

Uso de los ácidos cítricos y clorhídrico y sus efectos en las características fisicoquímicas de la pectina del albedo de maracuyá (*Passiflora edulis*)

Citric acid and hydrochloric use and its effect on the physicochemical characteristics of albedo pectin passion fruit (*Passiflora edulis*)

Ing. Viviana Narcisa López Párraga

Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí.
vivy_29_12@hotmail.com

Ing. José Patricio Muñoz Murillo

Universidad Técnica de Manabí
Facultad de Ciencias Zootécnicas
jpmunoz@utm.edu.ec

Ing. Ana Karen Vélez Moreira

Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí.
avelez1989@hotmail.com

RESUMEN

El objetivo de esta investigación fue determinar la concentración de ácido cítrico y ácido clorhídrico para la obtención de pectina del albedo de maracuyá. Se utilizó el Diseño Completamente al Azar AxB, realizando tres réplicas por cada tratamiento y tomando como unidad experimental 3 kg de albedo de maracuyá. Para la ejecución del experimento los albedos se sometieron a hidrólisis ácida con diferentes tipos de pH (3.0 – 3.5 – 4.0) utilizando ácido cítrico y clorhídrico. En función de las variables a medir se estableció que el tratamiento a2b2 que corresponde al ácido clorhídrico con un nivel de pH de 3,5 gelificó en menor tiempo (31s) con un porcentaje de esterificación del 76 % indicando que se trata de una gelificación rápida; además, el tratamiento que obtuvo mayor porcentaje de rendimiento corresponde a la combinación de ácido clorhídrico con un pH de 3.5. Al determinar el mejor tratamiento se realizaron análisis bromatológicos como humedad (9,06 %) y cenizas (3,40 %), y análisis microbiológicos, demostrando ausencia de salmonella, coliformes, levadura y hongos.

Palabras clave: esterificación, gelificación, hidrólisis, pasiflora, albedo.

ABSTRACT

The purpose of this research was to determine the concentration of citric and hydrochloric acids to obtain albedo passion fruit pectin. For this, a complete randomized A x B design was used, getting three replicates per treatment and taking as experimental unit 3 kg of passion fruit albedo. For carrying out the experiment, passion fruit albedos were exposed to acid hydrolysis with different kinds of pH (3.0-3.5-4.0) using citric and hydrochloric acids. Depending on the measurable variables it was stated that a 2b2 concerning the test with hydrochloric acid of 3,5 gelled sooner (31 s) with a percentage of esterification of 76 % pointing that this is a quick gelation, besides, the test that got a higher yield percentage belongs to the combination of hydrochloric and with a pH of 3.5. When stating the best treatment, bromatological analysis was taken, as moisture (9,06 %) and ashes (3,40 %); and microbiological analyses were carried out, demonstrating the absence of salmonella, coliform, yeast and fungi.

Key words: esterification, gelling, hydrolysis, passiflora, albedo.



Recibido: 30 de marzo, 2015
Aceptado: 16 de noviembre, 2015

1. INTRODUCCIÓN

La pectina es una sustancia de origen vegetal, presente en las plantas, principalmente en sus frutos. Es un gelificante natural (su principal característica); son hidrocoloides, espesantes, estabilizantes y sobre todo gelificantes (Maldonado *et al.*, 2010).

La pectina se deposita principalmente en la pared primaria y en la lámina media, siendo los tejidos mesenquimáticos y parenquimáticos particularmente ricos en dicha sustancia, teniendo la función de cemento intercelular (Srinrangarajan y Shrikhande, 1979).

Las pectinas son polisacáridos que se componen principalmente de unidades de ácido galacturónico, unidas por enlaces glicosídicos. Son sustancias blancas amorfas que en el agua forman una solución viscosa; combinadas en proporciones adecuadas con azúcar y ácidos, forman una sustancia gelatinosa utilizada como espesante (Yepes *et al.*, 2008).

Según Durán y Honores (2012) el tiempo de gelificación de la pectina depende del porcentaje de esterificación. Si el porcentaje es de 60 a 67, la gelificación será lenta; para valores de 68 a 70, la gelificación es mediana. Para obtener una gelificación rápida sería necesario que la pectina tuviera un porcentaje de esterificación de 71 a 76.

