

PLANTILLA OFICIAL PARA LA PRESENTACIÓN DE TRABAJOS
II CONVENCION CIENTÍFICA INTERNACIONAL
“II CCI UCLV 2019”

DEL 23 AL 30 DE JUNIO DEL 2019.
CAYOS DE VILLA CLARA. CUBA.



SIQ COMISIÓN I: XII CONFERENCIA "LA INGENIERÍA QUÍMICA:
DESARROLLO, POTENCIALIDADES Y SUS RETOS"

**Evaluación de ph, temperatura y concentración de alginato en la gelificación del
zumo de frutas**

*Evaluation of pH, temperature and concentration of alginate in the gelling of fruit
juice*

**Marco Lara F.¹, Vanessa Ortega P.¹, Jimmy Nuñez P.¹, José País-Chanfrau¹, Amaury Perez
M.², Erenio Gonzales S.³**

¹ Universidad Técnica del Norte, Ecuador, mvlara@utn.edu.ec, vdortegap@utn.edu.ec, jnunez@utn.edu.ec, jmpais@utn.edu.ec.

² Universidad Estatal Amazónica, Ecuador, amperez@uea.edu.ec

³ Universidad Central “Martha Abreu” de las Villas, Cuba, erenio@uclv.edu.cu

RESUMEN

La microencapsulación ha sido catalogada como una de las técnicas más eficaces para proteger un sinnúmero de materiales de alteraciones provocadas por factores externos de carácter físico y químico, en este sentido el enfoque de la presente investigación pretende establecer la influencia de la variación del pH, temperatura y concentración de alginato en el proceso de gelificación iónica normal en zumo natural de frutas, para esto se analiza la influencia de estos parámetros sobre las características físicas (textura y morfología), microbiológica y sensoriales del gel resultante, en consecuencia adoptarlo como método alternativo de conservación. Se empleo un diseño 2³, tomando como factores

Información de contacto
convencionuclv@uclv.cu
www.uclv.edu.cu

**PLANTILLA OFICIAL PARA LA PRESENTACIÓN DE TRABAJOS
II CONVENCION CIENTÍFICA INTERNACIONAL
“II CCI UCLV 2019”**



**DEL 23 AL 30 DE JUNIO DEL 2019.
CAYOS DE VILLA CLARA. CUBA.**

de estudio el pH de la solución (5 y 6), temperatura del líquido (25° y 35°C) y concentración de alginato de sodio (0,8 y 1,2%). Las variables de respuesta analizadas fueron viscosidad de la mezcla zumo-alginato, textura de ruptura y morfología del gel. Como resultado se obtuvo que el mejor experimento fue a pH=5, temperatura=35°C y concentración de alginato=1,2%, Demostrándose que los factores de pH y viscosidad influyen de manera directa en las características de textura y morfología, las cuales son determinantes en la aceptación del producto.

Palabras claves: microencapsulación/ alginato de sodio/ morfología

ABSTRACT

Microencapsulation has been cataloged as one of the most effective techniques to protect countless materials from alterations caused by external factors of a physical and chemical nature. In this sense, the focus of this research is to establish the influence of pH variation, temperature and concentration of alginate in the process of normal ionic gelation in natural fruit juice, for this the influence of these parameters on the physical characteristics (texture and morphology), microbiological and sensory of the resulting gel is analyzed, consequently adopting it as an alternative method of conservation. A design 23 was used, taking the pH of the solution (5 and 6), liquid temperature (25° and 35°C) and concentration of sodium alginate (0.8 and 1.2%) as study factors. The response variables analyzed were viscosity of the juice-alginate mixture, rupture texture and gel morphology. As a result it was obtained that the best experiment was at pH = 5, temperature = 35°C and alginate concentration = 1.2%, demonstrating that the pH and viscosity factors directly influence the texture and morphology characteristics, which are determinants in the acceptance of the product.

