



CLARIFICACIÓN DEL JUGO DE NARANJA (*Citrus sinensis*) MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DE QUITOSANO

¹Moreno Andrade Georgina Ipatia

ECUADOR - ESPOCH - Facultad Ciencias Pecuarias
georgimoreno@yahoo.es

²Villegas Freire Cristina Nataly

ECUADOR - ESPOCH –Facultad Ciencias Pecuarias
cristy_nvf@yahoo.es

³Almendaris Castillo Mario Vicente

ECUADOR - FABRICA DE ALIMENTOS S.A "FALIMENSA"
marioalmend@hotmail.com

⁴Erazo Rodríguez Fredy Patricio

ECUADOR - ESPOCH –Facultad Ciencias Pecuarias

Para citar este artículo puede utilizar el siguiente formato:

Moreno Andrade Georgina Ipatia, Villegas Freire Cristina Nataly, Almendaris Castillo Mario Vicente y Erazo Rodríguez Fredy Patricio (2018): "Clarificación del jugo de naranja (*Citrus sinensis*) mediante la utilización de quitosano", Revista Caribeña de Ciencias Sociales (abril 2018). En línea:

[//www.eumed.net/rev/caribe/2018/04/jugo-naranja-quitosano.html](http://www.eumed.net/rev/caribe/2018/04/jugo-naranja-quitosano.html)

RESUMEN

En la Facultad de Ciencias Pecuarias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, se evaluó la adición de tres niveles de quitosano (250, 500, 750)mg/l en la clarificación del jugo de naranja (*Citrus sinensis*), frente a un tratamiento control 0, distribuidas bajo un diseño completamente al azar, los resultados de la investigación fueron sometidos a un análisis de varianza con la separación de medias según Tukey ($P < 0,05$), con un total de 3 repeticiones en donde el tamaño de la unidad experimental fue de 2 litros del jugo de naranja. Se determinó que, las características físico químicas del jugo de naranja al añadir los diferentes niveles de quitosano los valores de turbidez tienden a disminuir, se reduce la colorimetría y los sólidos totales ($^{\circ}$ Brix), en cuanto a los valores de pH, no varía notablemente debido a las características propias del quitosano en medios ácidos, estos parámetros analizados, están dentro de los permitidos por la normativa vigente (INEN 2337), no hubo presencia de microorganismos patógenos debido a la actividad antimicrobiana y anti fúngica del quitosano, en el análisis organoléptico se determinó que la concentración de 250mg/l es el más idóneo

para el consumidor y beneficioso en cuanto a su producción, el tratamiento control sin adición de quitosano, es más rentable producir, pero no tiene los beneficios de la clarificación con el biopolímero estudiado.

Palabras claves: Jugo de naranja – clarificación – quitosano – turbidez – concentración.

ABSTRACT

In the Faculty of Animal Sciences of the Polytechnic School of Chimborazo, the addition of three levels of chitosan (250, 500, 750) mg / l in the clarification of orange juice (*Citrus sinensis*), compared to a control treatment was evaluated 0, distributed under a completely randomized design, the results of the investigation were subjected to an analysis of variance with the separation of means according to Tukey ($P < 0.05$), with a total of 3 repetitions where the size of the unit experimental was 2 liters of orange juice. It was determined that, the physical and chemical characteristics of the orange juice when adding the different levels of chitosan, the turbidity values tend to decrease, the colorimetry and the total solids ($^{\circ}$ Brix) are reduced, regarding the pH values, it does not vary notably due to the characteristics of chitosan in acidic media, these parameters analyzed, are within those allowed by current regulations (INEN 2337), there was no presence of pathogenic microorganisms due to the antimicrobial and anti fungal activity of chitosan, in the analysis organoleptic was determined that the concentration of 250mg / l is the most suitable for the consumer and beneficial in terms of its production, the control treatment without the addition of chitosan, it is more profitable to produce, but does not have the benefits of clarification with the biopolymer studied .

Key words: Orange juice - clarification - chitosan - turbidity - concentration.

1.

INTRODUCCIÓN

El consumo de jugo de frutas trae consigo beneficios para la salud, debido a su composición nutricional; específicamente el jugo de naranja, fresco contiene gran cantidad de vitamina C (ácido ascórbico).

La calidad del zumo de naranja se determina especialmente por indicadores microbiológicos, enzimáticos, físicos y químicos, que comúnmente son los que determinan las características

¹Doctora en Química, Máster en Protección Ambiental, Vicedecana de la Facultad de Ciencias Pecuarias, Docente de Química Orgánica en la Carrera de Industrias Pecuarias.

²Bioquímica Farmacéutica, Magister en Formulación, Evaluación y Gerencia de Proyectos para el Desarrollo, Docente de Química Analítica y Química Orgánica en la Carrera de Agroindustrias.

³Ingeniero en Industrias Pecuarias, Jefe de Control de Calidad en la Fábrica de Alimentos S.A FALIMENSA

⁴Ingeniero en Industrias Pecuarias, Magister en Procesamiento de Alimentos, Docente de la Facultad de Ciencias Pecuarias.

organolépticas (aroma, color, sabor, consistencia, estabilidad, turbidez, separación de fases sólida/líquida); así como las condiciones nutricionales.

Según la norma NTE INEN 2337, se define como Jugo (zumo) de fruta: a una solución líquida sin fermentar, pero que puede fermentar, que se obtiene por tecnología adecuada, de acuerdo a las BPM, obtenido de la pulpa seleccionada de frutas, maduras y frescas o también a partir de frutas conservadas en condiciones físicas adecuadas. (Servicio Ecuatoriano de Normalización, 2008)

La naranja dulce (*Citrus sinensis*) es una de las frutas más populares y saludables del mundo. Tiene un alto contenido de vitamina C; su sabor, especialmente de algunas variedades es realmente soberbio por su acidez y dulzura. Como todas las frutas cítricas contienen un 45% de zumo, 20 a 40% de piel y un 20 a 30% de pulpa y semillas. Aproximadamente un 90% de su contenido es agua con un 5% de azúcares. (Luis Allan, 2012)

Dentro de la elaboración de los jugos de frutas existen varios problemas en la industrialización; entre los principales podemos citar el color, sabor, olor, pH, densidad, etc. Entre estos factores nombrados uno de los más relevantes que afectan la calidad, está la apariencia turbia o comúnmente denominada turbidez, que se produce debido a la presencia de pectinas; para contrarrestar este problema se usa enzimas, que son las encargadas de degradar las pectinas, de esta forma se contrarresta este problema en el producto final. (Padrón & Moreno, 2010)

Durante el procesamiento de las frutas para elaborar el jugo, la pectina juega un papel importante; en el tejido parenquimático uno de los que forman mayor parte del tejido de las frutas; la lamela actúa como un segmento intercelular y está compuesto principalmente de **pectina**. (López & Modrego, 1994)

Las enzimas pécticas que juegan un rol importante en el procesamiento de jugos de frutas son la pectina estearasa (PE), endo-poligalacturonasa (PG), pectina liasa (PL) y pectatoliasa (PCL), éstas degradan la pared celular de los tejidos. (López & Modrego, 1994)

La clarificación de los zumos López & Modrego indican que es la disminución de la viscosidad y la eliminación de agentes enturbiantes y se realiza mediante la acción enzimática del complejo PE/endo-PG o por la actividad exclusiva de PL debido al alto grado de pectinas.

Las enzimas pécticas solubilizan parte de la pectina de carga negativa que atrae a proteínas de carga positiva, dejando expuestas cierta parte de los núcleos. Estas partículas desestabilizadas coagulan y precipitan por interacciones electrostáticas. La utilización de agentes floculantes (gelatina o bentonita) ayudan al proceso de coagulación para obtener un zumo claro. (López & Modrego, 1994)

¹Doctora en Química, Máster en Protección Ambiental, Vicedecana de la Facultad de Ciencias Pecuarias, Docente de Química Orgánica en la Carrera de Industrias Pecuarias.

²Bioquímica Farmacéutica, Magister en Formulación, Evaluación y Gerencia de Proyectos para el Desarrollo, Docente de Química Analítica y Química Orgánica en la Carrera de Agroindustrias.

³Ingeniero en Industrias Pecuarias, Jefe de Control de Calidad en la Fábrica de Alimentos S.A FALIMENSA

⁴Ingeniero en Industrias Pecuarias, Magister en Procesamiento de Alimentos, Docente de la Facultad de Ciencias Pecuarias.

Los aditivos clarificantes son sustancias que eliminan las partículas en suspensión de líquidos tales como: vinos, cerveza, bebidas refrescantes y aceites vegetales.

Se conocen algunos métodos para la clarificación de jugos como: microfiltración, procesos enzimático, bentonita, stabifix, caseínas, gelatina, dentro de estos elementos, también podemos usar el quitosano, como un agente alternativo para la clarificación de los jugos debido a que es un polímero muy amigable, aunque puede verse obstaculizado debido a su solubilidad en ácidos orgánicos. (Chatterjee, Chatterjee, & Chatterjee, 2003).

