución de zumo alginato en un dispositivo de goteo (jeringuilla) y se colocó bajo este un vaso de precipitación con el baño de cloruro de calcio, en esta operación se dejó caer gotas de la mezcla en un baño cálcico (disolución de cloruro de calcio), al entrar en contacto el alginato con el calcio se gelificó en forma de esferas.

- **Entrecruzamiento**

Se dejó que la reacción de gelificación se efectúe, dejando las esferas por un lapso de 2 min en el baño cálcico con agitación leve (120 rpm).

- **Lavado**

Se lavó con abundante agua potable las esferas de la mezcla zumo alginato, de esta manera se eliminó los restos de cloruro de calcio de las paredes de las mismas.

- **Envasado y almacenamiento**

Una vez obtenidas las esferas se las almacenó en envases de vidrio y se mantuvo almacenados en refrigeración (4°C).

Zumo gelificado

Se obtuvo el gel con las diferentes soluciones a partir de los tratamientos establecidos, para proceder con los análisis físicos respectivos.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. CARACTERIZACIÓN DEL ZUMO DE FRUTAS CON RESPECTO A LOS PARÁMETROS DE VISCOSIDAD, SÓLIDOS SOLUBLES Y pH.

Para el desarrollo de esta investigación se utilizó tres frutas: piña, papaya y melón, a las cuales se les realizaron los respectivos análisis fisicoquímicos detallados a continuación:

Tabla 12. Resultados de análisis fisicoquímicos del zumo de frutas

| Fruta | pH | Viscosidad (cP) | Sólidos solubles (°Brix) | Sólidos solubles INEN 2337 |
|--------|-----------|-----------------|--------------------------|----------------------------|
| Piña | 3,89±0,52 | 4891,92±93,62 | 13,02±0,15 | 11 |
| Papaya | 5,67±0,80 | 758,32±38,11 | 11,14±0,26 | 10 |
| Melón | 6,74±0,08 | 525,14±14,21 | 7,88±0,36 | 6 |

La norma INEN 2337, establece como zumo de fruta al líquido sin fermentar pero susceptible a fermentación procedente de la parte comestible de la fruta y establece un rango mínimo en los valores de sólidos solubles; para el caso los tres zumos empleado posterior a su caracterización están dentro de este rango.

4.2. ESTABLECIMIENTO DE LOS PARÁMETROS DE GELIFICACIÓN IÓNICA SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICAS DEL ZUMO GELIFICADO.

Para la determinación de los parámetros en la preparación del gel se empleó un diseño experimental 2^k (k factores con dos niveles de prueba cada uno), con tres

factores de estudio (pH, temperatura del líquido y concentraciones de alginato) y dos niveles en cada factor (alto y bajo), el cual determinó la influencia de los factores sobre el gel y sus características físicas del mismo, los datos fueron analizados en el programa Sthatgraphics Centurion, el cual incluye funciones estadísticas avanzadas capaces de proporcionar análisis estadísticos más rigurosos.

4.2.1. VARIABLES DE RESPUESTA EVALUADAS

4.2.1.1. Variable de respuesta viscosidad

La viscosidad fue tomada previa la precipitación de la mezcla alginato-zumo sobre el baño cálcico, medida mediante un viscosímetro rotacional, los resultados obtenidos fueron analizados y se los detalla a continuación:

Tabla 13. Análisis de varianza de la viscosidad

| Efectos | Suma de cuadrados | GL | CUADRADO MEDIO | F-Ratio | P-Value |
|-----------------------------|------------------------|----|------------------------|---------|---------|
| A:pH | $1,0551 \cdot 10^{-7}$ | 1 | $1,0551 \cdot 10^{-7}$ | 1087,97 | 0,0000 |
| B:Temperatura | 106299,0 | 1 | 106299,00 | 10,96 | 0,0044 |
| C:Concentración de alginato | $2,7455 \cdot 10^{-6}$ | 1 | $2,7455 \cdot 10^{-6}$ | 283,11 | 0,0000 |
| AB | 6140,90 | 1 | 6140,90 | 0,63 | 0,4378 |
| AC | 121684,00 | 1 | 121684,00 | 12,55 | 0,0027 |
| BC | 35143,80 | 1 | 35143,80 | 3,62 | 0,0751 |
| ABC | 7119,75 | 1 | 7119,75 | 0,73 | 0,4042 |
| Total error | 155161,00 | 16 | 9697,55 | | |
| Total (corr.) | $1,3728 \cdot 10^{-7}$ | 23 | | | |

Aquellos efectos cuyos valores-p son menores a $\alpha = 0.05$ se consideran activos siendo los efectos a interpretar para conocer mejor cómo está operando el proceso y para determinar el mejor tratamiento, además que mientras menor sea el valor-p para un efecto, significa que éste tiene mayor influencia sobre la variable de respuesta.

Al analizar el efecto de los factores en estudio sobre la variable viscosidad, se obtuvo como resultado que el factor B (temperatura), el factor C (concentración de alginato) y la interacción de los factores A y C (pH y Temperatura) tienen un fuerte efecto sobre la viscosidad y por ende en la formación del gel.

- **Efectos principales de los factores sobre la viscosidad**

Según (Castañeta, Gemio, Yapu, & Nogales, 2011) debajo de pH 5, los iones carboxilos en la cadena comienzan a convertirse en iones carboxilos protonados, así que la repulsión electrostática entre las cadenas se reduce, siendo capaces de acercarse y formar enlaces de hidrógeno, produciendo viscosidades más altas, esta investigación concuerda con los datos obtenidos, en el gráfico 1, se puede observar que la viscosidad resultante de una solución de pH 5 es mayor frente a la de pH 6, descendiendo conforme incrementa el valor del pH.

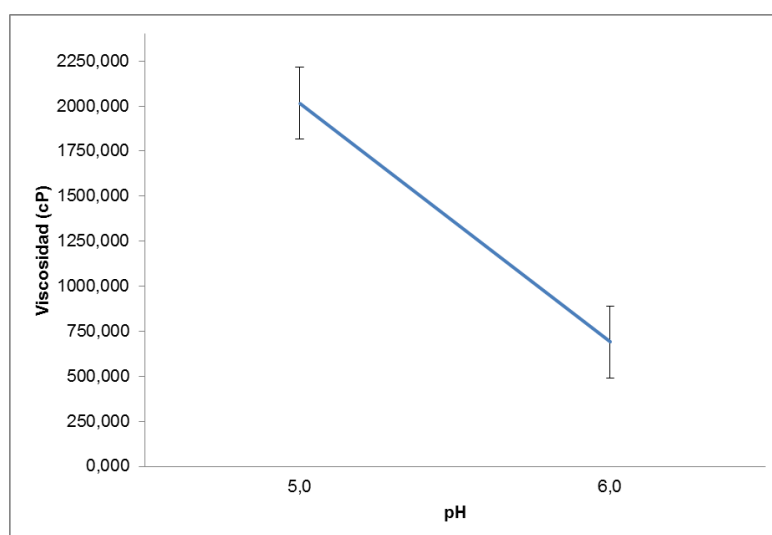


Gráfico 1. Efecto del pH sobre la viscosidad

Así también la viscosidad disminuye a medida que aumenta la temperatura, a un ritmo de aproximadamente 2,5 % por grado Celsius. (Caicedo & Chamba, 2016), afirmación que fue corroborada en la presente investigación, en el incremento de temperatura del nivel bajo (25 °C) al nivel alto (35 °C) se muestra un descenso en la viscosidad de la mezcla zumo-alginato de 1419,08 cP a 1285,98 cP, debido a la despolimerización que causa la temperatura en la estructura del alginato.

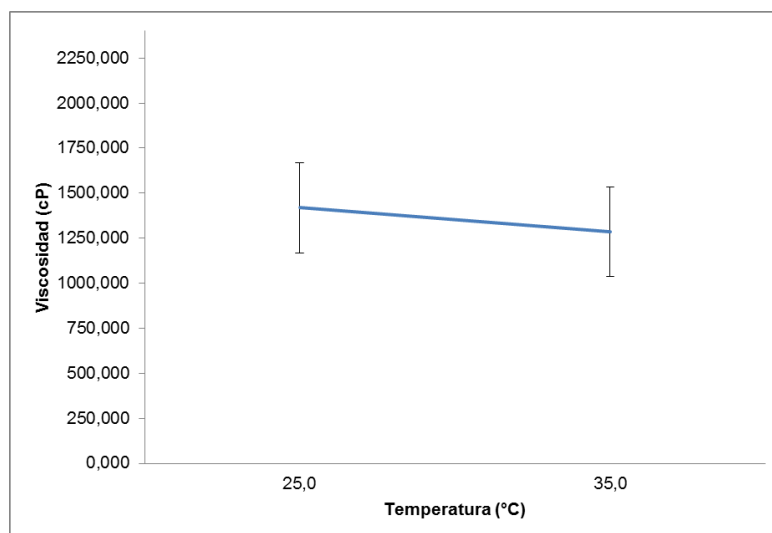


Gráfico 2. Efecto de la temperatura sobre la viscosidad

Las soluciones de alginato exhiben una alta viscosidad, que dependen de la concentración, la estructura molecular y el grado de polimerización (González G, 2009), en este estudio se verificó que al cambiar del nivel bajo de concentración de alginato (0,8%), a su nivel alto (1,2%), se muestra un incremento en la medida de viscosidad de la mezcla zumo-alginato, debido al efecto de la concentración de alginato en la mezcla (Barros, 2012).

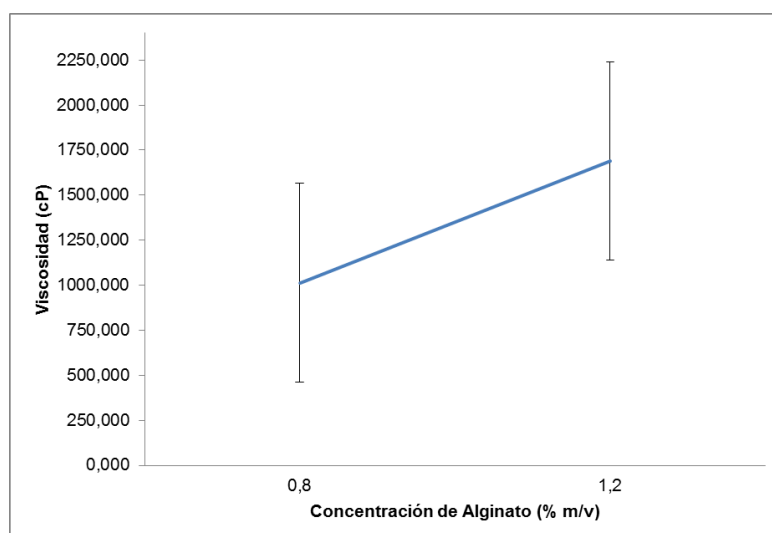


Gráfico 3. Efecto de la concentración de alginato de sodio sobre la viscosidad

- **Regresión lineal para la variable viscosidad**

Mediante el análisis de los datos obtenidos en la presente investigación se pudo obtener una ecuación que predecirá el valor de la viscosidad en función de los factores en estudio.

$$\mu = 6917,89 - 1455,48 * A - 129.314 * B + 1071,56 * C + 28,05 * A * B + 321,37 * A * C + 151,19 * B * C - 34,45 * A * B * C$$

Donde

μ = viscosidad, cP

A= pH

B= temperatura, °C

C= concentración de alginato, % (m/v)

- **Análisis de superficie de respuesta en la variable viscosidad**

El siguiente análisis muestra el comportamiento de la viscosidad frente a los diferentes niveles de los factores, con el modelo de regresión se obtiene la gráfica del análisis del experimento.