Keywords: microencapsulation / sodium alginate / morphology

Información de contacto
convencionuclv@uclv.cu
www.uclv.edu.cu

**PLANTILLA OFICIAL PARA LA PRESENTACIÓN DE TRABAJOS
II CONVENCION CIENTÍFICA INTERNACIONAL
“II CCI UCLV 2019”**



**DEL 23 AL 30 DE JUNIO DEL 2019.
CAYOS DE VILLA CLARA. CUBA.**

INTRODUCCIÓN

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). En la presente investigación se propuso estudiar los parámetros que rigen el proceso de microencapsulación, determinando cuales son los principales factores que afectan las características de morfología y textura en las esferas resultantes, mismos que son aspectos que determinan la calidad de la encapsulación y la aceptación por parte del consumidor.

MARCO TEÓRICO

La microencapsulación 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).

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 (Velooso & 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)

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.
- El sabor y olor del material puede ser enmascarado.

Información de contacto
convencionuclv@uclv.cu
www.uclv.edu.cu

PLANTILLA OFICIAL PARA LA PRESENTACIÓN DE TRABAJOS
II CONVENCION CIENTIFICA INTERNACIONAL
“II CCI UCLV 2019”



DEL 23 AL 30 DE JUNIO DEL 2019.
CAYOS DE VILLA CLARA. CUBA.

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

ALGINATO DE SODIO

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 homopolimeros o heteropolímeros.

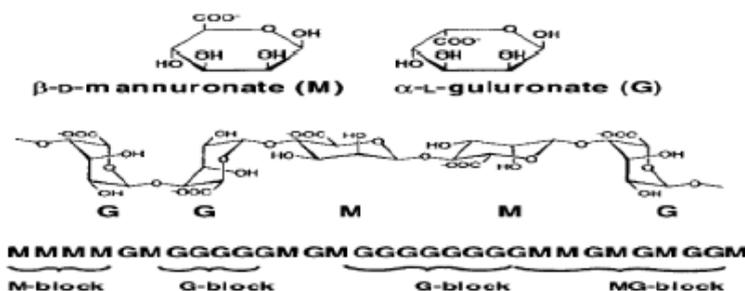


Gráfico 1. Estructura del alginato de sodio

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.

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

Información de contacto
convencionuclv@uclv.cu
www.uclv.edu.cu

**PLANTILLA OFICIAL PARA LA PRESENTACIÓN DE TRABAJOS
II CONVENCION CIENTÍFICA INTERNACIONAL
“II CCI UCLV 2019”**



**DEL 23 AL 30 DE JUNIO DEL 2019.
CAYOS DE VILLA CLARA. CUBA.**

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).

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.

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. 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, ellos son capaces de acercarse y de formar los enlaces del hidrógeno, produciendo viscosidades más altas (Rey, 1983). 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, 1987)

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 (menos de 0,5%).

METODOLOGÍA

Caracterización del zumo de frutas: viscosidad, sólidos solubles y pH.

El zumo de frutas (papaya y melón) fue evaluado mediante análisis fisicoquímicos de acuerdo a la norma Codex Stan 247, 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

Información de contacto
convencionuclv@uclv.cu
www.uclv.edu.cu

**PLANTILLA OFICIAL PARA LA PRESENTACIÓN DE TRABAJOS
II CONVENCION CIENTÍFICA INTERNACIONAL
“II CCI UCLV 2019”**



**DEL 23 AL 30 DE JUNIO DEL 2019.
CAYOS DE VILLA CLARA. CUBA.**

detallan a continuación:

Tabla 1. Variables a evaluadas en el zumo de frutas

álisis	todo	idad
idos solubles	E INEN-ISO 10523	imensional
cosidad	E INEN 0380	centaje
	E INEN 0064	tipoisés

Determinación de la influencia de los parámetros sobre la gelificación iónica normal y la formación del gel.

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, 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 Sthathgraphics Centurion.

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 2. Factores y niveles que influyen en las variables de estudio

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

Evaluación de las características sensoriales y microbiológicas del producto terminado

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 usarse para la determinación de estas características se detallan a continuación:

Tabla 3. Análisis microbiológicos del producto terminado.

