



*Propiedades coagulantes de extractos naturales secos de semillas de M. Oleífera y hojas C. Spinosa en jugo de naranja*

*Coagulating properties of dry natural extracts of M. Oleífera seeds and C. Spinosa leaves in orange juice*

*Propriedades coagulantes de extratos naturais secos de sementes de M. oleifera e folhas de C. spinosa em suco de laranja*

Heidy Lissette Murillo-Zambrano <sup>I</sup>

[hmurillo6652@utm.edu.ec](mailto:hmurillo6652@utm.edu.ec)

<https://orcid.org/0000-0001-6484-7794>

Jandry Antonio Barreiro-Cobeña <sup>II</sup>

[jbarreiro4399@gmail.com](mailto:jbarreiro4399@gmail.com)

<https://orcid.org/0000-0002-2694-2632>

Ulbio Eduardo Alcívar-Cedeño <sup>IV</sup>

[ulbio.alcivar@utm.edu.ec](mailto:ulbio.alcivar@utm.edu.ec)

<https://orcid.org/0000-0001-7941-6401>

Jennifer Belén Rizzo-Ponce <sup>III</sup>

[jennibelen90@gmail.com](mailto:jennibelen90@gmail.com)

<https://orcid.org/0000-0002-2287-3000>

Gabriel Alfonso Burgos-Briones <sup>V</sup>

[gabriel.burgos@utm.edu.ec](mailto:gabriel.burgos@utm.edu.ec)

<https://orcid.org/0000-0002-1291-4083>

**Correspondencia:** [hmurillo6652@utm.edu.ec](mailto:hmurillo6652@utm.edu.ec)

Ciencias naturales

Artículo de revisión

\***Recibido:** 21 de febrero del 2021 \***Aceptado:** 20 de marzo del 2021 \* **Publicado:** 08 de abril de 2021

- I. Estudiante, Carrera de Ingeniería Química, Universidad Técnica de Manabí, Portoviejo, Manabí, Ecuador.
- II. Estudiante, Carrera de Ingeniería Química, Universidad Técnica de Manabí, Portoviejo, Manabí, Ecuador.
- III. Ingeniera Química, Posgrado Agroindustria, Escuela Superior Politécnica Agropecuaria Manabí, Sitio El Limón, Calceta, Manabí, Ecuador.
- IV. Magister en Administración Ambiental, Ingeniero Agroindustrial, Tecnólogo en Agroindustrias Doctor En Ciencias Técnicas, Departamento de Procesos Químicos, Facultad de Ciencias Matemáticas, Físicas y Químicas, Universidad Técnica de Manabí, Portoviejo, Manabí, Ecuador.
- V. Máster en Sistemas Integrados de Gestión, Ingeniero Químico, Departamento de Procesos Químicos, Facultad de Ciencias Matemáticas, Físicas y Químicas, Universidad Técnica de Manabí, Portoviejo, Manabí, Ecuador.



## Resumen

La industria de las bebidas naturales busca cada día innovación y mejoras en sus procesos, los cuales se ven reflejados en la calidad del producto final, utilizando aditivos naturales, por lo tanto se eligió a la *Moringa Oleífera* y *Caesalpinia Spinosa* para evaluar propiedades coagulantes de sus extractos secos en jugo de naranja. Se empleó ensayos de pruebas de jarras para comprobar existencia de coagulación, y se valoró por la remoción de turbidez en NTU en el jugo aplicado de forma directa; las variables fueron: tipos de extractos secos de semillas de moringa y hojas de guarango; dosis 500, 1000 y 1500 ppm y tiempo de reposo 7, 24, 32 y 48 horas;. Se aplicó un diseño experimental de A\*B\*C triplicado, un ANOVA con 95% de confianza y test de Dunnet. Se obtuvo como resultado que dosis de 500 a 1500 ppm generan la clarificación del jugo, mientras que, valores menores no tienen efecto y dosis mayores generan un enturbiamiento. La turbidez frente a cada una de las variables presentaron un  $p < 0,05$  en todos los tratamientos; siendo el mejor tratamiento de acuerdo a Dunnet la mezcla de los extractos moringa más guarango a 500 ppm durante 48 horas.

