

**UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZAN**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**



---

---

**“APROVECHAMIENTO DEL JUGO DEL MUCÍLAGO DE CACAO  
(*Theobroma cacao L.*) EN LA ELABORACIÓN DE PRODUCTOS  
AGROINDUSTRIALES (NÉCTAR, VINO Y VINAGRE)”**

---

---

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO  
AGROINDUSTRIAL**

**TESISTAS**

**BACH. DAMIAN VILLANUEVA, PEDRO JHONY**

**BACH. VILLAR SANTAMARIA, MARITZA MARILI**

**ASESOR**

**Dr. ITALO W. ALEJOS PATIÑO**

**Huánuco – Perú**

**2019**

## **DEDICATORIA**

### **Esta tesis está dedicada a:**

A Dios por darme el don de la vida, por haberme guiado para enfrentar los retos, las alegrías y los obstáculos que se me presentan constantemente.

A mis padres Feliciano y Martina quienes con su amor, paciencia y esfuerzo me han permitido llegar a cumplir hoy un sueño más, gracias por inculcar en mí el ejemplo de esfuerzo y valentía, de no temer las adversidades porque Dios está conmigo siempre.

A mi hermano mayor que es como mi segundo padre Ilario Guillen Villanueva, pues fue el principal cimiento para la construcción de mi vida profesional, sentó en mí las bases de responsabilidad y deseos de superación en el tengo el espejo en el cual me quiero reflejar pues sus virtudes infinitas y su gran corazón me llevan a admirarlo cada día más

A mis hermanos Eder, Maria y Jose Luis por su cariño y apoyo incondicional, durante todo este proceso, por estar conmigo en todo momento gracias. A toda mi familia porque con sus oraciones, consejos y palabras de aliento hicieron de mí una mejor persona y de una u otra forma me acompañan en todos mis sueños y metas.

A mi señorita Enamorada Liz Soledad, Paredes Chura porque su ayuda fue sumamente importante, por estar a mi lado incluso en los momentos y situaciones más tormentosas, siempre ayudándome. No fue sencillo culminar con éxito este proyecto, sin embargo siempre fue muy motivadora y esperanzadora y sabía que lo lograría perfectamente. Me ayudaste hasta donde te era posible, incluso más que eso

Finalmente quiero dedicar esta tesis a mis amigos, Mónica Cabrera Flores, Mirtha Carrillo León y James Noreña Noya, por apoyarme cuando más las necesite, por extender su mano en momentos difíciles y por la motivación que me daban cada día, de verdad mil gracias amigos, siempre las llevo en mi corazón.

**Pedro Jhony, Damian Villanueva**

El presente trabajo investigación lo dedico principalmente a Dios, por ser el inspirador y darme fuerza para continuar en este proceso de obtener uno de los sueños más deseados

A mi hija Yamile por ser mi motivación más grande, tu afecto y tu cariño son los que me impulsan a seguir creciendo y lograr cualquier objetivo que me trace.

A mis padres Juan y Vilma por haberme forjado como la persona que soy en la actualidad; muchos de mis logros se los debo a ustedes entre los que se incluye este. Me formaron con reglas y con mucho cariño y siempre me motivaron constantemente para alcanzar mis anhelos.

A todos las personas especiales que acompañaron en esta etapa aportando a mi formación tanto profesional y como ser humano.

**Maritza Marili, Villar**  
**Santamaria**

## **AGRADECIMIENTO**

Queremos expresar nuestra gratitud a Dios, quien con su bendición llena siempre nuestras vidas y a nuestras familias por estar siempre presentes.

Nuestros más sinceros agradecimientos y admiración a la Universidad Nacional Hermilio Valdizan de Huánuco, por acogernos en las aulas y brindaron la formación profesional.

A nuestros padres por ser mi pilar fundamental y habernos apoyado incondicionalmente, pese a las adversidades e inconvenientes que se presentaron.

Nuestro grande y sincero agradecimiento al Dr. Italo W. Alejos Patiño, principal colaborador durante todo este proceso, quien con su dirección, conocimiento, enseñanza y colaboración permitió el desarrollo de esta investigación.

A toda la plata de catedráticos de la Carrera Profesional de Ingeniería Agroindustrial quienes con las enseñanzas de sus valiosos conocimientos hicieron que pudiéramos crecer día a día como profesional, gracias a cada una de ustedes por su paciencia, dedicación, apoyo incondicional y amistad.

Al ING. Jhordan, Baltazar Peña, por todo el apoyo incondicional durante la ejecución del trabajo de investigación.

A la Cooperativa Agroindustrial Paraíso, por todo su apoyo incondicional en las visitas de campo y la toma de muestras, por su participación activa en el desarrollo de esta investigación.

Al Dr. Guillermo Gomer, Cotrina Cabello por el apoyo incesante en la ejecución y la redacción del trabajo de investigación.

A nuestros amigos y colegas que nos ayudaron de una manera desinteresada, gracias infinitas por toda su ayuda y buena voluntad.

## RESUMEN

El trabajo de investigación tuvo como objetivo principal aprovechar el jugo de mucílago del cacao (*Theobroma cacao L.*) en la elaboración de néctar, vino y vinagre. Se realizó medidas biométricas de las mazorcas de cacao, se determinó la composición fisicoquímica del mucílago. Los indicadores de elaboración fueron °Brix, pH, dilución y acidez titulable, así mismo las características organolépticas fueron evaluados mediante estos criterios sensoriales: néctar (color, olor, sabor y viscosidad), vino (aroma, sabor, cuerpo, impresión global y color) y para el vinagre (aroma, sabor, impresión global y color). Las muestras fueron sometidas a una caracterización fisicoquímica y microbiológica; se realizó el cálculo del costo de producción de los productos elaborados. Las medidas biométricas fueron semillas 306 g, cascara 816,42 g, placenta 34 g, pulpa 43,9 g y la composición fisicoquímica del mucilago fue carbohidratos 14,57 %, acidez 1,08 %, °Brix 16,6 %, densidad 1,058 g/mL, y glucosa 2,94 %. Para el néctar los tratamientos en estudio fueron 9 con distintas diluciones y diferentes °Brix, mediante la evaluación sensoriales obtuvimos a los tres mejores tratamientos (dilución 1:1, 12 °Brix, pH 3,4%), (dilución 1:2, 12 °Brix, pH 3,8%) y (dilución 1:3, 12 °Brix, pH 3,80%), para el vino también fueron 9 tratamientos con distintas diluciones y diferentes °Brix y mediante evaluación sensorial obtuvimos estos mejores tratamientos (dilución 1:1, 26 °Brix, pH 3,6%), (dilución 1:2, 26 °Brix, pH 3,4%) y (dilución 1:3, 26 °Brix, pH 3,6%); y para el vinagre se utilizó 9 tratamientos con los mismo indicadores de los otros productos donde obtuvimos tres mejores tratamientos mediante la evaluación sensorial (dilución 1:1, 24 °Brix, pH 3,4 %), (dilución 1:2, 26 °Brix, pH 3,4 %) y (dilución 1:3, 22 °Brix, pH 3,4 %). Los resultados fisicoquímicos fueron vino (carbohidratos 13,40 %, energía 54,64kcal, pH 3,02 %, °Brix 13,8 %, densidad 1,0154 g/mL y proteína 0,28 %), néctar (carbohidratos 13,70%, energía 57,36 kcal, pH 3,58 %, °Brix 12,6 %, vitamina C 0,41 g y proteína 0,28 %) y vinagre (densidad 1,0187 g/mL, pH 3,05 %, °Brix 8,40 %, acidez volátil 0,21 g/mL y acidez total 2,14 g/mL. Los resultados microbiológicos nos resultaron negativo según los requisitos de la Norma Técnica Sanitaria 071 – MINSA/DIGESA V- 01 (2008). Los costos de producción fueron para el néctar S/.1, 50 con una presentación de 350 mL, para el vinagre es S/.4, 596 con una presentación de 500 mL y para el vino es de S/. 4,603 en botellas de 750 mL.

