



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ
MANUEL FÉLIX LÓPEZ**

DIRECCIÓN DE POSGRADO Y FORMACIÓN CONTINUA

**INFORME DE INVESTIGACIÓN
PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE MAGISTER
EN AGROINDUSTRIA**

MODALIDAD:

TRABAJO DE TITULACIÓN

TEMA:

**EFFECTO DE LOS TIPOS DE EXTRACTOS DE *Moringa oleífera* Y
Caesalpinia spinosa COMO AGENTE COAGULANTE EN JUGO DE
NARANJA**

AUTOR:

ING. JENNIFFER BELÉN RIZZO PONCE

TUTOR:

ELY FERNANDO SACÓN VERA PhD.

COTUTOR:

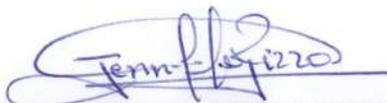
ULBIO EDUARDO ALCÍVAR CEDEÑO PhD.

CALCETA, DICIEMBRE, 2020.

DERECHOS DE AUTORÍA

JENNIFFER BELÉN RIZZO PONCE, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional, que se han respetado los derechos de autor de terceros, por lo que asumimos la responsabilidad sobre el contenido del mismo, así como ante la reclamación de terceros, conforme a los artículos 4, 5 y 6 de la Ley de Propiedad Intelectual.

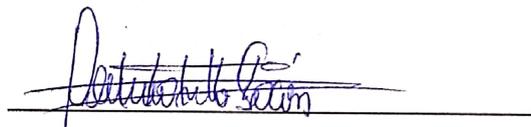
A través de la presente declaración cedo los derechos de propiedad intelectual a la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, según lo establecido en el artículo 46 de la Ley de Propiedad Intelectual y su Reglamento.



ING. JENNIFFER BELÉN RIZZO PONCE

CERTIFICACIÓN DE TUTOR

ELY FERNANDO SACÓN VERA PhD, certifica haber tutelado el trabajo de titulación **EFFECTO DE LOS TIPOS DE EXTRACTOS DE *Moringa oleífera* Y *Caesalpinia spinosa* COMO AGENTE COAGULANTE EN JUGO DE NARANJA** que ha sido desarrollado por **JENNIFFER BELÉN RIZZO PONCE**, previo la obtención del título de Magister en Agroindustria, de acuerdo al Reglamento de unidad de titulación de los programas de Posgrado de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.



ELY FERNANDO SACÓN VERA, PhD

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL

Los suscritos integrantes del tribunal correspondiente, declaramos que hemos **APROBADO** el trabajo de titulación **EFFECTO DE LOS TIPOS DE EXTRACTOS DE *Moringa oleífera* Y *Caesalpinia spinosa* COMO AGENTE COAGULANTE EN JUGO DE NARANJA**, que ha sido propuesto, desarrollado y sustentado por **JENNIFFER BELÉN RIZZO PONCE** previa la obtención del título de Magister en Agroindustria, de acuerdo al Reglamento de la unidad de titulación de los programas de Posgrado de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.



ING. FRANCISCO DEMERA LUCAS, MG

MIEMBRO DEL TRIBUNAL



ING. NELSON MENDOZA GANCHOZO, MG.

MIEMBRO DEL TRIBUNAL



ING. ROSANNA LOOR CUSME Mg.

PRESIDENTE

AGRADECIMIENTO

“La gratitud se da cuando la memoria se almacena en el corazón y no en la mente.”

Agradecimiento en primer lugar al ser supremo, porque independientemente de la religión creo que este mundo tan bello y los dones y oportunidades que se me han otorgado deben provenir de un ser majestuoso.

Mi gratitud eterna a mis padres quienes desde el inicio de mi carrera estudiantil han estado apoyándome siempre, porque bien dicen que la mejor herencia que se les puede otorgar a los hijos no son los bienes, sino la educación, uno de ellos no está físicamente pero su apoyo siempre fue incondicional.

No puedo olvidar agradecer a mi tutor Ely Sacón quien con sus conocimientos supo guiarme para poder desarrollar esta idea que a veces parecía una locura pero la perseverancia y disciplina lograron que se ejecutara satisfactoriamente.

A esta alma mater que en busca de apoyar a la educación me ha otorgado las herramientas para que en estos dos años descubra y amplíe un poquito más las novedades científicas, basándose en lo teórico y práctico que enriquecen a cada estudiante.

Un agradecimiento a la Universidad Técnica de Manabí, que no me cerró las puertas al prestarme sus laboratorios para que pudiera realizar mi investigación, especialmente al Ing. Ulbio Alcívar, quien me brindó todo el apoyo necesario desde que surgió la idea de probar algo nuevo en el ámbito alimenticio.

Finalmente no puedo dejar de agradecer a todos quienes directamente estuvieron conmigo, amigos, compañeros y familiares, sobre todo a mi mejor amigo Jorge Alfredo Almeida que más que mi novio, como amigo me dio la mano en los momentos que parecía que no daba más.

A todos les quedo agradecida infinitamente.

DEDICATORIA

A mi Ángel en el cielo.

Quien compartió conmigo casi 29 años, lamentablemente la vida tiene un fin y hoy no estás. Pero sé que desde el cielo estarás feliz, logré lo que me propuse, el orgullo desbordaría tu pecho; se acabó todo el esfuerzo del cual tú fuiste testigo, apoyándome incondicionalmente desde el primer día de clases, mete ñeque me decías cuando iba los viernes casi dormida a clases, no te rindas que ya falta menos eran tus frases, hoy todo ese esfuerzo dio frutos, no estás conmigo físicamente pero sé que desde donde estés me miras y sonreirás, tal vez el traje se quedó confeccionado pero siempre en mi corazón estarás. Por ti yo lograba todo y cada nuevo triunfo para ti será, eso me enseñaste desde niña a luchar, a seguir por lo que quiero que no me quede en lo que sé, sino que cada día busque más.

Por todas tus enseñanzas papito, mi gratitud y amor eternamente hasta que nos volvamos a encontrar.

Jennifer

CONTENIDO GENERAL

DERECHOS DE AUTORÍA	ii
CERTIFICACIÓN DE TUTOR	iii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL	iv
AGRADECIMIENTO	v
DEDICATORIA	vi
RESUMEN	xi
PALABRAS CLAVE	xi
ABSTRACT	xii
KEY WORDS	xii
CAPÍTULO I. ANTECEDENTES	1
1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	1
1.2. JUSTIFICACIÓN	3
1.3. OBJETIVOS	4
1.4. HIPÓTESIS	4
CAPÍTULO II.- REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	5
2.1. LA INDUSTRIA DE LAS BEBIDAS	5
2.1.1. JUGO DE FRUTAS	5
2.1.2. NARANJA <i>Citrus Sinensis</i>	6
2.1.3. PROPIEDADES ORGANOLÉPTICAS DE LOS ALIMENTOS	6
2.1.4. PÉRDIDA DE CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS EN JUGOS	7
2.1.5. TURBIDEZ EN LOS JUGOS DE FRUTAS	7
2.1.6. REMOCIÓN DE TURBIDEZ	8
2.2. EFECTO COAGULANTE	8
2.2.1. CLARIFICACIÓN	9
2.3. USO DE AUXILIARES TECNOLÓGICOS COAGULANTES EN LA INDUSTRIA	10
2.3.1. ADITIVO	10
2.3.2. HIDROCOLOIDES	11
2.3.3. AUXILIAR TECNOLÓGICO	11
2.3.4. DOSIS DE COAGULANTES.	12
2.4. COAGULANTES DE ORIGEN VEGETAL	13
2.4.1. EXTRACTOS	13
2.4.2. EXTRACTOS SECOS	14
2.4.3. <i>Moringa oleífera</i> (MORINGA)	14

2.4.4. <i>Caesalpinia spinosa</i> (GUARANGO).....	18
CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO.....	20
3.1. UBICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	20
3.2. DURACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	20
3.3. FACTORES EN ESTUDIO.....	20
3.3.1. NIVELES DE LOS FACTORES.....	20
3.4. TRATAMIENTOS.....	21
3.5. DISEÑO EXPERIMENTAL.....	22
3.6. UNIDAD EXPERIMENTAL.....	22
3.7. VARIABLES A MEDIR.....	22
3.8. MANEJO DEL EXPERIMENTO.....	23
3.8.1. EXTRACCIÓN SECA POR PULVERIZACIÓN DEL COAGULANTE DE LAS SEMILLAS DE MORINGA (Jyothi, Atluri & Reddi, 1990).....	23
3.8.2. EXTRACTO SECO POR PULVERIZACIÓN DE HOJAS DE GUARANGO.....	25
3.8.3. DESCRIPCIÓN DE LA ELABORACIÓN DE JUGO DE NARANJA.....	27
3.8.4. ENSAYO PREVIO, PARA DETERMINAR LAS DOSIS DE EXTRACTOS DE MORINGA Y GUARANGO, A APLICAR EN EL JUGO.....	29
3.8.5. ENSAYO DE COAGULACIÓN.....	32
3.8.6. ANÁLISIS DE TURBIDEZ.....	32
3.8.7. ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS.....	32
3.9 ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	33
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	35
4.1. TURBIDEZ EN EL JUGO DE NARANJA.....	35
4.1.1. TURBIDEZ POR TIPO DE EXTRACTOS.....	38
4.1.2. TURBIDEZ VS LAS DOSIS EMPLEADAS.....	41
4.1.3. TURBIDEZ VS TIEMPO.....	44
4.2. ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS.....	46
4.2.1. CONTROL DE PH.....	46
4.2.2. CONTROL DE SÓLIDOS SOLUBLES (°Brix).....	48
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	50
5.1. CONCLUSIONES:.....	50
5.2. RECOMENDACIONES.....	50
BIBLIOGRAFÍA.....	51
ANEXOS.....	57

CONTENIDO DE TABLAS

TABLA 1: CONTENIDO DE ALGUNOS AMINOÁCIDOS PRESENTES EN SEMILLAS DE MORINGA	16
TABLA 2: NIVELES DE LOS FACTORES DEL EXPERIMENTO	20
TABLA 3: TRATAMIENTOS EN ESTUDIO CON SU RESPECTIVA CODIFICACIÓN	21
TABLA 4: ESQUEMA ANOVA A*B*C	22
TABLA 5: TURBIDEZ DE JUGO DE NARANJA CON DIFERENTES EXTRACTOS, DOSIS Y TIEMPO	35
TABLA 6: ANOVA PARA TURBIDEZ POR TRATAMIENTOS	36
TABLA 7: COMPARACIÓN MÚLTIPLE DE LOS TIPOS DE EXTRACTOS APLICANDO EL TEST DE DUNNETT. PARA LA VARIABLE TURBIDEZ POR TRATAMIENTOS	37
TABLA 8: ANOVA DE TURBIDEZ POR FACTORES	38
TABLA 9: COMPARACIONES MÚLTIPLES PARA TURBIDEZ POR EXTRACTOS.....	40
TABLA 10: SUBCONJUNTOS HOMOGÉNEOS FACTOR EXTRACTOS	40
TABLA 11: SUBCONJUNTOS HOMOGÉNEOS FACTOR DOSIS	42
TABLA 12: SUBCONJUNTOS HOMOGÉNEOS DEL FACTOR TIEMPO	45
TABLA 13: ANOVA DE PH POR FACTORES.....	46
TABLA 14: ANOVA DE °BRIX POR EXTRACTOS, DOSIS Y TIEMPO.	48

CONTENIDO DE FIGURAS

FIGURA 1: RESUMEN DEL PROCESO DE COAGULACIÓN Y FLOCULACIÓN	9
FIGURA 2: PERFIL CROMATOGRÁFICOS DE LOS AMINOÁCIDOS PRESENTES EN LAS SEMILLAS DE MORINGA.....	17
FIGURA 3: CLASIFICACIÓN Y % P/P DE LOS AMINOÁCIDOS CONSTITUYENTES DE LA PROTEÍNA ACTIVA DE M. OLEÍFERA.....	18
FIGURA 4: DIAGRAMA DE PROCESOS DE LA EXTRACCIÓN SECA POR PULVERIZACIÓN DE LAS SEMILLAS DE MORINGA.....	23
FIGURA 5: DIAGRAMA DE PROCESO DE OBTENCIÓN DE EXTRACTO SECO POR PULVERIZACIÓN DE HOJAS DE GUARANGO	25
FIGURA 6: VARIACIÓN DE LA TURBIDEZ EN FUNCIÓN DE LOS DIFERENTES EXTRACTOS Y CONCENTRACIONES.....	30
FIGURA 7: GRÁFICO DE ANOVA DE LA TURBIDEZ FRENTE A TIPOS DE EXTRACTO.	39
FIGURA 8: GRÁFICO DE ANOVA DE TURBIDEZ POR DOSIS	42
FIGURA 9: GRÁFICO DE ANOVA TURBIDEZ VS TIEMPO	44

CONTENIDO DE FOTOS

FOTO 1: SEMILLAS DE MORINGA MADURA CON CÁSCARA	24
FOTO 2: HOJAS DE GUARANGO	26
FOTO 3: EXTRACTO SECO DE HOJAS DE GUARANGO	27
FOTO 4: NARANJAS LAVADAS PARA EL PROCESO	28
FOTO 5: MUESTRAS DE JUGO CON DIFERENTE COLORACIÓN POR LA APLICACIÓN DE DOSIS DE EXTRACTOS.	31
FOTO 6: JUGO DE NARANJA CON DOSIS DE 10000 PPM DE EXTRACTO SECO DE MORINGA Y GUARANGO.....	31

CONTENIDO DE ANEXOS

ANEXO 1: SEMILLAS DE MORINGA TRITURADAS.	58
ANEXO 2: EXTRACCIÓN DE JUGO DE NARANJA	58
ANEXO 3: FILTRACIÓN DE JUGO DE NARANJA	59
ANEXO 4: ENVASADO DE JUGO EN BOTELLAS ÁMBAR	59
ANEXO 5: REDUCCIÓN DE TURBIDEZ EN MUESTRAS DE JUGOS CON DIFERENTES DOSIS DE EXTRACTOS	60
ANEXO 6: COMPARACIONES MÚLTIPLES PARA TURBIDEZ POR DOSIS	61
ANEXO 7: PRUEBA DE RANGOS MÚLTIPLES PARA TURBIDEZ POR TIEMPO.....	61
ANEXO 8: RESULTADOS PROMEDIOS DE PH, POR EXTRACTOS, DOSIS Y TIEMPO.	62
ANEXO 9: RESUMEN DE COMPARACIONES MÚLTIPLES LOS FACTORES SOBRE EL PH	63
ANEXO 10: RESULTADOS PROMEDIOS DE °BRIX, POR EXTRACTOS, DOSIS Y TIEMPO.	64
ANEXO 11: RESUMEN DE LOS ANOVA PARA °BRIX POR CADA FACTOR	65
ANEXO 12: PRUEBAS DE COMPARACIÓN DE RANGO MÚLTIPLE PARA °BRIX POR CADA FACTOR.....	66
ANEXO 13: CERTIFICACIÓN DE LABORATORIO	67
ANEXO 14: PRESUPUESTO Y FUENTES DE FINANCIAMIENTO	68
ANEXO 15: CRONOGRAMA DE TRABAJO DE TITULACIÓN	69

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo evaluar los extractos de semillas de *M. oleífera* y hojas de *C. spinosa* sobre el efecto coagulante en jugo de naranja. La metodología se basó en encontrar el tratamiento con efecto coagulante por test de jarras y valorada por la remoción de turbidez en NTU; las variables fueron: tipos de extractos: semillas de moringa y hojas de guarango; dosis: 500, 1 000 y 1 500 ppm y tiempo: 7, 24, 32 y 48 horas; teniendo un total de 36 tratamientos a los que se le aplicó un diseño experimental de A*B*C con tres repeticiones. Se realizó un ANOVA con 95% de confianza y test de Tukey y Dunnett. Los resultados de la turbidez demostraron que todos los tratamientos aplicados generaron el efecto coagulante, con un $p < 0,05$. El análisis de comparación de medias con Tukey de cada factor mostró: que en extractos hay diferencia entre la moringa, guarango y la mezcla M+G; mientras que estos dos últimos fueron similares; las dosis entre ellas no presentaron significancia, pudiéndose elegir cualquiera; el tiempo después de las 24 horas no presentó variabilidad significativa. En relación al pH se observó un pequeño aumento y los °Brix se redujeron, manteniéndose dentro del rango permitido por la normativa. Se concluye que el mejor tratamiento fue el T 16, con el extracto de M+G, en 500 ppm por 24 horas removiendo un 80,51% de la turbidez en el jugo de naranja.

PALABRAS CLAVE

Turbidez en jugo de naranja, efecto coagulante, extractos de moringa, extractos de guarango.

ABSTRACT

The present investigation had like objective to evaluate extracts of *M. oleífera* seeds and *C. spinosa* leaves on the coagulant effect in orange juice. The methodology was based on finding the treatment with coagulant effect by jar test and valued by the turbidity removal in NTU; the variables were types of extracts: moringa seeds and guarango leaves; doses: 500, 1 000 and 1 500 ppm and time: 7, 24, 32 and 48 hours; having a total of 36 treatments, to which an experimental design of A*B*C with three repetitions was applied. An ANOVA with 95% confidence and Tukey and Dunnett's test was performed. The results of the turbidity showed that all the applied treatments generate the coagulant effect whit a $p < 0, 05$. The mean comparison analysis with Tukey of each factor showed that in extracts there is a difference between moringa, guarango and the mixture M+G; while these last two were similar; the doses between them didn't present significance, being able to choose any; the time after 24 hours didn't show significant variability. In relation to pH, a little increase was observed and the °Brix decreased, staying within the range allowed by the regulations. Concluding that the best treatment was T16 whit extracts of M+G, in 500 ppm at 24 hours, removing 80, 51% of the turbidity in the orange juice.

KEY WORDS

Turbidity in orange juice, coagulating effect, Moringa extracts, Guarango extracts.

CAPÍTULO I. ANTECEDENTES

1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

El hombre ha utilizado sustancias no nutritivas en los alimentos desde siempre, con fines fraudulentos y la mayoría de estas sustancias químicas eran peligrosas para la salud, siendo esta una explicación del rechazo a los aditivos comunes que aparecen en las etiquetas de los alimentos. Sin embargo, los aditivos están presentes en nuestros productos cuando la industria los requiere, ya sea para conservar o mejorar los alimentos donde la tecnología física no puede cubrir este requerimiento (Barros, 2009).

Es importante considerar lo que indican Ibáñez, Torre, & Irigoyen (2003) que hoy en día la industria de bebidas desea utilizar menores cantidades de aditivos químicos en la industria de alimentos, debido a que a partir de la segunda Guerra Mundial, se despertó una preocupación por todo lo referente a los alimentos, especialmente a temas relacionados con el cáncer. Inclusive algunos aditivos han sido acusados de cancerígenos o como precursores de cáncer.