Para fines industriales, la fuente de obtención se restringe principalmente a las cáscaras de frutos cítricos, conteniendo cerca del 25 % de sustancias pécticas, y del bagazo de manzana, rindiendo alrededor del 15,18 % de pectina. Otras fuentes de pectina incluyen conchas de mango, residuos de girasol, guayaba, entre otros (Haddad y Millán, 1975).

Por otra parte, las propiedades físicas (tiempo de gelificación) y químicas (contenido de metoxilo, contenido de ácido galacturónico, grado de esterificación y viscosidad) en la molécula de pectina son función de la naturaleza de la planta, del estado de maduración y de la metodología de extracción (Miyamoto, 1992).

De acuerdo a los datos emitidos por el MAGAP (2012), en la provincia de Manabí se producen 20 826 Ton/año de maracuyá que puede proveer pectina. Gran parte de la producción de maracuyá se destina al procesamiento de jugos néctares, helados, dulces, entre otros productos, que en su mayoría sólo aprovechan la pulpa en dichos procesos (Guzmán, 1990), mientras el albedo o cáscara de maracuyá sólo se destina a la alimentación de ganado y como abono en algunas plantaciones, lo cual hace que este subproducto sea considerado como desecho en algunas fábricas, convirtiéndose en un problema para el medio ambiente porque provoca la proliferación de plagas, insectos y microorganismos (Rivadeneira, 2009).

Del fruto de maracuyá solamente el 50% es jugo, lo restante es un residuo agroindustrial, lo cual puede ser aprovechado como fuente de fibra de pectina, frente a lo cual es importante desarrollar procesos tecnológicos para obtener productos ricos en fibra con componentes bioactivos (Albersheim, 1996).

Las semillas tienen alto contenido de aceite con gran valor nutritivo y son fácilmente digeribles. El jugo del fruto puede alcanzar el 40 % del peso de la fruta. Tiene color amarillo-oro por la presencia de carotenoides y un aroma característico producido por la mezcla de aceites volátiles (FAO, 2006).

Para Vásquez (1993), la calidad de la pectina depende desde la preparación de la materia prima hasta su obtención, siendo necesario tener cuidado en todos los procesos de la extracción.

Existen muchos procesos patentados para obtener pectinas y en cada uno de ellos, se obtienen productos de diferente calidad, así sus aplicaciones dependen mucho del método de obtención. Esto es entendible considerando la complejidad estructural y variación natural de estos polisacáridos, que dependen, por ejemplo, de la especie de la planta, condiciones de maduración y del tipo de almacenamiento. En resumen, la materia prima es suspendida en agua caliente con la cantidad necesaria de un ácido fuerte (Guidi y Arandia 2010).

Según investigaciones realizadas por Maldonado *et al.*, (2010), en la obtención de pectina mediante el método de hidrólisis ácida los niveles del pH del agua acidulada son de 2.0, 2.5 y 3.0. El propósito de la hidrólisis ácida es eliminar especialmente los iones calcio, los cuales tienen un efecto negativo en el rendimiento del proceso.

Estudios de Mueckay (2006) indican que los diferentes métodos de extracción de pectina hacen variar las propiedades y características de las pectinas, sobre todo su capacidad de producir geles, que es la característica más importante.

Lo expuesto anteriormente induce a buscar que tipo de ácido influye en la extracción de pectina de albedo de maracuyá sin afectar sus características físico-químicas.

El objetivo de esta investigación fue determinar la concentración de ácido cítrico y clorhídrico idónea para la obtención de pectina de albedo de maracuyá (*Passiflora edulis*) mediante la técnica de hidrólisis ácida.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en los laboratorios de Química, Bromatología y Microbiología de la carrera de Agroindustrias de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí (ESPAM) ubicados en el Campus Politécnico, sitio El Limón, parroquia Calceta, del cantón Bolívar, provincia de Manabí.