álisis	todo	idad
líformes totales	1AC 986.33 y 989.10	C/ g
hos y levaduras	1AC 997.02	/ g

Información de contacto
convencionuclv@uclv.cu
www.uclv.edu.cu

**PLANTILLA OFICIAL PARA LA PRESENTACIÓN DE TRABAJOS
II CONVENCIÓN CIENTÍFICA INTERNACIONAL
“II CCI UCLV 2019”**

**DEL 23 AL 30 DE JUNIO DEL 2019.
CAYOS DE VILLA CLARA. CUBA.**



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%.

Manejo específico del experimento

Se empleó un extractor para obtener el zumo de las frutas, el mismo que fue caracterizado previo su uso, posteriormente se realizó la mezcla zumo-alginato con ayuda de una licuadora de inmersión, con la cual se proporcionó una agitación vigorosa para facilitar la dispersión del alginato, posteriormente se colocó la mezcla zumo-alginato en una jeringuilla de 20 mL, y se dejó gotear a una altura de 5cm ente la salida del líquido y el baño cálcico, posteriormente se dejó reposar las esferas durante 10 minutos y se procedió al lavado de las mismas, empleando un colador y lavándolas con abundante agua.

Información de contacto
convencionuclv@uclv.cu
www.uclv.edu.cu

PLANTILLA OFICIAL PARA LA PRESENTACIÓN DE TRABAJOS
II CONVENCION CIENTÍFICA INTERNACIONAL
“II CCI UCLV 2019”



DEL 23 AL 30 DE JUNIO DEL 2019.
CAYOS DE VILLA CLARA. CUBA.

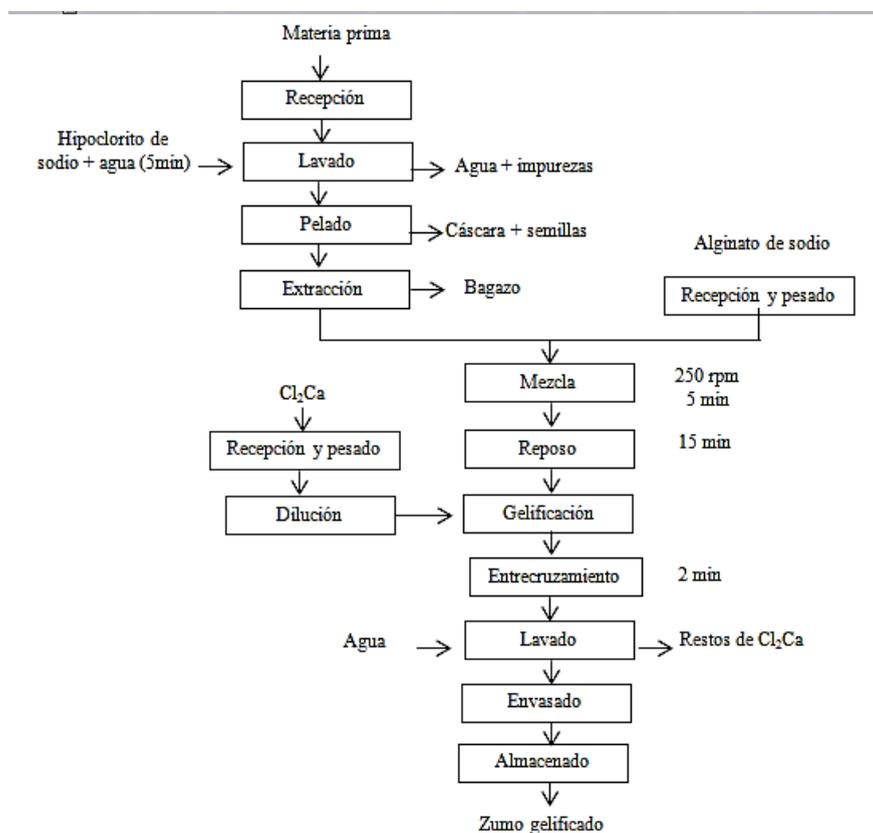


Gráfico 2. Diagrama de proceso

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Caracterización del zumo de frutas con respecto a los parámetros de viscosidad, sólidos solubles y pH.