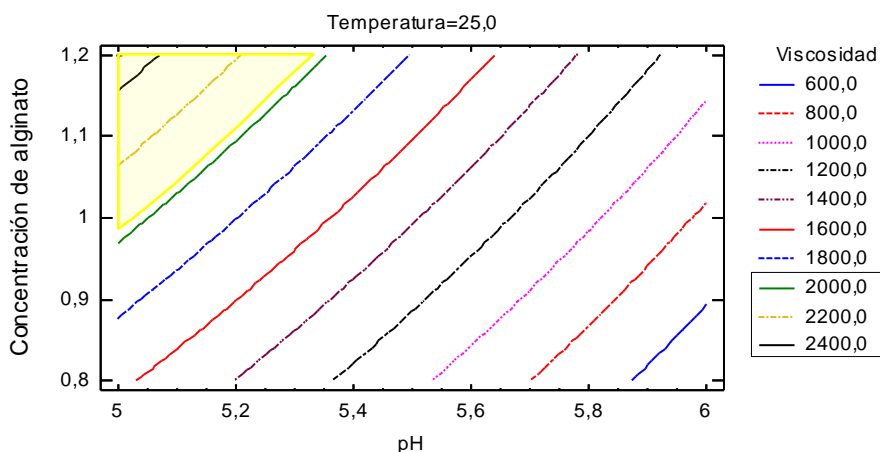


Gráfico 4. Análisis de superficie de respuesta variable viscosidad

Como resultado obtenido de este análisis gráfico se determinó que las medidas de viscosidad mayores (2100,00 - 2496,63 cP) y por ende las que mejor trabajan para la formación del gel, se encuentran en la siguiente combinación de factores:

Tabla 14. Valores recomendados para la variable viscosidad

| Factor | Nivel bajo | Nivel alto | Nivel recomendado |
|-----------------------------------|------------|------------|-------------------|
| pH | 5,0 | 6,0 | 5,0 |
| Temperatura (°C) | 25,0 | 35,0 | 25,0 |
| Concentración de alginato (% m/v) | 0,8 | 1,2 | 1,2 |

En esta investigación se determinó que la combinación de factores correspondientes al tratamiento **a** (pH = 5, temperatura = 25°C y concentración de alginato = 1,2%), resultó como el mejor tratamiento debido a que a esta viscosidad la mezcla zumo-alginato no presentó dificultades para fluir a través del dispositivo de goteo, y que al contacto con el baño cálcico se gelificó de manera uniforme obteniendo una forma esférica la cual se desea en este producto.

Así mismo como resultado de esta investigación se pudo determinar que el zumo de piña no pudo ser gelificado debido a que el alginato de sodio según (Castañeta, Gemio, Yapu, & Nogales, 2011) al encontrarse en una solución con pH inferior a 5 ($3,8 \pm 0,5$) empieza a precipitarse en forma de ácido algínico, formando un gel de alta viscosidad y perdiendo su capacidad de gelificar.

4.2.1.2. Variable de respuesta morfológica

La morfología obtenida en los tratamientos realizados fue analizada por la metodología de análisis de correspondencias múltiples, categorizando las morfologías obtenidas en tres grupos; esféricas, elipsoidal y planas.

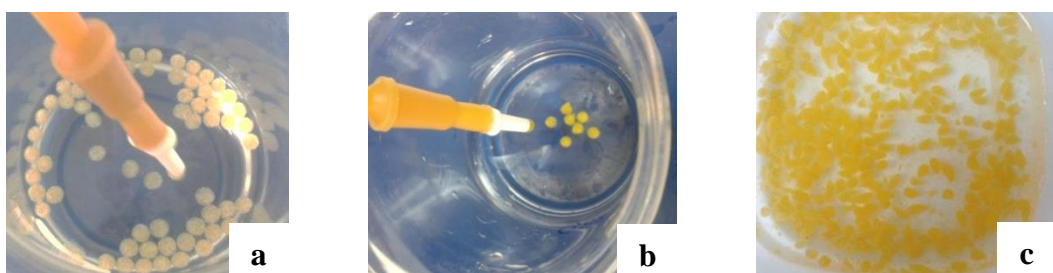


Gráfico 5. Morfología del gel gelificado (**a**=esférica, **b**=elipsoidal y **c**=plana)

Posterior a la gelificación del zumo y mediante observación se categorizó cada uno de los tratamientos, tomando en cuenta las formas anteriormente descritas, la información es detallada a continuación:

Tabla 15. Caracterización morfológica del zumo gelificado

| Forma | Tratamiento | Factores | | |
|------------|-------------|----------|------------------|------------------|
| | | pH | Temperatura (°C) | Alginato (% m/v) |
| Plana | c | 6 | 25 | 0,8 |
| | ac | 6 | 25 | 1,2 |
| | bc | 6 | 35 | 0,8 |
| Elipsoidal | 1 | 5 | 25 | 0,8 |
| | abc | 6 | 35 | 1,2 |
| Esférica | a | 5 | 25 | 1,2 |
| | b | 5 | 35 | 0,8 |
| | ab | 5 | 35 | 1,2 |

4.2.1.3.1. Análisis de correspondencias múltiples

Una vez tabulado los datos mediante el análisis de correspondencias múltiples, se pudo observar que los tratamientos **a**, **b** y **ab** formaron esferas al ponerse en contacto con el cloruro de calcio, siendo la morfología deseada para este proceso.

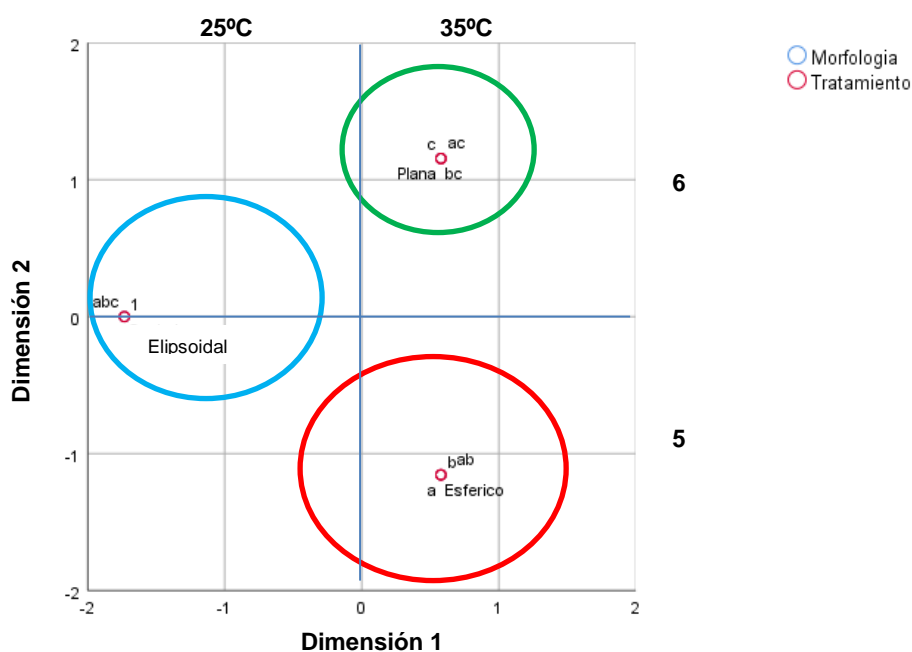


Gráfico 6. Análisis de correspondencias múltiples para la variable morfología

En el gráfico 6 se observa que la primera dimensión discrimina por temperaturas, la segunda dimensión discrimina por valores de pH, uno de los factores que permanece común en los tratamientos que cumplen con la morfología esférica es

el pH, el cual es ligado directamente en la formación del gel, según (Castañeta, Gemio, Yapu, & Nogales, 2011) el pH es un parámetro fundamental en la estabilidad del gel, debido a que a valores altos de pH se registra una despolimerización del alginato, por consecuencia una estructura protectora débil y como se pudo constatar en esta investigación esferas con formas diferentes a la esférica que se desea para este producto, de igual manera al tener un valor de pH inferior a 4 se presentan problemas en la gelificación debido a la conversión del alginato en ácido algínico.

La viscosidad de los tratamientos que cumplieron con la morfología esperada está comprendida en valores de 2100,00 - 2496,63 cP, los cuales no presentaron dificultad al fluir por el instrumento de goteo y en contacto con el baño cálcico lograron gelificarse de manera inmediata

4.2.1.3. Variable de respuesta textura

Una vez formadas las microesferas de zumo-alginato se procedió a analizar la fuerza de resistencia mediante un análisis de perfil de textura (TPA), este dispositivo imita las condiciones de masticación y presentan excelentes correlaciones con evaluaciones sensoriales de la textura, por esta razón ha sido ampliamente utilizado para medir la textura de diferentes tipos de alimentos (Paula & Conti-Silva, 2014).

Tabla 16. Análisis de varianza para la textura de ruptura

| Efectos | Suma de cuadrados | GL | CUADRADO MEDIO | F-Ratio | P-Value |
|-----------------------------|-------------------|----|----------------|---------|---------|
| A:pH | 0,00275 | 1 | 0,00274 | 19,51 | 0,0006 |
| B:Temperatura | 0,00013 | 1 | 0,00013 | 0,89 | 0,3604 |
| C:Concentración de alginato | 0,00100 | 1 | 0,00100 | 7,10 | 0,0185 |
| AB | 0,00103 | 1 | 0,00103 | 7,35 | 0,0169 |
| AC | 0,00018 | 1 | 0,00018 | 1,28 | 0,2771 |
| BC | 0,00008 | 1 | 0,00008 | 0,56 | 0,4679 |
| ABC | 0,00041 | 1 | 0,00040 | 2,88 | 0,1119 |
| Total error | 0,00197 | 14 | 0,00014 | | |
| Total (corr.) | 0,00775 | 23 | | | |

Aquellos efectos cuyos valores-p son menores a $\alpha = 0.05$ se consideran activos siendo los efectos a interpretar para conocer mejor cómo está operando el proceso y para determinar el mejor tratamiento, además que mientras menor sea el valor-p

para un efecto, significa que éste tiene mayor influencia sobre la variable de respuesta.

Al analizar el efecto de los factores en estudio sobre la variable textura, se obtuvo como resultado que el factor A (pH), el factor C (concentración de alginato) y la interacción de los factores A y B (pH y concentración de alginato) tienen un fuerte efecto sobre la textura obtenida de las microcápsulas.

- **Efectos principales de los factores sobre la textura**

El factor pH al pasar de su nivel bajo (5) a su nivel alto (6), muestra una influencia inversa en el valor de la textura, esto debido a un reordenamiento de la estructura y por ende un debilitamiento del gel (Serp et al. 2000). Se obtuvo una fuerza de compresión máxima de 0,087 N en el producto obtenido de la mezcla con pH 5 y una mínima de 0,066 N en el producto obtenido en la mezcla con pH 6.