Diseño experimental

En la investigación se utilizó el Diseño Completamente al Azar (DCA) con arreglo bifactorial AxB, (Factor A: Tipos de ácidos y Factor B: Niveles de pH), dos niveles para el factor A (a1: Ácido cítrico, a2: Ácido clorhídrico) y tres niveles para el factor B (b1: 3.0, b2: 3.5, b3: 4.0). Se establecieron seis tratamientos a los cuales se les realizó tres réplicas. Como unidad

experimental se tomó una producción de 3kg de albedo de maracuyá por cada tratamiento.

Las técnicas para la determinación de las variables a medir fueron: porcentaje de esterificación (Aza y Méndez, 2011), tiempo de gelificación y rendimiento; humedad y cenizas por método gravimétrico (Avilés, 2000). Se analizaron los datos mediante análisis de varianza en InfoStat versión 9.0, la prueba de Tukey al 0.05 % de probabilidades de error.

Métodos

El albedo de maracuyá se sometió a una inactivación bacteriana y luego se realizó la hidrólisis ácida utilizando ácido cítrico y clorhídrico para obtener los niveles de pH necesarios. Se procedió a realizar el mejor tratamiento de análisis de humedad (INEN 464), cenizas (INEN 467), microbiológico de coliformes (INEN 1529.6), mohos y levaduras (INEN 1529.10), así como Salmonella (INEN 1529.15).

Manejo experimental

Procedimiento

Recepción de la materia prima: Fueron procesados 3 Kg de albedo de maracuyá, los cuales se encontraron sanos, con madurez intermedia. No se presentaron en estado de descomposición, permitiendo tener un buen rendimiento y buena calidad de pectina.

Lavado: Los albedos se sometieron durante 10 minutos con agua destilada (9 L) a una temperatura de 60 °C. A las cáscaras se les realizó un lavado para eliminar en agua caliente sustancias solubles, las cuales perjudican sus características organolépticas, afectando el sabor y olor de la pectina.

Inactivación bacteriana: Durante 3 minutos con agua destilada (9 L) a una temperatura de 100 °C se sometieron las cáscaras a este proceso, para controlar la proliferación de microorganismos que puedan degradar la materia prima.

Hidrólisis ácida: Durante 80 minutos aproximadamente se adicionó 9 litros de agua acidulada (pH = 3.0, 3.5, y 4.0 utilizando ácido cítrico o ácido clorhídrico), en una relación albedos/agua acidulada de 1/3; es decir, 3 kg de albedo y 9 litros de agua a una temperatura de 85°C y agitación constante.

Secado: Luego de la hidrólisis ácida, los albedos se colocaron a la estufa a una temperatura de 65°C, durante 24 horas, para secarlos totalmente.

Molienda: Una vez secos los albedos, se procede a la molienda, la cual se realizó en un molino hasta pulverización.

Envasado: Se realizó en fundas Ziploc y posteriormente se efectuaron los análisis microbiológicos.

Almacenamiento: La pectina se almacenó en un lugar seco y fresco, a una temperatura de 25°C.

Técnicas de laboratorio

Porcentaje de esterificación: Según Schultz y Schweiger (1965) citado por Aza y Méndez (2011), se valoran 10 ml de disolución de pectina al 1 % con NaOH (hidróxido de sodio) 0,1 Normal (N) usando fenolftaleína como indicador (valoración A) añadiendo 20 ml de NaOH 0,5 N, en un tiempo determinado con el fin de desterificar la pectina. A continuación se añadieron 20 ml de HCl (ácido clorhídrico) 0,5 N para neutralizar el NaOH. Finalmente la disolución se valora con NaOH 0,1 N (valoración B). El grado de esterificación se calcula con la siguiente ecuación:

$$\%E = \frac{B}{A+B} \cdot 100$$

Tiempo de gelificación: Para determinar el tiempo de gelificación en la pectina obtenida de albedo de maracuyá, se procede de la siguiente manera:

1. Colocar 100 ml agua destilada en un recipiente de acero inoxidable.

2. Pesar 1,4 g de pectina de albedo de maracuyá y 50 g de azúcar.
3. Agregar la pectina junto con el azúcar cuando el agua destilada se encuentre a una temperatura de 90 °C.
4. Llevar esta mezcla hasta los 95 °C y retirar del fuego.
5. Enfriar la mezcla a una temperatura de 25 °C y tomar el tiempo hasta que la pectina cumpla su función de gelificar.