Mediante la clarificación se consigue una de las características más importantes que el consumidor exige, la limpidez o que el jugo no tenga turbidez, el producto no simplemente basta con que sea de buena calidad, si este está turbio o el jugo contiene precipitado, al consumidor no le atraerá el producto, por ende es una ventaja muy grande realizar la clarificación, con cualquier método para contrarrestar la turbidez, (Mendivéz Vásquez & Minchón, 2010).

Los clarificantes se clasifican en orgánicos proteicos como la gelatina, caseína, albúmina de huevo, ictiocola o cola de pescado, albúmina de sangre; clarificantes vegetales como: agar-agra, alginato de sodio; minerales como: bentonita y caolín. (Fungairiño, 1999)

La quitina es un biopolímero muy abundante en la naturaleza, es el componente del exoesqueleto de los artrópodos, fue aislada, identificada y nombrada gracias a investigaciones realizadas por Bracconnot, Odier, Children y otros a principios del siglo XIX. La quitina es un polisacárido formado por unidades de N acetil glucosamina unidas por enlaces glicosídicos. Su nombre formal sería polímero lineal de 2-acetamido-2-deoxy-D-glucopiranosida unido por enlaces $\beta(1-4)$. Las características químicas y físicas distintivas de la quitina, como la presencia de los grupos amida, el tamaño y relativa rigidez de las moléculas son la base de sus propiedades funcionales. (Centro de Investigación y Desarrollo A. C, 2018)

Se dispone de muy pocas estructuras de quitina formadas naturalmente, que se puedan usar directamente; como se lo hace con otras estructuras, esto limita la aplicación de la quitina; sin embargo se puede modificar la estructura química de la quitina por desacetilación para obtener quitosano, fácilmente soluble en soluciones acuosas ácidas. (Centro de Investigación y Desarrollo A. C, 2018)

El quitosano (también conocido como quitosana o quitosan) es el polímero lineal formado predominantemente por unidades de glucosamina, que es forma desacetilada de la N-acetil glucosamina, la unidad que forma la quitina. (Centro de Investigación y Desarrollo A. C, 2018)

¹Doctora en Química, Máster en Protección Ambiental, Vicedecana de la Facultad de Ciencias Pecuarias, Docente de Química Orgánica en la Carrera de Industrias Pecuarias.

²Bioquímica Farmacéutica, Magister en Formulación, Evaluación y Gerencia de Proyectos para el Desarrollo, Docente de Química Analítica y Química Orgánica en la Carrera de Agroindustrias.

³Ingeniero en Industrias Pecuarias, Jefe de Control de Calidad en la Fábrica de Alimentos S.A FALIMENSA

⁴Ingeniero en Industrias Pecuarias, Magister en Procesamiento de Alimentos, Docente de la Facultad de Ciencias Pecuarias.

El quitosano se utiliza en la elaboración de empaques y recubrimientos comestibles con actividad antibacterianas destinadas a aumentar la vida de anaquel de productos hortofrutícolas y carnes. Se emplea como agente clarificante de vinos, jugos y bebidas. También es notable su uso como nutraceutico (como fibra no digerible en formulaciones recomendadas para reducción de peso). (Centro de Investigación y Desarrollo A. C, 2018)

Dadas las potenciales aplicaciones del quitosano, y conociendo que es un polímero abundante se realizó la presente investigación con el fin de clarificar el jugo de naranja (*Citrus sinensis*) mediante la utilización de diferentes niveles de quitosano, para evaluar su efecto en la clarificación del jugo mediante un análisis factorial, se realizó las evaluaciones sensoriales a los jugos, basadas en las normas NTE INEN, del mismo modo las pruebas hedónicas para conocer la preferencia y aceptabilidad del producto por los consumidores.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1.

reparación del jugo de Naranja

P

Las frutas fueron seleccionadas y adquiridas en un mercado del centro de la ciudad de Riobamba; tomando en cuenta que se encuentren en buen estado y un punto óptimo de maduración; se realizó un proceso de lavado y desinfección con una solución de hipoclorito de sodio al 1%, para garantizar la eliminación de todas las impurezas.

Se extrajo todo el zumo de la fruta utilizando un extractor eléctrico, hasta obtener un volumen de 24L, en este proceso se extrae pectinasas; se filtró el exprimido para eliminar toda impureza que pueda generarse en el mismo.

Se utilizó el sorbato de potasio como conservante, en una cantidad de 500mg/Kg; conservante permitido utilizar según las NTE INEN 2337. (Servicio Ecuatoriano de Normalización, 2008)

Para realizar el proceso de Clarificación, se utilizó diferentes niveles de quitosano (250, 500, 750 mg/l). Para esto se contó con 3 tratamientos experimentales, cada uno de ellos con 6 repeticiones distribuidas bajo un diseño completamente al azar, donde el T.U.E (Tamaño de Unidad Experimental) fue de 2 litros de jugo, y un tratamiento testigo en el que no se añadió el clarificante, con el objetivo de comparar las características físico-químicas. (Ver Tabla 1)

¹Doctora en Química, Máster en Protección Ambiental, Vicedecana de la Facultad de Ciencias Pecuarias, Docente de Química Orgánica en la Carrera de Industrias Pecuarias.

²Bioquímica Farmacéutica, Magister en Formulación, Evaluación y Gerencia de Proyectos para el Desarrollo, Docente de Química Analítica y Química Orgánica en la Carrera de Agroindustrias.

³Ingeniero en Industrias Pecuarias, Jefe de Control de Calidad en la Fábrica de Alimentos S.A FALIMENSA

⁴Ingeniero en Industrias Pecuarias, Magister en Procesamiento de Alimentos, Docente de la Facultad de Ciencias Pecuarias.

Para que actuara y se lleve a cabo el proceso de la clarificación, actuando el quitosano, se dejó por 1 hora en reposo el jugo, observándose como los sólidos en suspensión empiezan a formar una capa coloidal en la cima del jugo.

Para garantizar la calidad e inocuidad del jugo se realizó un proceso de pasteurización, a 80°C por 30 segundos, la pasteurización desactiva las enzimas y elimina microorganismos, según recomienda la NTE INEN 2337. (Servicio Ecuatoriano de Normalización, 2008)

Se enfrió a 4°C y envasado en envases de vidrio y se conservó en refrigeración.

Tabla 1. ESQUEMA DEL EXPERIMENTO

Tratamiento	Código	T.U.E*	Repeticiones	Total(tratamientos)
0 mg	T1	2	3	6
250mg de quitosano	T2	2	3	6
500mg de quitosano	T3	2	3	6
750mg de quitosano	T4	2	3	6
TOTAL				24

*T.U.E: Tamaño de la unidad experimental 2L

2.2.

nálisis Físico-Químico

A

Turbidez

Para medir la turbidez se utilizó Turbidímetro del Laboratorio de Calidad de aguas de la ESPOCH, el reporte de los resultados de las mediciones nefelométricas se hace como unidades de turbiedad nefelométrica (NTU). El rango de lectura del turbidímetro utilizado en el Laboratorio se encuentra entre 0 NTU y 10.000 NTU. Se utilizó una muestra de 200 ml.

Color

Para la medición del color se realizó por el método instrumental de colorimetría, mediante colorímetro.

Sólidos Totales

El análisis de sólidos totales se lo realizó en un Brixómetro, para ello primero se lavó el Brixómetro con agua destilada, luego se secó para proceder a encerar. Posteriormente se añadió aproximadamente unas 4-5 gotas del jugo y se tomó la lectura. Luego se retiró la muestra del prisma y con agua destilada se lo limpia muy cuidadosamente. Según NTE INEN 380.

¹Doctora en Química, Máster en Protección Ambiental, Vicedecana de la Facultad de Ciencias Pecuarias, Docente de Química Orgánica en la Carrera de Industrias Pecuarias.

²Bioquímica Farmacéutica, Magister en Formulación, Evaluación y Gerencia de Proyectos para el Desarrollo, Docente de Química Analítica y Química Orgánica en la Carrera de Agroindustrias.

³Ingeniero en Industrias Pecuarias, Jefe de Control de Calidad en la Fábrica de Alimentos S.A FALIMENSA

⁴Ingeniero en Industrias Pecuarias, Magister en Procesamiento de Alimentos, Docente de la Facultad de Ciencias Pecuarias.

pH

El pH se determinó según la NTE INEN 389 y será menor a 4,5 para esto se utilizó un pH-metro digital, se lavó con agua destilada y se lo seco, en un vaso de precipitación, se colocó la muestra y se procedió a registrar el pH. (Centro de Investigación y Desarrollo A. C, 2018)

Pruebas Sensoriales

Para el análisis organoléptico del jugo de naranja clarificado con quitosano, se utilizó los órganos de los sentidos humanos como instrumentos de medida, se calificó los siguientes parámetros; color, olor, sabor, y aceptabilidad, en una escala del uno al cinco, de acuerdo a la percepción del catador, en la Tabla 2. se especifica la valoración y la interpretación.