**Palabras clave:** Turbidez; coagulante; bebidas.

## Abstract

The natural drinks industry seeks innovation and improvements in its processes every day, which are reflected in the quality of the final product, using natural additives, therefore *Moringa Oleífera* and *Caesalpinia Spinosa* were chosen to evaluate the coagulating properties of their dry extracts in orange juice. Jar test trials were used to check for coagulation, and was assessed by removing turbidity in NTU in the juice applied directly; variables were: types of dry extracts of moringa seeds and guarango leaves; doses 500, 1000 and 1500 ppm and resting time 7, 24, 32 and 48 hours. A triplicate A\*B\*C experimental design, an ANOVA with 95% confidence and Dunnet test were applied. Concentrations of 500 to 1500 ppm generate an acceptable coagulation, lower values have no effect and higher values cause supersaturation. The turbidity against each one of the variables presented a  $p < 0.05$  in all the treatments; being the best treatment according to Dunnet the mixture of the moringa plus guarango extracts at 1000 ppm for 48 hours.

**Keywords:** Turbidity; coagulant; beverages.

## Resumo

A industria de las bebidas naturales busca cada día innovación y mejoras en sus procesos, los cuales se ven reflejados en la calidad del producto final, utilizando aditivos naturales, por lo tanto se eligió a la Moringa Oleífera y Caesalpinia Spinosa para avaliar propiedades coagulantes de sus extractos secos en jugo de naranja. Se empleo ensayos de pruebas de jarras para comprobar existencia de coagulación, y se valoró por la remoción de turbidez en NTU no jugo aplicado de forma directa; las variables fueron: tipos de extractos secos de semillas de moringa y hojas de guarango; dosis 500, 1000 e 1500 ppm e tempo de reposição 7, 24, 32 e 48 horas ;. Se aplicou un diseño experimental de A \* B \* C triplicado, un ANOVA con 95% de confianza y test de Dunnet. Se obtuvo como resultado que dosis de 500 a 1500 ppm generan la clarificación del jugo, mientras que, valores menores no tienen efecto y dosis mayores generan un enturbiamiento. La turbidez frente a cada una das variáveis presentaron un  $p < 0,05$  en todos los tratamientos; siendo el mejor tratamiento de acuerdo a Dunnet la mezcla de los extractos moringa más guarango a 500 ppm durante 48 horas.

**Palavras-chave:** Turbidez; coagulante; bebidas.

## Introducción

La evaluación sensorial la mejor herramienta para referirse a calidad, la cual se asocia a un conjunto de propiedades y características que permite valorar la percepción del consumidor[1]. Considerando que en el proceso industrial de la elaboración de los jugos de frutas existen varios problemas como: la sinéresis, variación de pH, cambios de color, entre otros [2]. La calidad sensorial de los jugos se relaciona con la turbidez, sedimentos y sólidos suspendidos que están presentes en el mismo, por lo cual se emplean coagulantes[3].

En la extracción del jugo de naranja (*citrus sinensis*), existe la liberación de pectina en el momento de exprimir la fruta, ocasionando comúnmente una separación de fases, por lo que es de vital importancia adicionar aditivos que evite este fenómeno, pues como consecuencia se obtiene un producto final con un grave defecto de calidad, por tal motivo existe una disminución de los atributos relacionados a la apariencia y aceptabilidad como son: el atractivo, el valor nutricional y la comerciabilidad del producto[4].

La función de un coagulante es contrarrestar el efecto repulsivo de partículas en suspensión con la misma carga electronegativa, lo que genera una colisión y formación de coágulos y posteriormente su precipitación. La función de los hidrocoloides, como aditivos alimentarios, son: espesar, gelificar y estabilizar. [5]

Para elegir un hidrocoloide se debe tener en consideración ciertos factores, tales como: sinergismo, pH, requerimientos de elementos minerales y micronutrientes, solubilidad, temperatura, acidez del sistema, tiempo y compatibilidad con otros ingredientes [6]; por tal motivo la problemática del uso de coagulantes químicos, evidenciados [7] da paso a la investigación de alternativas naturales como coagulantes que se originen o extraigan de microorganismos, animales o plantas. Teniendo en consideración que los polímeros orgánicos de origen natural presentan por lo general una mínima o nula toxicidad. [8]

La moringa (*Moringa oleífera*) es una de las plantas más estudiadas, las semillas actúan como uno de los coagulantes primarios más efectivos para el tratamiento del agua [9]. Así mismo las semillas contienen cantidades importantes de aminoácidos polares, con un poder coagulante [10]. El contenido de aminoácidos en las semillas de *M. oleífera* representa el 6,92% p/p. correspondiendo el mayor porcentaje al ácido glutámico (1,680%), seguido de arginina (0,687%) y en menor porcentaje a la tirosina (0,105%). Conociendo que ocho de los 17 aminoácidos (aa) caracterizados en el agente activo de las semillas son no polares [11].