Rendimiento: Para calcular el rendimiento de la pectina de albedo de maracuyá, se aplica la siguiente fórmula:

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Peso final}}{\text{Peso inicial}} \cdot 100\%$$

El peso final es la cantidad de pectina obtenida al final del proceso, en el cual el peso inicial es la cantidad de albedo que se utilizará para el proceso de obtención de pectina.

Humedad: El procedimiento para determinar el porcentaje de humedad es el siguiente:

1. Se pesa la caja petri vacía.
2. Pesar dos gramos de muestra en una balanza analítica hasta la cuarta cifra decimal.
3. La muestra se lleva a la estufa a una temperatura de 130°C, durante dos horas.
4. Transcurrido este tiempo se coloca la muestra en un desecador por 20 minutos para enfriarla.
5. Se pesa la muestra y, por último, se determina el porcentaje de humedad utilizando la siguiente fórmula (Avilés, 2000):

$$\% \text{ de humedad} = \frac{(P_1 + P_m) - (P_2)}{P_m} \cdot 100$$

P_1 = Peso de la caja petri vacía

P_2 = Peso de la caja petri después de la estufa

P_m = Peso de la muestra

Cenizas: El procedimiento para determinar el porcentaje de cenizas es el siguiente:

1. Pesarse el crisol en la balanza analítica hasta la cuarta cifra decimal.
2. Se añade dos gramos de muestra en el crisol con ayuda de una espátula.
3. Se coloca el crisol con su contenido sobre la llama del mechero de Bunsen por 10 a 15 minutos.
4. Se lleva el crisol con su contenido de muestra a la mufla calentada a 600°C, se incinera durante dos horas.
5. Transcurrido este tiempo, se coloca la muestra en un desecador, durante 20 minutos para enfriarla.
6. Se pesa la muestra y por último se determina el porcentaje de ceniza utilizando la siguiente fórmula:

$$\% \text{ de ceniza} = \frac{(\text{PCDM}-\text{PCV})}{\text{Pm}} \times 100$$

PCDM = Peso del crisol después de la mufla

PCV = Peso del crisol vacío

Pm = Peso de la muestra

Recuento de mohos y levaduras: El procedimiento es el siguiente:

1. Preparar dilución de la pectina a 1:10 (10-1); para lo cual se pipetea la muestra en un contenedor estéril apropiado, se añade el diluyente (agua destilada estéril) y se mezcla.
2. Se inocula 1 ml de la muestra en el centro de placas y se tapa.

3. Se incuban las muestras cara arriba a temperatura de 25°C ± 1°C, durante 3 días.

4. Se cuentan las colonias utilizando una fuente de luz con aumento para determinar levaduras y mohos.

5. Se multiplican los números de colonias identificadas por el inverso de la dilución.

6. Se reportan las unidades formadoras de colonias por mililitro de mohos y levaduras.

Coliformes: El procedimiento para determinar la presencia o ausencia de coliformes es el siguiente:

1. Preparamos diluciones hasta 10-3.
2. Sembrar tres tubos por cada dilución.
3. Los resultados se dan por cada ml de muestra.
4. Luego, incubar a 35 °C ± 1 por 24 h.
5. Realizar la primera lectura. Esta se observa en las campanas.
6. Los tubos que no sean positivos se incuban por otras 24 horas.

Salmonella: El procedimiento para la detección de salmonella es el siguiente:

1. Se prepara la solución madre (10 gramos de pectina - 90 ml de agua destilada esterilizada).
2. Se siembra 10 ml de la solución madre en caldo de crecimiento selenito.
3. Luego, incubar a 37 °C ± 1 por 24 - 48 horas.
4. Si hay crecimiento de bacterias, se siembra en agar salmonella shigella para detectar la presencia o ausencia de salmonella. En caso de presentar salmonella, el producto es rechazado.