Tabla 2. VALORACIÓN E INTERPRETACIÓN DE LA CALIFICACIÓN PARA LA CATACIÓN

Valor	Calificativo
1	Malo
2	Regular
3	Bueno
4	Muy Bueno
5	Excelente

Esta prueba se realizó en la sala de cata del Laboratorio de Alimentos de la Facultad de Ciencias Pecuarias, para esto se utilizó personas con criterios y conocimientos sobre análisis sensorial y que anteriormente ya habían realizado cataciones (jueces semi-entrenados). Para evitar valoraciones inducidas o erróneas, se realizó por diferente la valoración primero del color. En un tubo de ensayo se colocó aproximadamente 10ml de jugo de los respectivos tratamientos (0, 250, 500 y 750 mg/l) y se procedió a que continúen con la valoración. Los siguientes parámetros de sabor, olor y aceptabilidad, se realizó en vasos con 20 ml de jugo de naranja., los jueces valoraron, según sus percepciones y también en la hoja modelo de cata se receptaban observaciones expresadas por los jueces.

2.3 Análisis Microbiológico

Recuentos de mohos y levaduras

¹Doctora en Química, Máster en Protección Ambiental, Vicedecana de la Facultad de Ciencias Pecuarias, Docente de Química Orgánica en la Carrera de Industrias Pecuarias.

²Bioquímica Farmacéutica, Magister en Formulación, Evaluación y Gerencia de Proyectos para el Desarrollo, Docente de Química Analítica y Química Orgánica en la Carrera de Agroindustrias.

³Ingeniero en Industrias Pecuarias, Jefe de Control de Calidad en la Fábrica de Alimentos S.A FALIMENSA

⁴Ingeniero en Industrias Pecuarias, Magister en Procesamiento de Alimentos, Docente de la Facultad de Ciencias Pecuarias.

Para el análisis microbiológico de mohos y levaduras, se utilizó el agar PCA con una temperatura de incubación a 24 °C durante 36 horas; según las NTE INEN 1529-10:2013 Primera revisión 2013-09

Coliformes UFC /cm³

Se incubó a 37 °C por 24 horas. Según las NTE INEN 1529-6:2013 Primera revisión 2013-09

Recuento estándar en placa UFC/ cm³

Para realizar este análisis microbiológico de recuento estándar en placa, se realizó el mismo procedimiento del parámetro recuento de mohos y levaduras UFC/cm³. Solo que en este caso se utilizó el agar PDA; según las NTE INEN 1529-5:2013 Primera revisión 2013-09

2.4 Análisis Estadístico

Los datos fisicoquímicos y sensoriales se analizaron estadísticamente mediante ensayo de Tukey (P > 0,05) por separación de medias y análisis de varianza.

3.

RESULTADOS

3.1 Análisis físico-químico

Turbidez

La turbidez del jugo de naranja al utilizar el tratamiento control fue de 1406,33 NTU al primer día, valor que difiere significativamente del resto de tratamientos, principalmente del tratamiento con 750 mg/L de quitosano, en el que se redujo a 107,00 NTU de turbidez al primer día, a los 4, 8, 12, 16 y 21 redujo a 113,00, 95,33, 89,00, 84,64 y 80,33 NTU, respectivamente (Tabla 3), lo que significa que no solo los niveles de quitosano reducen la turbidez sino el mantener este producto en el jugo de naranja con el paso del tiempo, de esta manera se corrobora lo que manifiesta, (Naranjo & Reyes, 2015). El quitosano ha sido descrito como un polímero biodegradable, no es tóxico, su uso es muy fácil y amigable con el medio ambiente, ha sido comprobado que debido a la presencia de los grupos amino en la estructura del quitosano, se confiere la capacidad para coagular sustancias coloidales, es por esto que es probado en el tratamiento de aguas industriales, biomedicina, clarificación de jugos reduciendo su turbidez, (Caldera, Clavel, Briceño, Nava, & Gutiérrez, 2009).

¹Doctora en Química, Máster en Protección Ambiental, Vicedecana de la Facultad de Ciencias Pecuarias, Docente de Química Orgánica en la Carrera de Industrias Pecuarias.

²Bioquímica Farmacéutica, Magister en Formulación, Evaluación y Gerencia de Proyectos para el Desarrollo, Docente de Química Analítica y Química Orgánica en la Carrera de Agroindustrias.

³Ingeniero en Industrias Pecuarias, Jefe de Control de Calidad en la Fábrica de Alimentos S.A FALIMENSA

⁴ Ingeniero en Industrias Pecuarias, Magister en Procesamiento de Alimentos, Docente de la Facultad de Ciencias Pecuarias.

Tabla 3. TURBIDEZ DEL JUGO DE NARANJA (*CITRUS SINENSIS*), MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DE DIFERENTES NIVELES DE QUITOSANO.

Variables	Niveles de Quitosano mg/l				E.E.	Prob
	0	250	500	750		
Turbidez día 1	1406.33 a	748.67 b	480.00 c	107.00 d	20.86	5E-10
Turbidez día 4	1525.67 a	761.33 b	448.33 c	113.00 d	26.01	1E-09
Turbidez día 8	1296.00 a	756.33 b	361.33 c	95.33 d	40.12	1E-07
Turbidez día 12	1275.67 a	740.33 b	356.67 c	89.00 d	34.90	5E-08
Turbidez día 16	1173.00 a	727.00 b	342.00 c	84.67 d	32.54	6E-08
Turbidez día 21	1107.33 a	719.00 b	330.67 c	80.33 d	38.33	3E-07

Letras iguales no difieren significativamente según Tukey ($P < 0,05$).

En un estudio realizado por, Gassara et al., (2015), indican que la cantidad de quitosano añadido en los jugos, está directamente relacionado con la turbidez, a mayor concentración, disminuye los niveles de turbidez en el jugo de granadilla, que fue probado positivamente. Mientras la turbidez del jugo de naranja está relacionado significativamente ($P < 0,01$) de los niveles de quitosano, el 97.18 % de turbidez depende de los niveles de quitosano (gráfico 1) y por cada nivel de quitosano utilizado en la bebida de naranja, la turbidez reduce en 1,3877 puntos, lo que significa que es eficiente.

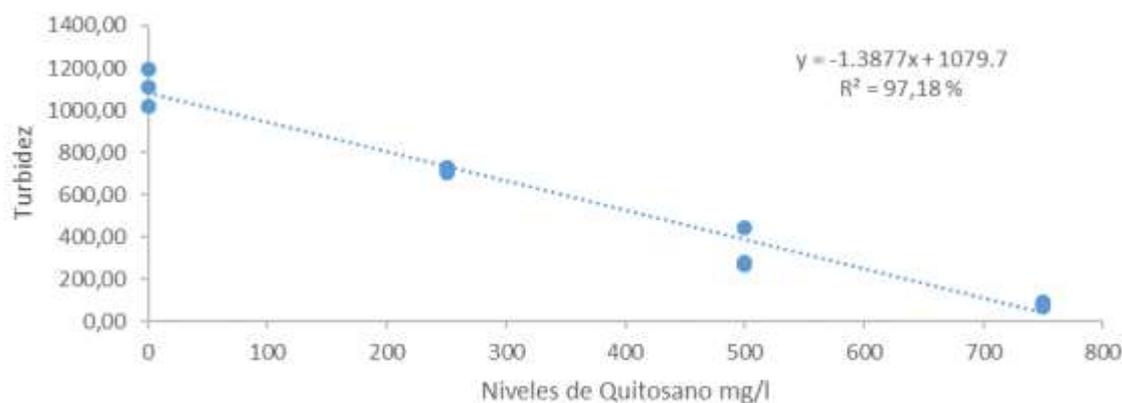


Fig. 1. Turbidez del jugo de naranja (*Citrus sinensis*), mediante la utilización de diferentes niveles de quitosano.

Color

Mediante el análisis de colorimetría del jugo de naranja al utilizar el tratamiento control fue de 8696.67 mg/L al primer día, valor que difiere significativamente ($P < 0,01$) del resto de tratamientos, principalmente del tratamiento con 750 mg/L de quitosano, con el cual se redujo al 1, 4, 8, 12, 16 y 21 días, a niveles de colorimetría de 1848.33, 1826.67, 1802.00, 1608.33,

¹Doctora en Química, Máster en Protección Ambiental, Vicedecana de la Facultad de Ciencias Pecuarias, Docente de Química Orgánica en la Carrera de Industrias Pecuarias.

²Bioquímica Farmacéutica, Magister en Formulación, Evaluación y Gerencia de Proyectos para el Desarrollo, Docente de Química Analítica y Química Orgánica en la Carrera de Agroindustrias.

³Ingeniero en Industrias Pecuarias, Jefe de Control de Calidad en la Fábrica de Alimentos S.A FALIMENSA

⁴Ingeniero en Industrias Pecuarias, Magister en Procesamiento de Alimentos, Docente de la Facultad de Ciencias Pecuarias.

1380.00 y 1241.00 (mg/L) color respectivamente (cuadro 11), lo que significa que no solo los niveles de quitosano reducen la intensidad de color del producto, de esta manera se puede corroborar lo que menciona, Naranjo & Reyes, (2015), puesto en el presente estudio la intensidad de color va reduciendo a medida que incrementa los niveles de quitosano de la misma manera al conservar por varios días.