Para el desarrollo de esta investigación se tomaron como referencia dos frutas: papaya y melón, a las cuales se les realizaron los respectivo análisis fisicoquímico detallado e continuación:

Tabla 5. Resultados de análisis fisicoquímicos del zumo de frutas

Fruta	pH	Sólidos solubles (°Brix)	Viscosidad (centipoises)
Papaya	7±0,80	14±0,26	3,32±8,11
Melón	4±0,08	8±0,36	5,14±14,21

Establecimiento de los parámetros de gelificación iónica sobre las propiedades físicas del zumo

Información de contacto
convencionuclv@uclv.cu
www.uclv.edu.cu

PLANTILLA OFICIAL PARA LA PRESENTACIÓN DE TRABAJOS
II CONVENCIÓN CIENTÍFICA INTERNACIONAL
“II CCI UCLV 2019”

DEL 23 AL 30 DE JUNIO DEL 2019.
CAYOS DE VILLA CLARA. CUBA.



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 de las características físicas del mismo, los datos fueron analizados en el programa Sthathgraphics Centurion.

Efectos principales de los factores sobre la viscosidad

Según Rey (1983) 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, ellos son capaces de acercarse y de formar los enlaces del hidrógeno, produciendo viscosidades más altas, esta investigación concuerda con los datos obtenidos, en el gráfico 1, se puede observar que la viscosidad en un pH 5 es mayor frente a la de pH 6, descendiendo con forme sube el pH.

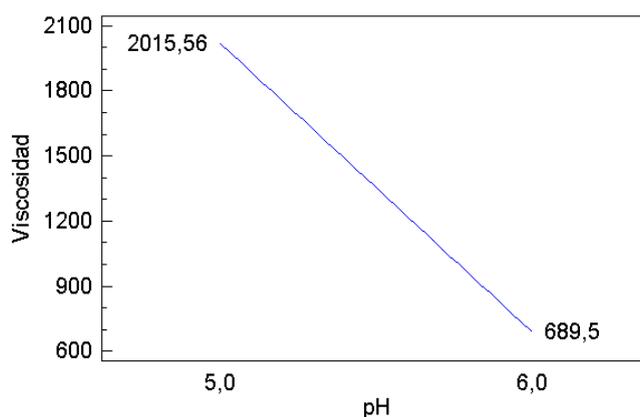


Gráfico 3. Efecto del pH sobre la viscosidad

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.

Información de contacto
convencionuclv@uclv.cu
www.uclv.edu.cu

PLANTILLA OFICIAL PARA LA PRESENTACIÓN DE TRABAJOS
II CONVENCION CIENTÍFICA INTERNACIONAL
“II CCI UCLV 2019”



DEL 23 AL 30 DE JUNIO DEL 2019.
CAYOS DE VILLA CLARA. CUBA.

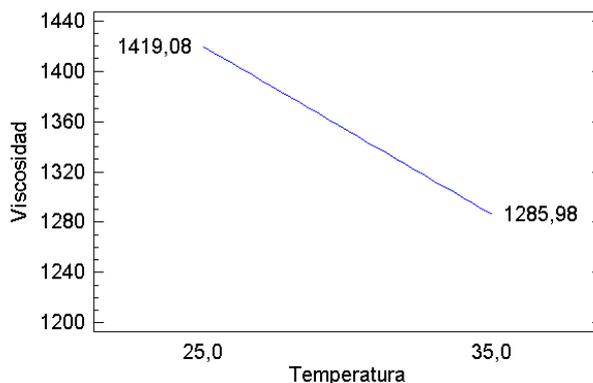


Gráfico 4. Efecto de la temperatura sobre la viscosidad

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 de su nivel bajo (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)