**Palabra clave:** Levaduras, fermentador, fermentación alcohólica, fermentación acética.

## SUMMARY

The main objective of the research work was to take advantage of the cocoa mucilage juice (*Theobroma cacao* L.) in the production of nectar, wine and vinegar. Biometric measurements of cocoa pods were made, the physicochemical composition of the mucilage was determined. The elaboration indicators were ° Brix, pH, dilution and titratable acidity, as well as the organoleptic characteristics were evaluated by these sensory criteria: nectar (color, smell, taste and viscosity), wine (aroma, flavor, body, overall impression and color) and for vinegar (aroma, flavor, overall impression and color). The samples were subjected to a physicochemical and microbiological characterization; the calculation of the production cost of the processed products was made. The biometric measurements were seeds 306 g, husk 816.42 g, placenta 34 g, pulp 43.9 g and the physicochemical composition of the mucilage was carbohydrates 14.57%, acidity 1.08%, ° Brix 16.6%, density 1,058 g / mL, and glucose 2.94%. For the nectar the treatments under study were 9 with different dilutions and different ° Brix, through the sensory evaluation we obtained the three best treatments (1: 1 dilution, 12 ° Brix, pH 3.4%), (1: 2 dilution, 12 ° Brix, pH 3.8%) and (1: 3 dilution, 12 ° Brix, pH 3.80%), for the wine there were also 9 treatments with different dilutions and different ° Brix and through sensory evaluation we obtained these best treatments (1: 1 dilution, 26 ° Brix, pH 3.6%), (1: 2 dilution, 26 ° Brix, pH 3.4%) and (1: 3 dilution, 26 ° Brix, pH 3.6%) ; and for the vinegar, 9 treatments were used with the same indicators of the other products where we obtained three better treatments through the sensory evaluation (1: 1 dilution, 24 ° Brix, pH 3.4%), (1: 2 dilution, 26 ° Brix, pH 3.4%) and (1: 3 dilution, 22 ° Brix, pH 3.4%).

The physicochemical results were wine (carbohydrates 13.40%, energy 54.64kcal, pH 3.02%, ° Brix 13.8%, density 1.0154 g / mL and protein 0.28%), nectar (carbohydrates 13, 70%, energy 57.36 kcal, pH 3.58%, Brix ° 12.6%, vitamin C 0.41 g and protein 0.28%) and vinegar (density 1.0187 g / mL, pH 3.05% , ° Brix 8.40%, volatile acidity 0.21 g / mL and total acidity 2.14 g / mL The microbiological results were negative according to the requirements of Sanitary Technical Standard 071 - MINSA / DIGESA V- 01 (2008 ) Production costs were for the nectar S / .1, 50 with a presentation of 350 mL, for vinegar it is S / .4, 596 with a presentation of 500 mL and for wine it is S / . 4,603 in 750 mL bottles.

**Keyword:** Yeasts, fermenter, alcoholic fermentation, acetic fermentation.

## ÍNDICE

I.	INTRODUCCIÓN	1
II.	MARCO TEÓRICO	4
2.1.	Fundamentación teórica	4
2.1.1.	Generalidades del cacao	4
2.1.2.	Clasificación botánica	5
2.1.3.	Las tres grandes variedades de cacao	6
2.1.4.	Características de la variedad CCN-51	7
2.1.5.	Componentes de los granos de cacao	7
2.2.	El mucílago de cacao	8
2.2.1.	Composición fisicoquímica del mucílago de cacao	8
2.2.2.	Características del exudado de cacao	9
2.2.3.	Obtención del exudado de cacao	9
2.3.	Néctar de fruta	10
2.3.1.	Néctar de cacao	15
2.4.	Proceso fermentativo	15
2.4.1.	Métodos de fermentación	16
2.4.2.	Tipos de fermentación	17
2.5.	Aspectos generales del vino	21
2.5.1.	Vino de frutas	22
2.5.2.	Fermentación del vino	22
2.5.3.	Levaduras	23
2.5.4.	Etapas del proceso de elaboración de vino de frutas	24
2.5.5.	Clasificación de vinos	30
2.6.	Vinagre	32
2.6.1.	Definición de vinagre	32
2.6.2.	Producción de vinagre	32

2.6.3.	Síntesis químicas de vinagre	34
2.6.4.	Usos del vinagre	34
2.6.5.	Clases de vinagre	35
2.7.	Antecedentes	35
2.8.	Hipótesis	38
2.8.1.	Hipótesis nula	38
2.8.2.	Hipótesis alternativa	39
2.9.	Variables y operacionalización de variables	39
2.9.1.	Variable independiente	39
2.9.2.	Variable dependiente	40
2.9.3.	Operacionalización de variables	41
III.	MATERIALES Y MÉTODOS	42
3.1.	Tipo y nivel de investigación	42
3.2.	Lugar de ejecución	42
3.3.	Población, muestra y unidad de análisis	42
3.4.	Tratamientos en estudio	42
3.5.	Prueba de hipótesis	44
3.5.1.	Diseño de la investigación	44
A.	Diseño experimental (DCA)	44
B.	Unidad experimental	45
3.5.2.	Datos a registrar	45
3.5.3.	Técnicas e instrumentos de recolección y procesamiento de la información	45
3.6.	Materiales y equipos	45
3.7.	Conducción de la investigación	46
3.7.1.	Caracterización fisicoquímica y microbiológica de la materia prima	47

3.7.2.	Evaluación de parámetros de elaboración del néctar, vino y vinagre a base de jugo de mucílago de cacao	47
3.7.3.	Determinación del costo de producción del néctar, vino y vinagre de mucílago de cacao	54
IV.	RESULTADOS	55
4.1.	CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS DEL MUCÍLAGO DEL CACAO	55
4.1.1.	Caracterización del cacao	55
4.1.2.	Caracterización fisicoquímica del jugo de mucílago de cacao	55
4.2.	EVALUACIÓN DE PARÁMETROS EN LA ELABORACIÓN DEL NÉCTAR DE JUGO DE MUCÍLAGO DE CACAO	56
4.2.1.	Evaluación sensorial	56
4.2.2.	Evaluación de parámetros para la elaboración del néctar	58
4.2.3.	Características fisicoquímicas del néctar de mucílago de cacao	60
4.2.4.	Características microbiológicas del néctar de mucílago de cacao	62
4.2.5.	Costo de producción del néctar de mucílago de cacao	62
4.3.	EVALUACIÓN DE PARÁMETROS EN LA ELABORACIÓN DEL VINO DE JUGO DE MUCÍLAGO DE CACAO	64
4.3.1.	Evaluación sensorial	64
4.3.2.	Evaluación de parámetros para la elaboración del vino	66
4.3.3.	Características fisicoquímicas del vino de mucílago de cacao	68
4.3.4.	Características microbiológicas del vino de mucílago de cacao	69
4.3.5.	Costo de producción del vino de mucílago de cacao	70
4.4.	EVALUACIÓN DE PARÁMETROS EN LA ELABORACIÓN DEL VINAGRE DE JUGO DE MUCÍLAGO DE CACAO	72
4.4.1.	Evaluación sensorial	72
4.4.2.	Evaluación de parámetros para la elaboración del vinagre	73

4.4.3.	Características fisicoquímicas del vinagre de mucílago de cacao	76
4.4.4.	Características microbiológicas del vinagre de mucílago de cacao	77
4.4.5.	Costo de producción del vinagre de mucílago de cacao	77
V.	DISCUSIÓN	80
5.1.	DE LAS CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS DEL MUCÍLAGO DEL CACAO	80
5.2.	DE LA EVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE PROCESAMIENTO PARA OBTENER UN NÉCTAR A BASE DE JUGO DEL MUCÍLAGO DE CACAO	80
5.3.	DE LA EVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE PROCESAMIENTO PARA OBTENER UN VINO A BASE DE JUGO DEL MUCÍLAGO DE CACAO	82
5.4.	DE LA EVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE PROCESAMIENTO PARA OBTENER UN VINAGRE A BASE DE JUGO DEL MUCÍLAGO DE CACAO	85
VI.	CONCLUSIONES	88
VII.	RECOMENDACIONES	89
VIII.	LITERATURA CITADA	90
IX.	ANEXOS	96

## I. INTRODUCCIÓN

El cacaotero es un árbol indígena de América del Sur, pero hoy día se cultiva principalmente en el África occidental, dentro de los 20 del Ecuador. Es un cultivo de bosque hidrófilo tropical, que se cultiva por sus granos, los cuales se hallan contenidos en grandes mazorcas rojas o amarillas que nacen directamente de los tallos y ramas del árbol. Cada mazorca contiene, aproximadamente, una tercera parte de su peso de granos empotrados en un mucílago blanco; estos se sacan de la mazorca y se fermentan. Los granos fermentados y desecados se procesan en las fábricas de chocolate, tostándolos primero para que adquieran sabor y aroma. Después de enfriados, los granos se abren y se retiran las cáscaras, tostado la almendra o grano de la semilla abierta. El grano se muele y da una masa de cacao o licor de cacao, del cual se extrae, por prensado, la grasa del cacao (manteca de cacao). La torta se pulveriza para obtener cacao en polvo. (MAGAP, 2012)

El cultivo del cacao tiene gran importancia dentro de la economía del Perú, por tratarse de un producto de exportación y materia prima para industrias locales de fabricación de chocolates y sus derivados; esto se refleja en la gran producción del mismo, existen al redor de 243.059 hectáreas de cacao como cultivo solo y 190.919 hectáreas de cultivo asociado. La variedad de cacao CCN-51 (Colección Castro Naranjal), se ha probado que con la utilización de buenas prácticas culturales y fitosanitarias, puede ser resistente a plagas y enfermedades, alcanzando niveles altos de producción. (Ártica, 2008)

El mucílago de cacao es un producto de origen vegetal con una característica viscosa, comúnmente hialina, de peso molecular alto, mayor a 200.000 g/mol.