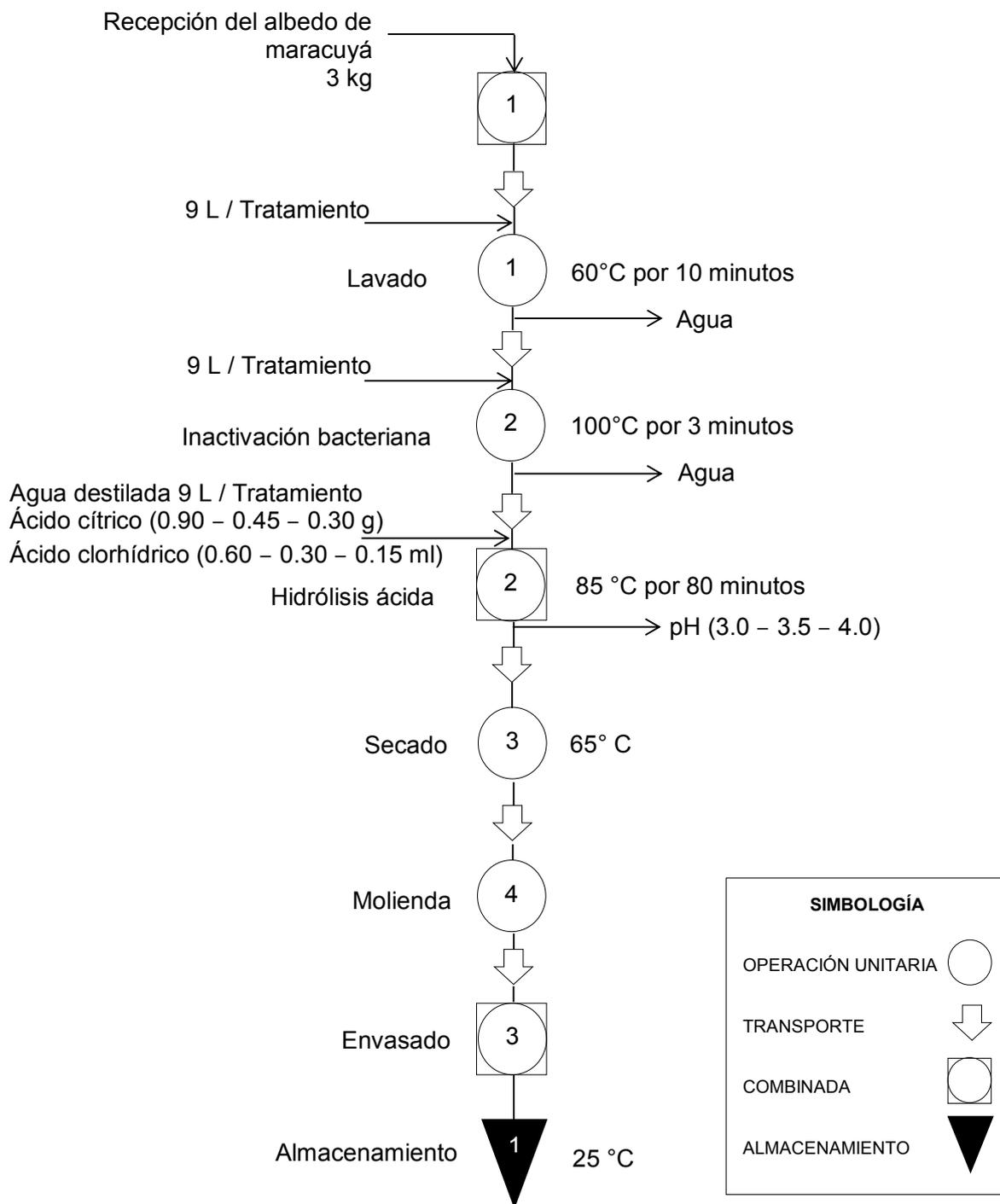


Figura 1. Proceso de pectina de albedo de maracuyá.

3. RESULTADOS

A continuación, se detallan los resultados obtenidos de la pectina de albedo de maracuyá, relacionados con el rendimiento, porcentaje de esterificación, tiempo de gelificación, análisis bromatológicos y microbiológicos:

Al realizar el análisis de varianza de acuerdo al rendimiento, porcentaje de esterificación y tiempo de gelificación como se observa en la Tabla 1, tanto los factores de estudio tipos de ácido (A) y niveles de pH (B) como para la interacción (A * B) existen diferencias significativas entre tratamientos.