El guarango (*Caesalpinia Spinosa*) es una planta silvestre con gran potencial económico para la agroindustria y la agro exportación, utilizada como materia prima para la producción de ácido tánico y gálico. Sus hojas son en forma de plumas, aparcadas, ovoides y brillantes, ligeramente espinosas de color verde oscuro y miden 15 cm de largo [12]. Conociendo que la fuente del principio activo coagulante de estas hojas, se debe a la presencia de galactomananos, ya que generalmente las vainas de guarango han sido una buena fuente para producir tanino, tanino biliar y ácido gálico[13].

Se relaciona también que hay influencia del efecto combinado pH-concentración de goma de *C. spinosa*, sobre la sedimentación y porcentaje de color removido del jugo de caña [14] relacionan. Finalmente las vainas de guarango estudiadas por Romero y otros concluyen que esta planta puede ser aplicada en la industria alimentaria, y ser materia prima para producir hidrocoloides siendo una alternativa a las establecidas en el Codex Alimentario [15, 16].

Los extractos secos son aquellos que tienen una consistencia seca y son fácilmente pulverizables, se obtienen por evaporación del disolvente y desecación del residuo. Los extractos secos no deben presentar un contenido de humedad mayor del 5%. Presentan una concentración muy superior de principio activo que la droga original, son bastante estables aunque ocasionalmente pueden resultar higroscópicos y sin embargo son de fácil manipulación [17].

La coagulación natural es un proceso de neutralización de cargas mediante la adición de extractos de plantas que contienen polifenoles (taninos), gomas, mucílagos o proteínas para generar la desestabilización coloidal [18]. En la coagulación se incrementa la fuerza iónica del medio, se reprime la doble capa eléctrica y por tanto cesa la repulsión entre las partículas coloidales [19].

La hipótesis de la investigación fue que los extractos secos de moringa y guarango presentan propiedades coagulantes en jugos naturales (jugo de naranja) en la remoción de la turbidez, para poder ser empleado como un aditivo coagulante natural en la industria alimenticia.

El objetivo de este trabajo fue evaluar las propiedades coagulantes de los extractos secos de semillas de *M. Oleífera* y hojas de *C. Spinosa* en jugos naturales, mediante pruebas de jarras, y reducción de turbidez, para clarificación de los mismos.

## **Materiales y métodos**

- Para el proceso de extracción seca del coagulante a partir de la *M. oleífera* y *C. Spinosa* se utilizó material vegetal (semillas y hojas) las semillas obtenidas en el mercado natural del cantón Santa Ana de la provincia de Manabí y las hojas de guarango en el mercado principal de la ciudad de Riobamba, en la provincia de Chimborazo, procurando que procedieran de un mismo lote. Las naranjas (*Citrus sinensis L.*) para el ensayo fueron de la variedad Valencia tardía, cosecha de enero del 2020, procedentes de la zona centro sur de la provincia de Manabí, Ecuador, siendo elegidas por su disponibilidad, compradas en la frutería Coctel, ubicada en la ciudad de Portoviejo.

## **Extracción**

Se llevó a cabo la selección de semillas de moringa las cuales debieron estar completamente maduras (color café oscuro), luego se retiró la corteza que protegen la almendra, eligiendo semillas sin signos de pudrición o decoloración, se determinó la humedad inicial de 10.5% con termobalanza, para dar paso al secado en un secador de bandejas Cakestand PSL durante 4 horas a

temperatura constante de 45 °C para eliminar la humedad hasta  $\leq 8.0$  %. Una vez obtenida la humedad se procedió con la molienda de la almendra usando un molino de doble aspa marca MAQORITO, para obtener un polvo fino y amarillento[20], el cual se pesó y almacenó en bolsas de polietileno de baja densidad (ziploc).