Por lo tanto la palabra natural es tranquilizadora para el consumidor debido a la creciente tendencia de la población en busca de lo orgánico y saludable, sin embargo la producción y precio limitan las posibilidades de su uso constante a nivel industrial.

Ahora bien, 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 (Padrón & Moreno, 2010). Al mismo tiempo Martínez, Cazorla, Escobar & Alvarado (2017) mencionan que la calidad sensorial de los jugos se relaciona con la turbidez, sedimentos y sólidos suspendidos que están presentes en el mismo, este problema es generado a la presencia de pectina (PME) como lo establecen Ibrahim et al. (2011).

Tal como 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 (Almendaris, 2018).

De hecho como se ha reportado sobre la importancia de los aditivos en las bebidas a base de frutas existen experiencias en las que se han utilizado otras sustancias con gran aporte tecnológico, tal como la utilización de *Moringa oleifera*, la cual ha sido estudiada y se tiene conocimiento de muchas de sus propiedades. Así como lo explican Gómez, Pita, & Zumalacárregui (2016) que las semillas contienen cantidades importantes de aminoácidos polares, con un poder coagulante.

Otra de las plantas estudiadas que se puede mencionar son las vainas de guarango (*Caesalpinia spinosa*) estudiadas por Romero, Fernández & Paz (2012) quienes exponen que esta planta puede ser aplicada en la industria alimentaria, al considerarse como una materia prima que contiene sustancias hidrocoloides, siendo una alternativa a las establecidas en el Codex Alimentarius (2005). Por otra parte ha sido comprobado el efecto de coagulante en el tratamiento de aguas logrando remover turbidez.

Por lo tanto, debido a que en los últimos años ha prevalecido la tendencia de consumir o elaborar productos saludables con la mínima cantidad de agentes químicos, sin embargo aún no existen suficientes evidencias científicas de la utilización de estos extractos en los procesos de elaboración de jugos a partir de frutas, por esta razón, se plantea realizar esta investigación sobre la evaluación de los efectos coagulantes de extractos de semillas de *M. oleifera* y hojas de *C. spinosa*, como un coadyuvante tecnológico aplicado a jugos naturales, buscando que se pueda reemplazar a las sustancias químicas comerciales, estas investigaciones recomiendan experimentar su aplicación en el área de alimentos.

Con estos antecedentes se plantea la siguiente pregunta ¿Qué extracto de plantas mostrará un mayor efecto coagulante en el jugo de naranja?

1.2. JUSTIFICACIÓN

La industria de las bebidas actualmente está en auge, siendo la naranja uno de los cítricos más consumidos ya sea en fruta o en jugos, es perecible en su forma natural, por lo que Nuñez, Brumovsky & Hours (2010) exponen que la aceptación o rechazo de algunos jugos por parte de los consumidores prevalecen en que sus características permanezcan intactas.

Teniendo en consideración que las plantas son una fuente inagotable de productos químicos, este trabajo experimental se justifica dada la necesidad de alimentos con menos aditivos químicos al reemplazarlos por extractos naturales de plantas cuyas propiedades coagulantes han sido empleadas para remoción de turbidez en aguas residuales. Criterios de Olivero, Aguas, Mercado, Casas, & Montes (2014) mencionan que los polímeros orgánicos de origen natural presentan por lo general una mínima o nula toxicidad.

La *Moringa oleífera* es una de las plantas que ha sido bastante estudiada en la que criterios de Fahmi, Najib, Ping, & Hamidin (2011) indican que las semillas actúan como uno de los coagulantes primarios más efectivos para el tratamiento del agua. Y por último criterios de Valderrama & Barraza (2006) relacionan que hay influencia del efecto combinado pH-concentración de goma de *Caesalpinia spinosa*, sobre la sedimentación y porcentaje de color removido del jugo de caña.

Por lo tanto este efecto coagulante se desea comprobar en jugos naturales removiendo sólido suspendidos y clarificando bebidas, buscar alternativas que puedan ser empleadas con un mejor resultado, por lo cual se plantea evaluar los efectos de los extractos de las semillas de *M. oleífera* y hojas de *C. spinosa* como agentes coagulantes en jugos de frutas.

Adicionalmente se busca impulsar a la forestación de bosques con estas especies de plantas, ayudando al medio ambiente. Finalmente cabe recalcar que esta investigación experimental trata de aportar a la ciencia con nuevo auxiliar tecnológico y sus efectos coagulantes en reemplazo de aditivos químicos comúnmente utilizados.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

- Evaluar los extractos de semillas de *M. oleífera* y hojas de *C. spinosa* sobre el efecto coagulante en jugo de naranja.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar el tratamiento de extractos de semillas de *M. oleífera* y hojas de *C. spinosa* que logra el mejor efecto coagulante en el jugo de naranja.
- Determinar la dosis de los extractos de semillas de *M. oleífera* y semillas de *C. spinosa*, como coagulante e indicador en la clarificación en jugo de naranja.

1.4. HIPÓTESIS

Al menos uno de los tratamientos tiene efecto coagulante en el jugo de naranja.

CAPÍTULO II.- REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. LA INDUSTRIA DE LAS BEBIDAS

La industria de las bebidas de acuerdo a un reportaje de la revista Vistazo (2015) representa al 39% de PIB. Para este sector de la industria la evaluación sensorial es la mejor herramienta para referirse a calidad, asociándola a las propiedades y características que permiten valorar la percepción del consumidor (Ávila & González, 2011).

La industria de las bebidas se clasifica en bebidas alcohólicas y no alcohólicas, siendo esta última clasificación la de interés para el estudio a realizar, considerando además una sub clasificación de las bebidas no alcohólicas, las bebidas preparadas que es la categoría para jugos, zumos y néctares.

En la actualidad dada a la globalización la industria de los jugos 100% naturales ha tenido un crecimiento importante en los retails y minoristas de todo el mundo, como también ha captado la atención de los miles de consumidores que hoy por hoy toman consciencia de la importancia de alimentarse de manera sana y nutritiva (Virtus Natura, 2013).

2.1.1. JUGO DE FRUTAS

Se entiende como el líquido sin fermentar, pero fermentable, que se obtiene de la parte comestible de frutas en buen estado, debidamente maduras y frescas o frutas que se han mantenido en buen estado por procedimientos adecuados, inclusive por tratamientos de superficie empleados después de la cosecha de conformidad con las disposiciones pertinentes de la Comisión del Codex Alimentarius Stan 247 (2005). Se consideran en relación a esta norma jugos de concentración natural no derivado de concentrados, en las que se pueden utilizar frutas, en las que destacan por su clasificación: climatéricas, no climatéricas; cítricas entre otras y que para el efecto se utilizarán frutas de las diversas especies en función de la región con el respectivo nombre botánico que corresponda.

El jugo de naranja definido por Schvab, Ferreyra, Gerard & Davies (2013), es un producto complejo formado por: agua, azúcares, ácidos orgánicos, sales minerales, vitaminas y pigmentos, además de una serie de componentes orgánicos volátiles e inestables responsables de su sabor y aroma.

2.1.2. NARANJA *Citrus Sinensis*

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

Además según, Del Rosal (2003) citado por Almendaris (2018), existen diferentes tipos de naranja, de acuerdo a: su forma, composición, crecimiento, entre otras características, entre las que se destacan las del grupo Navel, las blancas Valencia, sangre-sanguíneas, grupo amargo y grupo híbrido.

2.1.3. PROPIEDADES ORGANOLÉPTICAS DE LOS ALIMENTOS

Para Chavarrías (2016), la calidad y seguridad de los alimentos están garantizadas por los análisis microbiológicos, físicos y químicos. Pero, también estos destacan por sus propiedades organolépticas, particularidades que se miden a través de análisis sobre las sensaciones que producen. De acuerdo al Instituto Nacional de Normalización Ecuatoriana (2008), las características organolépticas de los jugos son aquellos parámetros que se puede apreciar con las propiedades sensoriales de los sentidos: como el olor, sabor, aroma, textura, que inciden como factores iniciales para adquirir un jugo de frutas en el mercado.

Así mismo mencionan que para la obtención de jugos, se requiere encontrar la mezcla óptima de ingredientes que permita generar un producto en los que se mantengan propiedades organolépticas de aroma y sabor deseables que al no cumplir con los requerimientos pueden llevar a la pérdida de las mismas que afectan su calidad deseada.

2.1.4. PÉRDIDA DE CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS EN JUGOS

Almendaris (2018), manifiesta que en la elaboración de los jugos de frutas las características organolépticas se pueden ver afectadas por diversas razones, sean físicas o químicas. Existen varios problemas en la industrialización entre los principales podemos citar: el color, sabor, olor, pH, densidad, entre otras, es por eso que se debe tener cuidado durante toda la cadena productiva de los jugos, debido a que estos factores no deben ser adulterados y están regidos bajo la normativa vigente del INEN (2008), siendo uno de los factores que afectan la calidad, está la apariencia turbia o comúnmente denominada turbidez.

2.1.5. TURBIDEZ EN LOS JUGOS DE FRUTAS

Inicialmente Pérez (2017), expone que la turbidez es la reducción de la transparencia de un líquido, comúnmente se lo relaciona con el agua, aunque también puede ser usada con cualquier otro líquido (por ejemplo bebidas alcohólicas como vinos y otros fermentados, jugos, néctares, entre otros).

Dado a que uno de los principales problemas dentro de la industria de los jugos de acuerdo a criterios de Brito, Picho, Vera & Vaillant (2010), es la turbidez afectando significativamente el aspecto general, es por eso que existen métodos para clarificar y evitar ese problema. En consecuencia Mendívez & Minchón (2010) citado por Brito et al. (2010), consideran que los jugos de frutas son generalmente turbios y que esta condición se debe corregir para mejorar los atributos sensoriales de sabor, color, olor.

Al mismo tiempo, Nuñez et al. (2010) argumenta que la turbidez en jugos de frutas, es causada por la presencia de partículas como restos de tejidos y asociaciones de proteínas-pectina que se encuentran en suspensión en el líquido. No obstante, cabe mencionar que la pared celular vegetal está compuesta de pectina que es un polisacárido complejo, en los jugos de fruta recién exprimidos puede llegar a constituir el 50% de la sustancia coloidal. Una parte de estas pectinas permanece en suspensión, otra se satura con el jugo, a la vez que el resto permanece en solución, contribuyendo a la turbidez y viscosidad de la

bebida, siendo un problema durante su procesamiento (Martínez, 2016). Por lo cual, es necesaria una remoción o disminución debido a que la limpidez de algunos jugos de fruta es una de las condiciones que exigen los consumidores.

2.1.6. REMOCIÓN DE TURBIDEZ

Para mejorar la estabilidad turbia de los jugos, comúnmente se han agregado hidrocoloides según criterios de Liang et al. (2006), como: guar, xantano y carboximetilcelulosa de sodio, estos aditivos generalmente son usados en los alimentos industriales, donde el mecanismo de acción de estas partículas están relacionados a la fuerza de repulsión, puesto que las partículas de jugo tienen carga negativa, se espera que la adición de hidrocoloides con carga negativa aumente la fuerza electrostática entre las partículas para obtener una estabilidad del jugo logrando un efecto coagulante.

2.2. EFECTO COAGULANTE

Es definido como el fenómeno de desestabilización de las partículas coloidales (impurezas), originado por la neutralización de sus cargas eléctricas que permiten un mayor acercamiento entre las mismas. Esto se logra fundamentalmente con la adición de electrolitos químicos denominados coagulantes los cuales mediante diversos mecanismos de adsorción, eliminan las fuerzas repulsivas o actúan sobre la capa hidrofílica (liofílica) de los coloides (Marín, 2012).

También, Marín (2012) considera que 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 como se detalla en la figura 1 que representa el proceso de floculación y coagulación.

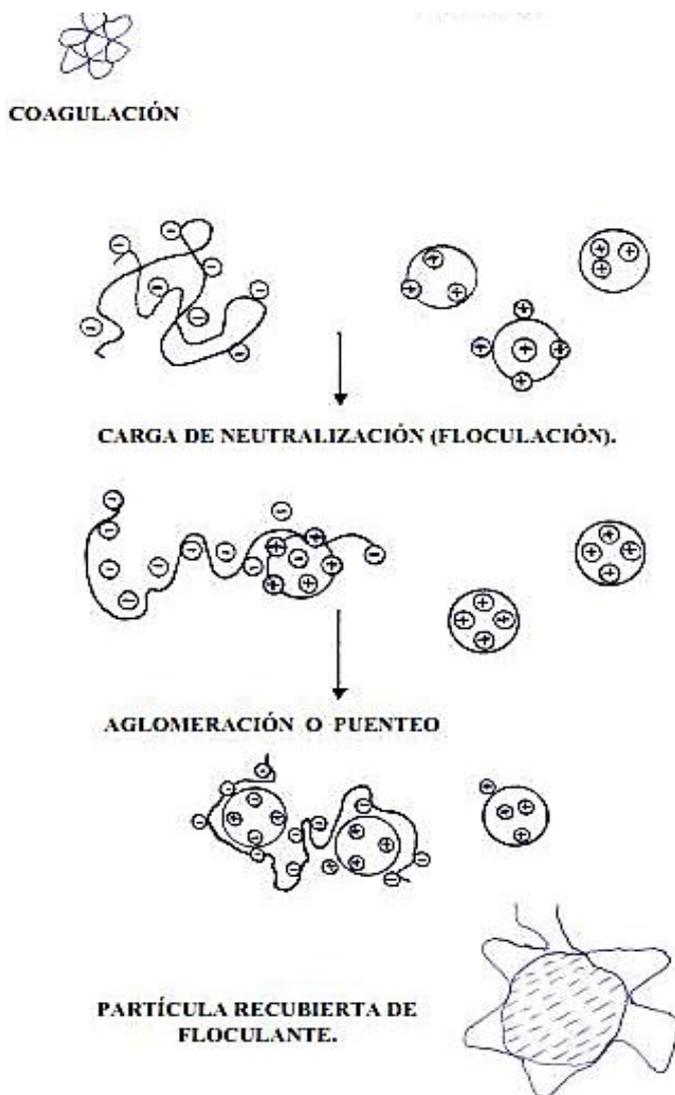


Figura 1: Resumen del proceso de coagulación y floculación
Fuente: Batule, 2004.

Finalmente, se debe tener en consideración a las operaciones utilizadas para la preparación de jugos claros, menos turbios y brillantes son la clarificación y la filtración (Nuñez et al., 2010).

2.2.1. CLARIFICACIÓN

Sandoval (1996) citado por Almendaris (2018), indica que la finalidad de la clarificación es eliminar los sólidos de suspensión, las sustancias coloidales y algunas sustancias colorantes presentes en el jugo. Para lo que se emplean los aditivos coagulantes bajo ciertas condiciones de tiempo y temperatura y de su eficiencia depende en gran parte la calidad del producto terminado.

Por lo tanto, la clarificación es una etapa importante en el proceso de elaboración de jugos realizándose el mecanismo de coagulación-floculación en el cual las partículas presentes en el líquido se aglomeran formando pequeños gránulos con un peso específico mayor; de esta forma las partículas sedimentan y se genera la remoción de los materiales en suspensión, lo que permite que el líquido alcance las características físicas y organolépticas aptas para el consumo humano según las normas y estándares (Olivero et al., 2014).

Por último Nuñez et al. (2010), expone que se puede realizar una clarificación artificial o clarificación natural, cuya diferencia se da en que la primera puede ocurrir transcurrido un largo tiempo, y la segunda es ocasionada por el agregado de determinadas sustancias, tales como aditivos o auxiliares, las cuales al reaccionar o absorberse con los compuestos coloidales suspendidos en el líquido provocan la coagulación, floculación y arrastre por acción físico-química.

2.3. USO DE AUXILIARES TECNOLÓGICOS COAGULANTES EN LA INDUSTRIA

2.3.1. ADITIVO

El uso de aditivos alimentarios de acuerdo al Codex (2005), está justificado sólo en los casos en que cumpla alguna de las siguientes funciones:

- Conservar la calidad nutricional del alimento.
- Proporcionar los ingredientes para alimentos fabricados con destino a grupos de consumidores con necesidades dietéticas especiales.
- Incrementar la calidad de conservación o la estabilidad de un alimento o mejorar sus propiedades organolépticas, a condición de no alterar la naturaleza, sustancia o calidad del alimento.

Para concluir, se entiende que los aditivos coagulantes son sustancias que eliminan las partículas en suspensión de líquidos tales como: vinos, cerveza, bebidas refrescantes y aceites vegetales (Moreno, Villegas, Almendaris & Erazo, 2018), que están conformadas por sustancias hidrocoloides.

2.3.2. HIDROCOLOIDES

De acuerdo a criterios de Li & Nie (2015) se definen a los hidrocoloides como un grupo diverso de polímeros de cadena larga que son fácilmente dispersivos, total o parcialmente solubles y propensos a hincharse en el agua, se consideran como uno de los aditivos alimentarios considerablemente importantes enfocándose en cambiar las propiedades físicas de la solución, para formar geles, o permiten espesar, emulsionar, recubrimiento y estabilización.

Además Ibrahim et al. (2011), menciona que incluso utilizando hidrocoloides en bajas concentraciones aplicadas en bebidas se puede tener un cambio de estructura y textura del producto, incluso conllevar a modificaciones del perfil de sabor y / o percepción.

Por lo que estas sustancias, son químicamente bastante complejas, insolubles en agua a concentraciones mayores del 5%, se destinan a la modificación de la textura de los alimentos. Se utilizan, para estabilizar suspensiones de pulpa de frutas en bebidas entre otras, en general son indigeribles por el organismo humano (Ibáñez et al., 2003). Hoy en día en nuestro entorno cultural son sustancias imprescindibles en la mayoría de los alimentos que se consumen.

Finalmente 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 (Gaviria, Restrepo & Suárez, 2010); por tal motivo la problemática del uso de coagulantes químicos, evidenciados por Katayon et al. (2006) da paso a la investigación de alternativas naturales como coagulantes que se originen o extraigan de microorganismos animales o plantas que actúen como auxiliares tecnológicos.

2.3.3. AUXILIAR TECNOLÓGICO

El manual de procedimiento del Codex (2005) define como auxiliar tecnológico a la sustancia o materia, con exclusión de todo aparato o instrumento, que no se use como ingrediente alimentario en sí, que es empleado intencionalmente en la transformación de las sustancias primas, los alimentos o sus ingredientes, para

responder a un objetivo tecnológico específico durante el tratamiento y posiblemente con la no intencionada e inevitable presencia de residuos, de derivados en el producto acabado.

Se debe tener en cuenta que toda sustancia o materia ya sea química o de original natural debe ser utilizada en dosis adecuadas, con lo cual se pretende optimizar recursos en los procesos alimentarios.

2.3.4. DOSIS DE COAGULANTES.

El término dosificación de acuerdo a criterios de Marín (2012), se relaciona a la cantidad de una sustancia aplicada a un proceso, buscando garantizar la mayor satisfacción en el producto final deseado con la adición de dicha cantidad. La decisión de la dosis adecuada del polímero se toma de acuerdo a como vayan dándose los resultados, siendo esto modificable según vayan variando las condiciones de entrada del material al proceso, es decir si el jugo es muy inestable o posee grandes cantidades de impurezas necesitará mayor dosis del hidrocoloide y viceversa.