Tienen la propiedad de producir coloides muy pocos viscosos, que pueden ser fermentados e hidrolizados. Dentro de la producción del chocolate el mucílago cumple un papel importante, promoviendo el desarrollo de bacterias fermentadoras, además ayuda a dar características esenciales del cacao elaborado como el olor y sabor. (Pérez, 2004)

El mucílago fermentado se puede reutilizar al destilarla y obtener licor, mientras que el exceso de pulpa fresca puede ser utilizada para procesarla inmediatamente o congelarla. En países como Brasil y Costa Rica se utiliza esta pulpa o mucílago para elaborar subproductos alimenticios del cacao. (González y Jaimes, 2005)

La post cosecha del cacao se inicia abriendo el fruto seguido de la fermentación y el secado; el mucílago de la semilla es parte fundamental en el proceso de la fermentación y precursor del aroma del cacao. Se ha investigado el mucílago del cacao y los resultados muestran que este tiene un alto contenido de azúcares y valor nutricional, por lo que puede usarse como materia prima en la fabricación de licor, jugos, néctar, jaleas, mermeladas etc. (Enríquez y Paredes, 1989)

Actualmente los procesos agrícolas e industriales utilizan en su mayoría la semilla del cacao, dejando un gran desperdicio del resto de la fruta (90%), causando un problema ambiental. El mucílago de la semilla de cacao también llamado pulpa o baba es parte de la merma, que puede ser utilizada por los productores de cacao y contribuir a su economía (Romero, 2003)

Por lo anterior, actualmente en Perú se adelantan investigaciones con el fin de darle un valor agregado al proceso de elaboración del chocolate y un beneficio económico al cultivador, aprovechando las propiedades del exceso de mucílago. Este exceso ya ha sido utilizado en diferentes países como Brasil, Malasia, Cuba, Ghana y Costa Rica, para producir mermelada, alcohol, vinagre, nata y pulpa procesada, entre otros (Hernández, 1986)

Por medio de esta investigación se buscó elaborar néctar, vino y vinagre a partir de la captación de los residuos resultantes de la fermentación espontánea del cacao, específicamente el exudado del mucílago que se genera en gran cantidad durante el proceso de extracción de la almendra fresca. Aunque el mucílago es necesario para la fermentación, a menudo hay más de lo necesario, es por esta razón que se buscó aprovechar este líquido reduciendo el impacto ambiental y contribuyendo a la productividad de la industria cacaotera como un valor agregado de la misma (Kalvatchev *et al.* 1998)

Al momento se sabe que económicamente se aprovecha sólo la almendra que representa un 10% de la masa del fruto fresco, esto ha derivado en serios problemas ambientales debido a que las pulpas y cáscaras se desechan en los terrenos aledaños a los cacaoteros, lo que deriva a su vez en la contaminación de suelos y cuerpos de agua cercanos en época de lluvias así como olores fétidos y deterioro del paisaje (Franco, 2010)

Por lo antes expuesto se propone la elaboración de un néctar, vino y vinagre aprovechando el mucilago de cacao que es eliminado al momento de la fermentación, pese a que este posee características organolépticas agradables como olor y sabor ya que no tiene ningún uso dentro de la industria; dándole un valor agregado a dicho desperdicio elaborando subproductos derivado del cacao. La investigación tuvo los siguientes objetivos:

#### Objetivo general

- Aprovechar el jugo de mucílago del cacao (*Theobroma cacao L.*) en la elaboración de productos agroindustriales (néctar, vino y vinagre).

#### Objetivos específicos

- Conocer las características fisicoquímicas del mucílago de cacao.
- Establecer los parámetros de procesamiento para obtener néctar, vino y vinagre a base de jugo del mucílago de cacao.
- Determinar las características organolépticas, fisicoquímicas y microbiológicas del néctar, vino y vinagre de jugo de mucilago de cacao.
- Calcular el rendimiento y el costo de producción del néctar, vino y vinagre a base de jugo del mucílago de cacao.

## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1. Fundamentación teórica

#### 2.1.1. Generalidades del cacao

Según INIAP (2000), el cacaotero es un árbol indígena de América del Sur, pero hoy día se cultiva principalmente en el África occidental, dentro de los 20° del Ecuador. Es un cultivo de bosque hidrófilo tropical, que se cultiva por sus granos, los cuales se hallan contenidos en grandes mazorcas rojas o amarillas que nacen directamente de los tallos y ramas del árbol. Cada mazorca contiene, aproximadamente, una tercera parte de su peso de granos empotrados en un mucílago blanco; estos se sacan de la mazorca y se fermentan. Los granos fermentados y desecados se procesan en las fábricas de chocolate, tostándolos primero para que adquieran sabor y aroma. Después de enfriados, los granos se abren y se retiran las cáscaras, tostado la almendra o grano de la semilla abierta. El grano se muele y da una masa de cacao o licor de cacao, del cual se extrae, por prensado, la grasa del cacao (manteca de cacao). La torta se pulveriza para obtener cacao en polvo.

Montaner (2009) sostiene que durante la fermentación, el mucílago, o pulpa, se descompone en sustancias líquidas. El azúcar de la pulpa se transforma primero en alcohol, y seguidamente en ácido acético. Gran parte de la pulpa escapa en forma de exudado. La concentración de alcohol en el exudado es, aproximadamente, del 2-3% y la del ácido acético del 2,5%. El contenido total de materia seca del exudado es de alrededor del 8%, con un contenido de proteína bruta de un 20%, aproximadamente".<sup>4</sup> El volumen total de exudado es considerable, pero actualmente no se le ha encontrado ningún uso práctico, por lo que el presente estudio se considera innovador.

Palencia y Mejía (2000) afirman que una mazorca madura de cacao puede pesar, según la variedad, "de 200 gr a 1 kg y contiene 30 a 40 semillas formadas en racimo y envueltas en una gelatina blanca (mucilago), que hace la delicia de los monos y de los loros. Antes de madurar, la mazorca es verde o roja - morado. Se vuelve amarilla o anaranjada a la madurez y mide cerca de 20 cm sobre 7 a 9 cm de ancho".<sup>8</sup> Es esta gelatina blanca (mucilago o exudado), la que se desea aprovechar en la elaboración de diferentes platos que contribuyan a enriquecer aún más la gastronomía.

El beneficio o preparación del cacao como materia prima para la industrialización del producto, incluye una serie ordenada de operaciones que se inicia con la cosecha de

las mazorcas maduras, extracción de las almendras, fermentación, y termina con el secado del grano. Estos pasos son descritos en los siguientes términos:

### **Cosecha**

Palencia y Mejía (2000) manifiestan que debido a que el cultivo produce todo el año, se recomienda cosechar cada 15 días en época lluviosa y 30 días en época seca, para evitar de esta manera pérdidas por sobremaduración o daños por plagas y enfermedades. Las mazorcas cosechadas deben haber alcanzado su madurez en buenas condiciones, lo que se aprecia principalmente por los cambios de coloración del fruto. En esencia, la cosecha se realiza de un modo manual, cortando los frutos de la parte baja del árbol con tijeras y con poladeras los frutos de las partes altas.