Para la obtención del extracto de guarango, se separó las hojas de las ramas y tallos dejando solo las de mejor aspecto, se limpió con agua para retirar tierra e impurezas, se determinó una humedad inicial de 13%, dando paso al secado mediante secador de bandejas a 40 °C por 3 horas hasta una humedad de  $< 8\%$ , se continuó con el pulverizado de las hojas secas, con ayuda de un molino de doble aspa, se almacenó el extracto en b en bolsas de polietileno de baja densidad en refrigeración a 10° C.

El jugo de naranja se obtuvo de forma mecánica como lo establece el Codex [16] el cual para obtener homogeneidad se buscó tener un mismo estado de maduración y grados °Brix, se filtró el jugo evitando presencia de semillas o partículas con ayuda de un colador de nylon de granulometría 150 mm.

Una vez determinada la dosificación con efecto coagulante, se procede activar el extracto con agitación, para proceder a envasar el jugo en botellas color ámbar evitando contaminación y que afecte la luz.

### **Ensayos de Coagulación**

Los ensayos de coagulación se realizaron con el procedimiento estándar de prueba de Jarras. En cada ensayo se varió la dosis desde 0, a 10 000 mg, de extracto por cada litro de jugo de naranja, utilizando para esto 100 ml de jugo por cada dosis, luego se agitó durante varios minutos para estimular el componente activo. Inmediatamente se bajó la velocidad de remoción para tener una distribución homogénea, teniendo en consideración la explicación del fenómeno de coagulación y floculación se ve condicionado por la agitación, debido a que la velocidad de rotación varía en consecuencia, permitiendo simulación de diferentes intensidades de mezcla y resultados proceso de floculación[7]. Finalmente, se dejó reposar bajo el concepto de la prueba de Imhoff, durante 1 a 6 horas donde se observó la formación de flocs, previo a medir la turbidez removida[21].

## La nomenclatura utilizada fue la siguiente

a1: Moringa; a2: Guarango; a3: moringa + guarango; b1: 500 ppm, b2: 1000 ppm; b3: 1500 ppm;  
c1: 7 horas; c2: 24 horas; c3: 32 horas; c4: 48 horas

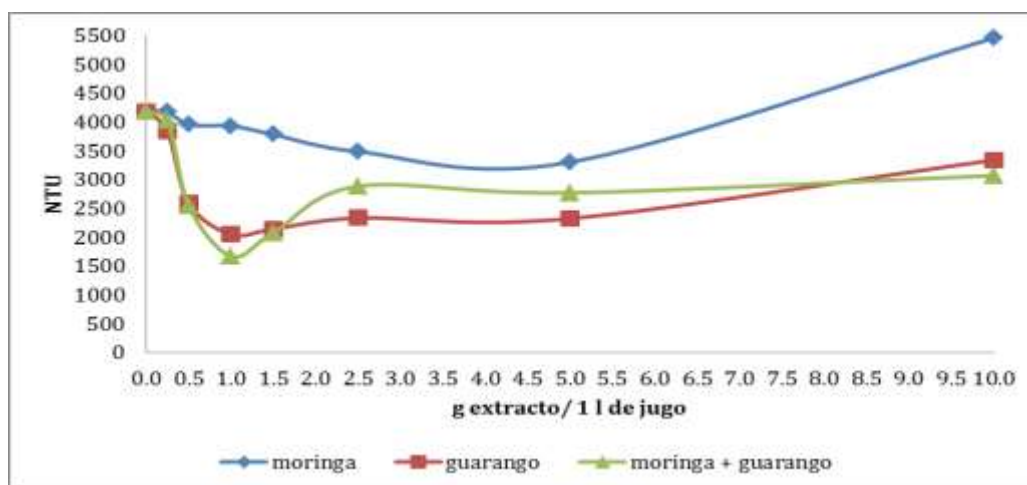
La investigación constó de 40 tratamientos con 3 réplicas cada uno, que da un total de 120 unidades experimentales, para cada tratamiento; cada unidad experimental de jugo de naranja fue de 500 ml; el cual se mezcló con extractos de moringa, guarango y guarango más moringa (50:50) en dosis de 500, 1 000 y 1 500 ppm; más control; el producto se envasó y almacenó para su control por 7 horas, 24 horas, 32 horas y 48 horas, realizándose análisis de turbidez. Este proceso se realizó con precaución evitando la contaminación del jugo.

Se aplicó un diseño experimental de A\*B\*C utilizando el programa SPSS y STATGRAPHICS versión estudiantil, un ANOVA con 95% de confianza, una comparación múltiple usando el test de Tuket y de Dunnett y gráficos de dispersión con Excel.