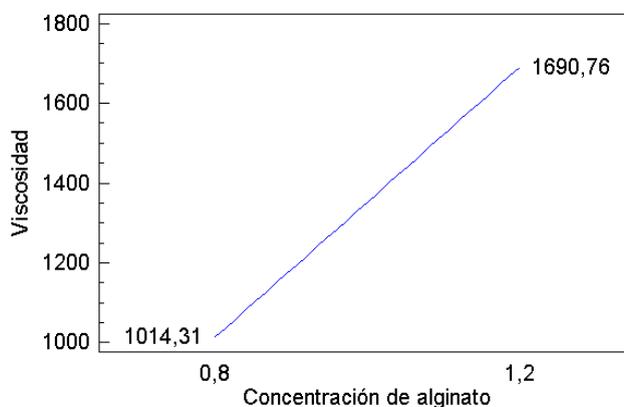


Gráfico 5. Efecto de la concentración de alginato de sodio sobre la viscosidad

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.

Información de contacto
convencionuclv@uclv.cu
www.uclv.edu.cu

**PLANTILLA OFICIAL PARA LA PRESENTACIÓN DE TRABAJOS
II CONVENCIÓN CIENTÍFICA INTERNACIONAL
“II CCI UCLV 2019”**



**DEL 23 AL 30 DE JUNIO DEL 2019.
CAYOS DE VILLA CLARA. CUBA.**

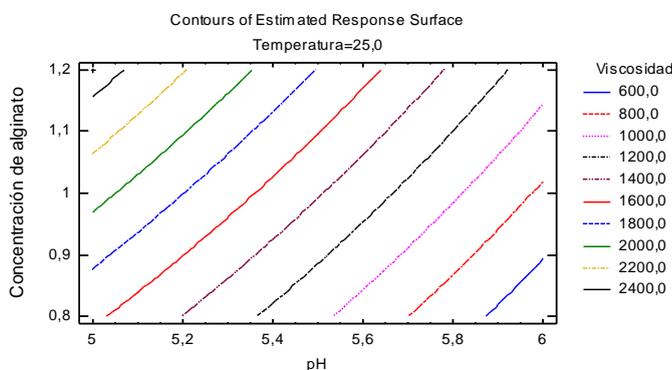


Gráfico 6. Superficie de respuesta variable viscosidad

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

Tabla 6. Niveles recomendados para la variable viscosidad

Factor	Nivel Recomendado
Temperatura	25,0
Concentración de alginato	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 presento dificultades para fluir a través del dispositivo de goteo, y que al contacto con el baño cálcico se gelificó de manera uniforme y obteniendo una forma esférica la cual se desea en este producto.

Efectos principales de los factores sobre la textura

El factor pH muestra un descenso en el valor de la textura al pasar de su nivel bajo (5) a su nivel alto (6), esto debido a un reordenamiento de la estructura y por ende un debilitamiento del gel (Serp et al.

Información de contacto
convencionuclv@uclv.cu
www.uclv.edu.cu

PLANTILLA OFICIAL PARA LA PRESENTACIÓN DE TRABAJOS
II CONVENCIÓN CIENTÍFICA INTERNACIONAL
“II CCI UCLV 2019”



DEL 23 AL 30 DE JUNIO DEL 2019.
CAYOS DE VILLA CLARA. CUBA.

2000). Se obtuvo una fuerza de compresión máxima de 0,089 Newtons y una mínima de 0.06 Newtons.

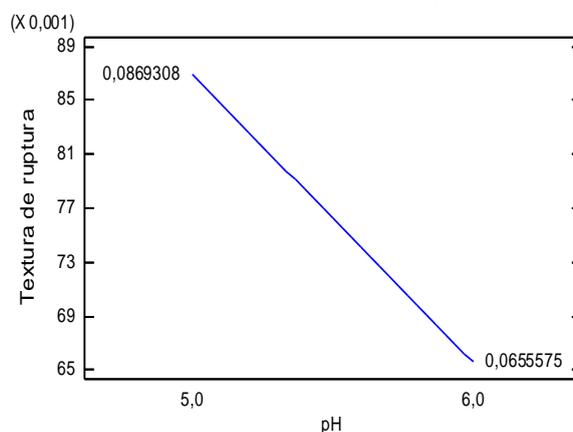


Gráfico 7. Efectos del pH sobre textura de ruptura

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 de su nivel bajo (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).