### **Extracción del grano**

Palencia y Mejía (2000) sostienen que las mazorcas deben partirse, procurando no lastimar las almendras. Estas se extraen con los dedos o con una cuerda de madera, se debe eliminar la placenta, así como también cualquier fragmento de cáscara y almendras afectadas por enfermedades, que desmejoran la calidad del producto.

### **Fermentación**

Palencia y Mejía (2000) definen que la fermentación define la verdadera calidad y el aspecto de las almendras, por lo cual es un paso esencial e indispensable para el desarrollo del sabor y el rico aroma a chocolate, una mala fermentación afecta la calidad física y química del cacao.

### **Secado**

Palencia y Mejía (2000) sostienen que se realiza de manera natural (tendales) o artificialmente (estufas); para conseguir una reducción de la humedad de la semilla desde el 55% inicial hasta el 6-8% final. El proceso se realiza para detener completamente la actividad enzimática y finalizar la fermentación. Durante este proceso, se producen ciertos cambios que confieren al grano su color marrón característico.

#### **2.1.2. Clasificación botánica**

Según MAGAP (2012), el cultivo de cacao comprende unas 20 especies. *Theobroma cacao* es una de las especies más conocidas por su importancia económica y social. Por mucho tiempo existió confusión respecto a la ubicación taxonómica del cacao comercial, debido a su variabilidad genética en cuanto a caracteres de color, forma y

dimensiones de las distintas partes de la flor, fruto y semilla. Pero se considera que el cacao comercial pertenece a una sola especie, *Theobroma cacao*, que comprende, como se indicó anteriormente, tres complejos genéticos: los criollos, forasteros amazónicos y trinitarios.

Reino	<i>Plantae</i>
Subreino	<i>Tracheobionta</i>
Division	<i>Magnoliophyta</i>
Clase	<i>Magnoliopsida</i>
Subclase	<i>Dilleniidae</i>
Orden	<i>Malvales</i>
Familia	<i>Malvaceae</i>
Subfamilia	<i>Byttnerioideae</i>
Tribu	<i>Theobromeae</i>
Genero	<i>Theobroma</i>
Especie	<i>Theobroma cacao</i>

### 2.1.3. Las tres grandes variedades de cacao

Según FEDECACAO (2009), el cacao no tiene una variabilidad significativa. De hecho, se reconocen sólo tres variedades, éstas son: criollo, forastero y trinitario, cuyas características básicas se detallan a continuación:

#### a) Los criollos

Según FEDECACAO (2009), esta variedad representa los cacaos originales, cuyas plantaciones más antiguas se remontan al siglo XVII. Cultivada al principio en Venezuela, en América central y en México, también la reencontramos hoy en Ecuador, en Nicaragua, en Guatemala y en Sri Lanka. Considerado como el ' príncipe de los cacaos ', Criollo es famoso por su finura y sus aromas poderosos. Representa no obstante sólo el 5 % de la producción mundial, debido a su fragilidad frente a las enfermedades y frente a los insectos. Principalmente es destinado a la chocolatería de alta gama.

#### b) Los forasteros

Según FEDECACAO (2009), este grupo es muy diversificado y representa especies mucho más resistentes y mucho más productivas que Criollo. Cultivados al principio en Alta Amazonia, constituyen hoy la producción principal de África del oeste y en extenso, el 80 % de la producción total mundial. Se trata pues de unos cacaos de calidad ordinaria

(un aroma poco pronunciado y una amargura fuerte y corta) que entran en la fabricación de los chocolates corrientes.

### **c) Los trinitarios**

Según FEDECACAO (2009), esta especie de cacao es un híbrido biológico natural entre criollos y forestarios, que fue exportado por Trinidad donde los colonos españoles habían establecido plantaciones. No tiene atributo puro a su especie y la calidad de su cacao varía de media a superior, con un contenido fuerte en manteca de cacao. Representa el 15 % de la producción mundial. Es dentro de esta variedad que se sitúa el CCN-51.

#### **2.1.4. Características de la variedad CCN-51**

Según INIAP (2000), CCN-51 (Colección Castro Naranjal). Es una variedad obtenida en el Ecuador. Se caracteriza por su resistencia a las enfermedades y por la gran productividad de los árboles obtenidos que superan en 4 veces el rendimiento de las variedades clásicas. Los frutos contienen una proporción muy elevada de grasa y muy poca cáscara. A partir de él se obtienen chocolates muy finos. Indonesia es uno de los países donde más se cultiva esta variedad”.

#### **2.1.5. Componentes de los granos de cacao**

Ligia (2009) sostiene que la composición física y química de los granos de cacao y de sus subproductos es muy compleja, cambiando a lo largo del crecimiento del grano, y dependiendo del proceso al cual éste es sometido.

### **Granos de cacao**

Ligia (2009) sostiene que los granos de cacao son las semillas del árbol *Theobroma cacao*. Cada semilla consta de dos cotiledones y del pequeño embrión de la planta, todos cubiertos por la piel (cáscara). Los cotiledones almacenan el alimento para el desarrollo de la planta y dan lugar a las dos primeras hojas de la misma cuando la semilla germina. El almacén de alimentos consta de grasa, conocida como manteca de cacao, que conforma casi la mitad del peso seco de la semilla. La cantidad de grasa y sus propiedades, tales como su punto de fusión y dureza, dependen de la variedad de cacao y de las condiciones ambientales. Las semillas son fermentadas, lo que causa diversos cambios químicos tanto en la pulpa que las rodea como dentro de ellas mismas. Estos cambios producen el desarrollo del sabor a chocolate así como el cambio de color de las semillas.

En la Tabla 1 se menciona la composición de los granos de cacao secos sin cascara.

**Tabla 1.** Composición del grano de cacao sin cáscara.

<b>% Máximo del grano sin cascara</b>	
Agua	3,2
Grasa (manteca de cacao)	57
Cenizas	4,2
Nitrógeno total	2,5
Teobromina	1,3
Cafeína	0,7
Almidón	9
Fibra cruda	3,2

**Fuente:** MINSA (2009)

## **2.2. El mucilago de cacao**

Pérez (2004) menciona que el mucilago es una sustancia viscosa, de mayor o menor transparencia, que se halla en ciertas partes de algunos vegetales. Al hablar de sustancia viscosa, el concepto nos remite a algo pegajoso. En este caso, rodea la semilla del cacao, y tiene una consistencia similar a un látex o goma. En el proceso de beneficiado, normalmente es eliminado y desechado como desperdicio.

### **2.2.1. Composición fisicoquímica del mucílago de cacao**

Gonzales y Jaimes (2005) afirman que la composición química del exudado, se tiene que “En la pulpa mucilaginoso, ácida y azucarada del cacao sin fermentar, se ha obtenido una acidez total de 3,40 y en el cotiledón 0,31%. En el proceso fermentativo, esta acidez disminuye en la pulpa y aumenta en el cotiledón, debido a la absorción de los ácidos producidos por la degradación microbiana de la pulpa, difiriendo la variación entre los tipos de cacaos. En la Tabla 2 se aprecia la composición química del mucilago de cacao.

**Tabla 2.** Composición química del mucilago de cacao

<b>Análisis proximal</b>	<b>Mucílago de cacao</b>
Humedad (g/100g)	77,55
Proteína (g/100g)	0,28
Grasa (g/100g)	0,17
Hidratos de carbono totales (g/100g)	11,98
Fibra (g/100g)	1,73
Ceniza (g/100g)	1,5

**Fuente:** Gonzales y Jaimes (2005)

### **2.2.2. Características del exudado de cacao**

Vera (2003) indica que la pulpa hidrolizada es conocida en la industria como exudado. Durante la fermentación la pulpa provee el sustrato para varios microorganismos que son esenciales para el desarrollo de los precursores del sabor del chocolate, los cuales son expresados completamente después, durante el proceso de tostado. Aunque la pulpa es necesaria para la fermentación, a menudo hay más pulpa de la necesaria. El exceso de pulpa, que tiene un delicioso sabor tropical, ha sido usado para hacer los siguientes productos: jalea de cacao, alcohol y vinagre, nata y pulpa procesada.

Aproximadamente 40 litros de pulpa se pueden obtener de 800 kilos de semillas frescas". Asimismo, el exudado de cacao se puede utilizar para producir nata, un producto parecido al agar y consumido como postre en Asia. La pulpa puede ser consumida fresca en forma de jugos o batidos. Además, la pulpa se puede preservar por congelación y ser utilizada para dar sabor a helados y yogures. Esta información permite visualizar los usos y el aprovechamiento que se puede dar al exudado o mucilago de cacao en la gastronomía.