## Resultados y discusión

Para determinar la concentración a utilizar, se observaron los rangos en los cual se produce el fenómeno de coagulación mostrados en la Figura 1, la cual representa mediante curvas la acción de cada tipo de extracto en el jugo de naranja, donde la turbidez varía dependiendo de los gramos de extractos empleados sobre litros de jugo de naranja ppm.

**Figura 1:** Variación de la turbidez en función de los diferentes extractos y concentraciones



Fuente: Autor de la investigación



Las curvas muestran que al aplicar valores menores de 500 ppm., de extractos secos de moringa y guarango al jugo de naranja no existió ningún efecto; mientras que, al utilizar dosis mayores de extracto con valores entre 500 a 1500 ppm, se presentó la formación de flocs una vez que se agitó y reposó la muestra, dando paso a la coagulación y consecuentemente a la reducción de turbidez, considerando que el proceso de coagulación mal realizado también puede conducir a una degradación de la calidad, y a la vez representa gastos de operación no justificadas[22].

Teniendo ya comprendida una dosificación de extracto que generan la coagulación se procedió a buscar el mejor tratamiento que ocasione este fenómeno; por lo cual en la Tabla 5 se muestran los valores de la turbidez en NTU en el jugo de naranja dependiendo de los extractos, dosis empleadas y tiempo de reposo, notándose que el valor del tratamiento control fue supera los 4000 NTU, valor que se reduce con la aplicación de extractos, principalmente del tratamiento  $a3*b1*c3$ , en el que se redujo a 1 477 NTU de turbidez, registrando como valor mínimo en el tratamiento  $a3*b3*c4$ , con 557 NTU, lo que significa que no solo los niveles de extracto reducen la turbidez sino que el mantener estos extractos en el jugo de naranja con el paso del tiempo sigue teniendo su acción clarificante, debido a la presencia de componentes activos en su estructura química.

**Tabla 1:** Turbidez de jugo de naranja con diferentes extractos, dosis y tiempo

Valores de la turbidez de tratamientos de jugo de naranja con diferentes extractos, dosis y tiempos											
	Control	a1= Moringa			a2= Gurango			a3= Moringa + Guarango			
		b1= 500	b2= 1000	b3= 1500	b1= 500	b2= 1000	b3= 1500	b1= 500	b2= 1000	b3= 1500	
		$a1*b1*c1$	$a1*b2*c1$	$a1*b3*c1$	$a2*b1*c1$	$a2*b2*c1$	$a2*b3*c1$	$a3*b1*c1$	$a3*b2*c1$	$a3*b3*c1$	
<b>C1= 7 horas</b>		4273	3932	3910	3753	1860	2043	2145	1480	1650	2075
		4277	3802	3996	3836	1838	2045	2141	1477	1688	2086
		4307	3772	3880	3753	1855	2055	2141	1514	1676	2065
<b>c2= 24 horas</b>	<b>Control</b>	$a1*b1*c2$	$a1*b2*c2$	$a1*b3*c2$	$a2*b1*c2$	$a2*b2*c2$	$a2*b3*c2$	$a3*b1*c2$	$a3*b2*c2$	$a3*b3*c2$	
		4125	2301	1222	1332	1139	1206	1179	817	765	758
		4120	2309	1226	1335	1135	1203	1176	839	769	761
		4126	2316	1234	1343	1134	1209	1178	840	772	764
<b>c3= 32 horas</b>	<b>Control</b>	$a1*b1*c3$	$a1*b2*c3$	$a1*b3*c3$	$a2*b1*c3$	$a2*b2*c3$	$a2*b3*c3$	$a3*b1*c3$	$a3*b2*c3$	$a3*b3*c3$	
		4453	1957	1219	1409	1077	1075	1050	759	706	695
		4457	1965	1220	1409	1070	1074	1051	772	706	695
		4455	1976	1226	1416	1070	1079	1054	779	707	695
<b>c4= 48 horas</b>	<b>Control</b>	$a1*b1*c4$	$a1*b2*c4$	$a1*b3*c4$	$a2*b1*c4$	$a2*b2*c4$	$a2*b3*c4$	$a3*b1*c4$	$a3*b2*c4$	$a3*b3*c4$	
		3840	1270	1212	1564	952	812	793	642	589	568
		3838	1278	1207	1558	940	815	802	638	580	563
		3840	1296	1209	1564	943	818	804	656	576	557



valores de las diferencia de las medias. Esto ocurre debido a que la composición de estas plantas tienen cadena de aminoácidos cuya carga neta positiva y negativa atrapan los sólidos en suspensión que los aglutina removiendo turbidez[23, 24].