De esta manera Batule (2004), en su investigación expone que la dosificación normal de los coagulantes para efectuar la clarificación de una bebida debe estar entre 2 a 4 ppm con respecto al peso del jugo. Iniciando su preparación como una solución madre con una concentración de 0,5 a 0,1%. Recalcando que “No existe un polímero universal” que se ajuste a las diversas condiciones y que es posible que haya un polímero que presente un funcionamiento consistente. Este criterio aplica tanto para sustancias químicas y naturales.

La dosificación es importante debido a que poca cantidad del coagulante no neutraliza totalmente la carga de la partícula, teniendo una muy escasa formación de los micros flóculos, lo que ocasiona una turbiedad residual elevada. Mientras que una cantidad alta produce la inversión de la carga de la partícula, que forma una gran cantidad de micro flóculos muy pequeños, cuyas velocidades de sedimentación son muy bajas, por lo tanto, la turbiedad residual es igualmente elevada (Casco & Laureano, 2018).

2.4. COAGULANTES DE ORIGEN VEGETAL

Los coagulantes de origen vegetal se producen de manera espontánea, siendo una fuente alternativa con gran potencial aún no explotado (Guzmán .Villabona, Tejada, & García., 2013).

Debido a que la bio-coagulación data de tiempos ancestrales y ya ha sido implementada en Asia y África. Los bio-coagulantes o coagulantes naturales son seguros, amigables con el ambiente y libres de toxicidad (bajo condiciones adecuadas de uso). Sus compuestos bioactivos son proteínas, polisacáridos, mucílagos, taninos y alcaloide (Banchón, Baquerizo, Muñoz, & Zambrano, 2016).

En consideración a lo anterior Banchón, et al. (2016), expone que la coagulación natural actúa como un proceso de neutralización de cargas que se genera por la adición de extractos de plantas que contienen polifenoles (taninos), gomas, mucílagos o proteínas para generar la desestabilización coloidal.

Actualmente, los alimentos de origen vegetal han recibido mayor atención por sus beneficios potenciales para la salud humana. Dado a esto cabe mencionar que en el mundo de los aditivos no es la excepción, siendo los hidrocoloides de origen vegetal más utilizados en la industria de alimentos la carragenina, la pectina y la goma guar (Rodríguez, Sandoval, & Ayala, 2003); finalmente estos hidrocoloides son utilizados en forma de extractos.

2.4.1. EXTRACTOS

Las plantas actualmente tienen importantes aplicaciones tecnológicas al ser una fuente inagotable de productos químicos, implicando un mayor interés en investigaciones por las actividades biológicas de las plantas y cómo extraer sus principios activos (Tituaña, 2013).

Continuando con lo anterior Tituaña (2013), menciona que a diferencia de los aceites esenciales los extractos son productos más diluidos, sin embargo estos pueden tener una concentración elevada, razón por lo que se recomienda emplearlos en jarabes, jabones y alimentos, además que existen varios

mecanismos para obtenerlos, y en este caso nos enfocaremos a los más comunes que son los extractos secos.

2.4.2. EXTRACTOS SECOS

Son aquellos que tienen una consistencia seca y son fácilmente pulverizables, se obtienen por evaporación del disolvente y desecación del residuo, además su contenido de humedad no debe ser mayor del 5%. Su concentración es mayor al del principio activo original, siendo bastantes estable no obstante ocasionalmente pueden resultar higroscópicos, sin embargo, son de fácil manipulación (Carrión & García, 2010).

Consecuentemente la mayoría de los extractos naturales provienen de semillas, de hojas, de cortezas o savia, de raíces y de frutas, extraídos de árboles y de plantas (Pritchard et al., 2009). Por más de 4 000 años en India, África y China los polímeros orgánicos naturales se han usado como ayudantes de coagulación en aguas con alta turbidez, para uso doméstico en áreas rurales (Guzmán et al., 2013), por lo consiguiente en esta investigación se emplearán extractos obtenidos de dos plantas como son la semilla de la moringa y las hojas de guarango.

2.4.3. *Moringa oleífera* (MORINGA)

Pertenece a la familia Moringácea, es una de las más plantas conocidas, mono genéricas originaria de las zonas sub Himalaya de India, Pakistán, Bangladesh y Afganistán (Anudeep, Prasanna, Adya & Radha, 2016). Botánicamente es un árbol pequeño y de crecimiento acelerado que puede alcanzar una altura de 10 a 12 metros; las semillas y hojas han sido utilizadas en alimentación, como purificador de aguas y mieles, además sus propiedades terapéuticas potencian su uso en el tratamiento de más de 300 enfermedades (Gómez et al., 2016).

Por otro lado, estudios de Fahmi et al. (2011), menciona que la *M. oleífera* es una planta que ha demostrado ser uno de los coagulantes naturales más prometedores para la eliminación de la turbidez y que la semilla en forma seca contenía una cantidad significativa del agente activo para la coagulación. De hecho Ndabigengesere (1995) citado por Guzmán et al. (2013), menciona que los

agentes activos coagulantes de la *M. oleífera*, es por la presencia de proteínas catiónicas diméricas.

En relación a lo anterior se han realizado diversas investigaciones que se enfocan en las funcionalidades de las proteínas coagulantes, las cuales en ciertos estudios son mencionadas como compuestos activos de las semillas y son utilizadas para la purificación de aguas turbias, las semillas de la moringa contienen algunas proteínas funcionales de alto valor con capacidad coagulante (Sánchez, Martínez, Sinagawa & Vázquez, 2013).

Finalmente Mendoza, Fernández & Ettiene. (2000) y Kavitha, Ramesh, Kumaran & Lakshmi (2012), mencionan que las proteínas de la moringa presentan ventajas sobre los coagulantes químicos, ya que no quedan los residuos tóxicos, por lo que estudios de Sánchez et al. (2013) muestra la efectividad de coagulación de la moringa que se ve relacionada por sus características.

- **CARACTERIZACIÓN DE LA SEMILLAS DE *M. oleífera***

Las semillas son redondas con una cáscara semipermeable de color parduzco. El casco en sí tiene tres alas blancas que se extienden de arriba a abajo a intervalos de 120 grados. Cada árbol puede producir entre 15 000 y 25 000 semillas/año. El peso promedio por semilla es de 0,3 g. y la relación del grano al casco es de 75:25 (Foild, Makkar, & Becker, 2001).

De acuerdo a criterios de Campos, Colina, Fernández, & Torres (2003), las semillas de Moringa poseen un perfil de 17 aminoácidos identificados que se mencionan en la Tabla 1 con sus respectivas abreviaciones.

Tabla 1:

Contenido de algunos aminoácidos presentes en semillas de moringa

Aminoácidos	
Nombre	Abreviación
Acido aspártico	Asp.
Acido glutámico	Glu
Serina	Ser
Glicina	Gli
Arginina	Arg
Histidina	His
Alanina	Ala
Prolina	pro
Tirosina	Tir
Isoleucina	Ile
Leucina	Leu
Cistina	Cis
Lisina	Lis
Metionina	Met
Fenilalanina	Fen
Treonina	Tre
Valina	Val

Nota: Datos tomados de Campos, et al. (2003)

Adicionalmente Gassenschmidt et al. (1995), citado por Campos et al. (2003), concluye que la Lisina es el aminoácido que podría participar en la desestabilización de las partículas coloidales responsables de la turbidez y de la coagulación comprobada en agua, en la figura 2 se observan los aminoácidos presentes en la semilla de moringa.

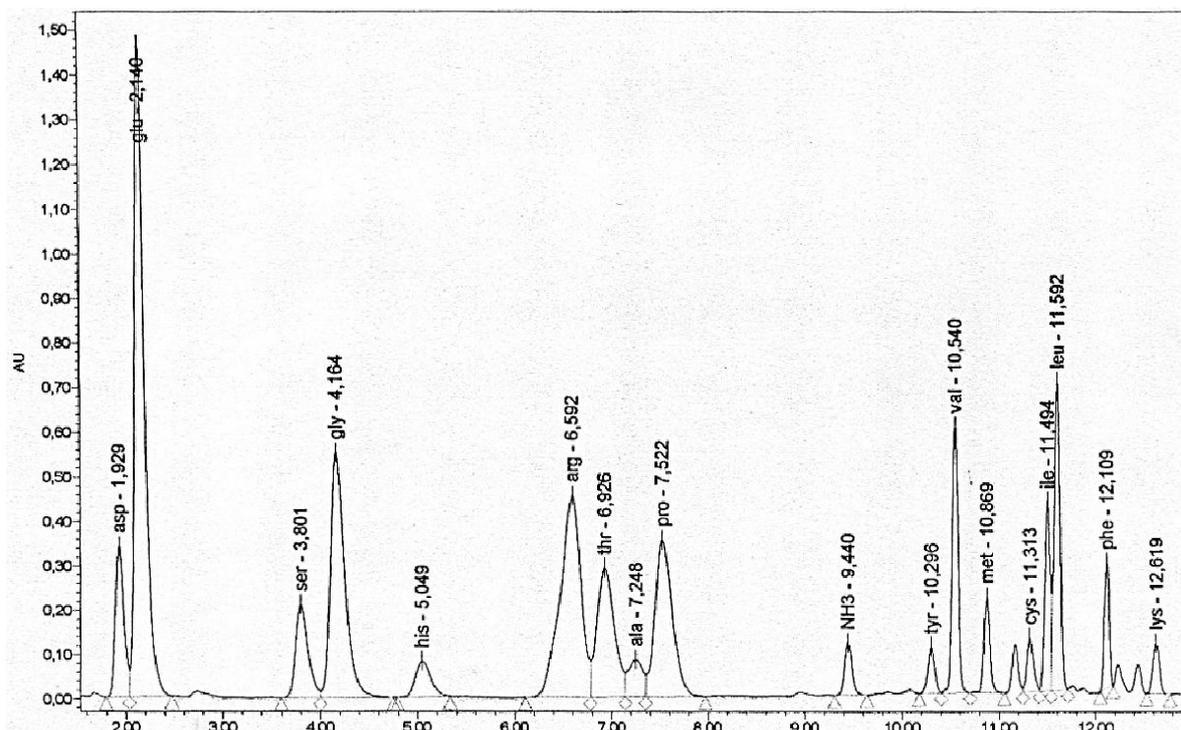


Figura 2: Perfil cromatográficos de los aminoácidos presentes en las semillas de moringa
Fuente: Campos et al., 2003

También se declara que el contenido de aminoácidos en las semillas de moringa 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%). También se indica que 8 de los 17 aminoácidos (aa) caracterizados en el agente activo de las semillas son no polares. Los nueve restantes aa incluyen grupos radicales polares que se observan en la figura 3.

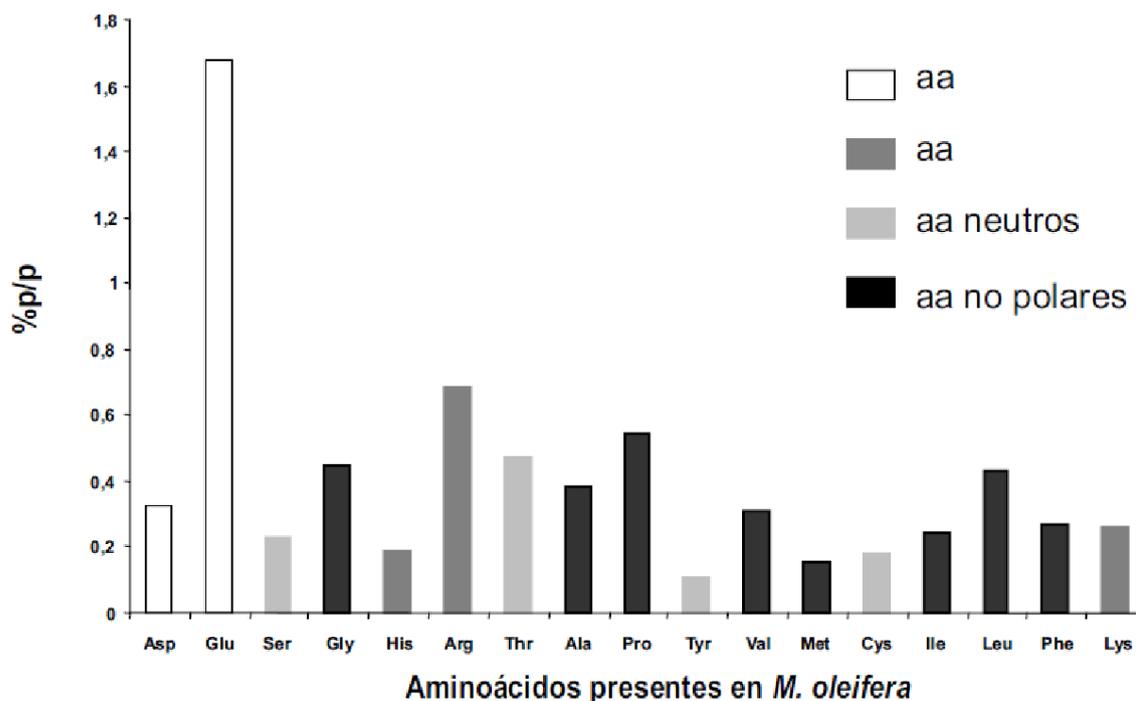


Figura 3: Clasificación y % p/p de los aminoácidos constituyentes de la proteína activa de *M. oleifera*
Fuente: Campos et al., 2003

Continuando con lo anterior, Gassenchmidt et al. (1995), citado por (Bichi, 2013), menciona que los componentes activos de moringa, como coagulante, son péptidos catiónicos de peso molecular que va entre 6,5 - 7 kDa y pl mayor que 10.

Finalmente Muyibi & Evison (1995) citado por Álvarez,(2019) afirman la necesidad definir una dosis para emplear la moringa en la clarificación, pues dosis altas, podrían generar un aumento en la turbidez, presuntamente esto se da en la extracción del principio coagulante con la proteína activa, originado la presencia de otros compuestos solubles en agua (azúcares carbohidratos, péptidos, lípidos, etc.) de tal forma que la aplicación de una mayor dosis, en lugar de incrementar la remoción de la turbidez la disminuye levemente.

2.4.4. *Caesalpinia spinosa* (GUARANGO)

Martínez (2016) citando a Cabello (2009), describe que el guarango es una planta originaria del Perú, que se ha utilizado desde la época prehispánica como medicina popular. Siendo empleada en los últimos años como materia prima para diferentes industrias en el mercado internacional.

Sus hojas son en forma de plumas, aparcadas, ovoides y brillantes, ligeramente espinosas tanto en el raquis como en el pecíolo, son de color verde oscuro y miden 15 cm de largo (Martínez, 2004). Además están alternas y dispuestas en espiral, con 6 a 8 pares de folíolos opuestos (Romero, Vilela, & Cabello, 1997).

La remoción de la turbidez con ayuda de la goma de tara corresponde a lo mencionado por Bolto & Gregory, (2007), quienes sugieren que el mecanismo de floculación de partículas es por puentes poliméricos (Valeriano & Matos, 2019).

Además De La Cruz (2004), establece que el guarango o tara es un carbohidrato polimerizado con alto peso molecular considerable de 0,2 a 2 MDa, y químicamente Vargas (2015), expone que está formado por monómeros de manosa y galactosa en una relación 3:1, siendo la principal fuente del principio activo coagulante de estas hojas los galactomananos, puesto a que generalmente el guarango han sido una buena fuente para producir taninos, tanino biliar y ácido gálico (Valachová et al., 2014).

Los taninos son compuestos fenólicos que abundan en muchas plantas y frutos. Son hidrosolubles (Basurto, 2006). Estos compuestos son los que aportan las propiedades gelificantes y aglutinantes los cuales Valeriano & Matos (2019), citando a Aguilar et al. (2014) concluye que son importantes en polímeros utilizados como coagulantes o ayudantes de coagulación en el proceso de tratamiento de agua para consumo humano.

Así mismo Revelo et al. (2015) citado por Banchón et al. (2016) puntualiza que la tara, conocida como “el oro de los incas”, ha sido recientemente objeto de estudio para el tratamiento de efluentes industriales por sus altos contenidos de taninos en la vaina y gomas en el endospermo de las semillas.

Aguilar (2010) realizó una investigación usando goma de tara como ayudante de coagulación logrando reducir la turbidez del agua a valores de 1,7 y 1,5 NTU para muestras de 25 y 390 NTU. Por otro lado, Goycochea (2010), asegura que el componente principal el ácido gálico, que atribuye propiedades de precipitación utilizadas para limpiar o clarear vinos o cerveza, y a la vez funciona como un medio preservativo en la industria alimentaria (Basurto, 2006).

CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO

3.1. UBICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

El desarrollo de esta investigación se ejecutó en el laboratorio de Eco-toxicología de la Universidad técnica de Manabí ubicada en la ciudad de Portoviejo, cuyas coordenadas son: Latitud 1° 02 '39" Sur, Longitud 80 °27' 21" Oeste.

La investigación fue de tipo experimental en la cual se puso a prueba diferentes tratamientos en estudio, aplicando la metodología establecida para aceptar o rechazar la hipótesis señalada de acuerdo a los resultados obtenidos.

3.2. DURACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

La ejecución del trabajo de titulación se estimó en seis meses a partir de la aprobación del perfil de tesis.

3.3. FACTORES EN ESTUDIO

Los factores en estudios son:

- **FACTOR A:** Tipos de Extractos
- **FACTOR B:** Dosis de Extracto
- **FACTOR C:** Tiempo

3.3.1. NIVELES DE LOS FACTORES

Los niveles de los factores en estudio se pueden observar en la tabla 2:

Tabla 2:

Niveles de los factores del experimento

Factor A:	Factor B:	Factor C
A1: Moringa	B1: 500 Ppm	C1: 7 Horas
A2: Guarango	B2: 1000 Ppm	C2: 24 Horas
A3: M+G (Moringa + Guarango)	B3: 1500 Ppm	C3: 32 Horas C4: 48 Horas

Nota: El factor a3 es la mezcla de los extracto está compuesta en un porcentaje en peso 50:50.
Las unidades del factor b están en partes por millón en p/v específicamente en mg/l.

3.4. TRATAMIENTOS

El número de tratamientos a estudiar se obtuvo teniendo en cuenta tres factores (tipos de extracto, dosis de extracto y tiempo) con sus niveles respectivamente, teniendo un total de 36 tratamientos; más el control como se detalla en la tabla 3.