### **2.2.3. Obtención del exudado de cacao**

Según PRO ECUADOR (2011), el exudado de cacao debe seguir el siguiente proceso:

- **Pesado.** Las frutas seleccionadas en finca se deben pesar empleando una báscula, con capacidad igual o inferior a 200 kg.

- **Lavado y desinfección.** Se debe lavar y desinfectar las frutas, mediante inmersión en agua clorada (100 ppm cloro). Posteriormente, se debe enjuagar con agua potable.
  
- **Troceado de los frutos.** Los frutos deben ser troceados, empleando cuchillos de acero inoxidable, en cuatro cortes: dos longitudinales y dos transversales. Se debe separar manualmente la cáscara de las almendras mucilaginosas unidas a la placenta, las cuales deben ser colocadas en un recipiente de acero inoxidable.
  
- **Separación de las partes constitutivas.** Las almendras mucilaginosas deben ser separadas manualmente de la placenta y colocadas por separado en recipientes de acero inoxidable.
  
- **Prensado de las almendras mucilaginosas.** Para esta operación, se debe diseñar una caja-prensa de acero inoxidable de 30 cm x 15 cm x

### 2.3. Néctar de fruta

El CODEX ALIMENTARIUS STAN (247-2005) define como néctar de fruta al producto sin fermentar, pero susceptible de fermentación que se obtiene añadiendo agua con o sin la adición de azúcares.

#### Proceso de elaboración de néctares

- **Pesado:** Es importante para determinar el rendimiento que se puede obtener de la fruta.
  
- **Selección:** En esta operación se eliminan aquellas frutas magulladas y que presentan contaminación por microorganismos.
  
- **Lavado:** Se realiza con la finalidad de eliminar la suciedad y/o restos de tierra adheridos en la superficie de la fruta. Esta operación se puede realizar por:
  - ❖ **Inmersión:** Por lo general viene a ser un tratamiento previo a los otros lavados. En este caso se debe cambiar constantemente el agua para evitar

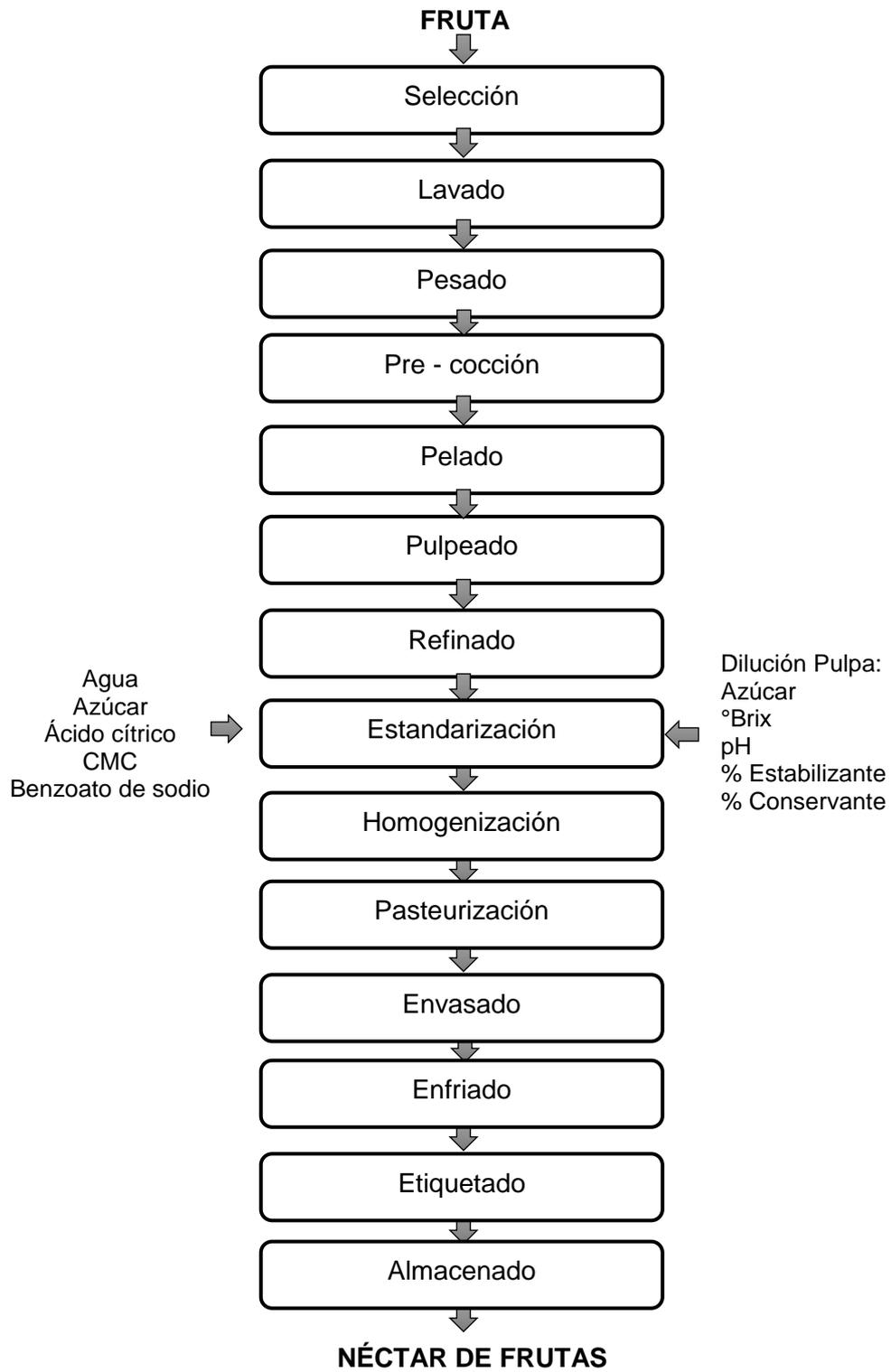
que a la larga se convierta en un agente contaminante. Este método de lavado se puede realizar en tinas.

- ❖ **Agitación:** En este caso, la fruta es transportada a través de una corriente de agua en forma continua.
- ❖ **Aspersión:** Es muy utilizado en plantas de gran capacidad de producción, por ser el método más eficiente. Se debe tener en cuenta la presión, el volúmen y la temperatura del agua, la distancia de los rociadores a la fruta, la carga del producto y el tiempo de exposición.

Dependiendo de las instalaciones y capacidad de producción, se decidirá por la mejor alternativa de lavado. En la Figura 1 se muestra el flujograma de la elaboración de un néctar de fruta

- **Precocción:** El objeto de esta operación es ablandar la fruta para facilitar el pulpeado, reducir la carga microbiana presente en la fruta e inactivar enzimas que producen el posterior pardeamiento de la fruta. La precocción, se realiza sumergiendo la fruta en agua a temperatura de ebullición por un espacio de 3 a 5 minutos. El tiempo exacto de precocción está en función de la cantidad y tipo de fruta. Cuando se requiera evitar el pardeamiento enzimático de la fruta, se denomina blanqueado o escaldado.
- **Pelado:** Dependiendo de la fruta, esta operación puede ejecutarse antes o después de la precocción. Si se realiza antes se debe trabajar en forma rápida para que la fruta no se oscurezca. El pelado se puede hacer en forma mecánica (con equipos) o manual (empleando cuchillos).
- **Pulpeado:** Este proceso consiste en obtener la pulpa o jugo, libre de cáscaras y pepas. La fruta es pulpeada con su cáscara. Como en el caso del durazno, blanquillo y la manzana, siempre y cuando ésta no tenga ninguna sustancia que al pasar a la pulpa le ocasione cambios en sus características organolépticas.

Esta operación se realizó empleando la pulpeadora, (mecánica o manual). El uso de una licuadora con un posterior tamizado puede reemplazar eficientemente el uso de la pulpeadora. Para el caso de cítricos es indispensable el uso de un extractor de jugos.



Fuente: FAO (2006).