Tabla 4. COLORIMETRÍA DEL JUGO DE NARANJA (*CITRUS SINENSIS*), MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DE DIFERENTES NIVELES DE QUITOSANO.

Variables	Niveles de Quitosano mg/L								E.E.	Prob
	0		250		500		750			
Color día 1	8696.67	a	7198.33	b	2981.67	c	1848.33	c	290.64	4E-07
Color día 4	8777.00	a	7198.00	b	2757.00	c	1826.67	c	265.42	2E-07
Color día 8	7965.33	a	7430.00	a	2553.33	b	1802.00	b	206.93	4E-08
Color día12	7223.67	a	7111.67	a	2339.67	b	1608.33	b	253.25	3E-07
Color día16	7066.33	a	6893.67	a	2153.33	b	1380.00	b	225.95	1E-07
Color día21	6893.33	a	6694.67	a	2020.33	b	1241.00	b	180.81	2E-08

Letras iguales no difieren significativamente según Tukey ($P < 0,05$).

En el año 2016; Duran et al., (2016), indican que, al aplicar el quitosano en el jugo, se logró obtener un color más claro con respecto al color inicial en la muestra patrón, lo que coincide con lo sucedido, en la clarificación del jugo de naranja utilizando los diferentes niveles de quitosano. En otro estudio realizado por, Baysal, (2017) se indica que la concentración de quitosano en el jugo, juega un papel muy importante ya que debido a una mayor concentración de quitosano el color tiene un efecto decreciente como actividad sensorial analizada en el jugo de manzana que fue probado. La colorimetría del jugo de naranja está relacionada significativamente ($P < 0,01$) con los niveles de quitosano, el 85,87 % de colorimetría depende de los niveles de quitosano (gráfico 2) y por cada nivel de quitosano utilizado en la bebida de naranja, la colorimetría reduce en 8,6525 puntos, lo que significa que este producto mejora el color a ser menos intenso en el jugo de naranja.

¹Doctora en Química, Máster en Protección Ambiental, Vicedecana de la Facultad de Ciencias Pecuarias, Docente de Química Orgánica en la Carrera de Industrias Pecuarias.

²Bioquímica Farmacéutica, Magister en Formulación, Evaluación y Gerencia de Proyectos para el Desarrollo, Docente de Química Analítica y Química Orgánica en la Carrera de Agroindustrias.

³Ingeniero en Industrias Pecuarias, Jefe de Control de Calidad en la Fábrica de Alimentos S.A FALIMENSA

⁴Ingeniero en Industrias Pecuarias, Magister en Procesamiento de Alimentos, Docente de la Facultad de Ciencias Pecuarias.

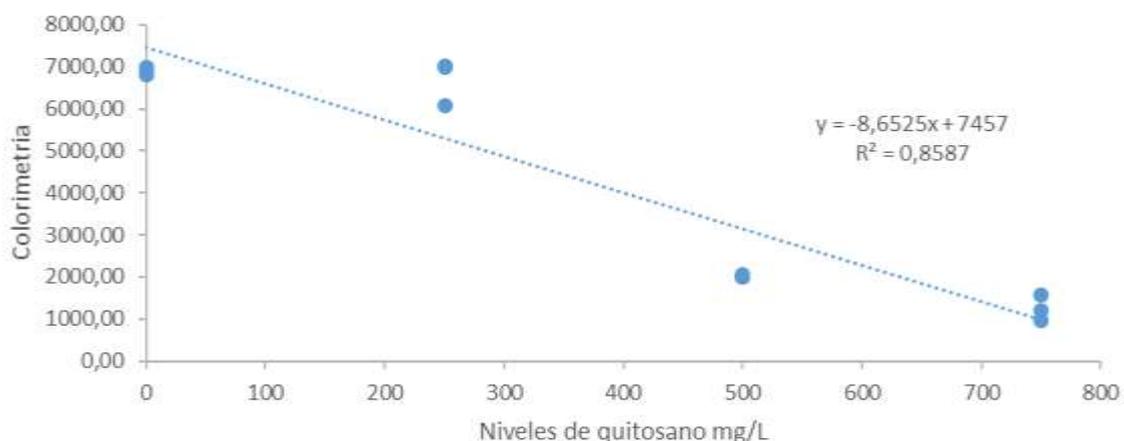


Fig. 2. Colorimetría del jugo de naranja (*Citrus sinensis*), mediante la utilización de diferentes niveles de quitosano.

Sólidos totales-Azúcares °Brix

El contenido de azúcares del jugo de naranja al utilizar los tratamientos 0, 250, 500 y 750 mg/L de quitosano al primer día fue 10.02, 9.97, 9.87 y 9.80 °Brix valores entre los cuales no difieren significativamente ($P > 0,05$), a los 16 y 21 días se observa que el contenido de azúcares se van reduciendo y el tratamiento control registra 9.40 °Brix, que difiere significativamente ($P < 0,05$) del resto de tratamientos, principalmente del 750 mg/L de quitosano con el cual se determinó 9.03 °Brix, lo que significa que el quitosano utiliza azúcares para reducir la turbidez razón por la cual se reduce los azúcares, y esto se observa durante el periodo de evaluación, desde el día 1, 4, 8, 12, 16 y 21 el contenido de azúcares fueron de 9.80, 9.90, 9.47, 9.37, 9.23 y 9.03 °Brix respectivamente, (Tabla 5), lo que permite mencionar que la concentración de azúcares van reduciendo constantemente en todos los tratamientos, esto quizá se deba a que la energía que requieren en el ambiente también lo obtienen de los azúcares disponibles en el medio. En el estudio citado por; Duran et al., (2016), se indica que el quitosano provoca una leve disminución de los grados °Brix, respecto al valor inicial en el jugo, en este caso, sucedió lo mismo, comparado con la muestra testigo.

Tabla 5. AZÚCARES DEL JUGO DE NARANJA (*CITRUS SINENSIS*), MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DE DIFERENTES NIVELES DE QUITOSANO.

Variables	Niveles de quitosano ml/L				E.E.	Prob				
	0	250	500	750						
Azúcares °Brix día 1	10.02	A	9.97	a	9.87	a	9.80	a	0.13	0.65
Azúcares °Brix día 4	10.20	A	9.80	a	9.77	a	9.90	a	0.19	0.42
Azúcares °Brix día 8	9.83	A	9.70	a	9.67	a	9.47	a	0.14	0.37
Azúcares °Brix día 12	9.80	A	9.60	a	9.57	a	9.37	a	0.09	0.05
Azúcares °Brix día 16	9.63	A	9.43	ab	9.40	ab	9.23	b	0.08	0.04
Azúcares °Brix día 21	9.40	A	9.20	ab	9.23	ab	9.03	b	0.06	0.02

¹Doctora en Química, Máster en Protección Ambiental, Vicedecana de la Facultad de Ciencias Pecuarias, Docente de Química Orgánica en la Carrera de Industrias Pecuarias.

²Bioquímica Farmacéutica, Magister en Formulación, Evaluación y Gerencia de Proyectos para el Desarrollo, Docente de Química Analítica y Química Orgánica en la Carrera de Agroindustrias.

³Ingeniero en Industrias Pecuarias, Jefe de Control de Calidad en la Fábrica de Alimentos S.A FALIMENSA

⁴Ingeniero en Industrias Pecuarias, Magister en Procesamiento de Alimentos, Docente de la Facultad de Ciencias Pecuarias.

Letras iguales no difieren significativamente según Tukey ($P < 0,05$).

El contenido de azúcares del jugo de naranja está relacionado significativamente ($P < 0,01$) de los niveles de quitosano a los 21 días, el 57,53 % de azúcares está determinado por los niveles de quitosano, como se muestra en la Fig. 3, y por cada nivel de quitosano utilizado en la bebida de naranja, el contenido de azúcares se reduce en 0,0004 °Brix, lo que significa que este producto a medida que se incluye quitosano, el contenido de azúcares se reduce.