Además la dosis del coagulante condiciona el funcionamiento de las unidades de decantación y es imposible realizar una clarificación si la cantidad de coagulante está mal ajustada. De esta manera al tener las proporciones adecuadas para el uso de los extractos se pueden considerar como aditivos de acuerdo al contenido que oscila entre 100 mg/kg a 10 000 mg/kg, mientras que el auxiliar tecnológico va en un rango de 1 mg/kg a 100 mg/kg, sin embargo no siempre se cumple esta condición ya influyen muchas variables físicas y de ambiente[25].

**Tabla 5:** Comparación múltiple de los tipos de extractos aplicando el test de Dunnett.

Dependent Variable: ntu						
Dunnett t (2-sided) <sup>a</sup>						
(I) extracto	(J) extracto	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
moringa	control	- 2086.83025*	232.95445	.000	- 2624.1252	- 1549.5353
guarango	control	- 2899.25309*	232.95445	.000	- 3436.5481	- 2361.9581
m+g	control	- 3212.59259*	232.95445	.000	- 3749.8876	- 2675.2976

Nota:\*. The mean difference is significant at the 0.05 level. a. Dunnett t-tests treat one group as a control, and compare all other groups against it. Elaborado por autor de la investigación.

Con respecto a lo anterior, al corroborar que todos los extractos generan el efecto coagulante se toma en consideración las investigaciones de Wu, Ding, Jia & He [26], sobre la moringa donde dice que es un hidocoloide que se comporta como un gel de alta frecuencia, siendo muy útil su aplicación en el procesamiento de alimentos, mientras investigaciones de Basurto [27] enfatizan que el guarango por la cantidad de ácido gálico de los taninos es empleado como un elemento

clarificante en la industria de jugos, cervecera y de vinos, de la misma manera otros coagulantes naturales similares a la moringa y guarango como quitosano utilizados en el jugo de naranja también reduce la turbidez debido a la presencia de los grupos aminos en la estructura del compuesto[4], confiriendo capacidad a las proteínas para coagular sustancias coloidales ya que en los extractos naturales el principal mecanismo de coagulación es la adsorción y la neutralización de cargas[23]. Además la coagulación está principalmente influenciada por la variación del pH, contenido de sólidos suspendidos, salinidad, temperatura, velocidad y tiempo de agitación[19].

### **Conclusiones**

Los extractos secos de semillas de moringa (*M. Oleífera*) y hojas de guarango (*C. Spinosa*) aplicados al jugo natural de naranja presentaron propiedades coagulantes removiendo turbidez del jugo en un lapso de tiempo, empleando dosis de 500 a 1500 ppm, siendo la mejor la combinación de acuerdo a Dunnett fue moringa + guarango en (50:50) en 500 ppm por 48 horas, la cual disminuyó la turbidez de 4 279 a 638 NTU, mostrando una diferencia significativa en todos los tratamientos. Se recomienda por seguridad alimentaria emplear los extractos en forma seca ya que facilita su dilución, además debido a la facilidad de obtención se podría emplear solo el extracto de moringa, y en cuanto al tiempo a pesar que estadísticamente el mejor es a las 48 horas por estimación de costos se recomienda emplear las 24 horas.

### **Referencias**

1. Ávila-de Hernández, R.M. and C.C. González-Torrivilla, La evaluación sensorial de bebidas a base de fruta: Una aproximación difusa. Universidad, Ciencia y Tecnología, 2011. 15: p. 171-182.
2. Martínez, K., et al., Preparación de un jugo clarificado de frutas utilizando un concentrado enzimático de guayaba y papaya. 2017.
3. Padron Pereira, C. and M. Moreno Alvarez, Analítico: 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.
4. Almendaris, C. and M. Vicente, Clarificación del jugo de naranja (*Citrus sinensis*) mediante la utilización de diferentes niveles de Quitosano. 2018, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