Figura 1. Proceso de elaboración de néctares

- **Refinado:** Esta operación consiste en reducir el tamaño de las partículas de la pulpa, otorgándole una apariencia más homogénea. Las pulpeadoras mecánicas o manuales facilitan esta operación por que cuentan con mallas de menor diámetro de abertura. En el caso de realizar el Pulpeado con una licuadora, es necesario el uso de un tamiz para refinar la pulpa.
- **Estandarización:** En esta operación se realizó la mezcla de todos los ingredientes que constituyen el néctar. La estandarización involucra los siguientes pasos:
  - ✓ Dilución de la pulpa.
  - ✓ Regulación del dulzor.
  - ✓ Regulación de la acidez.
  - ✓ Adición del estabilizado.
  - ✓ Adición del conservante.

Resulta muy importante tener en cuenta la siguiente recomendación al momento realizar la operación de estandarización:

- ✓ **Dilución de la pulpa:** Para calcular el agua a emplear en relación de la pulpa.
- ✓ **Regulación del azúcar:** Todas las frutas tienen su azúcar natural, sin embargo al realizar la dilución con el agua ésta tiende a bajar. Por esta razón es necesario agregar azúcar hasta un rango que puede variar entre los 13 a 18 °Brix. Los grados Brix representan el porcentaje de sólidos solubles presentes. Cantidad de azúcar a agregar se obtiene mediante la siguiente fórmula:

$$\begin{aligned}
 & \text{Cantidad de azúcar (Kg)} \\
 & = \frac{(\text{Cant. de pulpa diluida}) \times (\text{°Brix final} - \text{°Brix inicial})}{100 - \text{°Brix final}}
 \end{aligned}$$

- ✓ **Regulación de la acidez:** El ácido cítrico al igual que el azúcar es un componente de las frutas, sin embargo esta también disminuye al realizarse la dilución. En tal sentido es necesario que el producto tenga un pH adecuado que contribuya a la duración del producto. El pH adecuado para néctares en general es 3,8.

- ✓ **Adición de estabilizante (CMC):** se adiciona conociendo el tipo de pulpa que estamos preparados a procesar: frutas pulposas: 0,07 % y frutas menos pulposas: 0,10 – 0,15 %.
- ✓ **Adición de conservante:** La cantidad de agente conservante a adicionar no debe ser mayor al 0.05% del peso del néctar.
- **Homogenización:** Esta operación tiene por finalidad uniformizar la mezcla. En este caso consiste en remover la mezcla hasta lograr la completa disolución de todos los ingredientes.
- **Pasteurización:** Esta operación se realiza con la finalidad de reducir la carga microbiana y asegurar la inocuidad del producto. Calentar el néctar hasta su punto de ebullición, manteniéndolo a esta temperatura por un espacio de 1 a 3 minutos, tal como se muestra en la figura. Luego de esta operación se retira del fuego, se separa la espuma que se forma en la superficie y se procede inmediatamente al envasado.
- **Envasado:** El envasado se debe de realizar en caliente, a una temperatura no menor a 85 °C. El llenado del néctar es hasta el tope del contenido de la botella, evitando la formación de espuma. Inmediatamente se coloca la tapa, la cual se realiza de forma manual en el caso que se emplee las tapas denominadas “tapa rosca”. En caso contrario si se va a emplear las chapas metálicas se debe hacer uso de la selladora de botellas.

Si durante el proceso de envasado la temperatura del néctar disminuye por debajo de 85 °C, se debe detener esta operación. Se procede a calentar el néctar hasta su temperatura de ebullición, para proseguir luego con el envasado.

- **Enfriado:** El producto envasado debe ser enfriado rápidamente para conservar su calidad y asegurar la formación del vacío dentro de la botella.

Al enfriarse el producto, ocurrirá la contracción del néctar dentro de la botella, lo que viene a ser la formación de vacío, esto último representa el factor más importante para la conservación del producto.

El enfriado se realiza con chorros de agua fría, que a la vez nos va a permitir realizar la limpieza exterior de las botellas de algunos residuos de néctar que se hubieran impregnado.

- **Etiquetado:** El etiquetado constituye la etapa final del proceso de elaboración de néctares. En la etiqueta se debe incluir toda la información sobre el producto.
- **Almacenado:** El producto debe ser almacenado en un lugar fresco, limpio y seco; con suficiente ventilación a fin de garantizar la conservación del producto hasta el momento de su venta.

### **2.3.1. Néctar de cacao**

Para la producción de un néctar de calidad, es primordial considerar las Buenas prácticas de manufactura desde las etapas previas a la obtención de la materia prima hasta el final de la producción. Una buena selección de cacao, ayuda a obtener un néctar de mayor calidad y características sensoriales agradables al consumidor, el fruto debe estar tres cuartos maduro al momento de la cosecha.

Dentro de la etapa post cosecha se abren las mazorcas para extraer las almendras cubiertas de mucílago. Esta operación se la realiza con asepsia lavando previamente las mazorcas y realizando el corte en mesas de acero inoxidable o azulejadas, utilizando utensilios apropiados y limpios.

Inmediatamente se realiza el despulpado este puede ser mecánico o manual.

Obtenido el mucílago se realiza la formulación, se mezcla, se pasteuriza y se envasa.

Dentro de los requerimientos del CODEX STAN 247-2005, el néctar de pulpa de cacao debe tener como nivel mínimo 14 °Brix, y 50 % v/v como mínimo de zumo o puré para elaborar el néctar de esta fruta.

## **2.4. Proceso fermentativo**

### **Fermentación**

Paz (1988) menciona que es el conjunto de reacciones químicas catalizadas por enzimas, cuyo soporte es el material celular. Los reactantes son materiales biológicos a los que se les añade sustancias minerales, compuestos orgánicos sintéticos y naturales. Las fermentaciones se desarrollan por lo general en presiones y temperaturas cercanas a las del ambiente y condiciones fisicoquímicas controladas.

## **Estructura de un proceso fermentativo**

Trevan (1990) expone lo siguiente: La parte central de un proceso fermentativo es el crecimiento del microorganismo industrial en unas condiciones ambientales que estimula la síntesis del producto comercial que se pretende obtener. Se realiza en un fermentador que consta esencialmente de un gran recipiente en el que se mantiene el microorganismo a la temperatura, pH, aireación y concentración de sustrato deseados. Sin embargo, el cultivo del microorganismo en el fermentador es sólo una de las numerosas fases del proceso. El medio en el que crece el microorganismo ha de formularse de acuerdo con las materias primas y, posteriormente, esterilizarse. El contenido del fermentador se esteriliza y se inocula con un cultivo viable, metabólicamente activo. Se debe supervisar la evolución del programa impuesto para el desarrollo del proceso. Por tanto, el éxito de los procesos fermentativos depende de la destreza de quien controle estos procesos.

## **Bioquímica de las fermentaciones**

Monroy y Viniegra (1981) señalan que los procesos fermentativos se vienen empleando desde hace mucho tiempo en la elaboración de pan y el vino; sin embargo, no es sino Pasteur cuando habla de estos procesos como un proceso bioquímico que se refiere a aquéllos por los cuáles un organismo obtiene su energía a través de reacciones químicas en las que, sustancias de tipo orgánico, actúan como donadoras y receptoras de electrones. La fermentación comparte con la biocatálisis la característica de ser la forma más vieja de la biotecnología. Tradicionalmente, la fermentación significaba la producción de alcohol bebida a partir de los carbohidratos. Sin embargo, la fermentación puede producir una asombrosa variedad de sustancias útiles por ejemplo: sustancias químicas como ácido cítrico, antibióticos, biopolímeros y proteínas unicelulares. El potencial es tan inmenso y variado lo cual se necesita es conocer los microorganismos, controlar su metabolismo y crecimiento y manejarlos a gran escala.

### **2.4.1. Métodos de fermentación**

#### **Fermentación discontinua**

Ochoa y Ríos (2003) indican que se puede considerar a una fermentación discontinua como un "sistema cerrado". La operación comienza con la adición de microorganismos en la solución esterilizada, permitiendo que se lleve a cabo la fermentación en óptimas condiciones. La composición del medio de cultivo, la concentración de la biomasa y de metabolitos generalmente cambia como resultado del metabolismo de las células dando lugar a las cuatro fases de crecimiento de las levaduras.

### **Fermentación alimentada (feed-batch)**

Ochoa y Ríos (2003) indican que en los procesos alimentados, los sustratos se añaden escalonadamente a medida que progresa la fermentación, en el método alimentado los elementos críticos de la solución de nutrientes se añaden en pequeñas concentraciones al principio de la fermentación y continúan añadiéndose a pequeñas dosis durante la fase de producción.