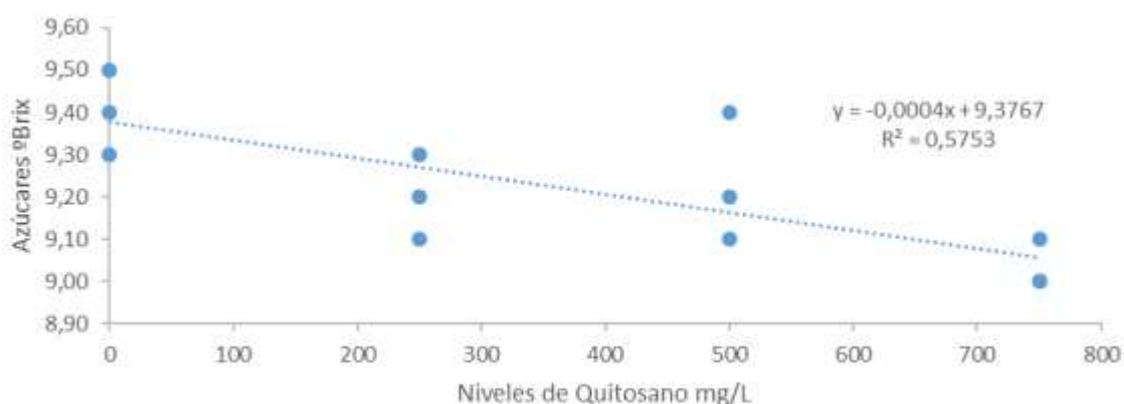


Fig. 3. Azúcares °Brix del jugo de naranja (*Citrus sinensis*), mediante la utilización de diferentes niveles de quitosano.

pH

El pH del jugo de naranja al utilizar los tratamientos 0, 250, 500 y 750 mg/L de quitosano al primer día fue 3,89, 3,88, 3,85 y 3,80 % (Tabla 6), valores entre los cuales no difieren significativamente ($P > 0,05$), esta particularidad se observa en todas las etapas de evaluación, lo que significa que el quitosano no influye en la modificación del potencial de hidrogeno en el jugo de naranja. El quitosano es un compuesto generalmente soluble en medios ácido, la carga positiva que se genera en el quitosano, debido a la protonación del grupo amino, aparte de hacerlo soluble en estos medios, también le otorgan la actividad biocida, (Lárez & Velásquez, 2008).

Tabla 6. pH DEL JUGO DE NARANJA (*CITRUS SINENSIS*), MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DE DIFERENTES NIVELES DE QUITOSANO.

Variables	Tratamientos				E.E.	Prob
	T0	T1	T2	T3		
pH 1er día	3.89 A	3.88 a	3.85 a	3.80 a	0.04	0.47
pH 4to día	3.87 A	3.94 a	3.92 a	3.87 a	0.06	0.74
pH 8vo día	3.88 A	3.92 a	3.91 a	3.85 a	0.06	0.83
pH 12vo día	3.80 A	3.81 a	3.79 a	3.74 a	0.06	0.83

¹Doctora en Química, Máster en Protección Ambiental, Vicedecana de la Facultad de Ciencias Pecuarias, Docente de Química Orgánica en la Carrera de Industrias Pecuarias.

²Bioquímica Farmacéutica, Magister en Formulación, Evaluación y Gerencia de Proyectos para el Desarrollo, Docente de Química Analítica y Química Orgánica en la Carrera de Agroindustrias.

³Ingeniero en Industrias Pecuarias, Jefe de Control de Calidad en la Fábrica de Alimentos S.A FALIMENSA

⁴Ingeniero en Industrias Pecuarias, Magister en Procesamiento de Alimentos, Docente de la Facultad de Ciencias Pecuarias.

pH 16vo día	3.74 A	3.73 a	3.72 a	3.67 a	0.03	0.46
pH 21vo día	3.72 A	3.67 a	3.65 a	3.61 a	0.03	0.17

Letras iguales no difieren significativamente según tukey ($p < 0,05$).

El pH del jugo de naranja analizado mediante el método de regresión lineal simple, está relacionados significativamente ($P < 0,05$) de los niveles de quitosano a los 21 días, el 44,66 % de pH está determinado por los niveles de quitosano, como se presenta en la (Fig. 5), y por cada nivel de quitosano utilizado en la bebida de naranja, el pH se reduce en 0,0001, lo que significa que este producto a medida que se incluye quitosano, el pH se reduce o se va haciendo más ácido, característica que no concuerda con lo manifestado por (Naranjo & Reyes, 2015), quien dice que hace que los productos sean menos ácidos.

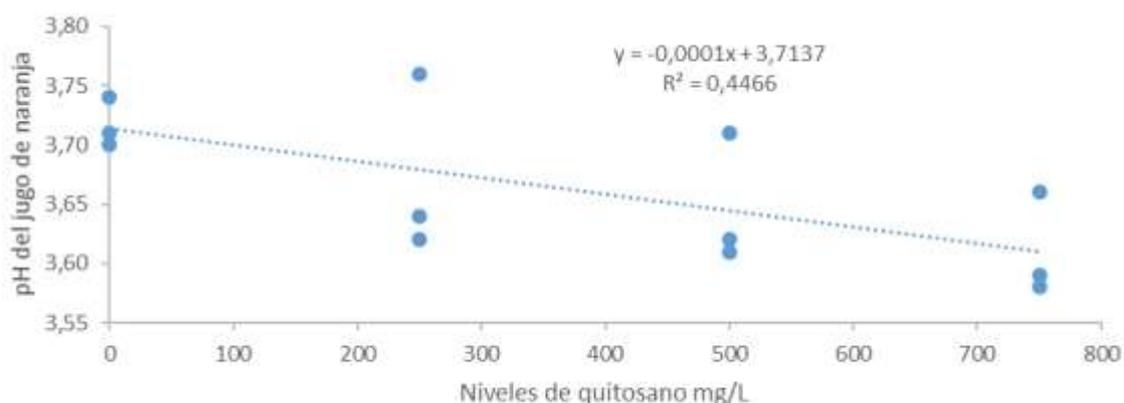


Fig. 5. pH del jugo de naranja (*Citrus sinensis*), mediante la utilización de diferentes niveles de quitosano.

Mohos y levaduras UFC/ml

En lo concerniente a la presencia de Mohos y levaduras en el jugo de naranja clarificado con quitosano, no se registró este tipo de microorganismos (Tabla 7), por lo que se puede manifestar que el producto fue elaborado con todas las normas de calidad siendo apto para el consumo humano, y se encuentra bajo las exigencias de las normativa vigente INEN 2337 para jugos, pulpas, concentrados, néctares, bebidas de Frutas y vegetales. La acción antifúngica del quitosano, determinante para esta característica presentada en el análisis microbiológico, para la determinación de mohos y levaduras, este biopolímero, ha sido probado en la conservación de alimentos, debido a su acción ante patógenos, alargando su vida útil y evitando el deterioro por ataque de mohos y levaduras, debido a su acción anti fúngica, (Valenzuela & Ignacio, 2012).

¹Doctora en Química, Máster en Protección Ambiental, Vicedecana de la Facultad de Ciencias Pecuarias, Docente de Química Orgánica en la Carrera de Industrias Pecuarias.

²Bioquímica Farmacéutica, Magister en Formulación, Evaluación y Gerencia de Proyectos para el Desarrollo, Docente de Química Analítica y Química Orgánica en la Carrera de Agroindustrias.

³Ingeniero en Industrias Pecuarias, Jefe de Control de Calidad en la Fábrica de Alimentos S.A FALIMENSA

⁴Ingeniero en Industrias Pecuarias, Magister en Procesamiento de Alimentos, Docente de la Facultad de Ciencias Pecuarias.

Según; Pacheco & Extracci, (2010), el quitosano ha demostrado una capacidad anti fúngica inhibiendo el crecimiento de hongos como: *Botritiscinerea*, *Fusarium oxysporum*, *Drechterasorokiana*, *Micronectriellanivallis*, *Piriculariaorizae*, *Rhizoctoniasolana*, *Trichophytonequinum*, es por esto que en diferentes áreas como la de alimentos, está siendo utilizado como agente de biocontrol contra hongos.

Tabla 7. PRESENCIA DE MICROORGANISMOS EN EL JUGO DE NARANJA (*CITRUS SINENSIS*), MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DE DIFERENTES NIVELES DE QUITOSANO.

Variables	Niveles de quitosano mg/L				E.E.	Prob
	0	250	500	750		
Mohos y Levaduras UFC/ml.	0.00 A	0.00 a	0.00 a	0.00 a	0.00	1.00
Coliformes fecacles UFC/ml.	0.00 A	0.00 a	0.00 a	0.00 a	0.00	1.00
Aerobios mesófilos UFC/ml.	333.33 A	0.00 a	0.00 a	0.00 a	166.67	0.44

Letras iguales no difieren significativamente según Tukey ($P < 0,05$).

Coliformes totales UFC/ml

En el jugo de naranja no se registró Coliformes totales, por lo que se debe manifestar que el medio en el cual se realizó el producto en estudio fue aséptico, y el producto es apto para el consumo. En un estudio realizado por, Valenzuela & Ignacio, (2012), se indica que el quitosano tiene la capacidad de actuar sobre diferentes microorganismos, evitando el deterioro de productos alimenticios, alargando la vida útil, entre los microorganismos que tiene la capacidad de controlar se encuentra los Coliformes totales, los cuales inhibe su capacidad de daño.

Aerobios mesófilos UFC/ml

La presencia de microorganismos aerobios mesófilos únicamente se encontró en el tratamiento control una cantidad de 333,33 UFC/ml, valor que no difiere significativamente del resto de tratamientos, parámetro que está dentro de lo aceptable en la legislación ecuatoriana, puesto que se puede encontrar hasta 500 UFC/ml, siendo aceptable y consumible al realizar el producto sin quitosano, el mismo que puede atribuirse que puede poseer acción bactericida, debido a que al aplicar cualquier dosis, no se encontró este tipo de microorganismos, de esta manera se pone en manifiesto lo que menciona, (Naranjo & Reyes, 2015), quienes manifiestan que este producto posee propiedades bactericidas.