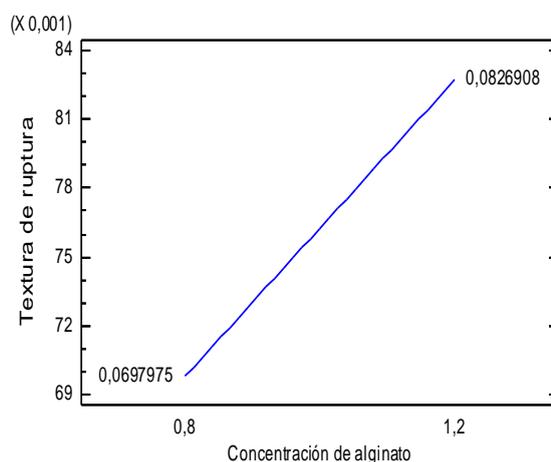


Gráfico 8. Efecto de la concentración de alginato sobre la textura de ruptura

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

Información de contacto
convencionuclv@uclv.cu
www.uclv.edu.cu

**PLANTILLA OFICIAL PARA LA PRESENTACIÓN DE TRABAJOS
II CONVENCION CIENTÍFICA INTERNACIONAL
“II CCI UCLV 2019”**



**DEL 23 AL 30 DE JUNIO DEL 2019.
CAYOS DE VILLA CLARA. CUBA.**

zumo-alginato las fuerzas de compresión que se necesitan para romper la membrana de las esferas son más altas.

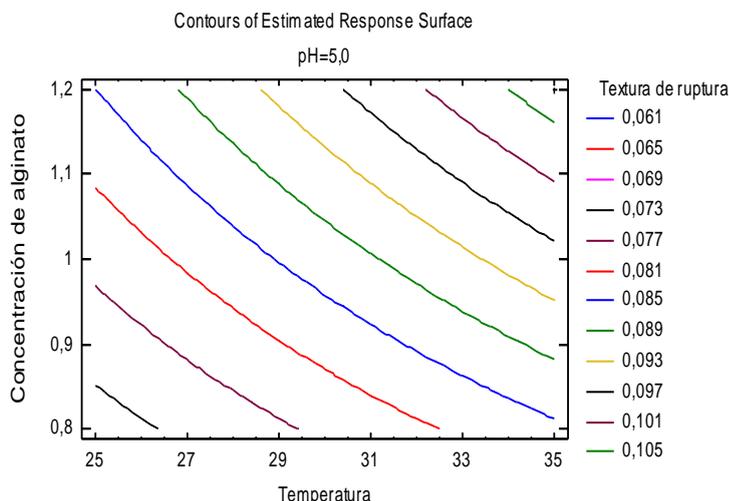


Gráfico 9. Análisis de superficie de respuesta variable textura

Como resultado obtenido de este análisis gráfico se determinó que las medidas de textura mayores (0.158-0.1072 Newtons), se obtuvieron cuando la concentración de alginato subió y por ende la combinación de factores que mejor trabajan para la formación del gel resultó:

Tabla 7. Niveles recomendados para la variable textura

Factor	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel Recomendado
Temperatura	25	27	29	35
Concentración de alginato	0,8	0,9	1,0	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 (0.158-0.1072 Newtons), traducándose en esferas gelificadas con una textura fuerte al tacto, soportando su manipulación manteniendo seguro el líquido gelificado.

Información de contacto
convencionuclv@uclv.cu
www.uclv.edu.cu

PLANTILLA OFICIAL PARA LA PRESENTACIÓN DE TRABAJOS
II CONVENCION CIENTÍFICA INTERNACIONAL
“II CCI UCLV 2019”



DEL 23 AL 30 DE JUNIO DEL 2019.
CAYOS DE VILLA CLARA. CUBA.