### **Fermentación continúa**

Ochoa y Ríos (2003) indican que la fermentación continua es considerada un sistema abierto. La solución nutritiva estéril se añade continuamente al biorreactor; así mismo la solución utilizada es extraída una cantidad equivalente en el proceso.

Ochoa y Ríos (2003) indican que este tipo de fermentaciones no son usadas en la industria, debido al mayor nivel que se obtiene en el crecimiento de células en fermentación discontinua, sin embargo; el costo de producción de biomasa mediante cultivo continuo es inferior al discontinuo

## **2.4.2. Tipos de fermentación**

### **1. Fermentación alcohólica**

Prescott (2004) menciona que: los azúcares, que son en este caso el sustrato sobre el que actúan las levaduras para obtener energía, en condiciones anaeróbicas, son degradados y oxidados por acción de la actividad catalítica de la levadura, y finalmente son convertidos en etanol y dióxido de carbono.

Badui (1993) señala que las levaduras fermentan preferentemente hexosas como la glucosa y la fructosa, pero también pueden fermentar galactosa, por esta razón son conocidas como azúcares fermentables o como la fuente de carbono. La sacarosa y maltosa, son también rápidamente fermentadas cuando las levaduras producen enzimas invertasas que las convierten en hexosas.

Badui (1993) indica que la sacarosa, glucosa y fructosa son los azúcares de mayor presencia en las frutas. Tanto la glucosa como la fructosa son azúcares reductores mientras que la sacarosa es un azúcar no reductor. La ruptura de la sacarosa en sus dos componentes, glucosa y fructosa, se produce en los jugos de frutas que poseen pH ácido y sufren algún tratamiento térmico. Esta unión es una de las más sensibles entre los disacáridos. La energía de activación para la hidrólisis es baja por lo que se pueden usar ácidos diluidos o enzimas.

Para la célula, el metabolismo de los azúcares tiene dos funciones:

- a) Obtener los precursores de otros compuestos necesarios para el microorganismo en los procesos biosintéticos, es decir, convertirse en la fuente carbonada y de nutrientes fundamentales para el desarrollo de los organismos.
- b) Sintetizar los compuestos que, a través de una serie de transformaciones enzimáticas de tipo oxidativo, darían lugar a la formación de compuestos ricos en energía, que en la célula será almacenada en forma de trifosfato de adenosina (ATP) (Monroy y Viniegra, 1981).

### **Parámetros de la fermentación alcohólica**

En la fermentación alcohólica de cualquier fruta, es importante mencionar los requisitos o parámetros establecidos, como: °Brix, temperatura, acidez, presencia de nutrientes, etc., que intervienen en el proceso de fermentación.

#### **- Temperatura**

Ochoa y Ríos (2003) indican que la temperatura es un factor determinante para la vida de las levaduras, desarrollándose a temperaturas relativamente cortas, hasta 30° C como máximo y por debajo de 13° ó 14°C. Las temperaturas altas y bajas dependerán de la especie de levadura que se use, resistencia, y el rango de temperaturas en que se desarrollen los microorganismos, se puede controlar la temperatura dependiendo del mosto que se quiera obtener. La temperatura crítica de la fermentación es cuando las levaduras ya no se reproducen y acaban muriendo, lentificando y deteniendo la fermentación.

Ochoa y Ríos (2003) indican que es difícil deducir el límite correcto es posible deducir una zona peligrosa dependiente de la aireación, la riqueza del mosto, los factores nutritivos de las levaduras y la naturaleza del mosto. La temperatura crítica en climas templados se da por encima de los 32° C; en climas más cálidos puede ser un poco más alta.

#### **- pH**

Romo (2011) refiere que las levaduras en la fermentación alcohólica se desarrollan en pH de 4 a 6; sin embargo, se puede trabajar hasta con pH no bajo de 2,6.

#### **- Necesidades nutritivas**

Ochoa y Ríos (2003) afirman que para el desarrollo de las levaduras es necesario encontrar ciertos alimentos en el mosto, como fuentes de azúcar, minerales y vitaminas son fácilmente satisfechas, sin embargo deben proveerse sustancias nitrogenadas para desarrollarse y multiplicarse el nitrógeno amoniacal (catión amonio) que es el primer alimento nitrogenado consumido por las levaduras.

Ochoa y Ríos (2003) afirman que las levaduras se benefician con la adición de nitrógeno amoniacal que es indispensable y no está contraindicado, añadiendo así una proporción de 10 a 20 gramos de fosfato amónico por hectolitro, casi siempre aumentan las colonias de las levaduras y se acelera la fermentación, la adición debe realizarse preferiblemente al iniciarse la fermentación, de este modo es íntegramente consumido por las levaduras.

Por lo tanto, la concentración de nutrientes puede afectar tanto a la velocidad y al rendimiento del crecimiento del organismo.

Brack y Medigan (1982) mencionan que el efecto de la concentración de nutrientes sobre la producción de células consiste en la transformación de material celular, cuanto más nutriente haya, mayor será la producción de células.

#### **- Azúcares**

Romo (2011) refiere que las principales sustancias carbonadas son los azúcares, que tienen influencia directa sobre el volumen de alcohol que se tendrá en el producto final. Los valores de °Brix en el mosto alcohólico obtenido para una posterior fermentación acética van en el rango de 8 a 20 °Brix.

#### **- Influencia de la acidez**

Las levaduras actúan en un medio neutro o poco ácido. La influencia de la acidez debe ser tal que favorezca el desarrollo de las levaduras, pero que perjudique a las bacterias peligrosas en caso de que cese la fermentación (Ochoa y Ríos, 2003).

Según la norma NTP (2006) la acidez de un vino (mosto alcohólico) tiene un porcentaje máximo de 2% como ácido acético.

#### **- Concentración de alcohol**

Romo (2011) indica que es la cantidad de alcohol etílico producto de la fermentación alcohólica, pudiendo alcanzar valores del 12 al 14 % dependiendo de las condiciones del medio e interrelación de otros parámetros.

Gallego (2007) afirma que dentro del proceso fermentativo la concentración de alcohol es una variable a controlar, debido a que niveles muy altos (teóricamente superiores al 18%) afectan negativamente la misma levadura generado estrés osmótico, inhibición competitiva, oxidación, entre otros. De igual forma se destaca el hecho de que el porcentaje de tolerancia al alcohol depende de la cepa de levadura utilizada.

## **2. Fermentación acética**

Romo (2011) define fermentación acética a la conversión de etanol producido en fermentación anaeróbica.

Romo (2011) indica que generalmente la fermentación se detiene cuando existe la presencia de un mínimo aunque finito residuo de etanol para evitar la sobre oxidación a CO<sub>2</sub> y agua. La conversión de etanol a ácido acético está acompañada por fermentación secundaria, para la generación de compuestos aroma-activos tales como acetaldehído, acetato de etilo y otros ésteres.

### **Parámetros de la fermentación acética**

#### **- Temperatura**

Romo (2011) indica que el rango de temperatura para el crecimiento óptimo de las bacterias acéticas es de 15 a 31 grados centígrados.

#### **- pH**

Romo (2011) refiere que las bacterias pueden mantener su concentración interna de iones hidrógeno a pesar de condiciones externas adversas. La mayor parte de las cepas se pueden desarrollar a valores de pH inferiores a 5.

#### **- Influencia de la aireación**

Monroy y Viniegra (1981) indican que en los procesos aireados, se produce fundamentalmente biomasa, bióxido de carbono y agua. Por ejemplo, un microorganismo facultativo como *Saccharomyces cerevisiae* cultivado en dos matraces a las mismas condiciones de acidez, temperatura y composición de medio de cultivo pero a dos concentraciones diferentes de oxígeno disuelto, nos dará diferentes proporciones de alcohol y proteína. Será la condición con menos oxígeno la que produzca mayor cantidad de alcohol.

Monroy y Viniegra (1981) señalan que el mecanismo del proceso de aireación se explica de la siguiente manera; las moléculas de oxígeno en una burbuja de aire

deben atravesar varias capas delgadas del fluido, para llegar hasta el microorganismo que crece en el caldo.

#### - **Concentración de etanol**

Llaguno y Polo (1991) afirman que es aconsejable, para obtener buenas fermentaciones, una concentración de alcohol de 10 a 13 %. Para concentraciones superiores a 13% se forma con dificultad la capa gelatinosa de bacterias y la oxidación del etanol a ácido acético es incompleta.