¹Doctora en Química, Máster en Protección Ambiental, Vicedecana de la Facultad de Ciencias Pecuarias, Docente de Química Orgánica en la Carrera de Industrias Pecuarias.

²Bioquímica Farmacéutica, Magister en Formulación, Evaluación y Gerencia de Proyectos para el Desarrollo, Docente de Química Analítica y Química Orgánica en la Carrera de Agroindustrias.

³Ingeniero en Industrias Pecuarias, Jefe de Control de Calidad en la Fábrica de Alimentos S.A FALIMENSA

⁴Ingeniero en Industrias Pecuarias, Magister en Procesamiento de Alimentos, Docente de la Facultad de Ciencias Pecuarias.

Otra característica que posee el quitosano, es su propiedad antimicrobiana, la cual ha sido comprobada en diferentes estudios como el de, Valenzuela & Ignacio, (2012), en la que hace referencia a la acción antimicrobiana del quitosano usado como recubrimiento comestible, en frutas y en productos como lácteos y carnes. Las propiedades antimicrobianas del quitosano, no puede ser ignorada, es por eso que se probó diferentes soluciones de quitosano a diferentes medios de cultivos para investigar la actividad antimicrobiana, mecanismo que fue analizado con éxito debido que estas soluciones aumentaron notablemente la destrucción de la integridad de membranas celulares bacterianas como *E. Coli*, *S. aureus*, *Xing et al.*, (2009). La forma de acción antimicrobiana del quitosano la realiza privando a los microorganismos de iones vitales, bloqueando o destruyendo la membrana, filtrando los constituyentes intracelulares y formando complejos poli electrolíticos con polímeros ácidos y células de superficie, (Mármol et al., 2011).

ANÁLISIS ORGANOLÉPTICO

Color (puntos)

La utilización de diferentes niveles de quitosano en el jugo de naranja en 0, 250, 500 y 750 mg/l permitió registrar colores de 3,33, 2,92, 2,33 y 2,46 / 5 puntos, que corresponden a una calificación cualitativa de bueno y regular, debido a que el quitosano tiene una tendencia a mejorar la clarificación del producto, el color es una variable importante desde la percepción de los consumidores, los cuales asignan valores aceptables al producto como tal.

En el estudio realizado por, Tastan & Baysal, (2015), se indica que se probó el quitosano en diferentes niveles para la clarificación del jugo de manzana, el cual en el aspecto del color, mejoró notablemente, con una fácil aplicación, menor tiempo que el clarificado tradicional, además de obviar el paso de despectinización.

Tabla 8. CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS DEL JUGO DE NARANJA (*CITRUS SINENSIS*), MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DE DIFERENTES NIVELES DE QUITOSANO.

Variables	Niveles de quitosano mg/L				E.E.	Prob
	0	250	500	750		
Color (puntos)	3.33 a	2.92 A	2.33 a	2.46 a	0.69	0.73
Olor (puntos)	3.17 a	3.33 A	2.67 a	2.71 a	0.53	0.76
Sabor (puntos)	3.13 a	3.08 A	2.54 a	2.58 a	0.51	0.77
Aceptabilidad (puntos)	3.04 a	3.04 A	2.71 a	2.38 a	0.52	0.78

Letras iguales no difieren significativamente según Tukey (P < 0,05).

Olor (puntos)

¹Doctora en Química, Máster en Protección Ambiental, Vicedecana de la Facultad de Ciencias Pecuarias, Docente de Química Orgánica en la Carrera de Industrias Pecuarias.

²Bioquímica Farmacéutica, Magister en Formulación, Evaluación y Gerencia de Proyectos para el Desarrollo, Docente de Química Analítica y Química Orgánica en la Carrera de Agroindustrias.

³Ingeniero en Industrias Pecuarias, Jefe de Control de Calidad en la Fábrica de Alimentos S.A FALIMENSA

⁴Ingeniero en Industrias Pecuarias, Magister en Procesamiento de Alimentos, Docente de la Facultad de Ciencias Pecuarias.

La aplicación de 0, 250, 500 y 750 mg/l quitosano en el jugo de naranja permitió registrar olores que se encuentra en 3,17, 3,33, 2,67 y 2,71 / 5 puntos, que corresponden a una calificación entre bueno y regular, debido a que al clarificar con el quitosano, con las diferentes concentraciones, se puede verse afectado el olor en el jugo, lo que influye en el sentido de los consumidores.

Sabor (puntos)

El sabor del jugo de naranja sin ningún tratamiento fue de 3,13 / 5 puntos, el cual al ser comparado con este producto incluido quitosano en 250, 500 y 750 mg/L registró valores de 3,08, 2,54 y 2,58, valores entre los cuales no difieren significativamente ($P > 0,05$), lo que permite manifestar que el quitosano no causa efecto sobre el sabor del jugo de naranja, no causa un efecto, sino el puntaje aplicado por los catadores es definitivamente una sensación que le hace diferente entre tratamiento y tratamiento.

Aceptabilidad (puntos)

La aceptabilidad del jugo de naranja al aplicar 0, 250, 500 y 750 mg/L de quitosano registró 3,04, 3,04, 2,71 y 2,38 / 5 puntos, valores entre los cuales no difieren significativamente ($P > 0,05$), lo que permite manifestar que este producto quitosano definitivamente no afecta a la aceptabilidad de los productos agroindustriales como el jugo de naranja, siendo un factor importante, lo que significa que mantiene la naturalidad del producto, característica que hoy en el día se considera para que el producto sea natural y no influya en su calidad principalmente. Todos estos parámetros se encuentran descritos en la Tabla 8.

4.

CONCLUSIONES

Se clarificó el jugo de naranja (*Citrus sinensis*), utilizando 250, 500 y 750mg/l de quitosano, observándose que al mantener este clarificante en el jugo al pasar los días la turbidez se reduce significativamente, proporcionando características organolépticas de calidad.

Las características físico químicas del jugo de naranja a medida que se incluye los diferentes niveles de quitosano se observa que tiene una tendencia a disminuir los valores de turbidez, los sólidos totales (°Brix), obteniendo valores entre 9° - 10° Brix, valores que se encuentran dentro de los límites para sólidos totales que reporta las NTE INEN 2337 un mínimo de 9° Brix,

¹Doctora en Química, Máster en Protección Ambiental, Vicedecana de la Facultad de Ciencias Pecuarias, Docente de Química Orgánica en la Carrera de Industrias Pecuarias.

²Bioquímica Farmacéutica, Magister en Formulación, Evaluación y Gerencia de Proyectos para el Desarrollo, Docente de Química Analítica y Química Orgánica en la Carrera de Agroindustrias.

³Ingeniero en Industrias Pecuarias, Jefe de Control de Calidad en la Fábrica de Alimentos S.A FALIMENSA

⁴Ingeniero en Industrias Pecuarias, Magister en Procesamiento de Alimentos, Docente de la Facultad de Ciencias Pecuarias.

en cuanto a los valores de pH, se obtuvo un pH de no varía notablemente debido a las características propias del quitosano en medios ácidos, estos parámetros analizados, están dentro de los permitidos y ayudan a disponer de productos de calidad y garantizar la seguridad alimentaria.

El jugo de naranja clarificado con diferentes niveles de quitosano, no presento registro de microorganismos patógenos tales como; mohos y levaduras, Coliformes, la presencia de aerobios mesófilos en el control, es aceptable debido a lo indicado por la normativa vigente (INEN 2337). Estos resultados que aseguran la inocuidad del producto, se debe en parte a un aséptico proceso de producción y a las cualidades del quitosano como son; anti fúngicas, antimicrobianas, etc.

El análisis de las características sensoriales de los alimentos, especialmente de las bebidas, usando un grupo de catadores entrenados o semientrenados es uno de los requerimientos necesarios para la evaluación del indicador calidad de un producto. El quitosano no influye en las características organolépticas como el color, olor, sabor y aceptabilidad, manteniendo una calificación equivalente a bueno y regular (2,33 y 3,33 / 5 puntos). Pero se puede observar debido a los valores que el tratamiento utilizado con 250 mg/l es el más idóneo para el consumidor.

El análisis instrumental del indicador color del jugo de naranja es un factor clave, ya que el color del jugo es una característica de calidad que influye sobre otras, como la percepción del flavor, del dulzor, así como de diversos elementos relacionados con la aceptación del producto por parte del consumidor. Así podemos decir que el quitosano no influye negativamente sobre el color, por el contrario el color va reduciendo a medida que incrementa los niveles de quitosano de la misma manera al conservar por varios días.

La utilización de 250 mg/L de quitosano suele ser beneficioso económicamente entre los diferentes niveles de este producto en el jugo de naranja, debido a que el tratamiento control sin adición de quitosano, es más rentable producir, pero no tiene los beneficios de la clarificación con el biopolímero estudiado.

5.