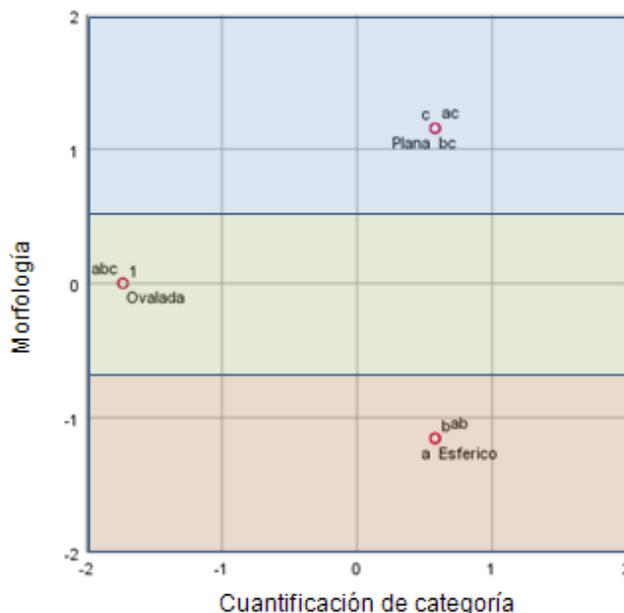


Gráfico 10. Análisis de correspondencias múltiples para la variable morfología

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.

Uno de los factores que permanece común en estos tratamientos es el pH, el cual es ligado directamente en la formación del gel, según Rey (1983) 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 forma 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.

Los valores de viscosidad de los tratamientos que cumplieron con la morfología esperada están comprendidos en valores de 1576,62 y 2496,59 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

Evaluar las características sensoriales y microbiológicas del producto terminado.

Análisis microbiológicos

Previo al análisis sensorial se realizó la caracterización microbiológica del zumo gelificado, 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

Información de contacto
convencionuclv@uclv.cu
www.uclv.edu.cu

**PLANTILLA OFICIAL PARA LA PRESENTACIÓN DE TRABAJOS
II CONVENCION CIENTÍFICA INTERNACIONAL
“II CCI UCLV 2019”**



**DEL 23 AL 30 DE JUNIO DEL 2019.
CAYOS DE VILLA CLARA. CUBA.**

Tabla 8. Caracterización microbiológica del zumo gelificado

análisis microbiológico	Referencia EN	Resultado promedio de tratamientos
Microorganismos totales (NMP)		
Levaduras (Up/g)	$\times 10^1$	
Mohos (Up/g)	$\times 10^1$	

Evaluación de la calidad sensorial del zumo gelificado.

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

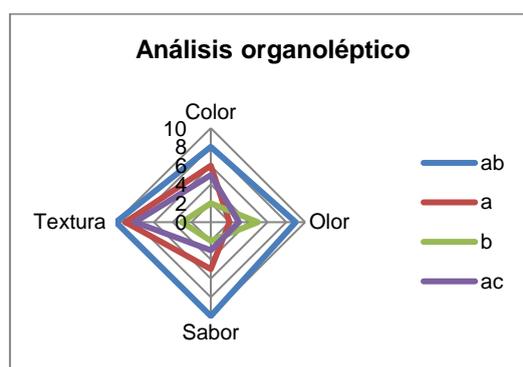


Gráfico 11. Resultado del análisis sensorial de los 4 tratamientos

En base al análisis organoléptico de color, el tratamiento **ab** (pH=5, temperatura=35°C y concentración de alginato=1,2%), presenta mayor aceptación por el grupo de catación, debido a que presentó un color más intenso y característico de la fruta. La mezcla zumo-alginato una vez solidificado presenta una membrana brillante que intensifica la apreciación del color del zumo.