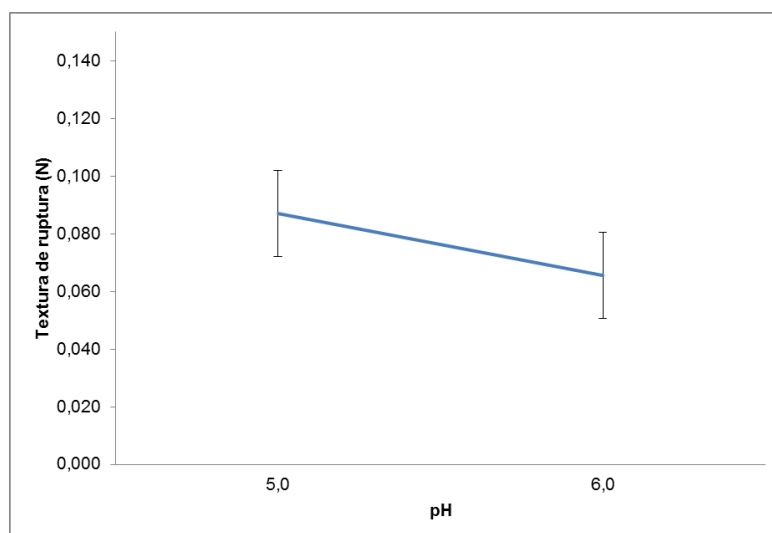


Gráfico 7. Efectos del pH sobre textura de ruptura

Las soluciones de alginato, según González (2009), exhiben una alta textura de ruptura que dependen de la concentración, la estructura molecular y el grado de polimerización del alginato de sodio, en este estudio se verificó que al cambiar del nivel bajo de concentración de alginato (0,8 %), a su nivel alto (1,2 %), se evidenció un incremento en la medida de la fuerza necesaria para la ruptura de la

membrana de la mezcla zumo - alginato, debido al efecto de la concentración de alginato en la mezcla (Barros, 2012).

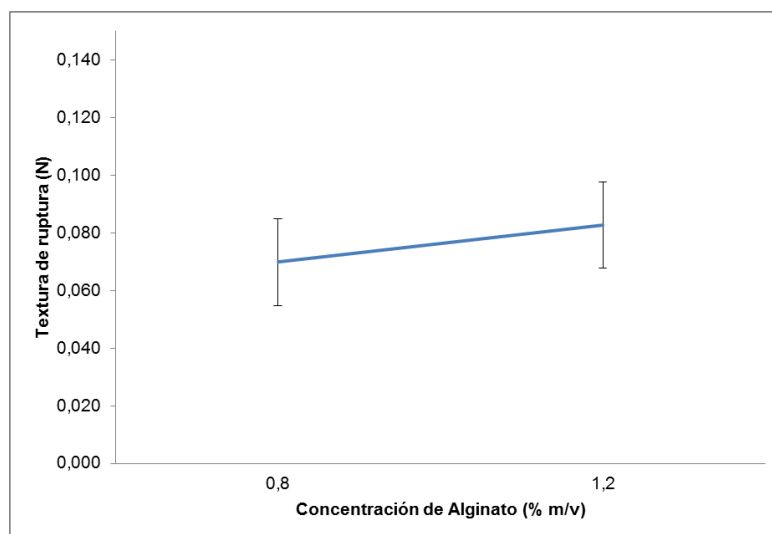


Gráfico 8. Efecto de la concentración de alginato sobre la textura de ruptura

- **Análisis de superficie de respuesta en la variable textura**

En el gráfico 8 se observa que con mayores concentraciones de alginato se logró alcanzar la mayor fuerza de compresión, por ende una mayor textura de ruptura concordando con lo dicho por Urias et al. (2009) y Barros (2012) quienes afirmaron que a mayor cantidad de calcio y polisacárido en la mezcla zumo-alginato las fuerzas de compresión que se necesitan para romper la membrana de las esferas son más altas.

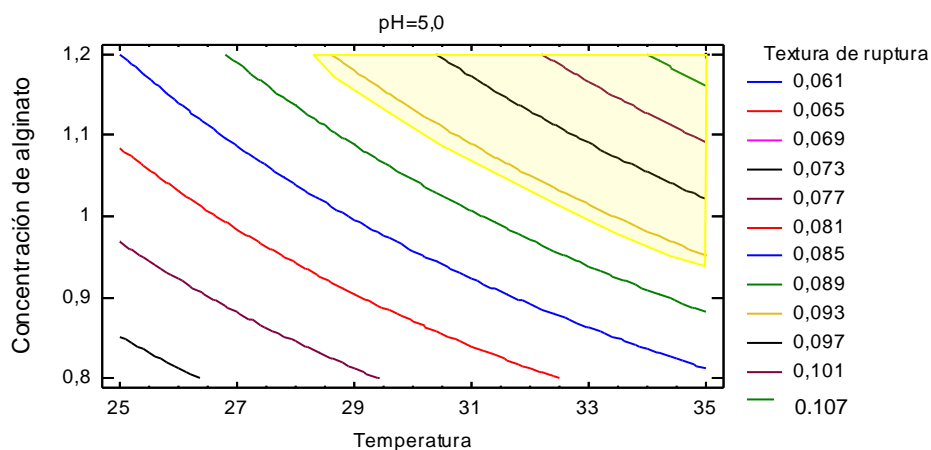


Gráfico 9. Análisis de superficie de respuesta variable textura

Como resultado obtenido de este análisis gráfico se determinó que las medidas de textura mayores (0,091-0,107 N), se obtuvieron cuando la concentración de alginato incrementó y por ende la combinación de factores que mejor trabajan para la formación del gel resultó:

Gráfico 10. Valores recomendados para la variable textura

| Factor | Nivel bajo | Nivel alto | Nivel recomendado |
|-----------------------------------|-------------------|-------------------|--------------------------|
| pH | 5,0 | 6,0 | 5,0 |
| Temperatura (°C) | 25,0 | 35,0 | 35,0 |
| Concentración de alginato (% m/v) | 0,8 | 1,2 | 1,2 |

En esta investigación se pudo evidenciar que la combinación de factores correspondiente al tratamiento **ab** (pH = 5, temperatura = 35°C y concentración de alginato = 1,2%) resultó como el mejor tratamiento debido a que la textura de ruptura alcanzó niveles altos (0,091-0,107 N), traduciéndose en esferas gelificadas con una textura fuerte al tacto, soportando su manipulación manteniendo seguro el líquido gelificado.

4.3. EVALUACIÓN LAS CARACTERÍSTICAS SENSORIALES Y MICROBIOLÓGICAS DEL PRODUCTO TERMINADO.

4.3.1. Análisis microbiológicos

Previo al análisis sensorial se realizó la caracterización microbiológica del zumo gelificado, tomando como referencia la norma INEN 1521, en la que se detallan los requisitos microbiológicos del postre de gelatina, siendo el producto más similar al desarrollado en esta investigación, los resultados se detallan a continuación

Tabla 17. Caracterización microbiológica del zumo gelificado

| Análisis microbiológico | Referencia INEN 1521 | Resultado promedio de los tratamientos |
|-----------------------------------|-----------------------------|---|
| Coliformes totales (Ufc/g) | 3.0x10 ¹ | 0 |
| Mohos (Up/g) | 5.0x10 ¹ | 0 |
| Levaduras (Up/g) | 5.0x10 ¹ | 1 |

Los análisis microbiológicos realizados determinan que los tratamientos analizados están dentro de la norma INEN 1521, presentado niveles nulos en coliformes totales y mohos, además un nivel bajo de 1 Up / g en levaduras.

4.3.2. Evaluación de la calidad sensorial del zumo gelificado.

Posterior al análisis estadístico se determinó que existen diferencias significativas en los atributos de color, olor, sabor y textura en las muestras, el resultado del análisis se resume continuación:

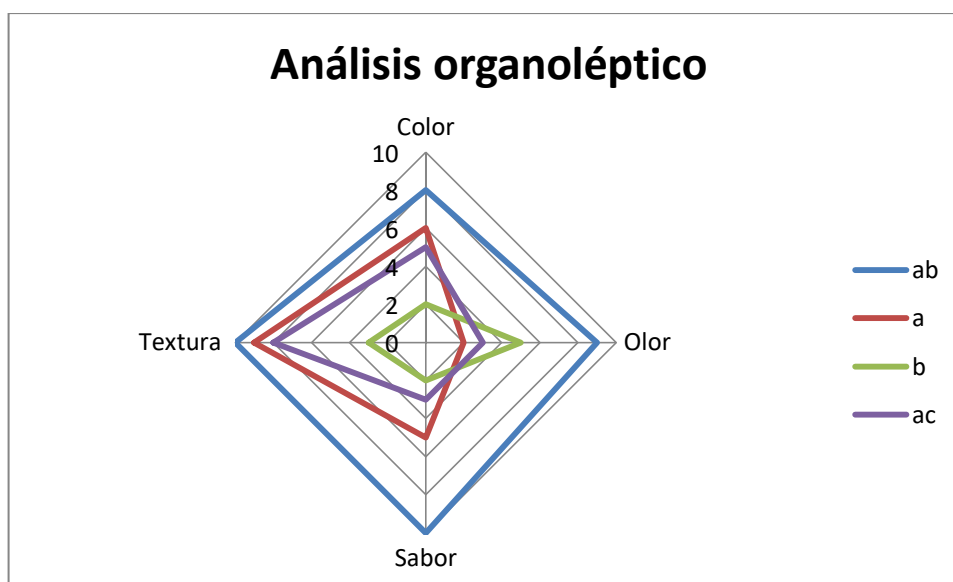


Gráfico 11. Resultado del análisis sensorial de los 4 tratamientos

En base al análisis organoléptico el tratamiento **ab** (pH = 5, temperatura = 35°C y concentración de alginato = 1,2%), presenta mayor aceptación por el grupo de catación, en las características de sabor, color y textura debido a que presentó un color más intenso y característico de la fruta, una membrana brillante que intensifica la apreciación del color del zumo y una textura firme al momento de ser masticado.

- **Comparación de valores de textura con aceptación del producto**

Al realizar el análisis de textura y compararlo frente a los resultados obtenidos en el análisis organoléptico se pudo evidenciar una relación directamente proporcional entre los valores de la textura frente a la aceptación del producto, mismos que se detalla en el siguiente gráfico:

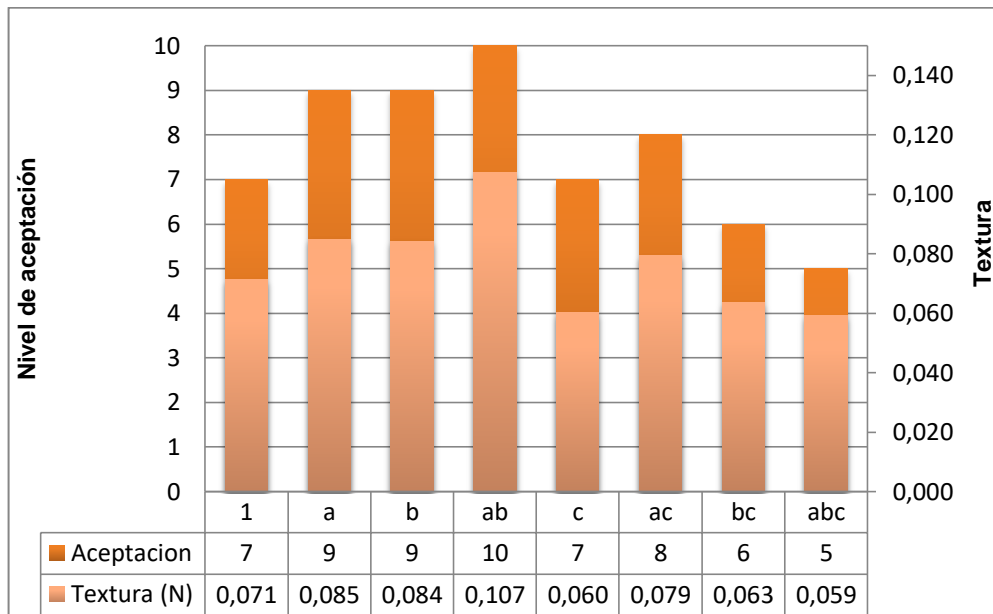


Gráfico 12. Comparación de valores de textura con nivel de aceptación del producto

En esta comparación se puede evidenciar que los valores de textura comprendidos entre los 0,091-0,107 N forman esferas con la capacidad de manipularlas sin afectar su estructura, al momento de ser consumidas presenta una textura firme, haciéndola llamativa y mejor calificada por parte del panel degustador, siendo entonces la textura una variable determinante que se debe tomar en cuenta para mejorar la aceptación del producto.