REFERENCIAS

Alvarado-Ortiz, A., & Diaz, M. (2007). Guía practica de plagas y enfermedades en Citricos. *Colegio de Ciencias Agrícolas*, 1–39.

¹Doctora en Química, Máster en Protección Ambiental, Vicedecana de la Facultad de Ciencias Pecuarias, Docente de Química Orgánica en la Carrera de Industrias Pecuarias.

²Bioquímica Farmacéutica, Magister en Formulación, Evaluación y Gerencia de Proyectos para el Desarrollo, Docente de Química Analítica y Química Orgánica en la Carrera de Agroindustrias.

³Ingeniero en Industrias Pecuarias, Jefe de Control de Calidad en la Fábrica de Alimentos S.A FALIMENSA

⁴Ingeniero en Industrias Pecuarias, Magister en Procesamiento de Alimentos, Docente de la Facultad de Ciencias Pecuarias.

- Bae, M. J., Shin, H. S., Kim, E. K., Kim, J., & Shon, D. H. (2013). Oral administration of chitin and chitosan prevents peanut-induced anaphylaxis in a murine food allergy model. *International Journal of Biological Macromolecules*, 61, 164–168. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2013.06.017>
- Barra, A., Romero, A., & Beltramino, J. (2012). Obtencion De Quitosano. *Sitio Argentino de Producción Animal*, 1–10. Retrieved from http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_peces/piscicultura/173-Quitosano.pdf
- Baysal, T. (2017). Chitosan as a novel clarifying agent on clear apple juice production: Optimization of process conditions and changes on quality characteristics Özge Tas, 237, 818–824. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.06.025>
- Briongos, H., Illera, A. E., Sanz, M. T., Melgosa, R., Beltrán, S., & Solaesa, A. G. (2016). Effect of high pressure carbon dioxide processing on pectin methylesterase activity and other orange juice properties. *LWT - Food Science and Technology*, 74, 411–419. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2016.07.069>
- Brito, B., Picho, L., Vera, E., & Vaillant, F. (2010). Estudio de las Condiciones Óptimas de Operación para la Obtención de Jugo Clarificado de Granadilla (*Passiflora Ligularis L.*) a través de la Microfiltración Tangencial, 23(1), 49–55.
- Caldera, Y., Clavel, N., Briceño, D., Nava, A., & Gutiérrez, E. (2009). Quitosano, como coagulante durante el tratamiento de aguas de producción de petróleo. *BOLETÍN DEL CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS*, 3-4.
- Centenario, A. Ñ. O. D. E. L. (2002). *anales científicos*.
- Centro de Investigación y Desarrollo A. C. (22 de Febrero de 2018). *CIAT*. Obtenido de Centro de Investigación y Desarrollo A. C: www.ciad.mx/coordinaciones/tecnologia-alimentos-origen-animal/investigacion/biopolimeros/libro-quitina-quitonas.html
- CODEX STAND 247-2005, Standard, T. (2005). CODEX STAN 247 Página 1 de 21, 1–21.
- Curt, M. D. (2009). Hojas divulgadoras, 1–44.
- Chatterjee, S., Chatterjee, S., & Chatterjee, B. (2003). Clarification of fruit juice with chitosan. *ELSEVIER*, 12.
- D, Y. V., & M, O. O. (2013). CARACTERÍSTICAS SENSORIALES Y CONTENIDO DE VITAMINA C EN JUGOS DE FRUTAS EFFECT OF PASTEURIZATION ON SENSORY CHARACTERISTICS AND CONTENT OF VITAMIN C IN FRUIT JUICES CARACTERÍSTICAS SENSORIAIS E TEOR, 11(2), 66–75.
- Dahdouh, L., Wisniewski, C., Ricci, J., & Vachoud, L. (2016). Rheological study of orange juices for a better knowledge of their suspended solids interactions at low and high concentration, 174, 15–20. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2015.11.008>
- Del Rosal, J. (2003). *UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO*.
- Escobedo-Avellaneda, Z., Gutiérrez-Urbe, J., Valdez-Fragoso, A., Torres, J. A., & Welti-Chanes, J. (2014). Phytochemicals and antioxidant activity of juice, flavedo, albedo and

¹Doctora en Química, Máster en Protección Ambiental, Vicedecana de la Facultad de Ciencias Pecuarias, Docente de Química Orgánica en la Carrera de Industrias Pecuarias.

²Bioquímica Farmacéutica, Magister en Formulación, Evaluación y Gerencia de Proyectos para el Desarrollo, Docente de Química Analítica y Química Orgánica en la Carrera de Agroindustrias.

³Ingeniero en Industrias Pecuarias, Jefe de Control de Calidad en la Fábrica de Alimentos S.A FALIMENSA

⁴Ingeniero en Industrias Pecuarias, Magister en Procesamiento de Alimentos, Docente de la Facultad de Ciencias Pecuarias.

- comminuted orange. *Journal of Functional Foods*, 6(1), 470–481. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2013.11.013>
- Esencial, A., Citrus, D. E., Dulce, L. N., Juárez, J. R., Castro, A. J., Jaúregui, J. F., ... San, M. De. (2010). Composición química, actividad antibacteriana del aceite esencial de, 13(1), 9–13.
- Española de Pediatría, C. D. N. D. L. A. (2003). Consumo de zumos de frutas y de bebidas refrescantes por niños y adolescentes en España. Implicaciones para la salud de su mal uso y abuso. *Anales de Pediatría*, 58(6), 584–593. <https://doi.org/10.1157/13048086>
- Fungairiño, L. (1999). *Aditivos y auxiliares de fabricación en las industrias agroalimentarias*. Zaragoza: Acribia, S.A.
- Fernández-vázquez, R., Stinco, C. M., Hernanz, D., Heredia, F. J., & Vicario, I. M. (2013). Colour training and colour differences thresholds in orange juice, 30, 320–327. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2013.05.018>
- Frommherz, L., Martiniak, Y., Heuer, T., Roth, A., Kulling, S. E., & Hoffmann, I. (2014). Degradation of folic acid in fortified vitamin juices during long term storage. *Food Chemistry*, 159, 122–127. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.02.156>
- Gassara, F., Antzak, C., Ajila, C. M., Sarma, S. J., Brar, S. K., & Verma, M. (2015). Chitin and chitosan as natural flocculants for beer clarification. *Journal of Food Engineering*, 166, 80–85. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2015.05.028>
- Gualavisí, M. (2011). *Flacso - mipro*.
- López, J., & Modrego, A. (1994). *La Biotecnología y su aplicación industrial*. Madrid: R.B. Servicios Editoriales, S.A.
- Klinmalai, P., Hagiwara, T., Sakiyama, T., & Ratanasumawong, S. (2017). Chitosan effects on physical properties, texture, and microstructure of flat rice noodles. *LWT - Food Science and Technology*, 76, 117–123. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2016.10.052>
- Magdalena, E., & Zavala, A. (2011). PLAN DE NEGOCIOS PARA LA PRODUCCIÓN Y COMERCIALIZACIÓN DE BEBIDAS NATURALES, SALUDABLES Y NUTRITIVAS A BASE DE FRUTAS TROPICALES A IMPLEMENTARSE EN LA CIUDAD DE GUAYAQUIL A PARTIR DEL AÑO 2011, 1–164.
- Maria, C., Maria, M., Liliana, M., Cristina, V., Maria, C., Maria, M., ... Cristina, V. (2013). ENTRE RIOS ´ S ORANGE JUICES QUALITY PARAMETERS.
- Mármol, Z., Páez, G., Rincón, M., Araujo, K., & Aiello, C. (2011). Quitina y Quitosano polímeros amigables . Una revisión de sus aplicaciones Chitin and Chitosan friendly polymer . A review of their applications. *Revista Tcnocientífica URU*, (August 2016), 53–58. <https://doi.org/2244-775X>
- Matsumoto, K. S. (2011). Producción De Quitina Y Quitosano. *Universidad Autónoma Metropolitana*, 8.

¹Doctora en Química, Máster en Protección Ambiental, Vicedecana de la Facultad de Ciencias Pecuarias, Docente de Química Orgánica en la Carrera de Industrias Pecuarias.

²Bioquímica Farmacéutica, Magister en Formulación, Evaluación y Gerencia de Proyectos para el Desarrollo, Docente de Química Analítica y Química Orgánica en la Carrera de Agroindustrias.

³Ingeniero en Industrias Pecuarias, Jefe de Control de Calidad en la Fábrica de Alimentos S.A FALIMENSA

⁴Ingeniero en Industrias Pecuarias, Magister en Procesamiento de Alimentos, Docente de la Facultad de Ciencias Pecuarias.