El sabor fue descrito como agradable y dulce, predominante el sabor de la fruta, los tratamientos **ab** (pH=5, temperatura=35°C y concentración de alginato=1,2%) y **ac** (pH=6, temperatura=25°C y concentración de alginato=1,2%), fueron los que mayor aceptación tuvieron.

Finalmente el tratamiento **ab** (pH=5, temperatura=35°C y concentración de alginato=1,2%) fue el mejor calificado con respecto a la textura la cual fue un indicativo de aceptación, ya que al aplicar fuerza con la lengua para romper la membrana se presentó firme de igual, debido a la textura y forma que se pudieron alcanzar con la combinación de factores, la morfología esférica y la textura de ruptura alta (0,158 N), este tratamiento fue el más aceptado por parte del panel degustador.

Información de contacto
convencionuclv@uclv.cu
www.uclv.edu.cu

PLANTILLA OFICIAL PARA LA PRESENTACIÓN DE TRABAJOS
II CONVENCION CIENTÍFICA INTERNACIONAL
“II CCI UCLV 2019”



DEL 23 AL 30 DE JUNIO DEL 2019.
CAYOS DE VILLA CLARA. CUBA.

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.

El zumo de frutas con un pH inferior a 5 presenta dificultades al momento de ser gelificada debido al efecto del pH sobre el alginato, haciendo que este se precipite en forma de ácido algínico y perdiendo su capacidad de formar un gel.

La viscosidad de los tratamientos que cumplieron con la morfología esperada está comprendida en valores de 1576,62 y 2496,59 centipoises, los cuales 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.

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 forma esférica que se desea para este producto.

La textura de ruptura juega un papel importante en la aceptación del producto obteniéndose los valores más altos (0.158-0.1072 N), con la combinación de factores correspondiente al tratamiento **ab** (pH=5, temperatura=35°C y concentración de alginato=1,2%) traduciéndose en esferas gelificadas con una textura fuerte al tacto, soportando su manipulación manteniendo seguro el líquido gelificado.

Posterior al análisis organoléptico se determinó que el tratamiento **ab** (pH=5, temperatura=35°C y concentración de alginato=1,2%) tuvo la mayor aceptación por el grupo de catadores siendo el color, sabor y textura los atributos que destacaron en este tratamiento.

RECOMENDACIONES

Desarrollar posteriores investigaciones basadas en la aplicación de la gelificación iónica en la agroindustria como método de conservación de sustancias bioactivas.

Determinar el efecto nutricional del alginato de sodio cuando es utilizado como material protector de alimentos.

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.

Información de contacto
convencionuclv@uclv.cu
www.uclv.edu.cu

PLANTILLA OFICIAL PARA LA PRESENTACIÓN DE TRABAJOS
II CONVENCION CIENTÍFICA INTERNACIONAL
“II CCI UCLV 2019”



DEL 23 AL 30 DE JUNIO DEL 2019.
CAYOS DE VILLA CLARA. CUBA.

Avendaño, G., López, A., & Palou, E. (2013). Propiedades del alginato y aplicaciones en alimentos. *Temas seleccionados de ingeniería*, 87-96.

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., Hermann, E., & López, K. (2008). Elaboración y Caracterización de microcápsulas gastroresistentes 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.

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. (1987). *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. (1978). Chiroptical and stoichiometric evidence of a

Información de contacto
convencionuclv@uclv.cu
www.uclv.edu.cu

PLANTILLA OFICIAL PARA LA PRESENTACIÓN DE TRABAJOS
II CONVENCION CIENTÍFICA INTERNACIONAL
“II CCI UCLV 2019”

DEL 23 AL 30 DE JUNIO DEL 2019.
CAYOS DE VILLA CLARA. CUBA.



specific, primary dimerisation process in alginate gelation. *Carbohydrate Research*, 145-154.

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 anfífilos 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 anfífilos sensibles a diferentes valores de pH utilizando monómeros ácidos con espaciadores hidrofóbicos. *Revista de la Sociedad Química de México*, 251-257.

Shahidi, F., & Han, X. (1993). 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.