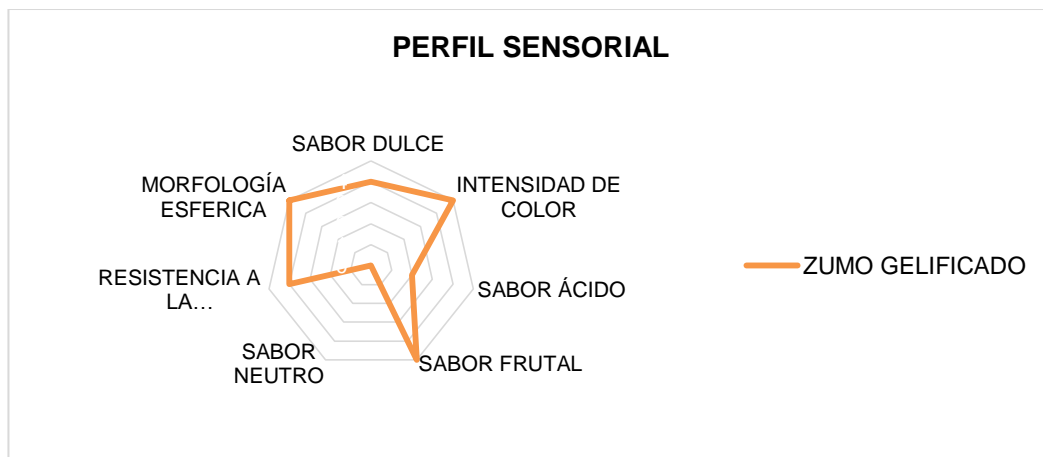


Gráfico 13. Perfil sensorial del mejor tratamiento

Con ayuda del panel degustador, se determinó el perfil sensorial del zumo gelificado, el sabor fue descrito como agradable, algo ácido y dulce teniendo una predominancia del sabor de la fruta (mejor tratamiento), al presentar una

membrana firme y lisa se notó una alta calificación en la intensidad del color dado que esta membrana aporta con brillo al producto gelificado, la textura fue un indicativo de aceptación, puesto que al aplicar fuerza con la lengua para romper la membrana se presentó firme, exhibiendo una alta resistencia a la masticación, debido a la estabilidad que presenta el gel, la morfología esférica y la textura de ruptura alta (0,107 N) fueron las características que determinaron a el tratamiento **ab** (pH = 5, temperatura = 35°C y concentración de alginato = 1,2%) como el más aceptado por parte del panel degustador.

4.3.3. Evaluación del tiempo de conservación del zumo gelificado

El producto gelificado fue almacenado en refrigeración a 4° C para su posterior análisis microbiológico. Al realizar los análisis microbiológicos se pudo determinar que los tratamientos analizados tuvieron una duración entre 13 y 14,5 días tomando como referencia la norma INEN 1521 que hace referencia a los requisitos del postre de gelatina, siendo el producto más similar al desarrollado en esta investigación; los resultados se detallan a continuación:

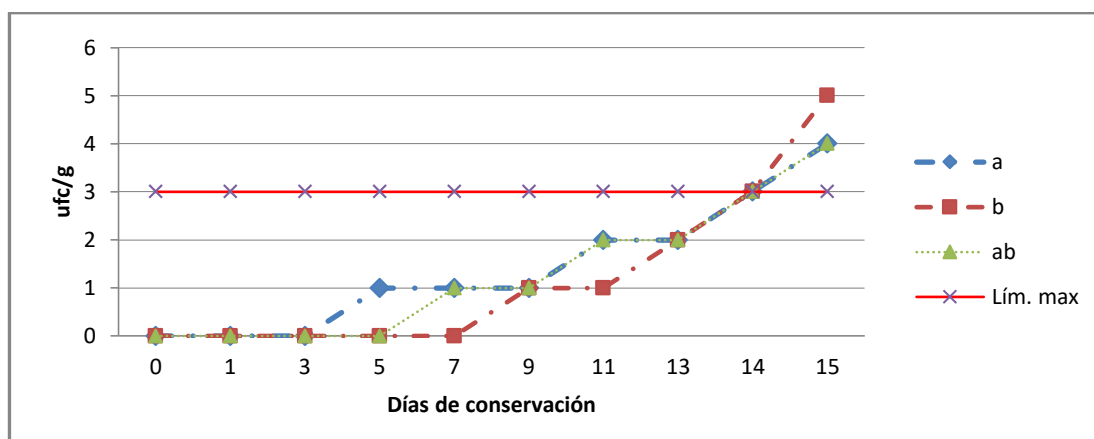


Gráfico 14. Seguimiento microbiológico de coliformes totales

Con respecto al seguimiento microbiológico del desarrollo de coliformes totales se puede observar que a partir del día 14 sobrepasa el nivel aceptado tomando como referencia la norma INEN 1521, por ende el tiempo máximo de conservación de este producto es 14 días, los tres tratamientos presentan el mismo comportamiento.

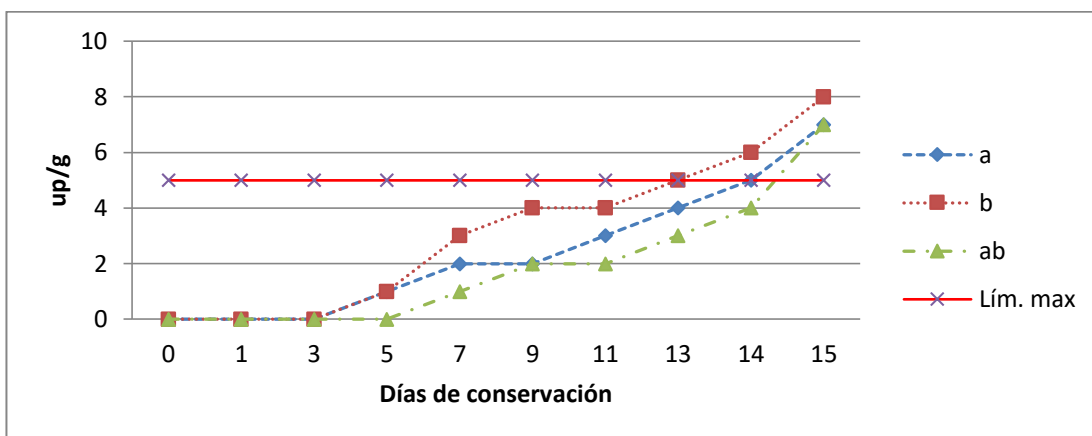


Gráfico 15. Seguimiento microbiológico de mohos

Al evaluar el crecimiento microbiológico del desarrollo de mohos se observa que a partir del día 13, uno de los tratamientos (b) sobrepasa el nivel aceptado tomando como referencia la norma INEN 1521, mientras que el tratamiento a llega a los 14 días y el tratamiento ab a los 14,5 días. El tiempo máximo de conservación de este producto en promedio es de 14 días.

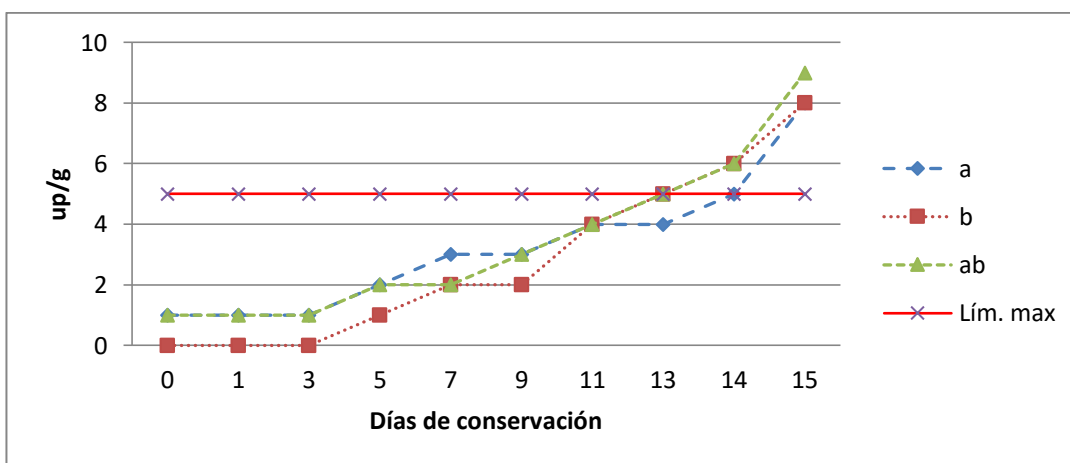


Gráfico 16. Seguimiento microbiológico de levaduras

Finalmente el seguimiento microbiológico del desarrollo de levaduras se puede observar que a partir del día 13, dos de los tratamientos (ab y b) sobrepasan el nivel aceptado tomando como referencia la norma INEN 1521, mientras que el restante llega a los 14 días, por ende el tiempo máximo de conservación de este producto en promedio es de <13 días.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

En función a los análisis estadísticos realizados, los parámetros en el proceso de gelificación iónica (pH, temperatura y concentración de alginato) influyen en las características finales del producto gelificado, aceptando la hipótesis alternativa planteada en esta investigación

Las propiedades fisicoquímicas (sólidos solubles y pH) del zumo de las frutas estudiadas en esta investigación Papaya (*Carica papaya*), Piña (*Ananas comosus L.*) y Melón (*Cucumis melo L.*) se encuentran dentro de la norma de “Jugos, pulpas, concentrados, néctares, bebidas de frutas y vegetales” NTE INEN 2337:2012.

El pH es un parámetro fundamental en la estabilidad del gel ya que al gelificar el zumo con valores mayores de pH 6 e inferior de pH 5 se evidenció una estructura protectora débil en las esferas y dificultades al momento de ser gelificado debido al reordenamiento de la estructura del alginato, en ambos casos el producto final no tiene la capacidad de formas esferas.

La morfología esférica esperada en el producto gelificado fue obtenida con una solución zumo alginato que obtuvo valores de viscosidad comprendidos entre los 2100,00 - 2496,63 cP, siendo estos tratamientos los que no presentaron dificultad al fluir por el instrumento de goteo y en contacto con el baño cálcico lograron

gelificarse de manera inmediata, formando esferas consistentes y resistentes a la manipulación.