Tabla 3:

Tratamientos en estudio con su respectiva codificación

TRATAMIENTOS	FACTOR A	FACTOR B	FACTOR C
	Tipos de extractos (plantas)	Dosis (ppm)	Tiempo (horas)
	Control		
T1	Moringa	500	
T2	Moringa	1000	
T3	Moringa	1500	
T4	Guarango	500	
T5	Guarango	1000	7 h
T6	Guarango	1500	
T7	M+G	500	
T8	M+G	1000	
T9	M+G	1500	
T10	Moringa	500	
T11	Moringa	1000	
T12	Moringa	1500	
T13	Guarango	500	
T14	Guarango	1000	24 h
T15	Guarango	1500	
T16	M+G	500	
T17	M+G	1000	
T18	M+G	1500	
T19	Moringa	500	
T20	Moringa	1000	
T21	Moringa	1500	
T22	Guarango	500	
T23	Guarango	1000	32 h
T24	Guarango	1500	
T25	M+G	500	
T26	M+G	1000	
T27	M+G	1500	
T28	Moringa	500	
T29	Moringa	1000	
T30	Moringa	1500	
T31	Guarango	500	
T32	Guarango	1000	48 h
T33	Guarango	1500	
T34	M+G	500	
T35	M+G	1000	
T36	M+G	1500	

Nota: El control es el jugo de naranja sin extractos.

3.5. DISEÑO EXPERIMENTAL

Para evaluar el efecto coagulante de los tipos de extractos de semillas de moringa y hojas de guarango aplicado al jugo de naranja se usó el diseño experimental trifactorial de A*B*C, al cual se le aplicó un ANOVA que se observa en la tabla 4 con la fuente de variación y los grados de libertad.

Tabla 4:

Esquema ANOVA A*B*C

Fuente de variación	Grados de libertad
Tratamientos	$37 - 1 = 36$
Factor A	$3 - 1 = 2$
Factor B	$3 - 1 = 2$
Factor C	$4 - 1 = 3$
Interacción AxB	$(3-1)(3-1) = 4$
Interacción AxC	$(3-1)(4-1) = 6$
Interacción BxC	$(3-1)(4-1) = 6$
Interacción AxBxC	$(3-1)(3-1)(4-1) = 12$
Error	$37(3-1) = 74$
Total	$36 + 74 = 110$

Nota: Factor A: Extractos, B: Dosis, C: Tiempo

3.6. UNIDAD EXPERIMENTAL

La investigación constó de 36 tratamientos más un control con 3 réplicas cada uno, que da un total de 111 unidades experimentales; 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; al testigo no se le agregó ningún extracto; el producto después de procesado fue envasado en recipientes de vidrio color ámbar y almacenado para su control por 7 horas, 24 horas, 32 horas y 48 horas.

3.7. VARIABLES A MEDIR

Efecto coagulante, mediante la turbidez en Unidades Nefelométricas de Turbidez (NTU), siguiendo la normativa ISO 7027:1-2016, elaborada para el control de turbiedad en aguas, pero que aplica también para bebidas de otro tipo.

3.8. MANEJO DEL EXPERIMENTO

Para la ejecución de este trabajo de investigación se realizó primero la extracción de los extractos naturales de guarango y moringa; luego se determinó mediante un ensayo previo las dosis, donde se evidenció la coagulación, de esta manera se realizó el ensayo final de acuerdo a los tiempos establecidos donde se midió la turbidez, buscando el mejor resultado, el cual fue evaluado por análisis de pH y °Brix, buscando que el efecto coagulante y no altere las propiedades de la bebida manteniendo las características organolépticas originales del jugo.

3.8.1. EXTRACCIÓN SECA POR PULVERIZACIÓN DEL COAGULANTE DE LAS SEMILLAS DE MORINGA (Jyothi, Atluri & Reddi, 1990).

Para el proceso de extracción del coagulante a partir de las semillas de la *M. oleífera* se procedió tomando como base el método de extracción utilizado para tratamiento de aguas con la variante de las cantidades dosificadas que se representa en la figura 4.

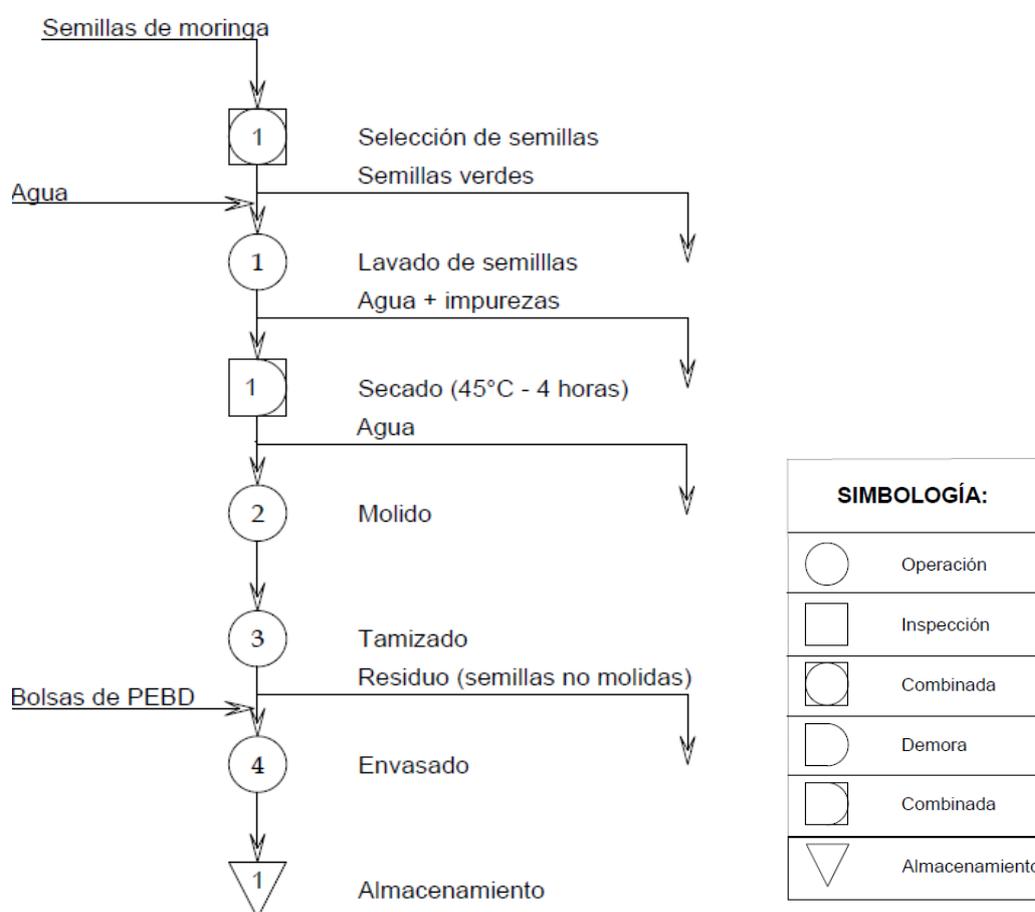


Figura 4: Diagrama de procesos de la extracción seca por pulverización de las semillas de moringa

Las semillas de moringa se obtuvieron en el vivero Don Juan de la parroquia Ayacucho del cantón Santa Ana, cosecha de enero del 2020.

A continuación se detalla cada proceso que se observa en el diagrama anterior.

- Selección de semillas: se comprobó que estuvieran completamente enteras, sin pudriciones, daños físicos, y maduras (se identificaron por su color café oscuro), indicado en la foto 1.

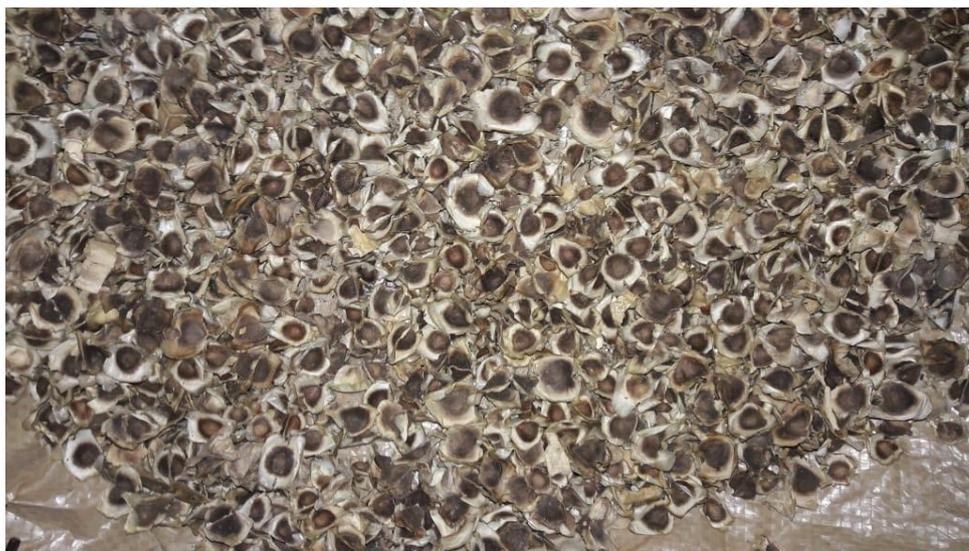


Foto 1: Semillas de Moringa madura con cáscara

- Pelado de semillas: se quitó la corteza que protege la almendra, pues solo se deben usar semillas blancas o medias amarillas, sin signos de pudrición o decoloración.
- Secado de semillas: se secaron en un secador de bandejas Cakestand PSL durante 4 horas a temperatura constante de 45 °C para eliminar la humedad hasta un 8,35%.
- Molido: se continuó con la molienda de la almendra usando molino de doble aspa, marca MAQORITO, para obtener un polvo fino y amarillento (Anexo 1).
- Tamizado: se empleó un tamiz de acero inoxidable con medidas de 200 mm, se realizó un tamizado con la finalidad de que solo pase el polvo más fino para que se realice una mejor dilución.

- Almacenado: en bolsas polietileno de baja densidad, con cierre hermético (ziploc).

Cabe recalcar que se utilizó para el ensayo 1 000 g de semillas se moringa y se obtuvo 534,22 g de polvo con un residuos de 52,2 g en el tamiz y pérdidas en cascara y humedad de 413,58 g, teniendo un rendimiento total de 53,4% en p/p.

3.8.2. EXTRACTO SECO POR PULVERIZACIÓN DE HOJAS DE GUARANGO

De acuerdo a la figura 5, se puede observar el diagrama de proceso para la obtención del extracto de guarango:

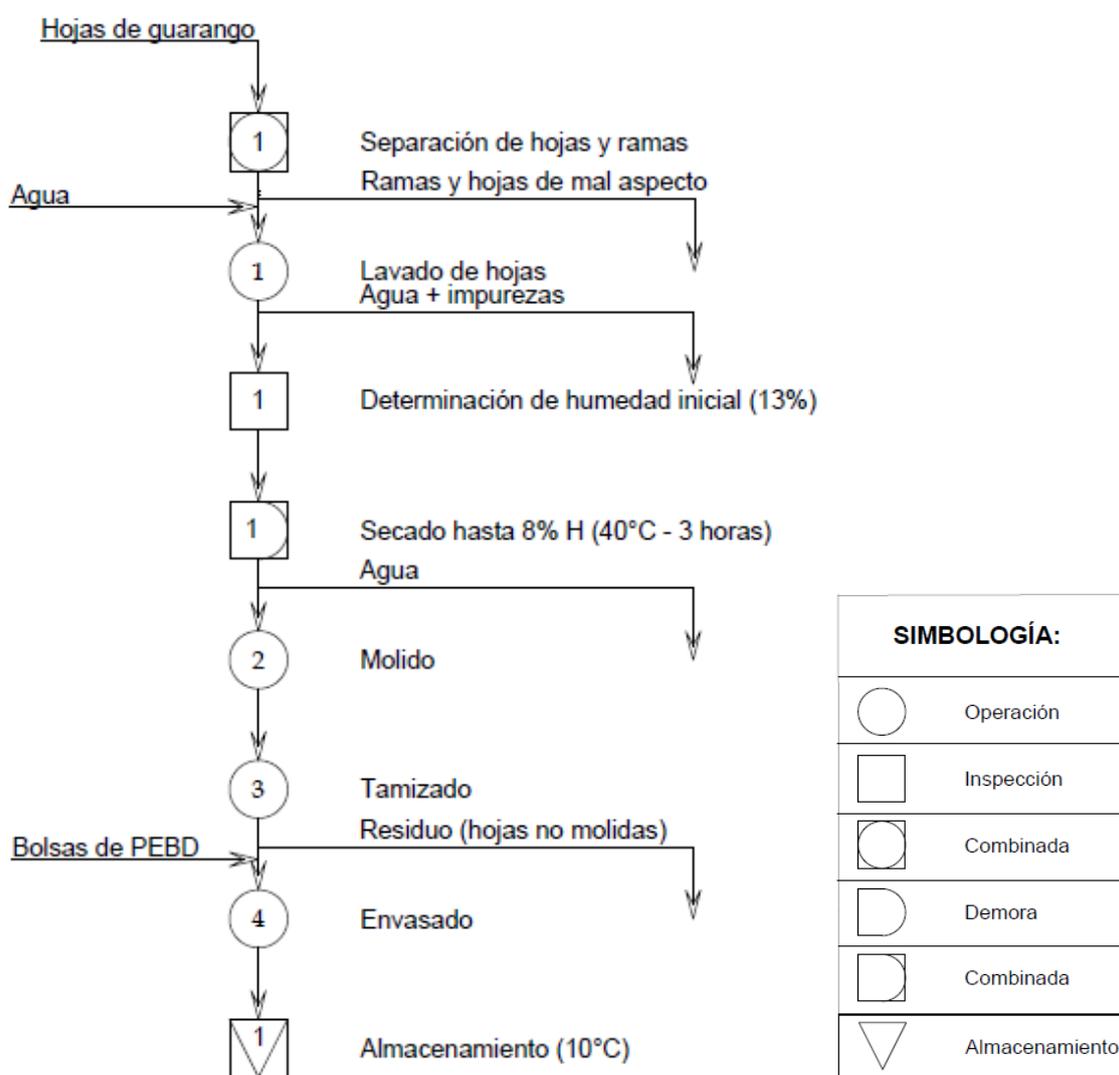


Figura 5: Diagrama de proceso de obtención de extracto seco por pulverización de hojas de Guarango

A continuación se detalla cada una de las operaciones del diagrama de procesos anterior:

- Obtención de la materia prima, las hojas de guarango se obtuvieron en el centro naturista del mercado de Riobamba.
- Separación de las hojas de las ramas y tallos: de manera manual evitando que se deformen o rompan las hojas, observar la foto 2.



Foto 2: Hojas de guarango

- Clasificación: de las hojas dejando solo las de mejor aspecto, eligiendo las de mayor coloración verde.
- Limpieza: de las hojas por inmersión con agua potable y con bactericida comercial Vitalin para retirar tierra, impurezas y microorganismos presentes.
- Determinación de humedad inicial: en una balanza de humedad BOECO, se colocó en el platillo 6,049 g, el cual después de 10 minutos dio un valor de 12% de humedad.
- Secado de las hojas: en un secador de bandejas Cakestand PSL a 40 °C por 3 horas hasta una humedad < 8%.

- Pulverizado: con ayuda de un molino de doble aspa MAQORITO, con una capacidad de 500 g en su tolva, se procedió a pulverizar las hojas secas.
- Tamizado: se empleó un tamiz de acero inoxidable de 200 mm, se realizó un tamizado con la finalidad de que solo pase el polvo más fino para una mejor dilución.
- Almacenamiento: del extracto en bolsas de polietileno de baja densidad con sellado hermético (ziploc), ver foto 3 en refrigeración a 10° C.

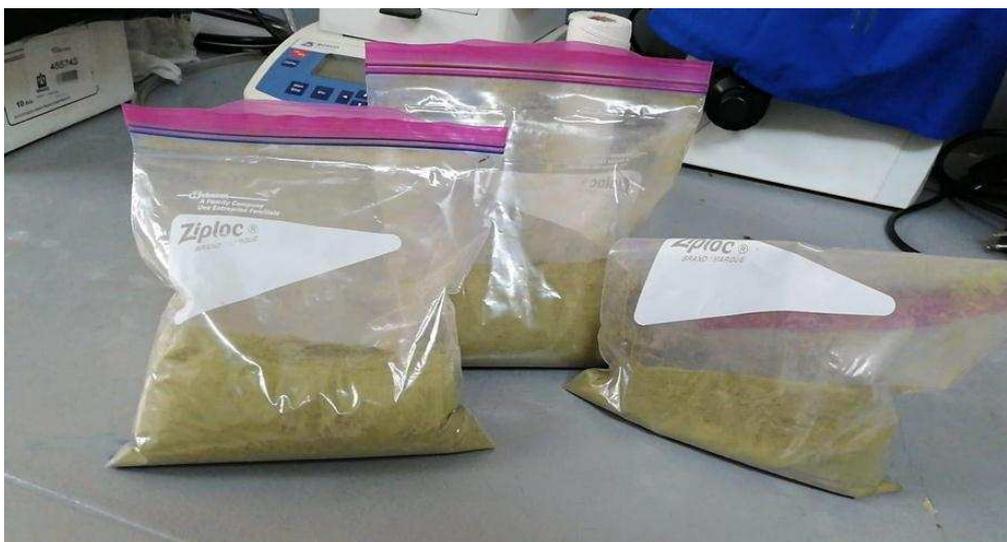


Foto 3: Extracto seco de hojas de guarango

Se empleó 1000 g de hojas antes de ingresar al secador, una vez tamizado se obtuvo 532,36 g de extracto seco, 467,64 g se consideran en humedad y polvo de residuo, teniendo un rendimiento de 53,23 % en p/p.

3.8.3. DESCRIPCIÓN DE LA ELABORACIÓN DE JUGO DE NARANJA

Los jugos deben obtenerse en condiciones sanitarias y regidas por Buenas Prácticas de Manufactura, obteniéndose un producto íntegro como indica la respectiva norma, INEN, 2337 (2008) y siguiendo lineamiento establecidos por el CODEX STAN 247 (2005).

Con relación a lo anterior y teniendo en consideración cada una de las normas se detalla a continuación el proceso para la elaboración del jugo de naranja.

- Obtención de la materia prima: las naranjas (*Citrus sinensis L.*) variedad Valencia tardía, cosecha de enero del 2020 fueron procedentes de de la zona centro sur de la provincia de Manabí, Ecuador, siendo elegidas por su disponibilidad, se obtuvieron en la frutería Coctel, ubicada en la ciudad de Portoviejo.
- Selección de materia prima: la elección se realizó bajo los lineamientos establecidos por CODEX STAN 245 (2004), de color similar verde amarillento, sin daños físicos o golpes y con un peso similar aproximadamente de 180 g cada unidad.
- Lavado de la fruta: con el objetivo de eliminar cualquier suciedad e impurezas se empleó agua potable y bactericida comercial Vitalin para el lavado de frutas como se ve en la foto 4.



Foto 4: Naranjas lavadas para el proceso

- Corte de la fruta: se procedió a cortar con ayuda de un cuchillo de acero inoxidable marca Tramontina por la mitad cada una de las frutas.
- Extracción de jugo: mediante extracción mecánica con ayuda de un extractor eléctrico marca Oster se procedió a la obtención del jugo (Anexo 2).
- Filtración o tamizado: se filtró con ayuda de un tamiz de nylon con una granulometría de 150 mm, para eliminar restos de sólidos no deseados en la fase líquida (Anexo 3).