5. Sa, R.C. And L.V.M. Ocampo, Determinación de las condiciones apropiadas de preparación de un floculante como componente fundamental en el proceso de clarificación de jugo en. 2012.
6. Gaviria, P.M., D.A. Restrepo, and H. SUÁREZ, Utilización de Hidrocoloides en bebida láctea tipo Kumis. *Vitae*, 2010. 17(1): p. 29-36.
7. 7. Katayon, S., et al., Effects of storage conditions of *Moringa oleifera* seeds on its performance in coagulation. *Bioresource technology*, 2006. 97(13): p. 1455-1460.
8. Olivero , R.E.V., et al., Utilización de Tuna (*opuntia ficus-indica*) como coagulante natural en la clarificación de aguas crudas. *Avances: Investigación en Ingeniería*, 2014. 11(1): p. 70-75.
9. Fahmi, M.R., et al., Mechanism of turbidity and hardness removal in hard water sources by using *Moringa oleifera*. 2011.
10. Mitjans, D.G., V.P. Bravo, and B.Z. de Cárdenas, Caracterización de aceites de las semillas de *Moringa oleífera* a partir de la extracción por diferentes métodos. *Revista colombiana de Biotecnología*, 2016. 18(2): p. 106-111.
11. Campos, J., et al., Caracterización del agente coagulante activo de las semillas de *Moringa oleífera* mediante HPLC. *Boletín del centro de investigaciones biológicas*, 2009. 37(1).
12. Martínez Ramos, J.L., Extracción de goma de la semilla de tara (*caesalpinia tinctoria*). 2004.
13. Valachová, K., et al., Radical scavenging activity of *Caesalpinia spinosa*. *Neuro Endocrinol Lett*, 2014. 35(2): p. 197-200.
14. Valderrama, J.J. and G.D.C.B. Jauregui, Efecto del pH y concentración de goma de tara (*Caesalpinia spinosa*) sobre la clarificación del jugo de caña (*Saccharum officinarum*). *Pueblo Continente*, 2016. 17(1): p. 27-32.
15. Romero, N., A. Fernández, and P. Robert, A polyphenol extract of tara pods (*Caesalpinia spinosa*) as a potential antioxidant in oils. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 2012. 114(8): p. 951-957.
16. CODEX, S., STAN 247-2005. *Codex Gen. Stand. Fruit Juices and Nectars*. Rome: Food and Agriculture Organization, 2005.
17. Carrión Jara, A.V. and C.R. García Gómez, Preparación de extractos vegetales: determinación de eficiencia de metódica. 2010.
18. Banchón, C., et al., Coagulación natural para la descontaminación de efluentes industriales. *Enfoque UTE*, 2016. 7(4): p. 111-126.
19. Bratby, J., *Coagulation and flocculation*. Uplands: Croydon, England, 1980.

20. Jyothi, P., J. Atluri, and C.S. Reddi, Pollination ecology of *Moringa oleifera* (Moringaceae). *Proceedings: Plant Sciences*, 1990. 100(1): p. 33-42.
21. Arias-Hoyos, A., et al., Tratamiento de aguas residuales de una central de sacrificio: uso del polvo de la semilla de la m. oleífera como coagulante natural. *Biotecnología en el sector agropecuario y agroindustrial*, 2017. 15(spe): p. 29-39.
22. Aguilar Ascón, E.A., Utilización de las semillas de Tara (*Caesalpinia Spinoza*) como ayudante de coagulación en el tratamiento de aguas. 2010.
23. Guzmán, L., et al., Reducción de la turbidez del agua usando coagulantes naturales: una revisión. 2013.
24. Sánchez-Peña, Y., et al., *Moringa oleífera*; importancia, funcionalidad y estudios involucrados. *Revista Científica de la Universidad Autónoma de Coahuila*, 2013. 5(9): p. 25-30.
25. Multon, J.-L., Aditivos y auxiliares de fabricación en las industrias agroalimentarias. 1999, Acribia.
26. Wu, Y., Ding, W., Jia, L., & He, Q. (2015). The rheological properties of Tara gum (*Caesalpinia spinosa*). *Food Chemistry*, 168, 366-371. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.07.083>
27. Basurto, L. (2006). Todo sobre la tara ,*Caesalpinia Spina*. <http://www.asocam.org>. <http://www.asocam.org/sites/default/files/publicaciones/files/b3c71f39d9c60acfd2fd4785095f28b9.pdf>