Tabla 1. Análisis de varianza de rendimiento, porcentaje de esterificación y tiempo de gelificación de pectina de albedo de maracuyá.

Fuentes de Variación	GL	Suma de Cuadrados			Cuadrado Medio			Fisher Calculado 0.05			Fisher de Tabla 0.05		
		R	%E	TG	R	%E	TG	R	%E	TG	R	%E	TG
A	1	0.22	303.81	50158.95	0.22	303.81	50158.95	** 138.04	** 2875.03	** 5689.46	4.75	4.75	4.75
B	2	0.02	78.04	72472.40	0.01	39.02	36236.20	* 6.43	** 369.26	** 4110.22	3.88	3.88	3.88
A * B	2	0.02	74.80	105128.84	0.01	37.40	52564.42	* 5.36	** 353.93	** 5962.31	3.88	3.88	3.88
Error	12	0.02	1.27	105.79	1.6	0.11	8.82						
Total	17	0.27	457.92	227865.98									

A: Tipos de ácido, B: Niveles de pH, GL: Grados de Libertad
R: Rendimiento, %E: Porcentaje de esterificación, TG: Tiempo de gelificación
** Altamente significativo, *Significativo, NS no significativo

Tabla 2. Promedios de rendimiento, porcentaje de esterificación y tiempo de gelificación de pectina de albedo de maracuyá.

Fuente de variación Tipos de ácidos* niveles de pH	Rendimiento	Porcentaje de esterificación	Tiempo de gelificación
a1*b1	9.87 d	60.41 f	304.20 c
a1*b2	9.89 c d	62.76 e	342.00 b
a1*b3	9.98 b c	66.67 d	244.60 d
a2*b1	10.08 a b	68.61 c	361.00 a
a2*b2	10.19 a	75.98 a	31.67 f
a2*b3	10.12 a	69.90 b	181.40 e
Error:	0.0016	0.1057	8.8161
Error experimental	0.02	0.19	1.71
Tukey		0.05	
Grados de libertad		12	

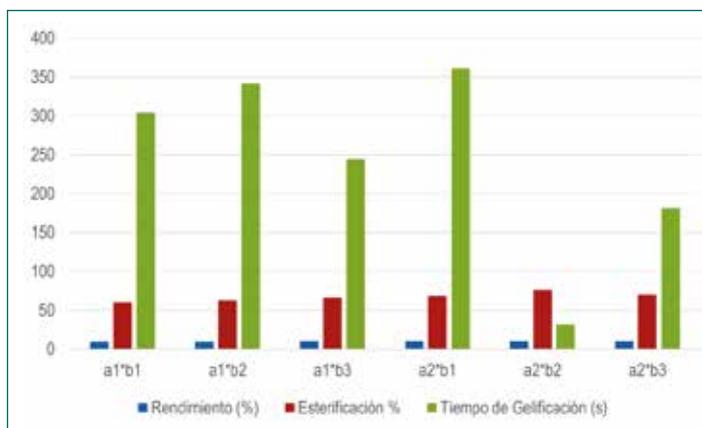


Figura 2. Promedios de rendimiento, porcentaje de esterificación y tiempo de gelificación de pectina de albedo de maracuyá.

Tabla 3. Mejor tratamiento de rendimiento, porcentaje de esterificación y tiempo de gelificación de pectina de albedo de maracuyá.

Mejor tratamiento	Rendimiento	Porcentaje de esterificación	Tiempo de gelificación
a2*b2	10.19 %	75.98 %	31.67 s

En la prueba de Tukey, tal como se muestra en la Tabla 2, la interacción de los factores A*B (tipos de ácido*niveles de pH) de la variable rendimiento, presenta al tratamiento a2b2 (ácido clorhídrico*pH 3.5) en la categoría estadística **a** con un valor de 10,19 %, determinándose como el mejor tratamiento. En menor categoría (**d**) se encuentra la combinación a1*b1 con un valor de 9,87 %. Así mismo, se puede observar en el porcentaje de esterificación que la combinación a2*b2 se ubica en categoría estadística **a** con el mayor valor (75,98 %), y en categoría **f**, con un valor menor (60,41 %), el tratamiento a1b1.