- Determinación de índice de madurez: para esta condición se determinó mediante la relación entre °Brix y la acidez y de la fruta, tratando que todas se encontraran en una madurez homogénea.

Acidez titulable = 0,876 g ácido cítrico / 100 ml de jugo.

°Brix sólidos solubles = 10,4

Índice de madurez = 11,87

- Almacenamiento: una vez obtenido el jugo, se trasvasó a frascos color ámbar para evitar su oxidación por efecto de la luz.

Se emplearon 200 unidades de naranjas con un peso aproximado de 180 g cada una, con las que se obtuvo 15 litros de jugo, conociendo que la densidad fue de 1,053 g/ml, en masa se consiguió 15 795 g de jugo filtrado, con un rendimiento de 43,87% p/p sobre la cantidad de fruta utilizada.

3.8.4. ENSAYO PREVIO, PARA DETERMINAR LAS DOSIS DE EXTRACTOS DE MORINGA Y GUARANGO, A APLICAR EN EL JUGO

Una vez obtenido el jugo de naranja, se añadieron los extractos en diferentes dosis desde 250 a 10 000 ppm, utilizando inicialmente 100 ml de jugo, aplicando el procedimiento estándar de prueba de jarras De Vargas (2004), se agitó manualmente, primero por 4 minutos de forma rápida, para estimular el componente activo y luego lentamente por un lapso de tiempo no mayor a 10 minutos para tener una distribución homogénea.

De esta manera, se busca asegurar que la mezcla entre el jugo y el coagulante se haya efectuado bien y que se haya producido la reacción química de neutralización de cargas correspondiente (Juberzay, 2011), teniendo en cuenta que el fenómeno de coagulación y floculación se ve condicionado por la agitación y la velocidad de rotación (Katayon et al., 2006). Luego de la agitación se dejó reposar bajo el concepto de la prueba de Imhoff, de acuerdo a Arias & Hernández (2017), durante 6 horas, donde se observó la formación de flocs, un cambio de color y variación de turbidez del jugo.

A continuación, en la figura 6 se muestran los rangos de dosis utilizadas en el ensayo previo que causaron un cambio de turbidez en el jugo de naranja, esto

servió para determinar las cantidades que se delimitaron al inicio de la investigación, estos valores se representan la acción de cada tipo de extracto en el jugo de naranja, mediante barras, donde la turbidez varía dependiendo de las ppm de extractos empleados.

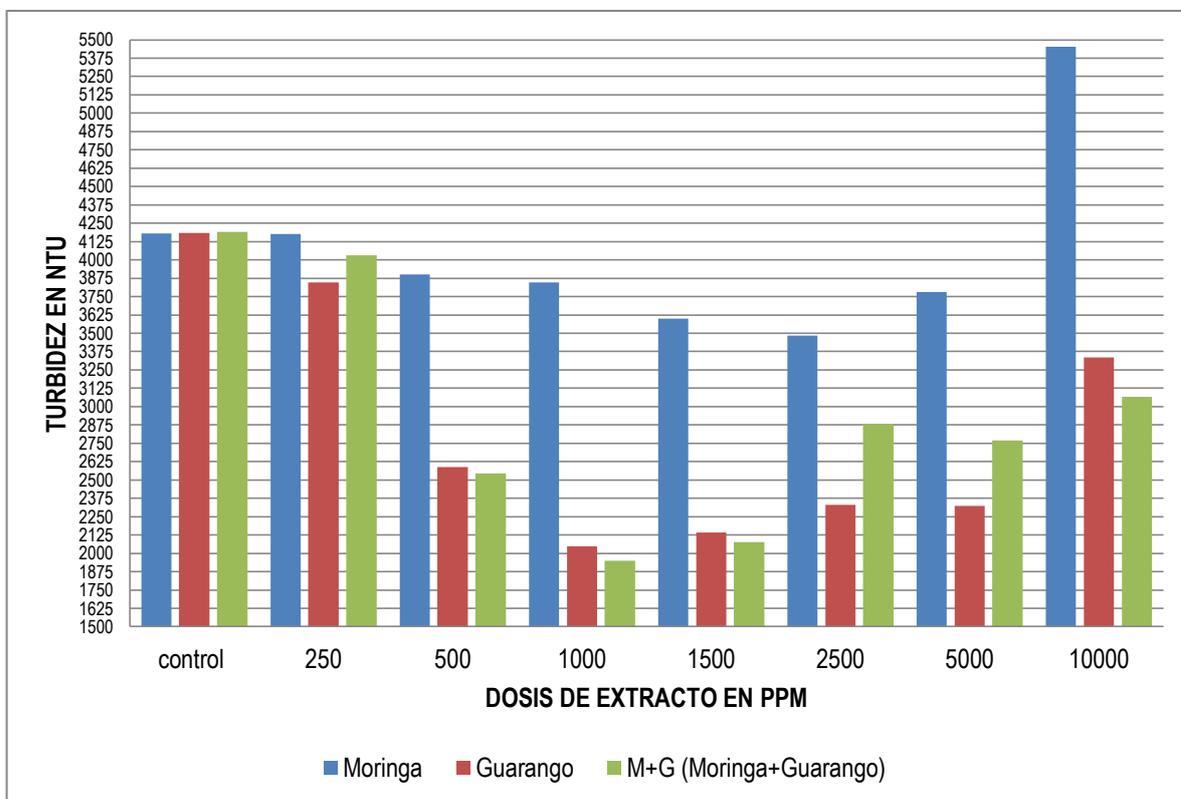


Figura 6: Variación de la turbidez en función de los diferentes extractos y concentraciones

Por lo tanto, una vez analizada la figura 6 se apreció que al aplicar valores menores a 500 ppm de los extractos secos de moringa, guarango y moringa más guarango en el jugo de naranja se presentó un mínimo efecto de acuerdo a las pruebas de jarras que se efectuaron; mientras que, al utilizar dosis mayores de extracto con valores entre a 500 a 1 500 ppm, se evidenció la formación de flóculos una vez que se agitó y reposó la muestra.



Foto 5: Muestras de jugo con diferente coloración por la aplicación de dosis de extractos.

Además en referencia a la foto 5, también se observó que al aplicar dosis de 2500, 5 000 y 10 000 ppm, se generó un cambio de coloración en cada una de las muestras como un indicador que denota una sobresaturación de la solución debido a una cantidad excesiva del extracto, el cual aumenta la cantidad de sólidos solubles afectando a las características organolépticas del jugo como: el color y aroma, existiendo problemas de dilución de los extractos como también se observa en la foto 6 dándole un color verdoso al jugo de naranja siendo estas dosis descartadas para el ensayo final.



Foto 6: Jugo de naranja con dosis de 10000 ppm de extracto seco de M+G.

3.8.5. ENSAYO DE COAGULACIÓN

Una vez determinada la cantidad necesaria de extractos en el ensayo previo, para que se produzca la coagulación se emplearon las dosis de 500, 1 000 y 1 500 ppm, aplicadas directamente en los 500 ml de jugo de naranja en un vaso de precipitación, posteriormente se realizó la agitación lenta de 20 revoluciones por minuto (rpm) y rápida de 100 rpm, procurando que la mezcla sea homogénea, luego se vertió en los respectivos envases aforando a 500 ml (Anexo 4), se dejó reposar a temperatura de refrigeración (18 °C) evitando que sufran movimientos o agitación brusca durante 7, 24, 32 y 48 horas, tiempo en que se realizó la evaluación de cambios de turbiedad.

3.8.6. ANÁLISIS DE TURBIDEZ

Para determinar la turbidez se empleó un turbidímetro marca HACH D2000, de rango máximo 10 000 NTU, siguiendo la normativa ISO 7027:1-2016, con el equipo previamente calibrado, de no estarlo se debió usar las soluciones de formazina para su respectiva calibración y así evitar errores en los cálculos.

Se midió la turbidez inicial, a una muestra control sin ningún extracto y de la turbidez final, a la muestra tratada. Para lo cual se procedió a tomar 30 ml de la muestra y se envasó en los tubos indicadores procurando que no haya burbujas de aire dentro, luego la muestra se colocó en el turbidímetro a la espera de los resultados, este análisis se realizó por triplicado a cada extracto de planta, por cada dosis, y en por cada lapso de tiempo; así se pudo observar si existió una clarificación o un enturbiamiento del jugo al utilizar los tratamientos, comprobado de esta manera el efecto de coagulación de extractos, mediante la reducción de la turbidez.

3.8.7. ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS

Los análisis físicoquímicos que se realizaron a los mejores tratamientos, fueron: control de pH, sólidos solubles °Brix y temperatura con termómetro digital marca ANPRO con tasa de distinción: 0,1 °C, con la finalidad de identificar los cambios en el jugo al mezclarse con los extractos.

Las técnicas o métodos utilizados fueron las empleadas en el Laboratorio de ecotoxicología perteneciente a la Universidad Técnica de Manabí, así como también las usadas según las normas INEN, dependiendo del tipo de análisis.

- Para registrar el valor de pH: se empleó un potenciómetro D500 HACH, de acuerdo a la metodología NTE INEN 389 (1985), en un vaso de precipitación se colocaron 5 ml de muestra y se introdujeron los electrodos del potenciómetro en el vaso de precipitación con la muestra, cuidando que éstos no toquen las paredes del recipiente ni las partículas sólidas, se tomó el valor por triplicado; se recalca la importancia de la calibración del equipo, de no estarlo se emplean las soluciones estándares de pH. Además se debe lavar y enjuagar con agua destilada el electrodo en cada medición para eliminar posibles residuos que afecten las lecturas.
- Para la determinación de los sólidos solubles (°Brix): se utilizó el refractómetro BOECO de 0-99%, según la metodología de la NTE INEN 380 (1986), se colocó de 1 a 2 gotas de la muestra de jugo en el centro del prisma, se observó por el ocular, dirigiéndose hacia la luz hasta que apareció una línea clara definida en el campo de visión y se procedió a leer en la escala superior el índice de refracción.

3.9 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se utilizó los programas: SPSS y STATGRAPHICS versión estudiantil, para el análisis de datos, empleados para generar gráficos y diagramas de distribuciones y tendencias, estadísticos descriptivos y análisis estadísticos complejos de los resultados de los tratamientos a los cuales se le aplicó un ANOVA que se observa en la tabla 4 con la fuente de variación y los grados de libertad.

Adicionalmente se realizó una comparación múltiple usando el test de Tukey y Dunnett, el cual mostró la diferencia de los tratamientos frente al control.

Se realizaron las siguientes pruebas:

- a) Supuestos de Normalidad, Independencia y Homocedasticidad. Se realizó para determinar la existencia de diferencia significativa estadística entre tratamientos.

- b) Análisis de varianza (ANOVA): debido a que sí se cumplieron los supuestos.
- c) Prueba de Dunnett: Permitió analizar los tratamientos con el testigo para tener la interacción entre los grupos Se analizaron al 5% de probabilidad.
- d) Prueba de Tukey: para analizar las comparaciones entre las medias de los factores de estudio. Se analizaron al 5% de probabilidad.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. TURBIDEZ EN EL JUGO DE NARANJA

Como se expuso en la metodología el principal indicador para medir el efecto coagulante de los extractos tanto de moringa como de guarango empleados en esta investigación es la turbidez, dado a que la diferencia entre los valores iniciales y finales refleja una variación de la misma.

Por lo consiguiente, en la tabla 5 se muestran los valores de la turbidez en NTU del jugo de naranja con todos los tratamientos aplicados, combinando tipo de extractos, dosis empleadas y tiempo de reposo, observando que el valor medio de la muestra control fue de 4 307 NTU, cantidad que se reduce desde el T1 hasta el T36, evidenciándose el efecto coagulante con la variable de respuesta.

Tabla 5:

Turbidez de jugo de naranja con diferentes extractos, dosis y tiempo

Valores de la turbidez* de los tratamientos en el jugo de naranja										
Control	Dosis**	Extractos								
		A1= Moringa			A2= Guarango			A3= M+G		
		B1= 500	B2= 1000	B3= 1500	B1= 500	B2= 1000	B3= 1500	B1= 500	B2= 1000	B3= 1500
	Tiempo	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
4273	C1= 7 H	3932	3910	3753	1860	2043	2145	1480	1650	2075
		3802	3996	3836	1838	2045	2141	1477	1688	2086
		3772	3880	3753	1855	2055	2141	1514	1676	2065
		T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16	T17	T18
4227	C2= 24 H	2301	1222	1332	1139	1206	1179	817	765	758
		2309	1226	1335	1135	1203	1176	839	769	761
		2316	1234	1343	1134	1209	1178	840	772	764
		T19	T20	T21	T22	T23	T24	T25	T26	T27
4307	C3= 32 H	1957	1219	1409	1077	1075	1050	759	706	695
		1965	1220	1409	1070	1074	1051	772	706	695
		1976	1226	1416	1070	1079	1054	779	707	695
		T28	T29	T30	T31	T32	T33	T34	T35	T36
4307	C4= 48 H	1270	1212	1564	952	812	793	642	589	568
		1278	1207	1558	940	815	802	638	580	563
		1296	1209	1564	943	818	804	656	576	557

Nota: Letras A, B y C representan cada uno de los factores en estudios.

El control representa al jugo sin extractos.

** Valores de la turbidez están dados en unidades NTU.*

***Los valores de dosis están en unidades de partes por millón ppm. .*

Teniendo estos valores, se realizó el análisis estadístico, para poder comprobar la hipótesis planteada al inicio de la investigación, y poder aplicar estos extractos en un futuro en la industria alimenticia.

Tabla 6:

ANOVA para turbidez por Tratamientos.

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Tratamientos	1,039E8	36	2,8861E6	6832,09	0,0000
Error	31260,1	74	422,434		
Total (Corr.)	1,03931E8	110			

Nota: Presenta diferencia significativa al nivel 0,05.

Consecuentemente, en la tabla 6 el ANOVA realizado denota un $p < 0,05$, que determinó una diferencia estadísticamente significativa entre la media de la turbidez y cada tratamiento, con un nivel de confianza del 95%; es decir todos los tratamientos aplicados son diferentes y tienen un efecto coagulante en el jugo de naranja; aceptándose de esta manera la hipótesis planteada de la investigación, esto se complementó con una comparación múltiple empleando el test de Dunnett, mostrado en la tabla 7, la misma que indica que todos los tratamientos son diferentes frente al control, debido a que todos dieron un $p < 0,05$.

Tabla 7:

Comparación múltiple de los tipos de extractos aplicando el test de Dunnett para la variable turbidez por tratamientos.

(I) Tratamientos	(J) Tratamientos	Mean Difference (I-J)	Std, Error	Sig,	95% Confidence Interval
					Upper Bound
T1	Control	-450,33333*	16,78161	0,000	-402,2591
T2	Control	-1977,00000*	16,78161	0,000	-1928,9258
T3	Control	-2319,44444*	16,78161	0,000	-2271,3703
T4	Control	-3004,33333*	16,78161	0,000	-2956,2591
T5	Control	-357,00000*	16,78161	0,000	-308,9258
T6	Control	-3058,33333*	16,78161	0,000	-3010,2591
T7	Control	-3064,33333*	16,78161	0,000	-3016,2591
T8	Control	-3076,33333*	16,78161	0,000	-3028,2591
T9	Control	-505,00000*	16,78161	0,000	-456,9258
T10	Control	-2949,00000*	16,78161	0,000	-2900,9258
T11	Control	-2873,96296*	16,78161	0,000	-2825,8888
T12	Control	-2723,88889*	16,78161	0,000	-2675,8147
T13	Control	-2434,66667*	16,78161	0,000	-2386,5925
T14	Control	-3149,66667*	16,78161	0,000	-3101,5925
T15	Control	-3213,33333*	16,78161	0,000	-3165,2591
T16	Control	-3340,66667*	16,78161	0,000	-3292,5925
T17	Control	-2238,00000*	16,78161	0,000	-2189,9258
T18	Control	-3079,66667*	16,78161	0,000	-3031,5925
T19	Control	-3210,00000*	16,78161	0,000	-3161,9258
T20	Control	-3470,66667*	16,78161	0,000	-3422,5925
T21	Control	-2143,55556*	16,78161	0,000	-2095,4814
T22	Control	-3107,88889*	16,78161	0,000	-3059,8147
T23	Control	-3233,92593*	16,78161	0,000	-3185,8517
T24	Control	-3486,00000*	16,78161	0,000	-3437,9258
T25	Control	-2795,33333*	16,78161	0,000	-2747,2591
T26	Control	-3453,66667*	16,78161	0,000	-3405,5925
T27	Control	-3515,88889*	16,78161	0,000	-3467,8147
T28	Control	-3640,33333*	16,78161	0,000	-3592,2591
T29	Control	-2614,33333*	16,78161	0,000	-2566,2591
T30	Control	-3517,00000*	16,78161	0,000	-3468,9258
T31	Control	-3579,33333*	16,78161	0,000	-3531,2591
T32	Control	-3704,00000*	16,78161	0,000	-3655,9258
T33	Control	-2210,33333*	16,78161	0,000	-2162,2591
T34	Control	-3524,33333*	16,78161	0,000	-3476,2591
T35	Control	-3590,55556*	16,78161	0,000	-3542,4814
T36	Control	-3723,00000*	16,78161	0,000	-3674,9258

Nota: * La diferencia de medias es significativa al nivel 0,05

Dunnett t (<control)^a

Las pruebas t de Dunnett tratan un grupo como control y lo comparan con todos los demás grupos. ^a

Posteriormente en la tabla 8, un segundo ANOVA, relaciona en conjunto el efecto de todas las variables independientes sobre la turbidez, con un nivel de confianza del 95,0%; notándose las interacciones de cada uno de los factores en estudio y aplicando el diseño planteado en la metodología, donde se evidencia que todos los factores son significativamente diferentes e intervienen para que se dé el cambio en la turbidez.

Tabla 8:

ANOVA de turbidez por factores

Fuente	Suma de cuadrados	df	Media Cuadrática	F	Sig.
Tratamientos	103899708,728 ^a	36	2886103,020	6832,086	0,000
A: Extracto	24306640,502	2	12153320,251	28769,773	0,000
B: Dosis	351031,817	2	175515,908	415,488	0,000
C: Tiempo	43948494,174	3	14649498,058	34678,814	0,000
A*B: Extracto * Dosis	1027402,956	4	256850,739	608,026	0,000
A*C: Extracto * Tiempo	8044369,590	6	1340728,265	3173,820	0,000
B*C:	1132437,327	6	188739,555	446,791	0,000
Dosis * Tiempo					
A*B*C:	1502677,033	12	125223,086	296,433	0,000
Extracto * Dosis * Tiempo					
Error	31260,091	74	422,434		
Total	360335717,891	111			
Total Corregido	103930968,818	110			

Nota: *Diseño trifactorial de A*B*C*
a. R Squared = 1,000 (Adjusted R Squared = 1,000)

Por lo consiguiente, para encontrar el tratamiento cuya combinación de los factores logra mayor efectividad en el efecto coagulante, se realizó el análisis de cada uno de los factores en estudio frente a la turbidez inicial.