La textura de ruptura juega un papel importante en la aceptación del producto obteniéndose los valores más altos (0.091-0.107 Newtons), con la combinación de factores correspondiente al tratamiento **ab** (pH = 5, temperatura = 35°C y concentración de alginato = 1,2%) con la cual se obtuvo esferas gelificadas con una textura fuerte al tacto y al ser consumido presentó por parte del grupo catador los mejores puntajes en aceptabilidad.

Al evaluar el crecimiento microbiológico del zumo gelificado se pudo determinar que este producto tiene un tiempo de conservación <13 días en refrigeración, tomando como referencia la norma NTE INEN 1521, corroborando que la gelificación iónica es un método de conservación.

5.2. RECOMENDACIONES

Determinar el efecto nutricional del alginato de sodio cuando es utilizado como material encapsulador en sustancias de fácil degradación.

Realizar un estudio con puntos intermedios en los factores tomados como referencia esta investigación a fin de optimizar el proceso de gelificación iónica.

Realizar posteriores investigaciones empleando concentraciones superiores a 1,2 % de alginato de sodio a fin de estudiar su comportamiento frente al pH y su influencia en la morfología y aceptación sensorial del producto gelificado.

Determinar una técnica que permita controlar la cantidad de oxígeno presente en la solución zumo alginato y reducir el tiempo de reposo previo al proceso de gelificación.

BIBLIOGRAFÍA

- Andueza, I., Ávila, G., & Attias, D. (2000). Caracterización física de hidroxipropilmetilcelulosa con potencial aplicación oftalmológica: pH, tensión superficial, característica de la película. *Journal of the Mexican Chemical Society*, vol. 44, 224-228.
- Avendaño, G., López, A., & Palou, E. (2013). Propiedades del alginato y aplicaciones en alimentos. *Temas seleccionados de ingeniería*, 87-96.
- Barros, R. (2012). *ESTUDO DOS FATORES QUE INFLUENCIAM OS ATRIBUTOS DE ESFERAS DE ALGINATO*. Portugal: Universidade de Aveiro.
- Caicedo, D., & Chamba, M. (2016). *Elaboración y estandarización de microencapsulados de aceites esenciales de hierba Luisa (Cymbopogon citratus) y hojas de ishpink (Ocotea quixos) como aditivos nutricionales para piscicultura*. Quito: Universidad politécnica Saleciana.
- Calero, J., Sánchez, Y. F., Tórrez, R., Hernann, E., & López, K. (2008). Elaboración y Caracterización de microcápsulas gastrorresistentes de Diclofenac obtenidas por Gelificación Iónica. *Universitas, Volumen 1*, 27-30.
- Castañeta, H., Gemio, R., Yapu, W., & Nogales, J. (2011). Microencapsulacion, un metodo para la conservacion de propiedades fisicoquimicas y biologicas de sustancias quimicas. *REVISTA BOLIVIANA DE QUÍMICA*, 135-140.
- De Lara, D., Thomazini, M., Jordão, R., & Favaro-Trindade, C. (2012). Protection of Bifidobacterium lactis and Lactobacillus acidophilus by microencapsulation using spray-chilling. *International Dairy Journal*, 127-132 Vol.2.
- Draget, J. (2000). *handbook of hidrocolloids-alginates*.
- Gallegos, M. (2015). Utilización de Alginato de Sodio para la encapsulación de complejo B. *Laboratorio de Alimentos de la Facultad de Ciencias Biológicas Unidad B de la Universidad Autónoma de Nuevo León.*, 55-61.

- González, G. (2009). *Estabilidad e intercambio de iones calcio en geles de alginato*. Durango: Reporte de residencia profesional.
- González, R. E., Tarón, A., & Morón, L. B. (2015). Formación de Microcápsulas de Tamaño Controlado por Gelación Iónica Utilizando Mezclas Biopoliméricas Binarias. *Información Tecnológica – Vol. 26* , 31-38.
- López, L., & Villalta, M. (2009). *Propuesta de un método para la elaboración de microesferas matriciales de ácido acetilsalicílico utilizando alginato de sodio por la técnica de gelificación iónica*. El Salvador: Tesis previa a la obtención del título de Licenciatura en química y farmacia.
- Lupo, P. B., González, A., & Maestro, G. A. (2012). Microencapsulación con alginato en alimentos. Técnicas y aplicaciones. *Revista Venezolana de Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 130-151.
- McHugh, D. J. (2008). *Production and Utilization of Products from Commercial Seaweeds*. Roma: FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS.
- Morris, E. R., Rees, D. A., Thom, D., & Boyd, J. (2001). Chiroptical and stoichiometric evidence of a specific, primary dimerisation process in alginate gelation. *Carbohydrate Research*, 145-154 Vol.1.
- Parra, R. A. (2010). Revisión: Microencapsulación de Alimentos. *Rev.Fac.Nal.Agr.*, 5669-5684.
- Pulido, H. G. (2008). *Análisis y diseño de experimentos*. México: McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A. de C.V.
- Rogel, E., & Licea, A. C. (2003). Preparación de hidrogeles anfifílicos sensibles a diferentes valores de pH utilizando monómeros ácidos con espaciadores hidrofóbicos. *Revista de la Sociedad Química de México*, Vol. 47, 251-257.
- Rogel, E., Licea, A., & Cornejo, J. M. (2003). Preparación de hidrogeles anfifílicos sensibles a diferentes valores de pH utilizando monómeros ácidos con

espaciadores hidrofóbicos. *Revista de la Sociedad Química de México*, 251-257 Vol.2.

Shahidi, F., & Han, X. (2013). Encapsulation of Food Ingredients. *Critical Reviews in Food Science & Nutrition*, 501-547.

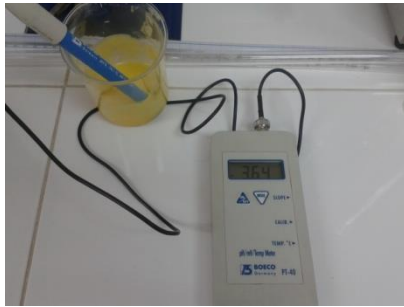
Veloso, F., & Della Rocca, P. (2015). Encapsulación de ácido fólico en matrices poliméricas diferentes. *Proyecciones*, Vol.13 No. 2, 37-46.

Villarroel, L. A. (2015). *Elaboración y evaluación de microesferas mucoadhesivas preparadas a través de la técnica de gelificación iónica utilizando alginato sódico y quitosano*. Riobamba: Trabajo de titulación para optar por el título de Bioquímico farmacéutico.

Vilstrup, P. (2004). Microencapsulation of Food Ingredients. . *Leatherhead International Limited*, 1- 47.

Yáñez, J., Martínez, C., Jiménez, J., Márquez, M., & Ramos, E. (2005). Aplicaciones Biotecnológicas de la Microencapsulación. *Mundo Alimentario*, 24-30.

ANEXOS



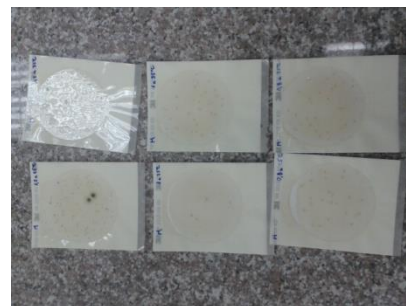
Anexo 1. Caracterización de la mezcla zumo-alginato



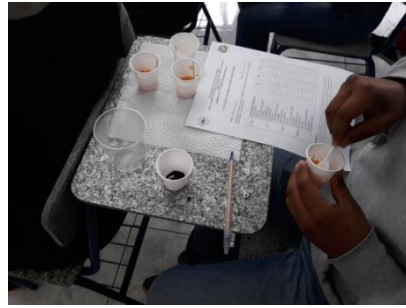
Anexo 2. Precipitación de la mezcla zumo-alginato sobre el baño cálcico




Anexo 3. Formación de esferas de zumo gelificado




Anexo 4. Análisis microbiológicos



Anexo 5. Análisis sensorial



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y
AMBIENTALES
CARRERA DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL



EVALUACIÓN SENSORIAL GELIFICACIÓN IÓNICA

Fecha: 09/05/18 Edad: 17 años

Instrucciones: Evalúe las muestras presentadas a continuación, usando una X marque el casillero que considere la respuesta correcta.

| Característica organoléptica | | 12 | 935 | 151 | 35 |
|------------------------------|----------------------------|----|-----|-----|----|
| Color | Me gusta mucho | | | | |
| | Me gusta | | X | | X |
| | Ni me gusta ni me disgusta | X | | X | |
| | Me disgusta | | | | |
| | Me disgusta mucho | | | | |
| Olor | Me gusta mucho | | | | |
| | Me gusta | X | X | X | X |
| | Ni me gusta ni me disgusta | | | | |
| | Me disgusta | | | | |
| | Me disgusta mucho | | | | |
| Sabor | Me gusta mucho | | | | |
| | Me gusta | | | | X |
| | Ni me gusta ni me disgusta | | X | | |
| | Me disgusta | X | | X | |
| | Me disgusta mucho | | | | |
| Textura | Me gusta mucho | | | | |
| | Me gusta | X | X | | X |
| | Ni me gusta ni me disgusta | | | | |
| | Me disgusta | | | X | |
| | Me disgusta mucho | | | | |

Comentario: la capa numero 935 tiene un color más intenso que la
demás cantidades de las otras capas, pero tiene un sabor un poco
agradable

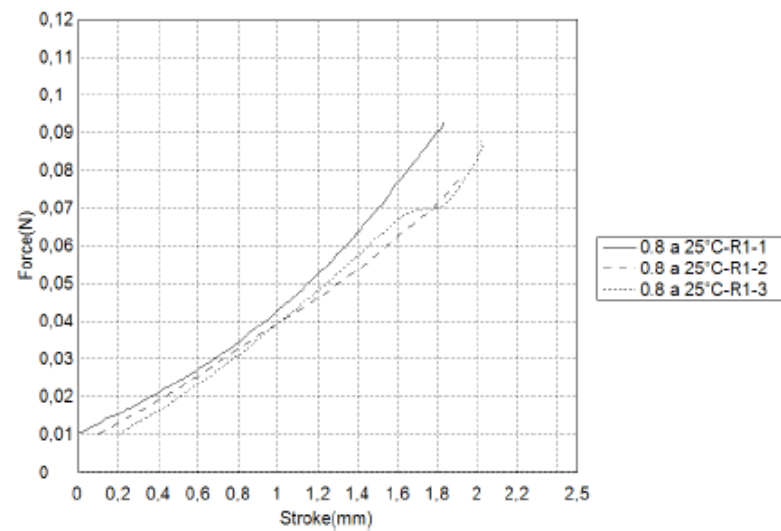
GRACIAS POR SU COLABORACIÓN

Anexo 6. Hoja de calificación del análisis sensorial

Compression Test

| | | | |
|-----------------------------|-----------------------------|----------------------------|--------------------------------|
| Nombre de archivo de ensayo | 0.8 A 25C-PAPAYA-R1.xtel | Nombre de metodo de ensayo | Compression VANE ORTEGA.xml |
| Fecha de ensayo | 13/11/2017 | Modo de Ensayo | Textura |
| Velocidad | 1mm/sec | | |

| Nombre Parametros Unidad | Hardness Calc. at Entire Areas N | Comp_Energy1 1Nodo th-Nodo siguiente J |
|-----------------------------|---|---|
| 0.8 a 25° C-R1-1 | 0,09280 | 0,00008 |
| 0.8 a 25° C-R1-2 | 0,07746 | 0,00007 |
| 0.8 a 25° C-R1-3 | 0,08775 | 0,00008 |
| Media | 0,08600 | 0,00008 |
| Desviacion Estandar | 0,00782 | 0,00001 |