Según el tiempo de gelificación la combinación a2*b1 (ácido clorhídrico*pH 3.0), con mayor valor (361.00 s) se ubica en categoría estadística **a**. En categoría estadística **f**, con menor valor (31,67 s), se observa al tratamiento a2*b2 (ácido clorhídrico*pH 3.5), resultando el mejor tratamiento en tiempo de gelificación.

De acuerdo al resultado obtenido se demuestra que con el ácido clorhídrico, cuando se empleó a pH 3,5, se obtuvo un mayor rendimiento (10,19 %), un mejor porcentaje de esterificación (75,98 %) y menor tiempo de gelificación (31,67 s) de la pectina extraída de albedo de maracuyá.

Al mejor tratamiento a2*b2 se le realizó análisis de laboratorio obteniendo los resultados que se muestran en el siguiente cuadro:

Tabla 4. Análisis de laboratorio del mejor tratamiento de pectina de albedo de maracuyá.

Tipo de análisis	Resultado
Bromatológicos	Humedad 9,06 %
	Cenizas 3,40 %
	Salmonella Ausencia
Microbiológicos	Coliformes Ausencia
	Levaduras y hongos Ausencia

4. DISCUSIÓN

Herbstreith y Fox (2005) mencionan que el porcentaje de rendimiento en la pectina se encuentra entre un 15 a 20 %. Esta investigación considera idóneo al tratamiento a2*b2 con un rendimiento de 10,19 % porque se aproxima a los valores indicados por estos autores.

La pectina tiene múltiples usos industriales, por tanto contar con una metodología de fácil obtención brinda beneficios económicos, tecnológicos y ambientales al usarse material que puede ser un elemento contaminante del medio ambiente.

Según investigaciones realizadas por Gaviria y López (2005) y Grünauer (2009), el porcentaje de esterificación para las pectinas se encuentra en un rango de 71 – 76 %, y el porcentaje obtenido de pectina de albedo de maracuyá fue de 75,98 %, demostrando que el tratamiento a2*b2 se encuentra dentro del rango citado por estos autores.

Investigaciones realizadas por Vian (1994) demuestran que la velocidad de gelificación disminuye mucho con el grado de esterificación. Las pectinas de gelificación rápida actúan en un tiempo de 20 – 70 segundos teniendo un grado de esterificación del 75 %, demostrando que el tratamiento a2*b2, con un tiempo de gelificación de 31,67 segundos, se encuentra dentro de los rangos mencionados por el autor.

El grado de esterificación es importante porque a través de este se puede determinar el tiempo de gelificación de las pectinas, demostrando en esta investigación una gelificación rápida lo cual permite que en los productos industriales donde se utiliza pectina se desarrolle una gelificación uniforme, con mayor rapidez, evitando la sinéresis.

De acuerdo a las variables estudiadas: porcentaje de esterificación, tiempo de gelificación y rendimiento, se logró determinar como mejor tratamiento la combinación a2*b2 que mantuvo los rangos permitidos en base al cumplimiento de referencias pertinentes.

Una vez determinado el mejor tratamiento que corresponde a la combinación a2*b2 (ácido clorhídrico*pH 3,5), se realizaron análisis bromatológicos de cenizas (3,40 %) encontrándose en rangos permitidos, según investigaciones realizadas por Adossio *et al.*, (2005), humedad (9,06 %) y microbiológicos salmonella, levaduras, hongos y coliformes (ausencia).

5. CONCLUSIONES

Se estableció la mejor concentración con ácido clorhídrico (0,10 ml HCl y 9 ml de agua al 37,3% de concentración/ Kg de albedo) debido que éste cumplió con las características físico-químicas como tiempo de gelificación, porcentaje de esterificación y rendimiento en la pectina de albedo de maracuyá.

El mejor tratamiento corresponde a la combinación a2*b2, en el que se obtuvo un mejor porcentaje de esterificación en menor tiempo, cumpliendo su función de gelificante.

Con el tratamiento a1*b1 se obtuvo menor rendimiento y porcentaje de esterificación y con la combinación a2*b1 mayor tiempo de gelificación lo cual es desfavorable al momento de su uso en procesos industriales.