4.1.1. TURBIDEZ POR TIPO DE EXTRACTOS

Para este ensayo vale recalcar que se eligieron extractos secos debido a su facilidad de disolución en el jugo, además por seguridad alimentaria dado a que no se aconseja añadir una solución acuosa a un alimento pues se estaría diluyendo la concentración del jugo en este caso.

Una vez que se observó la presencia de flocs, pasadas las primeras siete horas del ensayo, se evidenció el efecto coagulante que causaban los extractos de semillas de moringa y hojas de guarango mediante la medición de turbidez.

A continuación, la figura 7 representa al gráfico ANOVA de los tipos de extractos donde se denota que los extractos aplicados al jugo de naranja presentan una significancia con un p valor $< 0,05$ dando a entender que todos son diferentes y generan una variabilidad en la turbidez inicial del jugo.

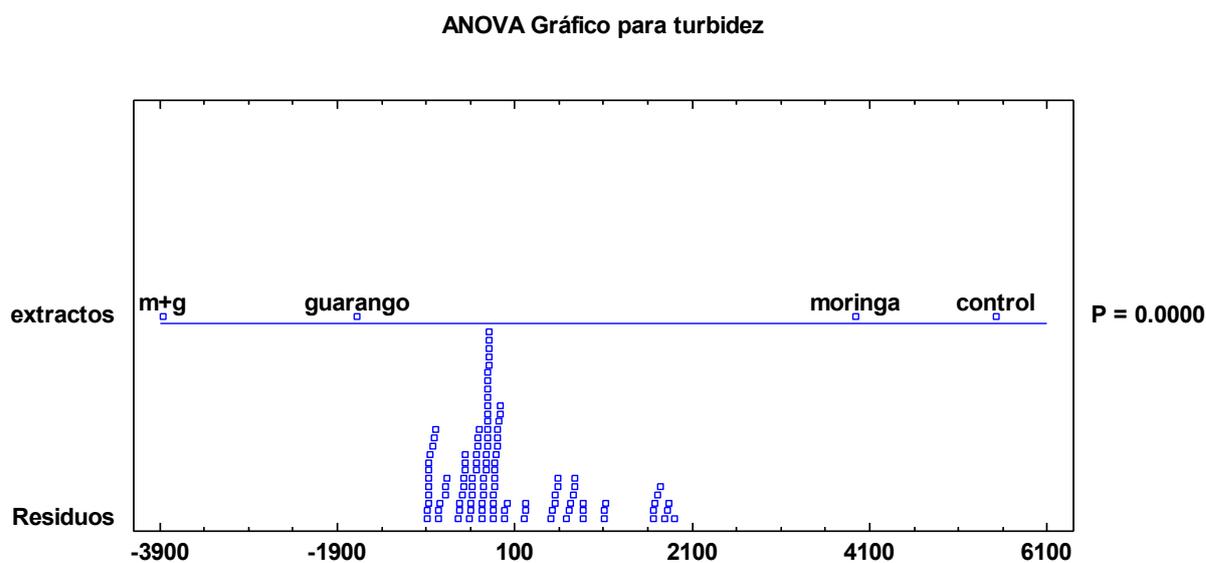


Figura 7: Gráfico de ANOVA de la turbidez frente a tipos de extracto.

Adicionalmente, en la tabla 9 se observa la prueba de comparación múltiple mediante Tukey y Dunnett. El test de Dunnett, confirma que todos los extractos son significativamente diferentes frente al control con un valor $p < 0,05$, es decir cualquiera de ellos genera una coagulación debido a un cambio bioquímico en las partículas que forman los extractos, por el compuesto activo en su estructura.

Tabla 9:

Comparaciones Múltiples para turbidez por extractos

Pruebas T	(I) Extractos	(J) Extractos	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
						Límite Inferior	Límite superior
Tukey HSD	Moringa	Control	-2196,58025*	434,87915	0,000	-3331,5570	-1061,6035
		Guarango	812,42284*	170,57364	0,000	367,2483	1257,5974
		M+G	1125,76235*	170,57364	0,000	680,5878	1570,9369
	Guarango	Control	-3009,00309*	434,87915	0,000	-4143,9799	-1874,0263
		M+G	313,33951	170,57364	0,262	-131,8350	758,5140
		M+G	-3322,34259*	434,87915	0,000	-4457,3194	-2187,3658
Dunnett t (<control) ^b	Moringa	Control	-2196,58025*	434,87915	0,000		-1383,3894
	Guarango	Control	-3009,00309*	434,87915	0,000		-2195,8122
	M+G	Control	-3322,34259*	434,87915	0,000		-2509,1517

Nota: * La diferencia de la media es significativa al nivel de 0,05.

b. Las pruebas t de Dunnett tratan un grupo como control y comparan todos los demás grupos con él.

Continuando el análisis, la prueba de Tukey comparó cada uno de los extractos, teniendo como resultado que el extracto de moringa es diferente a todos los demás extractos; mientras que el extracto de guarango y el de la mezcla M+G son similares entre ellos con un valor sig. = 0,262, pero diferentes frente al control. Según Tukey, letras que comparten la misma categoría son estadísticamente iguales como se observa en la tabla 10.

Tabla 10:

Subconjuntos Homogéneos factor extractos

Extractos	Casos	Media	Grupos Homogéneos*
M+G	36	963,324	A
Guarango	36	1276,66	A
Moringa	36	2089,09	B
Control	3	4285,67	C

Nota: Método: 95,0 porcentaje Tukey

*Cada letra representa un grupo homogéneo

No existen diferencias estadísticamente significativas entre aquellos niveles que compartan una misma letra

Observando los resultados de la tabla 10 en relación a las medias de los tratamientos se establece que el extracto de guarango al igual que el de la

combinación M+G presentaron menor turbidez siendo considerado este valor favorable en la investigación.

Por lo tanto, al existir el efecto coagulante en todos los tratamientos con extractos, se comprueba lo que exponen Wu, Ding, Jia & He (2015) sobre la moringa donde dice que es un hidrocoloide que se comporta como un gel de alta frecuencia, siendo muy útil su aplicación en el procesamiento de alimentos, mientras Basurto (2006) enfatiza 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.

Concluyéndose, que cualquiera de los extractos puede ser considerado para remoción de turbidez, no obstante en esta investigación, mediante el análisis estadístico de los resultados, se establece que el extracto de guarango y la combinación de M+G tuvieron un mejor efecto coagulante.

Sin embargo, se recomienda elegir al extracto combinado M+G, pues el guarango por si solo es más difícil de conseguir y tiende a aportar olor al jugo lo cual representa un cambio en sus cualidades organolépticas originales.

4.1.2. TURBIDEZ VS LAS DOSIS EMPLEADAS

El efecto coagulante comprobado mediante la prueba de jarras, mostró que al emplear dosis de extractos secos de moringa y guarango desde 500 a 1 500 ppm, se presentó la formación de flóculos, dando paso a la coagulación y a la reducción de turbidez, tornándose el jugo de naranja más claro (Anexo 5).

Teniendo en cuenta que otro de los factores en estudio de esta investigación fueron las dosis empleadas se realizó un ANOVA simple para turbidez con un 95% de confianza, frente a las dosis en partes por millón, representado en la figura 8, donde muestra una diferencia estadística significativa en relación al control con un $p < 0,05$, confirmando el resultado mostrado en la tabla 8, es decir todos los niveles de este factor aplicados reducen la turbidez del jugo.

ANOVA Gráfico para turbidez

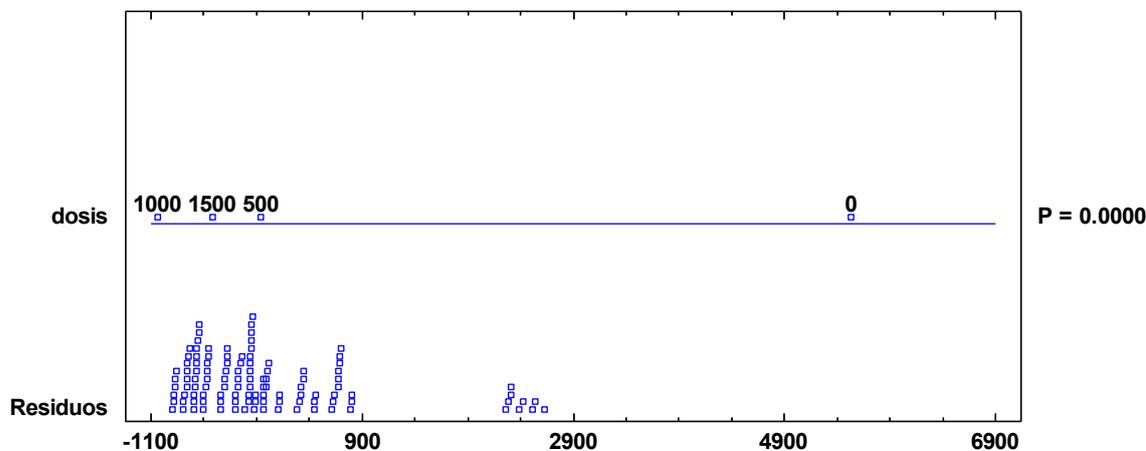


Figura 8: Gráfico de ANOVA de turbidez por dosis

Sin embargo, en un análisis más profundo, mediante la comparación múltiple de cada nivel de dosis utilizadas, el anexo 6 revela que no existe una diferencia estadística entre 500 1 000 y 1 500, es decir que estas dosis son iguales entre ellas al tener un $p > 0,05$, que se aproxima al 1; además el contraste de los subgrupos homogéneos en la tabla 11, confirmaron dicha observación, mostrando la existencia tan solo de dos grupos, siendo muy similares las medias de turbidez reducidas, concluyendo de esta manera que el efecto coagulante en el jugo de naranja se genera con cualquiera de los niveles de dosis utilizados.

Tabla 11:

Subconjuntos Homogéneos factor dosis

Dosis en ppm	Casos	Media	Grupos Homogéneos
1000	36	1371,58	A
1500	36	1446,38	A
500	36	1511,11	A
0	3	4285,67	B

Nota: Método: 95,0 porcentaje Tukey

*Cada letra representa un grupo homogéneo

No existen diferencias estadísticamente significativas entre aquellos niveles que compartan una misma letra

En este caso en consideración a criterios de Bravo & Gutiérrez, (2016), quienes estipulan que la selección de la cantidad óptima de aplicación; se determina mediante los ensayos de pruebas de jarra, y en consideración a lo expuesto por Casco & Laureano (2018) afirman que la cantidad del coagulante a utilizar tiene

influencia directa en la eficiencia de la coagulación, lo cual se evidenció desde la aplicación de T1 al T36, teniendo en cuenta que las dosis del coagulante condicionan el funcionamiento de las unidades de decantación y es imposible realizar una clarificación si la cantidad de coagulante está mal ajustada.

Estos resultados guardan relación con Aguirre, Piraneque & Cruz (2018) quienes utilizaron extractos de semillas moringa en dosis mayores de 1 500 ppm para lograr una reducción de 92 y 95% de turbidez; así mismo Mendoza et al. (2000) utilizó moringa en extracto acuoso para coagulación con dosis bajas entre 10 y 20 ppm para turbidez no mayor a 50 NTU; teniendo la relación que entre mayor sea la turbidez mayor cantidad de dosis será necesaria. Mientras que el extracto de guarango utilizado por Valeriano & Matos (2019), logró resultados de turbidez residual de 0,32 NTU de una muestra inicial con 400 NTU utilizando una dosis de 16,96 ppm, y en investigaciones similares Ramírez (2017), usó 500 ppm de extracto de guarango donde la turbidez disminuyó de 164 a 50 NTU. Las dosis aplicadas en la presente investigación están comprendidas dentro de los valores mencionados.

De esta manera, al tener las proporciones adecuadas para el uso de los extractos en esta investigación utilizando 500 a 1500 ppm, se pueden considerar como aditivos de acuerdo a lo que expone Multon (1999) que el contenido del aditivo oscila entre 100 ppm a 10 000 ppm, mientras que el auxiliar tecnológico va en un rango de 1 ppm a 100 ppm; sin embargo no siempre se cumple esta condición, debido a que el contenido no es un criterio determinante, por lo cual en próximas investigaciones se podría abarcar mayores datos que definan su uso.

Finalmente, Álvarez (2019) recomienda determinar una dosis adecuada que permita la máxima remoción de la turbidez, por lo que siguiendo todos estos criterios y resultados del análisis estadístico, se eligió como la dosis adecuada al primer nivel de este factor, es decir, B1 (500 ppm), siendo la menor cantidad de extracto lo que también influye en una estimación de menores costos de procesos y materia prima.

4.1.3. TURBIDEZ VS TIEMPO

El tercer factor que se consideró en esta investigación fue el tiempo, en cuatro niveles 7, 24, 32 y 48 horas, siendo el tiempo 0 el control; con la finalidad de conocer la incidencia del tiempo en la reducción de turbidez en el jugo de naranja, se aplicó un ANOVA simple que se muestra en la figura 10, donde se obtuvo un $p < 0,05$, por lo tanto el tiempo es un factor significativo en la reducción de la turbidez; tal como sucede con la turbidez del jugo que de 4 307 NTU transcurrida las 7 primeras horas se reduce en los T1 al T19, a 3 932 y 2 065 NTU, respectivamente.

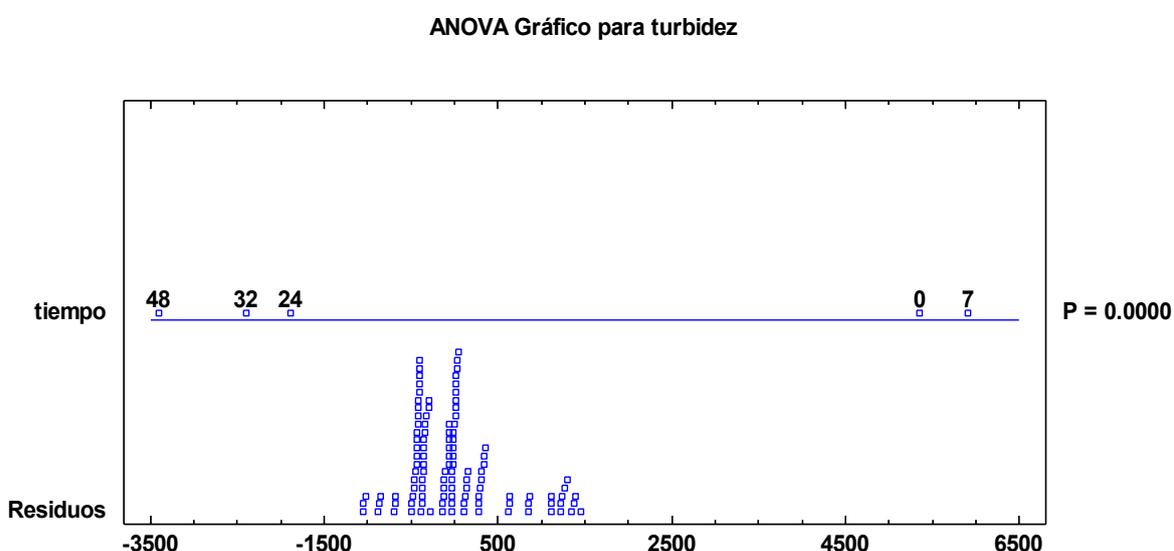


Figura 9: Gráfico de ANOVA turbidez vs tiempo

También, se aplicó una comparación múltiple entre cada uno de los niveles del tiempo, teniendo como resultado el anexo 7 donde Dunnett corrobora que todos los niveles de tiempo son significativamente diferentes frente al control, y Tukey revela una diferencia significativa en las 7 horas frente a las demás; mientras que a las 24, 32 y 48 horas tienen un $p > 0,05$ entre ellas, es decir son diferentes de las 7 horas, pero similares entre ellas; además en la tabla 12 se identificaron 3 grupos, donde es evidente que el grupo A tiene un efecto similar sobre la reducción de la turbidez, lo cual es muy diferente del grupo B y C.

Tabla 12:

Subconjuntos Homogéneos del factor tiempo

Tiempo	Casos	Media	Grupos Homogéneos
48	27	933,531	A
32	27	1107,800	A
24	27	1194,940	A
7	27	2535,830	B
0	3	4285,670	C

Nota: Método: 95,0 porcentaje Tukey

*Cada letra representa un grupo homogéneo

No existen diferencias estadísticamente significativas entre aquellos niveles que compartan una misma letra

Por lo consiguiente, a pesar que el valor más bajo de turbidez se dio en las 48 h, el análisis estadístico permite concluir, que el tiempo adecuado es el nivel de las 24 h, al ser similares estadísticamente con 48 h, además con la finalidad de reducir recursos y tiempos de operación se tomó a este nivel como el conveniente, incluso da una pauta para determinar en una próxima investigación el tiempo óptimo en el rango de 7 a 24 horas con escalas menores.

Otros autores como Almendaris (2018), al estudiar el quitosano en jugo de naranja como clarificante, afirmó que no solo los extractos reducen la turbidez sino que el mantenerlos en bebida con el paso del tiempo sigue teniendo su acción clarificante, debido a que el principio activo de los extractos sigue actuando por varias horas después de aplicados, concordando con los resultados obtenidos en esta investigación.

Una vez finalizado el análisis por cada uno de los factores en estudio se determinó que el mejor tratamiento en esta investigación fue el T16 (A3*B1*C2) con el extracto de la mezcla M+G (moringa + guarango), en 500 ppm, por 24 h; con una turbidez media de 832 NTU, reduciendo un 80,51 % de la turbidez inicial, considerándose de esta manera al extracto de la mezcla M+G, como un hidrocoloide que se puede emplear en bebidas que necesitan ser clarificadas, recomendándose para esto realizar análisis nutricionales y organolépticos más profundos.

4.2. ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS

4.2.1. CONTROL DE PH

Es necesario conocer si al utilizar los extractos de moringa y guarango hay una variación en el pH, debido a que este factor influye en el proceso de coagulación (Mendoza et al 2000), además influye en la conservación de los alimentos, pues un cambio químico puede afectar su vida útil (Ccasa & Castillo, 2017).

Por lo tanto, conociendo los resultados de pH (Anexo 8) se realizó un ANOVA mostrado en la siguiente tabla.

Tabla 13:

ANOVA de pH por factores

Fuente	Suma de cuadrados	df	Media cuadrática	F	Sig.
Extractos	0,470	2	0,235	10,329	0,013
Dosis	0,057	2	0,028	1,242	0,358
Tiempo	0,147	3	0,049	4,326	0,045
Extractos * Dosis	0,074	4	0,018	7,243	0,003
Extractos * Tiempo	0,041	6	0,007	2,705	0,067
Dosis * Tiempo	0,042	6	0,007	2,757	0,064
Extractos * Dosis * Tiempo	0,030	12	0,003	,	,
Error	0,000	74	0,000		
Total	0,000	110	0,000		

Nota: La diferencia de la media es significativa al nivel de 0,05

Con respecto a la tabla 13, se observa que el factor extractos tiene una diferencia significativa, con un $p= 0,013$, y el factor tiempo se lo considera muy poco significativo por su valor-p muy cercano a 0,05; además se pueden observar que las interacciones que generan una variación en el pH es la relación extracto dosis.