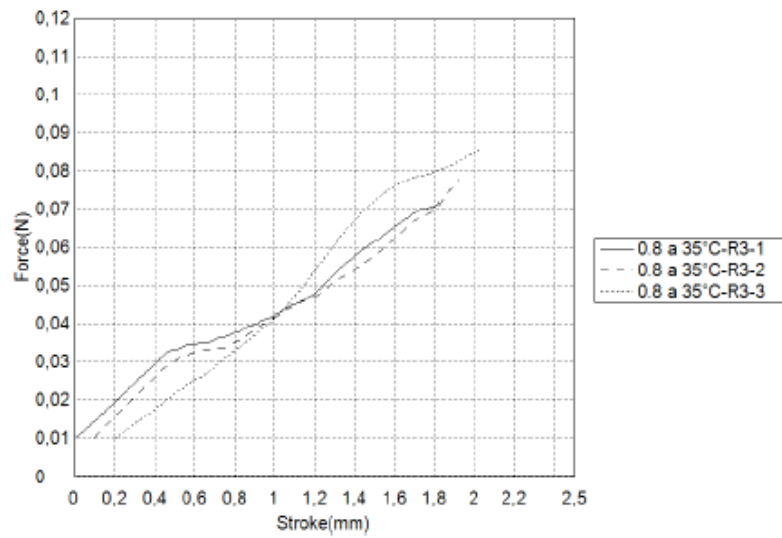
Comment

Anexo 7. Análisis de textura tratamiento 1

Compression Test

| | | | |
|-----------------------------|--------------------------------------|----------------------------|--------------------------------|
| Nombre de archivo de ensayo | 0.8 A 35C-PAPAYA- R3.sspc.xtel | Nombre de metodo de ensayo | Compression VANE ORTEGA.xml |
| Fecha de ensayo | 17/11/2017 | Modo de Ensayo | Textura |
| Velocidad | 1mm/sec | | |

| Nombre Parametros Unidad | Hardness Calc. at Entire Areas N | Comp_Energy1 1Nodo th-Nodo siguiente J |
|-----------------------------|---|---|
| 0.8 a 35° C-R3-1 | 0,07173 | 0,00008 |
| 0.8 a 35° C-R3-2 | 0,07798 | 0,00008 |
| 0.8 a 35° C-R3-3 | 0,08566 | 0,00009 |
| Media | 0,07846 | 0,00008 |
| Desviacion Estandar | 0,00698 | 0,00001 |



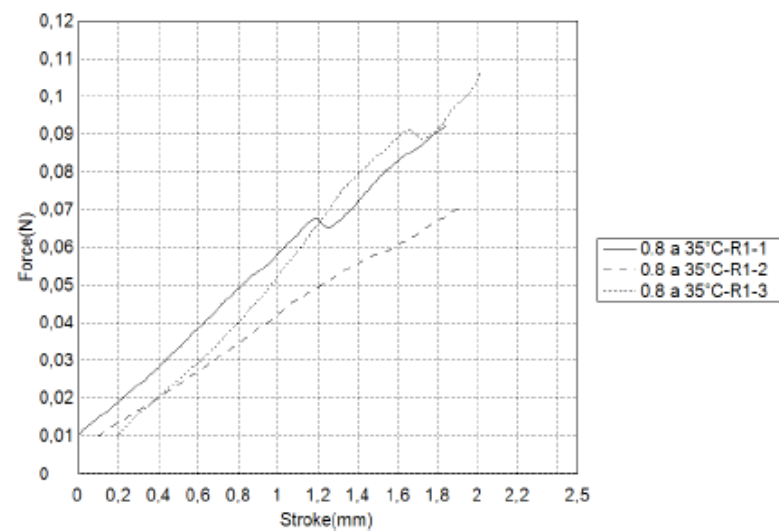
Comment

Anexo 8. Análisis de textura tratamiento a

Compression Test

| | | | |
|-----------------------------|-----------------------------|----------------------------|--------------------------------|
| Nombre de archivo de ensayo | 0.8 A 35C-PAPAYA-R1.xtel | Nombre de metodo de ensayo | Compression VANE ORTEGA.xml |
| Fecha de ensayo | 13/11/2017 | Modo de Ensayo | Textura |
| Velocidad | 1mm/sec | | |

| Nombre Parametros Unidad | Hardness Calc. at Entire Areas N | Comp_Energy1 1Nodo th-Nodo siguiente J |
|-----------------------------|---|---|
| 0.8 a 35° C-R1-1 | 0,09229 | 0,00010 |
| 0.8 a 35° C-R1-2 | 0,07173 | 0,00008 |
| 0.8 a 35° C-R1-3 | 0,10642 | 0,00011 |
| Media | 0,09015 | 0,00010 |
| Desviacion Estandar | 0,01744 | 0,00002 |



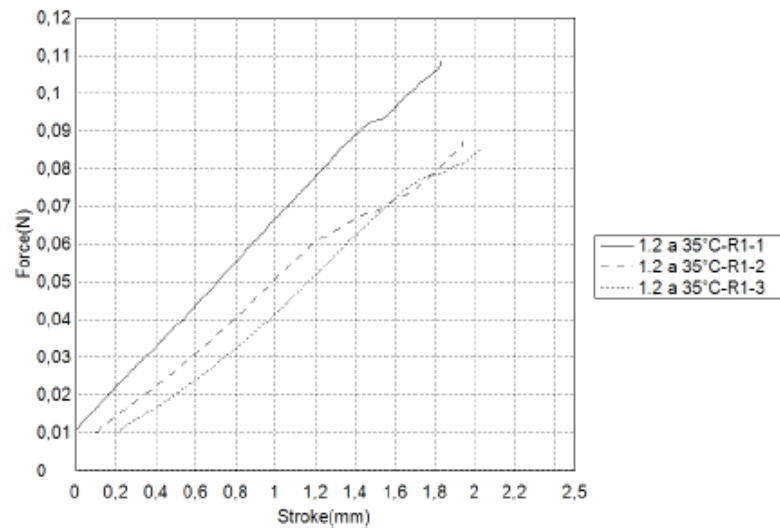
Comment

Anexo 9. Análisis de textura tratamiento b

Compression Test

| | | | |
|-----------------------------|-----------------------------|----------------------------|---------------------------------|
| Nombre de archivo de ensayo | 1.2 A 35C-R1-PAPAYA.xtel | Nombre de metodo de ensayo | Compression VANE ORTEGA.xmel |
| Fecha de ensayo | 13/11/2017 | Modo de Ensayo | Textura |
| Velocidad | 1mm/sec | | |

| Nombre Parametros Unidad | Hardness Calc. at Entire Areas N | Comp_Energy1 1Nodo th-Nodo siguiente J |
|-----------------------------|--|--|
| 1.2 a 35° C-R1-1 | 0,10861 | 0,00011 |
| 1.2 a 35° C-R1-2 | 0,08737 | 0,00009 |
| 1.2 a 35° C-R1-3 | 0,08512 | 0,00009 |
| Media | 0,09370 | 0,00010 |
| Desviacion Estandar | 0,01296 | 0,00001 |



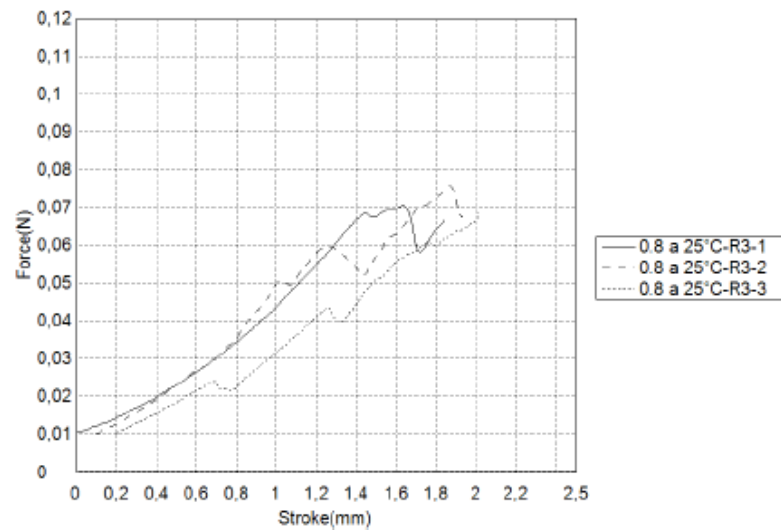
Comment

Anexo 10. Análisis de textura tratamiento ab

Compression Test

| | | | |
|-----------------------------|----------------------------|----------------------------|--------------------------------|
| Nombre de archivo de ensayo | 0.8 A 25C-R3-MELON.xtel | Nombre de metodo de ensayo | Compression VANE ORTEGA.xml |
| Fecha de ensayo | 08/11/2017 | Modo de Ensayo | Textura |
| Velocidad | 1mm/sec | | |

| Nombre Parametros Unidad | Hardness Calc. at Entire Areas N | Comp_Energy1 1Nodo th-Nodo siguiente J |
|-----------------------------|---|---|
| 0.8 a 25° C-R3-1 | 0,07034 | 0,00007 |
| 0.8 a 25° C-R3-2 | 0,07552 | 0,00008 |
| 0.8 a 25° C-R3-3 | 0,06849 | 0,00007 |
| Media | 0,07145 | 0,00007 |
| Desviacion Estandar | 0,00364 | 0,00001 |



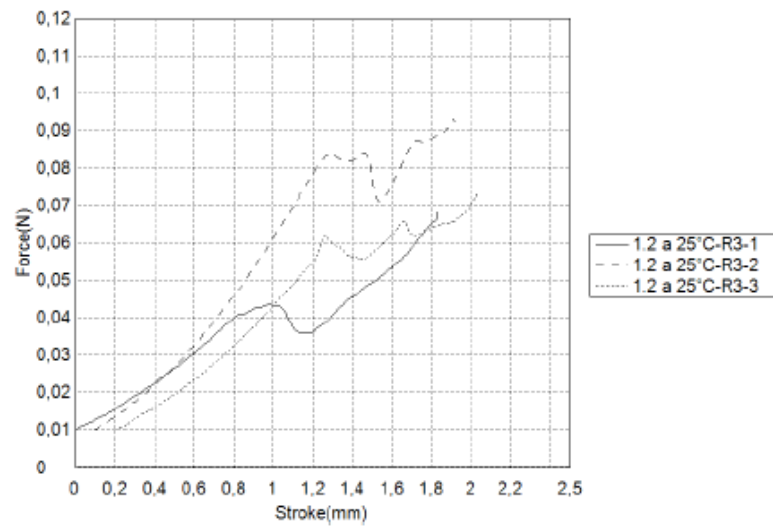
Comment

Anexo 11. Análisis de textura tratamiento c

Compression Test

| | | | |
|-----------------------------|----------------------------|----------------------------|--------------------------------|
| Nombre de archivo de ensayo | 1.2 A 25C-R3-MELON.xtel | Nombre de metodo de ensayo | Compression VANE ORTEGA.xml |
| Fecha de ensayo | 08/11/2017 | Modo de Ensayo | Textura |
| Velocidad | 1mm/sec | | |

| Nombre Parametros Unidad | Hardness Calc. at Entire Areas N | Comp_Energy1 1Nodo th-Nodo siguiente J |
|-----------------------------|---|---|
| 1.2 a 25° C-R3-1 | 0,06801 | 0,00007 |
| 1.2 a 25° C-R3-2 | 0,09349 | 0,00010 |
| 1.2 a 25° C-R3-3 | 0,07320 | 0,00008 |
| Media | 0,07823 | 0,00008 |
| Desviacion Estandar | 0,01347 | 0,00002 |