Se demostró que la pectina se encuentra en buenas condiciones bromatológicas y microbiológicas para su respectivo uso.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adossio, R., Páez, G., Marín, M., Mármol, Z., & Ferrer, J. (2005). Obtención y caracterización de pectina a partir de la cáscara de parchita (*Passiflora edulis*). Zamorano - Honduras. *Revista Facultad Agronómica*. p 244.
- Albersheim, P. (1996). Effects of calcium, magnesium and girding on quality of passion fruit in relation to fruit maturity. *J. Food Sci. India*, 4.
- Avilés, M. (2000). Análisis de los alimentos. 1 ed. Guayaquil - Ecuador.
- Aza, M., & Méndez, M. (2011). *Extracción de pectina de nopal (Opuntia Ficus Indica) por medio ácido aplicando dos niveles de temperatura, tiempo y estados de madurez*. Tesis de grado. Universidad Técnica del Norte. Ibarra – Ecuador. p 25.
- Durán, V., & Honores, M. (2012). *Obtención y Caracterización de pectina en polvo a partir de cáscara de maracuyá (Passiflora Edulis)*. Tesis de grado. Universidad de Litoral. Guayaquil- Ecuador. p 7-10.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 2006. Fichas técnicas características generales de la maracuyá.
- Gaviria, N., & López, L. (2005). *Extracción a escala laboratorio de la pectina de maracuyá y escaldado preliminar a planta piloto*. Tesis. Ing. de Procesos, Universidad EAFIT. p 100.
- Guidi, A., & Arandia, M. (2010). Obtención de pectina a partir de la cascara de maracuyá mediante hidrólisis ácida. Universidad del Valle. Ingeniería en Industrias Alimentarias. Cochabamba. *Revista boliviana*. Vol. 7. p 2.
- Guzmán, P. (1990). *Cultivo de la parchita*. Editores Espasan, 27.

- Grünauer, C. (2009). *Influencia del secado sobre la captación de agua de pectina extraída a partir del Citrus x aurantifolia Swingle*. Tesis. Ing. Mecánica y Ciencias de la producción. ESPO. Guayaquil-Ecuador. p 96.
- Haddad, O., & Millán, M. (1975). *La Parchita Maracuyá (passiflora edulis F. Flavicarpa Degener)*. Publicación del fondo de desarrollo frutícola, 63.
- Herbstreith & Fox. (2005). *Los especialistas de la pectina, AL*. Segunda edición. Zamorano - Honduras.
- MAGAP (Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuicultura y Pesca), 2012. Descargado de: <http://sinagap.agricultura.gob.ec/maracuya-2>
- Maldonado, Y., Salazar, S., Millones, E., Torres, E., & Vásquez, C. (2010). Extracción de pectina mediante el método de hidrólisis ácida en frutos de Maushan y Badillo. San Miguel de Soloco. *Revista Aporte Santiaguino*.
- Miyamoto, A. (1992). Extration and Physicochemical Characterization of Pectin from sunflower Head Residues. *J. Food Sci.*, 19.
- Mueckay, M. (2006). *Obtención de la pectina a partir de desechos industriales de maracuyá*. Tesis de grado. Universidad Agraria del Ecuador. (En línea). Descargado de: <http://www.monografias.com>
- Rivadeneira, M. (2009). *Extracción de pectina líquida a partir de cáscaras de maracuyá y su aplicación en el desarrollo de un producto de humedad intermedia*. Tesis. Ing. Alimentos. ESPO. Guayaquil- Ecuador. EC. p 15.
- Srinrangarajan, A., & Shrikhande, A. (1979). Technical note: Comparative aspects of pectin extracted from the peels of different varieties of mango. *Food Technol*, 567.
- Vásquez, G. (1993). *Extracción y caracterización de la pectina del bagazo de manzana*. Tesis de grado en Ingeniería. Facultad de Industrias Alimentarias: UNALM. Lima. p 191.
- Vian, A. (1994). *Introducción a la química industrial*. Editorial Reverte. Barcelona-España. p 486.
- Yepes, S., Montoya, L., & Sánchez, F. (2008). Valorización de residuos agroindustriales –frutas– en Medellín y el Sur del Valle de Aburrá. Medellín, Colombia. *Revista Facultad Nacional de Agronomía*. 61