En el anexo 9, se muestra una tabla resumida con la comparación de cada nivel del factor en estudio por el test de Tukey; en el caso del factor extracto, el de moringa es similar al control, pero diferente al extracto de guarango y de la mezcla moringa más guarango, estos dos niveles muestran una similitud entre sí; es decir que el extracto de moringa no genera un incremento del valor inicial de pH, pero los otros sí.

Por otro lado, el factor dosis no muestra diferencia estadística frente al control y solo existe una mínima variación entre las dosis de 1 000 y 1 500 ppm, por lo que este factor no incide en la variabilidad del pH.

Con respecto al tiempo se observa que el nivel 24 h es muy significativo a las 7 h, pero 24 h es muy similar al control, 32 y 48 horas. Teniendo en consideración que en este tiempo se observa un pequeño aumento del pH.

Los extractos empleados en esta investigación generan un mínimo cambio en el pH, actuando de manera contraria a los coagulantes comunes como: Xantana y carragenina estudiados por Ampuero (2016) en la estabilización de jugo, el cual no presentó cambios en el pH. En cuanto a las dosis, se obtuvieron resultados similares en la investigación de Rodríguez; Muñoz, García & Fernández (2005) quienes mencionan que el pH no varió significativamente utilizando extractos de moringa en la clarificación de agua, por lo contrario en la investigación de Flores (2019) utilizando moringa como coagulante, menciona que el pH de la bebida incrementó al aumentar la concentración del extracto.

Además, conociendo que la variabilidad en el pH, es causada debido a que cada extracto de planta tiene un pH específico que puede ser mayor o menor al de la bebida y al mezclarse con la bebida va a aumentar o disminuir el pH, dependiendo el caso buscando la neutralización, donde la solución tendrá un cambio químico.

De esta manera, conociendo que el pH inicial del jugo de 4,39 cambia con la aplicación de los tratamientos, cuyos valores están entre 4,27 y 4,53; eligiendo como adecuados los que estén dentro de los parámetros establecidos por la INEN 2337 (2008), que establece que este tipo de bebidas debe tener un pH máximo a 4,5 y mínimo de 2,0; sin embargo se tiene en consideración a Ccasa & Castillo (2017) que afirma que un valor menor a 4,3 da las condiciones para la proliferación de mohos y levaduras. De esta manera el T16 elegido como la mejor combinación para la coagulación, aunque aumenta el pH inicial cumple este parámetro.

4.2.2. CONTROL DE SÓLIDOS SOLUBLES (°Brix)

El contenido de azúcares del jugo de naranja al utilizar los tratamientos con diferentes factores en estudios se pueden observar en el anexo 10, donde se evidencia que hay valores menores al del control (10,40 °Brix), siendo el menor en el T30 con 9,22 °Brix, a estos valores se le aplicó un ANOVA entre todos los factores con el 95% de confianza que se puede ver en la tabla 14, en la cual el factor tiempo al tener un valor $p = 0,032$ es significativo, en relación a los factores extractos y dosis que no difieren significativamente ($p > 0,05$). Además que la única interacción significativa es la de extractos tiempo.

Tabla 14:

ANOVA de °Brix por extractos, dosis y tiempo.

Fuente	Type III Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Intercept	7110,193	1	7110,193	6268,750	0,000
Extractos	0,374	2	0,187	0,548	0,603
Dosis	0,453	2	0,227	1,794	0,255
Tiempo	5,649	3	1,883	5,099	0,032
Extractos * Dosis	0,283	4	0,071	1,645	0,227
Extractos * Tiempo	1,883	6	0,314	7,293	0,002
Dosis * Tiempo	0,591	6	0,099	2,290	0,105
Extractos * Dosis * Tiempo	0,516	12	0,043		
Error	0,000	74	0		
Total	0,000	110	0		

Nota: La diferencia de la media es significativa al nivel de 0,05

Adicionalmente, se realizó un ANOVA simple por cada factor que se visualiza en el anexo 11, donde todos los factores de forma individual tienen un efecto significativamente diferente sobre los sólidos solubles; siendo el factor tiempo el que genera una mayor variabilidad, con un valor $p < 0,05$.

Por lo tanto para contrastar los resultados de los ANOVA, se realizó la prueba de Tukey y Dunnett (anexo 12), en el que se tuvo como resultado que los niveles del factor extracto son diferentes al control; mientras que el extracto de moringa es similar al extracto de guarango y a la mezcla, es decir todos tienden a reducir los °Brix. Por lo cual, se recalca que tanto la moringa como el guarango utilizan azúcares para reducir la turbidez que se observa durante el periodo de

evaluación, debido a que la concentración de azúcares o concentración de sólidos solubles del jugo se van reduciendo constantemente en todos los tratamientos.

En referencia al factor dosis, Dunnett indicó que todas las dosis son significativamente diferentes, mientras Tukey mostró que no hay una diferencia entre los niveles, es decir se puede emplear cualquiera para exista una variación de los °Brix iniciales.

Y por último en el factor tiempo, el nivel 7 h es muy similar a 24 h, pero ambos niveles muestran diferencia versus 32 y 48 h; lo que indica que hasta las 24 horas no han cambiado significativamente los °Brix iniciales del control, de tal manera el T16 aunque reduce sus °Brix iniciales cumple con la normativa INEN en su exigencia que este parámetro no sea menor a 10.

De esta manera, al no tener precedentes de estas plantas como coagulantes naturales en jugos se relaciona este resultado con las conclusiones de Almendaris (2018), donde el quitosano como clarificante natural en jugo de naranja 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.

Finalmente, en base al mejor tratamiento aplicado sobre el jugo de naranja se analizó cambios en las propiedades organolépticas del jugo una vez incorporados los extractos, se valoraron características como: el sabor, color y aroma del jugo, teniendo como resultado que al emplear dosis menores de 1 000 ppm la mezcla de guarango y moringa no presenta cambios en olor y color al del jugo natural, sin embargo en dosis de 1 500 ppm se puede percibir un olor diferente debido a los fenoles que poseen las hojas de guarango, más no repulsivo que se puede asociar con el olor a la menta, el cual puede aportar un beneficio, pues los cítricos suelen presentar un olor a fermentación.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES:

- Los extractos de semilla de *Moringa oleífera* y hojas de *Caesalpinia spinosa* tienen efecto coagulante en el jugo de naranja en todos los tratamientos.
- La mezcla de M+G (moringa + guarango) tuvo una mayor reducción de turbidez que los extractos puros.
- Se determinó estadísticamente que las dosis establecidas no influyen en la remoción de la turbidez.
- El factor tiempo mostró que después de las 24 horas la variabilidad de la turbidez no es significativa.
- El mejor tratamiento en esta investigación fue el T16 con el extracto M+G, en 500 ppm, por 24 h; con una turbidez media de 832 NTU, reduciendo un 80,51 % de la turbidez inicial, evidenciando un aumento del pH y una disminución de los °Brix en el jugo de naranja, indicadores acorde a la normativa INEN 2337:2008.

5.2. RECOMENDACIONES

- Utilizar extractos en base seca frente a los acuosos por seguridad alimentaria y mejor disolución.
- Usar la relación M+G (moringa + guarango) como extracto en la remoción de turbidez de jugos cítricos
- Empelar dosis en 500 ppm por razones de optimización de recursos.
- Realizar análisis de aceptación por escala hedónica al T16 para ver su aceptación.

BIBLIOGRAFÍA

- Aguirre, S. E., Piraneque, N. V., & Cruz, R. K. (2018). Sustancias Naturales: Alternativa para el Tratamiento de Agua del Río Magdalena en Palermo, Colombia. *Información tecnológica*, 29(3), 59-70.
- Aguilar, E. (2010). Utilización de la semilla de tara (*Caesalpinia spinosa*) como ayudante en la coagulación en el tratamiento de agua. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero. Sanitario. Universidad Nacional de Ingeniería. Lima- Perú.
- Allan, C. V. (2012). Obtención de bebidas congeladas. Guayaquil: Universidad de Guayaquil.
- Almendaris, C. M. V. (2018). Clarificación del jugo de naranja (*Citrus sinensis*) mediante la utilización de diferentes niveles de quitosano. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Chimborazo.
- Álvarez, H. C. (2019). Remoción de turbidez de efluentes de la producción de néctar de maracuyá". Tesis para optar el grado de magister. Universidad Nacional Agraria La Molina
- Anudeep, S., Prasanna, V. K., Adya, S. M., & Radha, C. (2016). Characterization of soluble dietary fiber from Moringa oleifera seeds and its immunomodulatory effects. *International Journal of Biological Macromolecules*, 91, 656-662. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2016.06.013>.
- Arias, H., & J Hernández, M. J. (2017). 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*.
- Ávila, R. M., & González, C. C. (2011). La evaluación sensorial de bebidas a base de fruta: Una aproximación difusa. Recuperado el 23 de mayo de 2019, de Universidad, Ciencia y Tecnología: http://www.scielo.org.ve/scielo.php?pid=S1316-48212011000300007&script=sci_arttext
- Banchón, C., Baquerizo, R., Muñoz, D., & Zambrano, L. (2016). Coagulación natural para la descontaminación de efluentes industriales. *Enfoque UTE*, 7, 111-126.
- Batule E., (2004). La clarificación del jugo de la caña y la meladura. *Tecnólogo Azucarero - El Salvador: Serie azucarera 15*
- Barros, C. (2009). Los aditivos en la alimentación de los españoles y la legislación que regula su autorización y uso. Editorial Visión Libros.
- Basurto, L. (2006). Todo sobre la tara ,*Caesalpinia Spina*. <http://www.asocam.org>. <http://www.asocam.org/sites/default/files/publicaciones/files/b3c71f39d9c60acfd2fd4785095f28b9.pdf>
- Bichi, M. H. (2013). A review of the applications of Moringa oleífera seeds extract in water treatment. *Civil and Environmental Research*, 3(8), 1-10.

- Bolto, B., & Gregory, J. (2007). Organic polyelectrolytes in water treatment. *Water research*, 41(11), 2301-2324.
- Bravo, G. M., & Gutierrez, L. J. (2016). Remoción de sólidos suspendidos y materia orgánica de las aguas del río Polli en Otuzco empleando semillas de *Caesalpinia Spinosa*. Universidad Nacional de Trujillo.
- 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. *Revista Tecnológica ESPOL*, 23, 7.
- Campos, J., Colina, G., Fernández, N., & Torres, G. (2003). Caracterización del agente coagulante activo de las semillas. 10
- Carrión, J., & García, G. (2010). Preparación de extractos vegetales: determinación de eficiencia de metódica. Cuenca, Ecuador: Universidad de Cuenca.
- Casco, R., & Laureano, E. (2018). "La goma de tara como agente floculante en la optimización del proceso de remoción de arsénico con FeCl₃ presente en agua de mina". Perú: Universidad Nacional del Callao.
- Ccasa Mamani, J. R., & Castillo T. R. (2017). Aislado proteico y efecto antioxidante del extracto de la moringa (*Moringa oleifera Lam*) para la elaboración de una bebida funcional.
- Chavarrías, M. (2016). Consumer erorki. Recuperado el 30 de Agosto de 2019, de <https://www.consumer.es/seguridad-alimentaria/propiedades-organolepticas-de-los-alimentos.html>
- Codex Alimentarius - Stan 247. (2005). Norma general del Codex para zumos (jugos) y néctares de frutas. Editorial Food & Agriculture Org. Recuperado de: http://www.codexalimentarius.net/gsfonline/docs/CXS_192s.pdf
- De La Cruz, P. (2004). Aprovechamiento Integral y Racional de la Tara (*Caesalpinia spinosa*-*Caesalpinia tinctoria*). *Revista del Instituto de Investigación FIGMMG, UNMSM*, ISSN-e:1561-0888, 7(14), 64-73
- De Vargas, L. (2004) Criterios para la Selección de los Procesos y de los Parámetros Óptimos de las Unidades. Tratamiento de Agua para Consumo Humano. Plantas de Filtración Rápida, Manual I, Capítulo 11, Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, Organización Panamericana de la Salud
- Fahmi, M. R., Najib, N. W. A. Z., Ping, P. C., & Hamidin, N. (2011). Mechanism of turbidity and hardness removal in hard water sources by using *Moringa oleifera*. *Journal of Applied Sciences*, 11(16), 2947-2953.
- Flores R. C. A. (2019). Efecto de la concentración de extracto de hojas de *Moringa (Moringa oleifera)* y *Chía (Salvia hispánica L.)* sobre las características fisicoquímicas y sensoriales de una bebida funcional.

- Foild, N., Makkar, H. P. S., & Becker, K. (2001). The potential of *Moringa oleifera* for agricultural and industrial uses
- Gaviria, P., Restrepo, D., & Suárez, H. (2010). Utilización de hidrocoloides en bebida láctea. *Vitae*, revista de la facultad de química farmacéutica. Medellín, Colombia.
- Gómez, M. D., Pita, B. V., & Zumalacárregui, B. (2016). Caracterización de aceites de las semillas de *Moringa oleifera* a partir de la extracción por diferentes métodos. *Revista Colombiana de Biotecnología*, 18(2), 106. <https://doi.org/10.15446/rev.colomb.biote.v18n2.54324>
- Goycochea, R. (2010). Evaluación de taninos y goma del fruto de la Tara *Caesalpinia spinosa* (Malina) Kuntze provenientes de las lomas de Atiquipa, Arequipa - Perú. Perú: Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Guzmán, L., Villabona, Á., Tejada, C., & García, R. (2013). Reducción de la turbidez del agua usando coagulantes naturales: una revisión. *Coagulantes naturales vs turbidez*, 16, 10.
- NTE INEN 2337, I. N. (2008). Jugos, Pulpa, Concentrados, Bebidas de frutas y vegetales. Quito. Recuperado el 8 de Julio de 2019, de <https://archive.org/stream/ec.nte.2337.2008#page/n1/mode/2up>
- NTE INEN 380. (1986). Conservas Vegetales. Determinación de Sólidos. Quito. Recuperado el 12 de Noviembre de 2019, de <https://archive.org/stream/ec.nte.0380.1986#mode/2up>
- NTE INEN 389. (1985). Conservas vegetales. Determinación de la concentración del ión hidrógeno (pH). Quito. Recuperado el 15 de Noviembre de 2019
- Ibáñez, F. C., Torre, P., & Irigoyen, A. (2003). Aditivos alimentarios. Universidad Pública de Navarra.
- Ibrahim, G. E., Hassan, I. M., Abd-Elrashid, A. M., El-Massry, K. F., Eh-Ghorab, A. H., Manal, M. R., & Osman, F. (2011). Effect of clouding agents on the quality of apple juice during storage. *Food Hydrocolloids*, 25(1), 91-97. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2010.05.009>
- International Organization for Standardization: 7027-1:(2016) Water quality -- Determination of turbidity --. <https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/iso//062801>
- Juberzay, C. (2011). Procesos de tratamientos de aguas coagulación y floculación. Santa Ana de Coro: Universidad Nacional Experimental Francisco de Miranda
- Jyothi, P.V, Atluri, J.B., & Reddi, CS Proc. Acad indio. Sci. (Plant Sci.) (1990) 100: 33. <https://doi.org/10.1007/BF03053466>
- Katayon, S., Noor, M. J. M. M., Asma, M., Ghani, L. A. A., Thamer, A. M., Azni, I., & Suleyman, A. M. (2006). Effects of storage conditions of *Moringa oleifera* seeds on its performance in coagulation. *Bioresource Technology*, 97(13), 1455-1460. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2005.07.031>

- Kavitha, C., Ramesh, M., Kumaran, S. S., & Lakshmi, S. A. (2012). Toxicity of freshwater fish, *Cyprinus carpio*. Experimental and Toxicologic Moringa oleifera seed extract on some hematological and biochemical profiles in a Pathology, 64(7-8), 681-687. <https://doi.org/10.1016/j.etp.2011.01.001>
- Li, J. M., & Nie, S. P. (2015). The functional and nutritional aspects of hydrocolloids in foods. Food Hydrocolloids, 53, 46-61.
- Liang, C., Hu, X., Ni, Y., Wu, J., Chen, F., & Liao, X. (2006). Effect of hydrocolloids on pulp sediment, white sediment, turbidity and viscosity of reconstituted carrot juice. Food Hydrocolloids, 20(8), 1190-1197. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2006.01.010>
- Marín, L. V. O. (2012). Determinación de las condiciones apropiadas de preparación de un floculante como componente fundamental en el proceso de clarificación de jugo en Riopaila Castilla S.A, Planta Riopaila. Universidad Tecnológica de Pereira, Pereira, Risaralda.
- Martínez, J. L. (2004). Extracción de goma de la semilla de tara (*Caesalpinia Tinctoria*). Lima, Perú.
- Martínez, K., Cazorla, A., Escobar, J., & Alvarado, C. (2017). Preparación de un jugo clarificado de frutas utilizando un concentrado enzimático de guayaba y papaya. Ingeniería y Sociedad UC., 12, 15.
- Martínez, R. S. (2016). Evaluación de la viscosidad y el color del yogurt batido con adición de goma de tara (*Caesalpinia spinosa*) Como estabilizante a diferentes concentraciones. Universidad Nacional José María Arguedas, Andahuaylas, Apuríma, Perú.
- Mendoza, I., Fernández, N., & Ettiene, G. (2000). Uso de la Moringa oleifera como coagulante en la potabilización de las aguas. Scientific Journal from the Experimental, 8, 8.
- Moreno, A. I. G., Villegas, F. N. C., Almendaris, C. V. M., & Erazo, R. F. (2018). Clarificación del jugo de naranja (*Citrus sinensis*) mediante la utilización de quitosano. Revista Caribeña de Ciencias Sociales, 22.
- Multon, J.L. (1999) Aditivos y auxiliares de fabricación en las industrias agroalimentarias 2da. Edición, Editorial Acribia, Capítulo 5, pág. 29
- Núñez, R. A. H., Brumovsky, L. A. & Hours, R. A. (2010). Clarificación y grado de satisfacción en jugos de uva. La Alimentación Latinoamericana, 258, 9.
- Olivero, R., Aguas, Y., Mercado, I., Casas, D., & Montes, L. (2014). Utilización de Tuna (*Opuntia ficus-indica*) como coagulante natural en la clarificación de aguas crudas. Avances Investigación en Ingeniería, 11(1), 70. <https://doi.org/10.18041/1794-4953/avances.1.302>
- Padrón, C. A., & Moreno, M. J. (2010). 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.