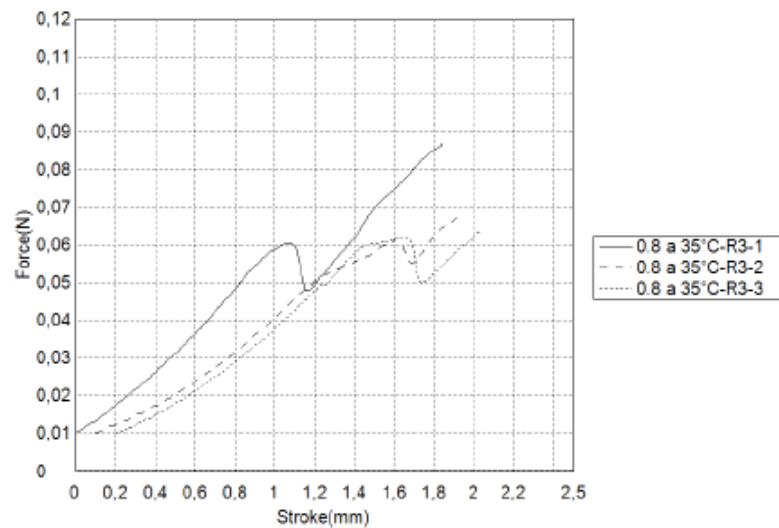
Comment

Anexo 12. Análisis de textura tratamiento ac

Compression Test

| | | | |
|-----------------------------|-----------------------------|----------------------------|--------------------------------|
| Nombre de archivo de ensayo | 0.8 A 335C-R3-MELON.xtel | Nombre de metodo de ensayo | Compression VANE ORTEGA.xml |
| Fecha de ensayo | 08/11/2017 | Modo de Ensayo | Textura |
| Velocidad | 1mm/sec | | |

| Nombre Parametros Unidad | Hardness Calc. at Entire Area N | Comp_Energy1 1Nodo th-Nodo siguiente J |
|-----------------------------|---------------------------------------|--|
| 0.8 a 35° C-R3-1 | 0,08704 | 0,00009 |
| 0.8 a 35° C-R3-2 | 0,06839 | 0,00007 |
| 0.8 a 35° C-R3-3 | 0,06386 | 0,00007 |
| Media | 0,07310 | 0,00008 |
| Desviacion Estandar | 0,01229 | 0,00001 |



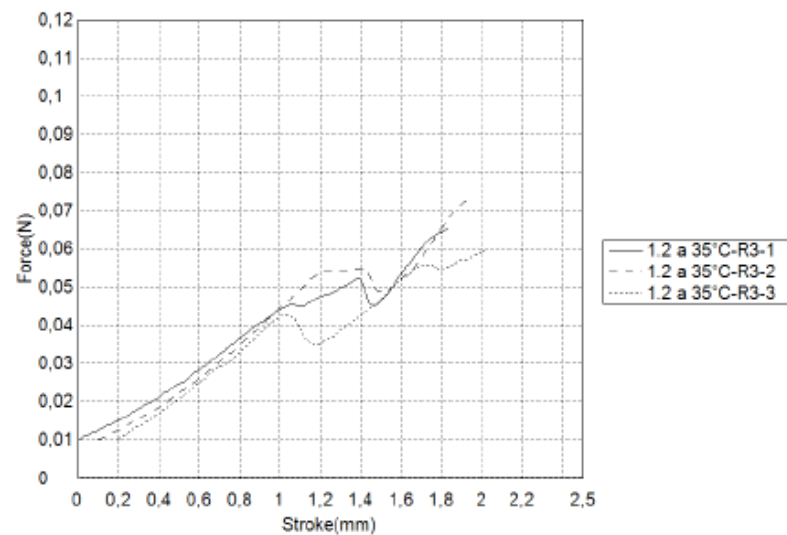
Comment

Anexo 13. Análisis de textura tratamiento bc

Compression Test

| | | | |
|-----------------------------|----------------------------|----------------------------|--------------------------------|
| Nombre de archivo de ensayo | 1.2 A 35C-R3-MELON.xtel | Nombre de metodo de ensayo | Compression VANE ORTEGA.xml |
| Fecha de ensayo | 08/11/2017 | Modo de Ensayo | Textura |
| Velocidad | 1mm/sec | | |

| Nombre Parametros Unidad | Hardness Calc. at Entire Areas N | Comp_Energy1 1Nodo th-Nodo siguiente J |
|-----------------------------|--|--|
| 1.2 a 35° C-R3-1 | 0,06531 | 0,00007 |
| 1.2 a 35° C-R3-2 | 0,07361 | 0,00007 |
| 1.2 a 35° C-R3-3 | 0,05941 | 0,00007 |
| Media | 0,06611 | 0,0 |
| Desviacion Estandar | 0,00713 | 0,00000 |



Comment

Anexo 14. Análisis de textura tratamiento abc

Información de seguridad voluntaria apoyándose en el formato de ficha de datos de seguridad conforme al Reglamento (CE) n.º 1907/2006 (REACH)



Alginato de sodio , para la bioquímica

número de artículo: **9180**
Versión: **1.0 es**

fecha de emisión: 05.06.2019

SECCIÓN 1: Identificación de la sustancia o la mezcla y de la sociedad o la empresa

1.1 Identificador del producto

| | |
|--------------------------------|---|
| Identificación de la sustancia | Alginato de sodio |
| Número de artículo | 9180 |
| Número de registro (REACH) | Según reglamento (CE) n° 1907/2006 [REACH], no es obligatorio de registrar la sustancia |
| Número CE | 618-415-6 |
| Número CAS | 9005-38-3 |

1.2 Usos pertinentes identificados de la sustancia o de la mezcla y usos desaconsejados

Usos identificados: producto químico de laboratorio
uso analítico y de laboratorio

1.3 Datos del proveedor de la ficha de datos de seguridad

Carl Roth GmbH + Co KG
Schoemperlenstr. 3-5
D-76185 Karlsruhe
Alemania

Teléfono: +49 (0) 721 - 56 06 0
Fax: +49 (0) 721 - 56 06 149
e-mail: sicherheit@carlroth.de
Sitio web: www.carlroth.de

Persona competente responsable de la ficha de datos de seguridad : Department Health, Safety and Environment

e-mail (persona competente) : sicherheit@carlroth.de

1.4 Teléfono de emergencia

| Nombre | Calle | Código postal/ciudad | Teléfono | Sitio web |
|---|----------------------------------|----------------------|-----------------|-----------|
| Servicio de Información Toxicológica Instituto Nacional de Toxicología y Ciencias Forenses | Jose Echegaray nº 4 Las Rozas | 28232 Madrid | +34 91 562 0420 | |

1.5 Importador

Teléfono:
Fax:
Sitio web:

Información de seguridad voluntaria apoyándose en el formato de ficha de datos de seguridad conforme al Reglamento (CE) n.º 1907/2006 (REACH)



Alginato de sodio , para la bioquímica

número de artículo: 9180

SECCIÓN 2: Identificación de los peligros

2.1 Clasificación de la sustancia o de la mezcla

Clasificación según el Reglamento (CE) no 1272/2008 (CLP)

Esta sustancia no reúne los criterios para ser clasificada conforme al Reglamento no 1272/2008/CE.

2.2 Elementos de la etiqueta

Etiquetado según el Reglamento (CE) no 1272/2008 (CLP)

no es necesario

Palabra de advertencia no es necesario

2.3 Otros peligros

No hay información adicional.

SECCIÓN 3: Composición/información sobre los componentes

3.1 Sustancias

| | |
|------------------------|-------------------|
| Nombre de la sustancia | Alginato de sodio |
| Número CE | 618-415-6 |
| Número CAS | 9005-38-3 |

SECCIÓN 4: Primeros auxilios

4.1 Descripción de los primeros auxilios



Notas generales

Quitar las prendas contaminadas.

En caso de inhalación

Proporcionar aire fresco. Si aparece malestar o en caso de duda consultar a un médico.

En caso de contacto con la piel

Aclararse la piel con agua/ ducharse. Si aparece malestar o en caso de duda consultar a un médico.

En caso de contacto con los ojos

Aclarar cuidadosamente con agua durante varios minutos. Si aparece malestar o en caso de duda consultar a un médico.

En caso de ingestión

Enjuagarse la boca. Llamar a un médico si la persona se encuentra mal.

4.2 Principales síntomas y efectos, agudos y retardados

A la fecha no se conocen síntomas y efectos

4.3 Indicación de toda atención médica y de los tratamientos especiales que deban dispensarse inmediatamente

ninguno

Alginato de sodio , para la bioquímica

número de artículo: 9180

SECCIÓN 5: Medidas de lucha contra incendios

5.1 Medios de extinción



Medios de extinción apropiados

Coordinar las medidas de extinción con los alrededores
agua pulverizada, espuma, polvo extinguidor seco, dióxido de carbono (CO₂)

Medios de extinción no apropiados

chorro de agua

5.2 Peligros específicos derivados de la sustancia o la mezcla

Combustible.

Productos de combustión peligrosos

Puede producir humos tóxicos de monóxido de carbono en caso de incendio.

5.3 Recomendaciones para el personal de lucha contra incendios

Luchar contra el incendio desde una distancia razonable, tomando las precauciones habituales. Llevar un aparato de respiración autónomo.

SECCIÓN 6: Medidas en caso de vertido accidental

6.1 Precauciones personales, equipo de protección y procedimientos de emergencia



Para el personal que no forma parte de los servicios de emergencia

No respirar el polvo.

6.2 Precauciones relativas al medio ambiente

Mantener el producto alejado de los desagües y de las aguas superficiales y subterráneas.

6.3 Métodos y material de contención y de limpieza

Consejos sobre la manera de contener un vertido

Cierre de desagües.

Indicaciones adecuadas sobre la manera de limpiar un vertido

Recoger mecánicamente.

Otras indicaciones relativas a los vertidos y las fugas

Colocar en recipientes apropiados para su eliminación.

6.4 Referencia a otras secciones

Productos de combustión peligrosos: véase sección 5. Equipo de protección personal: véase sección 8. Materiales incompatibles: véase sección 10. Consideraciones relativas a la eliminación: véase sección 13.

Alginato de sodio , para la bioquímica

número de artículo: 9180

Protección respiratoria es necesaria para: Formación de polvo. Filtro de partículas (EN 143). P1 (filtra al menos 80 % de las partículas atmosféricas, código de color: blanco).

Controles de exposición medioambiental

Mantener el producto alejado de los desagües y de las aguas superficiales y subterráneas.