- Mendivéz Vásquez, C., & Minchón, C. (2010). Viscosidad cinemática y turbidez optimizadas en jugo mixto de "poro poro" y "caña de azúcar". *UCV-Scientia*, 1-10.
- Moreno-Vasquez, M. J., Buitimea-Valenzuela, E. L., Plascencia-Jatomea, M., Encinas-Encinas, J. C., Rodríguez-Félix, F., Sanchez-Valdes, S., ... Graciano-Verdugo, A. Z. (2016). Functionalization of chitosan by a free radical reaction: Characterization, antioxidant and antibacterial potential. *Carbohydrate Polymers*, 155, 117–127. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2016.08.056>
- Moreno, B. C. (2009). Reconocimiento Y Manejo De Las Plagas Y Enfermedades De Mayor Importancia Economica En Los Cítricos De La Hacienda La Cristalina En El Municipio De Tamesis, 13–60.
- Moreno, E. R., Gaspar, T. V., & Moreiras, G. V. (n.d.). Valor Nutricional de las Naranjas y Clementinas.
- Naranjo, D., & Reyes, V. (2015). *Utilizacion del quitosano extraido del exoesqueleto de camarón para la clarificacion de jugo de manzana Malus domestica*. Quito.
- Pacheco, N., & Extracci, L. (2010). Extracción biotecnológica de quitina para la producción de quitosanos : caracterización y aplicación Neith Pacheco Lopez.
- Padrón, C., & Moreno, M. (2010). EVALUACIÓN DEL USO DE ENZIMAS Y FILTRACIÓN POR GRAVEDAD PARA LA CLARIFICACIÓN DE UNA MEZCLA DILUIDA DE PULPA DE FRUTOS DE CACTUS (OPUNTIA BOLDINGHII BRITTON & ROSE), JUGOS DE NARANJA Y TORONJA. *bdigital*, 10.
- Pillai, C. K. S., Paul, W., & Sharma, C. P. (2009). Chitin and chitosan polymers: Chemistry, solubility and fiber formation. *Progress in Polymer Science (Oxford)*, 34(7), 641–678. <https://doi.org/10.1016/j.progpolymsci.2009.04.001>
- Rivera, J. A., Muñoz-hernández, O., C, M., & Rosas-peralta, M. (2008). Consumo de bebidas para una vida saludable : recomendaciones para la población mexicana, 50(2), 173–195.
- Rostani, S., & Varela, J. P. (n.d.). Innovaciones didácticas, 23(1), 133–140.
- Salazar, J. a O. (2005). Secretaria de la reforma agraria, 2011.
- Salvador, A., Navarro, P., & Martínez-Jávega, J. (2007). Tecnología postcosecha de cítricos. *XI Simposio Internacional de Citricultura*. Retrieved from http://www.concitrver.com/XI_simposium/MEMORIAS/7_Alejandra_Salvador_IVIA_ESPAÑA/TEXTO_MEXICO_07.pdf
- Sandro Rivera. (2006). *Utilizacion de Diferentes niveles de jugo de naranja como antioxidante natural en la elaboracion de trucha ahumada*.
- Centro de Investigación y Desarrollo A. C. (22 de Febrero de 2018). *CIAT*. Obtenido de Centro de Investigación y Desarrollo A. C: www.ciad.mx/coordinaciones/tecnologia-alimentos-origen-animal/investigacion/biopolimeros/libro-quitina-quitonas.html
- Caldera, Y., Clavel, N., Briceño, D., Nava, A., & Gutiérrez, E. (2009). Quitosano, como coagulante durante el tratamiento de aguas de producción de petróleo. *BOLETÍN DEL CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS*, 3-4.

¹Doctora en Química, Máster en Protección Ambiental, Vicedecana de la Facultad de Ciencias Pecuarias, Docente de Química Orgánica en la Carrera de Industrias Pecuarias.

²Bioquímica Farmacéutica, Magister en Formulación, Evaluación y Gerencia de Proyectos para el Desarrollo, Docente de Química Analítica y Química Orgánica en la Carrera de Agroindustrias.

³Ingeniero en Industrias Pecuarias, Jefe de Control de Calidad en la Fábrica de Alimentos S.A FALIMENSA

⁴Ingeniero en Industrias Pecuarias, Magister en Procesamiento de Alimentos, Docente de la Facultad de Ciencias Pecuarias.

- Chatterjee, S., Chatterjee, S., & Chatterjee, B. (2003). Clarification of fruit juice with chitosan. *ELSEVIER*, 12.
- Fungairiño, L. (1999). *Aditivos y auxiliares de fabricación en las industrias agroalimentarias*. Zaragoza: Acribia, S.A.
- López, J., & Modrego, A. (1994). *La Biotecnología y su aplicación industrial*. Madrid: R.B. Servicios Editoriales, S.A.
- Luis Allan, C. V. (2012). *Obtención de bebidas congeladas*. Guayaquil: Universidad de Guayaquil.
- Mendivéz Vásquez, C., & Minchón, C. (2010). Viscosidad cinemática y turbidez optimizadas en jugo mixto de “poro poro” y “caña de azúcar”. *UCV-Scientia*, 1-10.
- Naranjo, D., & Reyes, V. (2015). *Utilización del quitosano extraído del exoesqueleto de camarón para la clarificación de jugo de manzana *Malus domestica**. Quito.
- Padrón, C., & Moreno, M. (2010). EVALUACIÓN DEL USO DE ENZIMAS Y FILTRACIÓN POR GRAVEDAD PARA LA CLARIFICACIÓN DE UNA MEZCLA DILUIDA DE PULPA DE FRUTOS DE CACTUS (*OPUNTIA BOLDINGHII BRITTON & ROSE*), JUGOS DE NARANJA Y TORONJA. *bdigital*, 10.
- Servicio Ecuatoriano de Normalización. (2008). *Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2337. Jugos, pulpas, concentrados, néctares, bebidas de frutas y vegetales. Requisitos*. Quito: INEN.
- Soares, N., Silva, P., Barbosa, C., Pinheiro, R., & Vicente, A. A. (2016). Comparing the effects of glazing and chitosan-based coating applied on frozen salmon on its organoleptic and physicochemical characteristics over six-months storage. *Journal of Food Engineering*, 194, 79–86. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2016.07.021>
- Tastan, O., & Baysal, T. (2015). Clarification of pomegranate juice with chitosan: Changes on quality characteristics during storage. *Food Chemistry*, 180, 211–218. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.02.053>
- Valenzuela, C., & Ignacio, V. J. (2012). Potenciales aplicaciones de películas de quitosano en alimentos de origen animal: una revisión. *Avances En Ciencias Veterinarias*, 27(1), 33–47.
- Velásquez, C. L. (2003). Algunos usos del quitosano en sistemas acuosos, 4(2), 91–109.
- Velásquez, C. L. (2008). Algunas potencialidades de la quitina y el quitosano para usos relacionados con la agricultura en Latinoamérica. *Revista Científica UDO Agrícola*, 8(1), 1–22.
- Viscosidad cinemática y turbidez optimizadas en jugo mixto de “poro poro” y “caña de azúcar.” (2010), 2(1), 47–57.
- Wallecan, J., McCrae, C., Debon, S. J. J., Dong, J., & Mazoyer, J. (2015). Emulsifying and stabilizing properties of functionalized orange pulp fibers. *Food Hydrocolloids*, 47, 32–37. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2015.01.009>

¹Doctora en Química, Máster en Protección Ambiental, Vicedecana de la Facultad de Ciencias Pecuarias, Docente de Química Orgánica en la Carrera de Industrias Pecuarias.

²Bioquímica Farmacéutica, Magister en Formulación, Evaluación y Gerencia de Proyectos para el Desarrollo, Docente de Química Analítica y Química Orgánica en la Carrera de Agroindustrias.

³Ingeniero en Industrias Pecuarias, Jefe de Control de Calidad en la Fábrica de Alimentos S.A FALIMENSA

⁴Ingeniero en Industrias Pecuarias, Magister en Procesamiento de Alimentos, Docente de la Facultad de Ciencias Pecuarias.

- Xing, K., Guang, X., Kong, M., Sheng, C., Su, D., & Jin, H. (2009). Effect of oleoyl-chitosan nanoparticles as a novel antibacterial dispersion system on viability , membrane permeability and cell morphology of *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus*. *Carbohydrate Polymers*, 76(1), 17–22. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2008.09.016>
- Zenteno-Ramírez, G., Juárez-Flores, B. I., Aguirre-Rivera, J. R., Ortiz-Pérez, M. D., Zamora-Pedraza, C., & Rendón-Huerta, J. A. (2015). Evaluación de azúcares y fibra soluble en el jugo de variantes de tunas (*Opuntia* spp.). *Agrociencia*, 49(2), 141–152.

¹Doctora en Química, Máster en Protección Ambiental, Vicedecana de la Facultad de Ciencias Pecuarias, Docente de Química Orgánica en la Carrera de Industrias Pecuarias.

²Bioquímica Farmacéutica, Magister en Formulación, Evaluación y Gerencia de Proyectos para el Desarrollo, Docente de Química Analítica y Química Orgánica en la Carrera de Agroindustrias.

³Ingeniero en Industrias Pecuarias, Jefe de Control de Calidad en la Fábrica de Alimentos S.A FALIMENSA

⁴Ingeniero en Industrias Pecuarias, Magister en Procesamiento de Alimentos, Docente de la Facultad de Ciencias Pecuarias.