- Pérez, B. D. (2017). Evaluación de la capacidad clarificante de la Moringa oleífera (moringa) como coagulante en el producto fermentado de la *Saccharum officinarum* (caña de azúcar)". Universidad técnica estatal de Quevedo, Los Ríos - Quevedo.
- Pritchard, M.; Mkandawire, T.; Edmondson, A.; O'Neill, J. G., & Kululanga, G. (2009) Potential of using plant extracts for purification of shallow well water in Malawi. *Phys. Chem. Earth*. 34:799-805.
- Ramírez K. D. P. (2017). "Dosis De Coagulante Natural *Caesalpinia spinosa* Para Mejorar La Calidad De Las Aguas Residuales En El Dren 4000".
- Rodríguez, E., Sandoval, A., & Ayala, A. (2003). Hidrocoloides naturales de origen vegetal. *Investigaciones recientes y aplicaciones en la industria de alimentos*. (13), 10.
- Rodríguez, S.; Muñoz, R.; García, O., & Fernández, E. (2005). Empleo de un producto coagulante natural para clarificar agua. *Revista CENIC Ciencias Químicas*, 36, Número Especial.
- Romero, M., Vilela, J., & Cabello, C. (1997). Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Recuperado el 2020, de Especies Arbóreas y Arbustivas para las Zonas Áridas y Semiáridas de América Latina: http://www.fao.org/tempref/GI/Reserved/FTP_FaoRlc/old/redes/sisag/arboles/default.htm#Peru
- Romero, N., Fernandez, A., & Paz, R. (2012). A polyphenol extract of Tara pods (*Caesalpinia spinosa*) as a potential antioxidant in oils.
- Sánchez, Y. A., Martínez, G., Sinagawa, S. R., & Vázquez, J. A. (2013). Moringa oleífera; importancia, funcionalidad y estudios involucrados. *Revista Científica de la Universidad Autónoma de Coahuila*, 5(9), 25-30.
- Schvab, M. D., Ferreyra, M. M., Gerard, L. M., & Davies, C. V. (2013). Parámetros de calidad de jugos de naranja entrerrianas. *Revista Iberoamericana de Tecnología*, 14(1), 85-92.
- Tituaña, G. I. (2013). Estudio del proceso de obtención de extractos de plantas medicinales cultivadas por la asociación tema: Flor de campo en la estancia y mushukwiñary en Tambalo de Pasa, para promover su desarrollo (Bachelor's thesis).
- Valachová, K., Toolská, D., Nagy, M., Gaidau, C., Niculescu, M., Matyasovský, J., & Soltés, L. (2014). Radical scavenging activity of *Caesalpinia spinosa*. *Neuro Endocrinol Lett*, 35(2), 197-200.
- Valderrama, J. J. & Barraza, G. (2006). Efecto del pH y Concentración de Goma de Tara (*Caesalpinia spinosa*) sobre la Clarificación del Jugo de Caña (*Saccharum officinarum*). 6.
- Valeriano, J. J., & Matos, R. A. (2019). Influencia de la Goma de Tara (*Caesalpinia spinosa*) como ayudante en el proceso de coagulación-floculación para la remoción de turbidez de una suspensión artificial de

bentonita. Información tecnológica, 30(5), 299-308.
<https://doi.org/10.4067/S0718-07642019000500299>

Vargas, P., J. (2015). Uso potencial de la goma de tara (*Caesalpinia spinosa*) para el desarrollo de nuevas películas y recubrimientos comestibles compuestos [Escuela Politécnica Nacional].
<https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/10482/1/CD-6202.pdf>

Virtus Natura. (2013). Recuperado el 30 de Agosto de 2019, de La industria de los jugos 100% naturales sigue sumando competencia:
<https://www.portalfruticola.com/noticias/2013/02/15/la-industria-de-los-jugos-100-naturales-sigue-sumando-competencia/>

Vistazo. (2015). Revista Vistazo. Recuperado el mayo de 2019, de la industria de bebidas se fortalece con inversión: <https://www.vistazo.com/seccion/pais/la-industria-de-bebidas-se-fortalece-con-inversion>.

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>

ANEXOS

Anexo 1: Semillas de moringa trituradas.



Anexo 2: Extracción de jugo de naranja



Anexo 3: Filtración de jugo de naranja



Anexo 4: Envasado de jugo en botellas ámbar



Anexo 5: Reducción de turbidez en muestras de jugos con diferentes dosis de extractos



Anexo 6: Comparaciones Múltiples para turbidez por dosis

Pruebas T	Dosis (I) ppm	Dosis (J) ppm	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
						Límite Inferior	Límite superior
Tukey HSD	500	0	-2774,55556*	519,58343	0,000	-4130,5993	-1418,5118
		1000	139,52778	203,79739	0,903	-392,3563	671,4119
		1500	64,73148	203,79739	0,989	-467,1526	596,6156
	1000	0	-2914,08333*	519,58343	0,000	-4270,1270	-1558,0396
		1500	-74,79630	203,79739	0,983	-606,6804	457,0878
		1500	0	-2839,28704*	519,58343	0,000	-4195,3307
Dunnett t (<control) ^b	500	0	-2774,55556*	519,58343	0,000		-1802,9741
	1000	0	-2914,08333*	519,58343	0,000		-1942,5019
	1500	0	-2839,28704*	519,58343	0,000		-1867,7056

Nota: * La diferencia de la media es significativa al nivel de 0,05

b. Las pruebas t de Dunnett tratan un grupo como control y comparan todos los demás grupos con él

Anexo 7: Prueba de rangos múltiples para turbidez por tiempo

Pruebas T	(I) Tiempo, h	(J) Tiempo, h	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%		
						Límite Inferior	Límite superior	
Tukey HSD	7 horas	0	-1749,83951*	356,60788	0,000	-2739,5307	-760,1483	
		24 horas	1340,88889*	159,47989	0,000	898,2855	1783,4923	
		32 horas	1428,02469*	159,47989	0,000	985,4213	1870,6281	
		48 horas	1602,29630*	159,47989	0,000	1159,6929	2044,8997	
	24 horas	0	-3090,72840*	356,60788	0,000	-4080,4196	-2101,0372	
		32 horas	87,13580	159,47989	0,982	-355,4676	529,7392	
		48 horas	261,40741	159,47989	0,476	-181,1960	704,0108	
	32 horas	0	-3177,86420*	356,60788	0,000	-4167,5554	-2188,1730	
		48 horas	174,27160	159,47989	0,810	-268,3318	616,8750	
	48 horas	0	-3352,13580*	356,60788	0,000	-4341,8270	-2362,4446	
	Dunnett t (<control) ^b	7 horas	0	-1749,83951*	356,60788	0,000		-1055,0204
		24 horas	0	-3090,72840*	356,60788	0,000		-2395,9093
32 horas		0	-3177,86420*	356,60788	0,000		-2483,0451	
48 horas		0	-3352,13580*	356,60788	0,000		-2657,3167	

Nota: * La diferencia de la media es significativa al nivel de 0,05.

b. Las pruebas t de Dunnett tratan un grupo como control y comparan todos los demás grupos con él

Anexo 8: Resultados promedios de pH, por extractos, dosis y tiempo.

TRATAMIENTOS	FACTOR A	FACTOR B	FACTOR C	pH
	Tipos de extractos	Dosis (ppm)	Tiempo (horas)	
	Control			4,39
T1	Moringa	500		4,27
T2	Moringa	1000		4,28
T3	Moringa	1500		4,31
T4	Guarango	500		4,45
T5	Guarango	1000	7 h	4,47
T6	Guarango	1500		4,49
T7	M+G	500		4,44
T8	M+G	1000		4,46
T9	M+G	1500		4,48
T10	Moringa	500		4,47
T11	Moringa	1000		4,32
T12	Moringa	1500		4,46
T13	Guarango	500		4,54
T14	Guarango	1000	24 h	4,51
T15	Guarango	1500		4,52
T16	M+G	500		4,50
T17	M+G	1000		4,53
T18	M+G	1500		4,52
T19	Moringa	500		4,30
T20	Moringa	1000		4,25
T21	Moringa	1500		4,39
T22	Guarango	500		4,50
T23	Guarango	1000	32 h	4,52
T24	Guarango	1500		4,52
T25	M+G	500		4,41
T26	M+G	1000		4,49
T27	M+G	1500		4,51
T28	Moringa	500		4,27
T29	Moringa	1000		4,30
T30	Moringa	1500		4,55
T31	Guarango	500		4,56
T32	Guarango	1000	48 h	4,50
T33	Guarango	1500		4,53
T34	M+G	500		4,51
T35	M+G	1000		4,51
T36	M+G	1500		4,55

Anexo 9: Resumen de comparaciones múltiples los factores sobre el pH

Pruebas T	Factores		Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.
TUKEY	(I) Extractos	(J) Extractos			
		Control	-0,02833	0,03635	0,864
	Moringa	Guarango	-0,14750*	0,01426	0,000
		M+G	-0,13083*	0,01426	0,000
	Guarango	Control	0,11917*	0,03635	0,008
		M+G	0,01667	0,01426	0,648
	M+G	Control	0,10250*	0,03635	0,029
	(I) Dosis, Ppm	(J) Dosis, Ppm			
		Control	0,06083	0,05210	0,649
	500	1000	0,02250	0,02044	0,690
		1500	-0,03333	0,02044	0,366
	1000	Control	0,03833	0,05210	0,883
		1500	-0,05583*	0,02044	0,036
	1500	Control	0,09417	0,05210	0,276
	(I)Tiempo, Horas	(J)Tiempo, Horas			
		Control	0,01556	0,04995	0,998
	7	24	-0,08000*	0,02234	0,005
		32	-0,02667	0,02234	0,755
		48	-0,08889*	0,02234	0,001
	24	Control	0,09556	0,04995	0,317
	32	0,05333	0,02234	0,127	
	48	-0,00889	0,02234	0,995	
32	Control	0,04222	0,04995	0,916	
	48	-0,06222*	0,02234	0,049	
48	Control	0,10444	0,04995	0,232	
Dunnett t (>control) ^b	(I) Extractos	(J) Extractos			
	Moringa	Control	-0,02833	0,03635	0,848
	Guarango	Control	0,11917*	0,03635	0,001
	M+G	Control	0,10250*	0,03635	0,005
	(I) Dosis, ppm	(J) Dosis, ppm			
	500	Control	0,06083	0,05210	0,173
	1000	Control	0,03833	0,05210	0,306
	1500	Control	0,09417	0,05210	0,057
	(I)Tiempo, horas	(J)Tiempo, horas			
	7	Control	0,01556	0,04995	0,506
	24	Control	0,09556	0,04995	0,054
	32	Control	0,04222	0,04995	0,298
	48	Control	0,10444*	0,04995	0,037

Nota: * Indica una diferencia significativa.

La diferencia de la media es significativa al nivel de 0,05.

Anexo 10: Resultados promedios de °Brix, por extractos, dosis y tiempo.

Tratamientos	Factor A	Factor B	Factor C	°Brix
	Tipos de extractos	Dosis (ppm)	Tiempo (horas)	
	Control			10,40
T1	Moringa	500		10,30
T2	Moringa	1000		10,25
T3	Moringa	1500		10,10
T4	Guarango	500		10,30
T5	Guarango	1000	7 h	10,10
T6	Guarango	1500		9,90
T7	M+G	500		10,40
T8	M+G	1000		10,25
T9	M+G	1500		10,15
T10	Moringa	500		10,35
T11	Moringa	1000		10,25
T12	Moringa	1500		10,00
T13	Guarango	500		10,30
T14	Guarango	1000	24 h	10,00
T15	Guarango	1500		9,90
T16	M+G	500		10,10
T17	M+G	1000		10,00
T18	M+G	1500		9,80
T19	Moringa	500		9,90
T20	Moringa	1000		9,70
T21	Moringa	1500		9,60
T22	Guarango	500		9,80
T23	Guarango	1000	32 h	10,10
T24	Guarango	1500		10,00
T25	M+G	500		9,80
T26	M+G	1000		9,80
T27	M+G	1500		10,20
T28	Moringa	500		9,40
T29	Moringa	1000		9,30
T30	Moringa	1500		9,22
T31	Guarango	500		10,00
T32	Guarango	1000	48 h	9,90
T33	Guarango	1500		9,80
T34	M+G	500		9,60
T35	M+G	1000		9,40
T36	M+G	1500		9,70

Anexo 11: Resumen de los ANOVA para °Brix por cada factor

Tabla ANOVA por Extractos

Fuente	Suma de Cuadrados	GI	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Extractos	1,00471	3	0,334902	3,82	0,012
Error	9,37597	107	0,0876259		
Total (Corr.)	10,3807	110			

Tabla ANOVA por Dosis

Fuente	Suma de Cuadrados	GI	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Dosis	1,08346	3	0,361152	4,16	0,0079
Error	9,29722	107	0,08689		
Total (Corr.)	10,3807	110			

Tabla ANOVA por Tiempo

Fuente	Suma de Cuadrados	GI	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Tiempo	6,27961	4	1,5699	40,58	0,000
Error	4,10107	106	0,0386893		
Total (Corr.)	10,3807	110			

Nota: La diferencia de la media es significativa al nivel de 0,05

Anexo 12: Pruebas de comparación de rango Múltiple para °Brix por cada factor

Prueba	(I) Extractos	(J) Extractos	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	
Tukey HSD	Moringa	Control	-0,53583*	0,17788	0,017	
		Guarango	-0,14417	0,06977	0,171	
		M+G	-0,06917	0,06977	0,755	
	Guarango	Control	-0,39167	0,17788	0,129	
		M+G	0,07500	0,06977	0,706	
	M+G	Control	-0,46667*	0,17788	0,048	
		(I) Dosis, ppm	(J) Dosis, ppm			
	500		0	-0,37917	0,17714	0,147
			1000	0,10000	0,06948	0,478
			1500	0,15667	0,06948	0,115
	1000		0	-0,47917*	0,17714	0,039
			1500	0,05667	0,06948	0,847
	1500		0	-0,53583*	0,17714	0,016
		(I) Tiempo, horas	(J) Tiempo, horas			
	7		0	-0,20556	0,11971	0,428
			24	0,11667	0,05353	0,196
			32	0,31667*	0,05353	0,000
			48	0,60333*	0,05353	0,000
	24		0	-0,32222	0,11971	0,062
			32	0,20000*	0,05353	0,003
		48	0,48667*	0,05353	0,000	
32		0	-0,52222*	0,11971	0,000	
		48	0,28667*	0,05353	0,000	
48		0	-0,80889*	0,11971	0,000	
	(I) Extractos	(J) Extractos	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	
Dunnett t (<control) ^b	Moringa	Control	-,53583*	0,17788	0,003	
	Guarango	Control	-,39167*	0,17788	0,024	
	M+G	Control	-,46667*	0,17788	0,009	
		(I) Dosis, ppm	(J) Dosis, ppm			
	500		0	-,37917*	0,17714	0,028
	1000		0	-,47917*	0,17714	0,007
	1500		0	-,53583*	0,17714	0,003
		(I) Tiempo, horas	(J) Tiempo, horas			
	7		0	-0,20556	0,11971	0,079
	24		0	-,32222*	0,11971	0,009
32		0	-,52222*	0,11971	0,000	
48		0	-,80889*	0,11971	0,000	

Nota: * Indica una diferencia significativa.
La diferencia de la media es significativa al nivel de 0,05.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ

FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS, FÍSICAS Y QUÍMICAS

LABORATORIO DE ECOTOXICOLOGÍA

CERTIFICADO

Por medio de la presente, certifico que la Ing. Jenniffer Belén Rizzo Ponce con CI: 1311308496, hizo uso de las instalaciones y equipos del laboratorio de ecotoxicología, necesarios para el desarrollo de su investigación del proyecto de titulación de la maestría de agroindustria.

Dando constancia de que los equipos y materiales empleados estaban calibrados para su uso. Además se supervisó que los ensayos se realicen de manera adecuada y correcta, respaldando los resultados obtenidos en cada ensayo realizado por la estudiante.

Ing. Ulbio E. Alcívar Cedeño, Ph.D.

C.I.: 1310425895

LABORATORIO DE ECOTOXICOLOGÍA - FCMFQ

Anexo 14: Presupuesto y fuentes de financiamiento

Actividad	Detalle	Cantidad	Valor Unitario	Valor Total	Fuentes de financiamiento	
Materia prima	Semillas de moringa	2 kg	\$25,00	\$50,00	Autora	
	Hojas de guarango	3 kg	\$15,00	\$45,00	Autora	
	Naranjas	300 unidades	\$25,00	\$75,00	Autora	
	Extractor eléctrico	1 unidad	\$35,00	\$35,00	Autora	
	Guantes	1 caja	\$10,00	\$10,00	Autora	
	Jarra	1 unidad	\$4,00	\$4,00	Autora	
	Balde de 16 l	1 unidad	\$5,00	\$5,00	Autora	
	Bactericida	2	\$3,50	\$7,00	Autora	
	Termobalanza	1 equipo	\$0,00	\$0,00	UTM	
	Tamiz de nylon	1 unidad	\$2,50	\$2,50	Autora	
	Balanza analítica	1 equipo	\$0,00	\$0,00	UTM	
	Tamiz de acero	1 equipo	\$0,00	\$0,00	UTM	
Extracción de agente coagulante.	Molino	1 equipo	\$0,00	\$0,00	UTM	
	Secador	1 equipo	\$0,00	\$0,00	UTM	
	Centrifuga	1 equipo	\$0,00	\$0,00	UTM	
	Agua destilada	10 galon	\$4,50	\$45,00	Autora	
	Probetas graduadas	5 unidades	\$2,75	\$13,75	Autora	
	Vaso de precipitación	5 unidades	\$4,00	\$20,00	Autora	
	Fundas ziploc	2 paquetes	\$4,00	\$8,00	Autora	
	Pipetas de 10 ml	2 unidades	\$5,00	\$10,00	Autora	
	Papel aluminio	3 unidades	\$3,50	\$10,50	Autora	
	Agua destilada	2 galones	\$4,50	\$9,00	Autora	
	Aplicación de extractos	Papel filtro	1 caja	\$35,00	\$35,00	Autora
		Frascos de 100 ml	15 unidades	\$0,25	\$3,75	Autora
Frascos ambar de 500 ml		37 unidades	\$0,95	\$35,15	Autora	
Reactivos		1 unidad	\$155,00	\$155,00	Autora y UTM	
Test de jarras		8 análisis	\$0,00	\$0,00	UTM	
Realizar análisis	Análisis de turbidez	111	\$3,00	\$333,00	UTM y Autora	
	Análisis fisicoquímicos	111	\$6,00	\$666,00	Autora y UTM	
Gastos Varios	Termómetro digital	1 unidad	\$20,00	\$20,00	Autora	
	Agua destilada	2 galones	\$4,50	\$9,00	Autora	
	Vasos	50 unidades	\$0,55	\$0,55	Autora	
	Hojas bond	1 resma	\$4,00	\$4,00	Autora	
	Marcador	2 unidades	\$0,60	\$1,20	Autora	
	Impresiones		\$0,15	\$21,00	Autora	
		Total			\$1.612,40	