SECCIÓN 9: Propiedades físicas y químicas

9.1 Información sobre propiedades físicas y químicas básicas

Aspecto

| | |
|-----------------|------------------------------|
| Estado físico | sólido (polvo) |
| Color | blanco - beige claro |
| Olor | inodoro |
| Umbral olfativo | No existen datos disponibles |

Otros parámetros físicos y químicos

| | |
|---|--|
| pH (valor) | 5,5 - 8 (agua: 10 ⁹ l, 20 °C) |
| Punto de fusión/punto de congelación | >300 °C |
| Punto inicial de ebullición e intervalo de ebullición | Esta información no está disponible. |
| Punto de inflamación | no es aplicable |
| Tasa de evaporación | no existen datos disponibles |
| Inflamabilidad (sólido, gas) | Estas informaciones no están disponibles |
| <u>Límites de explosividad</u> | |
| • límite inferior de explosividad (LIE) | esta información no está disponible |
| • límite superior de explosividad (LSE) | esta información no está disponible |
| Límites de explosividad de nubes de polvo | estas informaciones no están disponibles |
| Presión de vapor | Esta información no está disponible. |
| Densidad | Esta información no está disponible. |
| Densidad de vapor | Esta información no está disponible. |
| Densidad relativa | Las informaciones sobre esta propiedad no están disponibles. |
| <u>Solubilidad(es)</u> | |
| Hidrosolubilidad | parcialmente soluble |
| <u>Coefficiente de reparto</u> | |
| n-octanol/agua (log KOW) | Esta información no está disponible. |
| Temperatura de auto-inflamación | Las informaciones sobre esta propiedad no están disponibles. |
| Temperatura de descomposición | no existen datos disponibles |
| Viscosidad | no relevantes (materia sólida) |
| Propiedades explosivas | No se clasificará como explosiva |

Alginato de sodio , para la bioquímica

número de artículo: **9180**

Propiedades comburentes ninguno

9.2 Otros datos

No hay información adicional.

SECCIÓN 10: Estabilidad y reactividad

10.1 Reactividad

El producto en la forma de entrega no es capaz de producir una explosión de polvo; pero la acumulación de polvo fino conduce a un peligro de explosión de polvo.

10.2 Estabilidad química

Sólido higroscópico.

10.3 Posibilidad de reacciones peligrosas

Reacciones fuertes con: Muy comburente

10.4 Condiciones que deben evitarse

No se conocen condiciones particulares que deban evitarse.

10.5 Materiales incompatibles

No hay información adicional.

10.6 Productos de descomposición peligrosos

Productos de combustión peligrosos: véase sección 5.

SECCIÓN 11: Información toxicológica

11.1 Información sobre los efectos toxicológicos

Toxicidad aguda

No se clasificará como toxicidad aguda.

| Vía de exposición | Parámetro | Valor | Especie | Fuente |
|-------------------|-----------|--------------|---------|--------|
| oral | LD50 | >5.000 mg/kg | rata | TOXNET |

Corrosión o irritación cutánea

No se clasificará como corrosivo/irritante para la piel.

Lesiones oculares graves o irritación ocular

No se clasificará como causante de lesiones oculares graves o como irritante ocular.

Sensibilización respiratoria o cutánea

No se clasificará como sensibilizante respiratoria o sensibilizante cutánea.

Resumen de la evaluación de las propiedades CMR

No se clasificará como mutágeno en células germinales, carcinógeno ni tóxico para la reproducción

• Toxicidad específica en determinados órganos - exposición única

No se clasifica como tóxico específico en determinados órganos (exposición única).

• Toxicidad específica en determinados órganos - exposición repetida

No se clasifica como tóxico específico en determinados órganos (exposición repetida).

Peligro por aspiración

No se clasifica como peligroso en caso de aspiración.



SECCIÓN 1 - IDENTIFICACIÓN DEL PRODUCTO Y DE LA COMPAÑÍA

1.1 Identificador del producto

Nombre del producto: CLORURO DE CALCIO
CAS: 10043-52-4
Sinónimos: Cloruro de calcio, cloruro de calcio anhidro.

1.2 Usos del Producto

Recomendaciones de Uso: Según instrucciones del proveedor o del fabricante.

1.3 Datos del proveedor de la Ficha de Datos de Seguridad

| | |
|---|---|
| GTM México | Boulevard Benito Juárez #75 Col. San Mateo Cuauhtepac, Tultitlán, Estado de México CP 54948. |
| Transmerquim de Guatemala S. A. | Km 26.4 carretera al Pacífico, Amatitlán, Guatemala |
| GTM El Salvador S. A. | KM 7 ½, Antigua Carretera Panamericana, Soyapango San Salvador |
| Grupo Transmerquim S. A. de C.V. (Honduras) | Bo. La Guardia, 33 calle, 2da Ave. Frente al IHCAFE, SO. San Pedro Sula, Honduras. |
| Transmerquim de Nicaragua S. A. | Cuesta del plomo, 800mts, Managua |
| GTM Costa Rica | Del servicercentro Cristo Rey en Ochomogo de Cartago, 800 mts hacia el este. Costa Rica |
| GTM Panamá | Los Andes No.1, San Miguelito. Panamá, Panamá. |
| GTM Colombia S. A. | Carrera 46 No 91-7 Bogotá, Colombia. |
| Transmerquim del Perú S. A. | Av. Rep. de Panama 3535 Oficina 502 San Isidro. Perú |
| GTM Ecuador | Av. De los Shyris N32-218 y Eloy Alfaro, Ed. Parque Central, Of. 1207 |
| GTM Argentina | Encarnación Ezcurra 365 – Piso 4 – Oficina C Puerto Madero, C.A.B.A – C1107CLA – Argentina |
| GTM do Brasil | Praia de Botafogo nº 228 / sala 610, Ala B, Botafogo. CEP 22250-040 Rio de Janeiro, RJ, Brasil |

1.4 Teléfono de emergencias

| | |
|--------------|--|
| México : | +52 55 5831 7905 – SETIQ 01 800 00 214 00 |
| Guatemala: | +502 6628 5858 |
| El Salvador: | +503 2251 7700 |
| Honduras: | +504 2564 5454 |
| Nicaragua: | +505 2269 0361 – Toxicología MINSA: +505 22897395 |
| Costa Rica: | +506 2537 0010 – Emergencias 911. Centro Intoxicaciones +506 2223-1028 |
| Panamá: | +507 512 6182 – Emergencias 911 |
| Colombia: | +018000 916012 Cisproquim / (571) 2 88 60 12 (Bogotá) |
| Perú: | +511 614 65 00 |
| Ecuador: | +593 2382 6250 – Emergencias (ECU) 9-1-1 |
| Argentina | +54 11 4611 2007 |
| Brasil: | +55 21 3591 1868 |

SECCIÓN 2 – IDENTIFICACIÓN DE LOS PELIGROS

2.1 Clasificación de la sustancia o de la mezcla

CLASIFICACIÓN según el Sistema Globalmente Armonizado

Irritación ocular (Categoría 2)

2.2 Elementos de la etiqueta

Pictograma:



Palabra de advertencia: ATENCIÓN

Indicaciones de peligro:

H319 - Provoca irritación ocular grave.

Consejos de prudencia:

P264 - Lavarse cuidadosamente tras la manipulación.

P280 - Usar guantes, ropa y equipo de protección para los ojos y la cara.

P305 + P351 + P338 - **EN CASO DE CONTACTO CON LOS OJOS:** Aclarar cuidadosamente con agua durante varios minutos. Quitar las lentes de contacto, cuando estén presentes y pueda hacerse con facilidad. Proseguir con el lavado.P337 + P313 - **SI LA IRRITACIÓN OCULAR PERSISTE:** Consultar a un médico.**2.3 Otros peligros**

Ninguna.

SECCIÓN 3 - COMPOSICIÓN / INFORMACIÓN DE LOS COMPONENTES**3.1 Sustancia**

Cloruro de calcio (CAS 10043-52-4): 100% - Eye Irrit. 2

3.2 Mezcla

No aplica.

SECCIÓN 4 - PRIMEROS AUXILIOS**4.1 Descripción de los primeros auxilios**

| | |
|------------------------|---|
| Medidas generales: | Evite la exposición al producto, tomando las medidas de protección adecuadas. Consulte al médico, llevando la ficha de seguridad. |
| Inhalación: | Traslade a la víctima y procúrele aire limpio. Manténgala en calma. Si no respira, suminístrele respiración artificial. Si presenta dificultad respiratoria, suminístrele oxígeno. Llame al médico. |
| Contacto con la piel: | Lávese inmediatamente después del contacto con abundante agua, durante al menos 20 minutos. Quitese la ropa contaminada y lávela antes de reusar. |
| Contacto con los ojos: | Enjuague inmediatamente los ojos con agua durante al menos 20 minutos, y mantenga abiertos los párpados para garantizar que se aclara todo el ojo y los tejidos del párpado. Enjuagar los ojos en cuestión de segundos es esencial para lograr la máxima eficacia. Si tiene lentes de contacto, quítelas después de los primeros 5 minutos y luego continúe enjuagándose los ojos. Consultar al médico. |
| Ingestión: | NO INDUZCA EL VÓMITO. Enjuague la boca, y dé de beber agua. Nunca suministre nada oralmente a una persona inconsciente. Llame al médico. Si el vómito ocurre espontáneamente, coloque a la víctima de costado para reducir el riesgo de aspiración. |

8.2.2 Equipos de protección personal

| | |
|-----------------------------------|---|
| Protección de los ojos y la cara: | Se deben usar gafas de seguridad, a prueba de salpicaduras de productos químicos (que cumplan con la EN 166). |
| Protección de la piel: | Al manipular este producto se deben usar guantes protectores impermeables de PVC, nitrilo o butilo (que cumplan con las normas IRAM 3607-3608-3609 y EN 374), ropa de trabajo y zapatos de seguridad resistentes a productos químicos. |
| Protección respiratoria: | En los casos necesarios, utilizar protección respiratoria para polvo (P1). Debe prestarse especial atención a los niveles de oxígeno presentes en el aire. Si ocurren grandes liberaciones, utilizar equipo de respiración autónomo (SCBA). |

SECCIÓN 9 – PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS**9.1 Información sobre propiedades físicas y químicas básicas**

| | |
|---|---|
| Estado físico: | Sólido cristalino. |
| Color: | blanco. |
| Olor: | Inodoro. |
| Umbral olfativo: | N/D |
| pH: | 8 - 9 |
| Punto de fusión / de congelación: | 782°C (1440°F) |
| Punto / intervalo de ebullición: | 1600°C (2912°F) |
| Tasa de evaporación: | N/D |
| Inflamabilidad: | El producto no es inflamable, ni combustible. |
| Punto de inflamación: | N/D |
| Límites de inflamabilidad: | N/D |
| Presión de vapor (25°C): | Despreciable. |
| Densidad de vapor (aire=1): | N/D |
| Densidad (25°C): | 2,15 g/cm ³ |
| Solubilidad (20°C): | Muy soluble en agua (exotérmica) |
| Coef. de reparto (logK _{ow}): | N/D |
| Temperatura de autoignición: | N/D |
| Temperatura de descomposición: | N/D |
| Viscosidad cinemática (cSt a 20°C): | N/D |
| Constante de Henry (20°C): | N/D |
| Log Koc: | N/D |
| Propiedades explosivas: | No explosivo. De acuerdo con la columna 2 del Anexo VII del REACH, este estudio no es necesario porque: en la molécula no hay grupos químicos asociados a propiedades explosivas. |
| Propiedades comburentes: | De acuerdo con la columna 2 del Anexo VII del REACH, este estudio no es necesario porque: la sustancia, por su estructura química, no puede reaccionar de forma exotérmica con materias combustibles. |

Anexo 16. Ficha técnica Cloruro de calcio