Con el empleo de concentraciones muy bajas como inferiores a 1 o 2 % se oxidan los ésteres y el ácido acético con pérdida de aroma y sabor.

#### - **Concentración de ácido acético**

La cantidad de ácido acético en una solución depende del tipo de medio e interrelación con otros parámetros como pueden ser el tipo de fermentación entre otros (Romo, 2011). Según la norma NTP (2006) la concentración de ácido acético en el vinagre se encuentra en un rango de 4 a 6 %, con un margen de error de  $\pm 0,5$ .

### **2.5. Aspectos generales del vino**

Según INDECOPI (2002), indica que en el Perú se define como vino, a la bebida resultante de la fermentación completa o parcial de la uva fresca o de su mosto.

Vogt (1982) menciona que según la legislación Alemana toda bebida semejante al vino puede comercializarse sólo bajo una denominación que haga referencia a la fruta de la que fueron elaborados; es decir, puede denominarse "vino" siempre que a este término siga el nombre de la fruta. Así como: vino de manzana, vino de fresa, vino de grosella, etc.

Barreno (2013) menciona que el vino es una bebida obtenida de la uva (variedad *Vitis vinifera*) mediante la fermentación alcohólica de su mosto o zumo; la fermentación se produce por la acción metabólica de levaduras que transforman los azúcares del fruto en alcohol etílico y gas en forma de dióxido de carbono. El azúcar y los ácidos que posee la fruta *Vitis vinifera* hace que sean suficientes para el desarrollo de la fermentación. No obstante el vino es una suma de un conjunto de factores ambientales: clima, latitud, altura, horas de luz, etc.

Barreno (2013) menciona que en muchas legislaciones se considera sólo como vino a la bebida fermentada obtenida de *Vitis vinifera*, pese a que se obtienen bebidas semejantes de otras variedades como la *Vitis labrusca*, *Vitis rupestris*, etc.

### **2.5.1. Vino de frutas**

Según ICONTEC (1988), indica que vino de fruta es la bebida proveniente de mostos de fruta distinta de la uva, sometida a la fermentación alcohólica y que ha sufrido un proceso semejante a los exigidos para los vinos.

Vogt (1982) define al vino de frutas como el vino obtenido por fermentación del mosto de frutas frescas y sanas, cuya graduación se encuentra entre 10 a 15 grados alcohólicos. Vogt (1982) menciona que el vino de fruta son bebidas similares al vino, preparadas a base de frutas (peras, manzanas, grosellas, fresas, etc.).

ICONTEC (1988) menciona que el vino es por definición el producto obtenido de la fermentación alcohólica de la uva. Cuando se emplea otro tipo de fruta, el producto siempre se denomina vino, pero seguido del nombre de la fruta, por ejemplo: vino de naranja, vino de marañón, etc.

ICONTEC (1988) también precisa que el proceso se realiza en ausencia de oxígeno (proceso anaerobio), luego el vino se envejece en toneles de madera por varios meses para mejorar sus propiedades organolépticas. Según la concentración de alcohol en el producto final el vino de frutas se puede clasificar como seco o dulce.

### **2.5.2. Fermentación del vino**

Barreno (2013) afirma que la fermentación es la parte principal del proceso de la elaboración del vino, en realidad el vino no puede elaborarse de forma alguna sin la fermentación. La fermentación tiene como principal efecto la conversión de los azúcares del mosto en alcohol etílico.

Barreno (2013) asegura que el organismo capaz de elaborar la fermentación son las levaduras del género de las *Saccharomyces* y las especies más abundantes son la *S. cerevisiae* y la *S. bayanus* (asociada con la producción del vino de jerez), estas especies tienen a su vez otras subespecies como la *montrachet*, la *epernay*, la *steinberger*, etc. cada una de ellas objeto de una selección artificial hecha durante tiempo con el objeto de mejorar aspectos sutiles de la tolerancia a ciertos niveles de pH, contenido de alcohol, dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>), etc.

Blovin y Peynard (2003) afirman que la fermentación se hace en recipientes (hoy en día en cubas de acero inoxidable) y pasa por cuatro fases:

- **Fase de demora**

En la que las levaduras se aclimatan a las condiciones del mosto, a las altas concentraciones de azúcares, bajo valor de pH (acidez), temperatura y SO<sub>2</sub>. Suele ocupar un periodo de tiempo entre dos y tres días.

- **Crecimiento exponencial**

Las levaduras ya acondicionadas al entorno, empiezan a multiplicarse en crecimiento exponencial, alcanzando el máximo de su densidad de población, que suele estar en torno a los 100 millones de levaduras por centímetro cúbico. Debido al consumo que hacen las levaduras del azúcar presente en el mosto, las concentraciones del mismo declinan rápidamente. La duración de esta fase es de aproximadamente cuatro días.

- **Fase estacionaria**

En el cual la población de levaduras que ha llegado a su máximo valor admisible, lo que hace que se alcance un valor estacionario y que la fermentación se mantenga a una velocidad constante. El calor formado por la fermentación hace que temperatura de la cuba durante esta fase sea igualmente constante.

- **Fase declinante**

En esta fase la carestía de azúcares o la elevada concentración de alcohol etílico empiezan a matar las levaduras y la población disminuye, con ello la velocidad de fermentación.

### **2.5.3. Levaduras**

Vogt (1982) menciona que las levaduras son microorganismos unicelulares de composición sencilla. Con un microscopio de gran aumento puede observarse que son células redondas, óvales o elípticas, envueltas en una membrana muy fina y elástica, cuyo diámetro es de 0.004 hasta 0.014 mm. La levadura pertenece al género de los hongos, es decir que se trata de organismos vegetales.

Bushell (1986) manifiesta que la mayor parte de las levaduras productoras de alcohol son capaces de hidrolizar disacáridos y muchos degradan azúcares de peso molecular elevado. Todas ellas son capaces de asimilar la glucosa y fructosa.

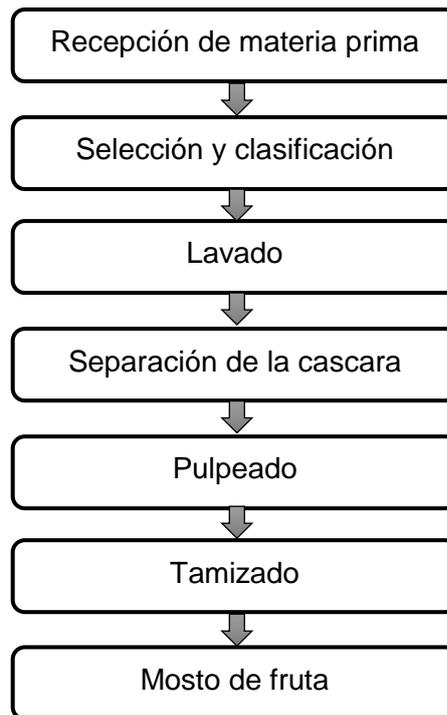
Hashizume (1983) afirma que cuando el medio no es muy favorable a la vida de la levadura (temperatura baja o muy elevada, ausencia de azúcares, porcentaje insuficiente de agua y otros), ella esporula y está en vida latente. Las esporas colocadas en medios favorables a una temperatura a 25°C, se liberan dando origen a nuevas células activas. La población de la levadura en el mosto en plena concentración es de 6'000 000 por mililitro.

Kuns (1986) menciona que la mayoría de las levaduras desarrollan exclusivamente en medios ácidos (pH de 3.5 a 4.5), Estos microorganismos viven normalmente en la planta principalmente a expensas de los azúcares, a la vez señala que las levaduras contienen un gran número de enzimas que desdoblan los azúcares, cuya presencia varía con los distintos tipos de *saccharomyces*.

#### **2.5.4. Etapas del proceso de elaboración de vino de frutas**

##### **- Obtención del mosto para vino de fruta**

- ✓ **Recepción de la materia prima:** Se recepcióna la materia prima teniendo en cuenta el momento óptimo de su madurez comercial.
- ✓ **Selección y clasificación:** Las frutas fueron seleccionadas y clasificadas de acuerdo a un buen estado sanitario, teniendo en cuenta su índice de madurez, condiciones de conservación, tamaño y de buen aspecto.
- ✓ **Lavado:** Se realizó con agua corriente para eliminar las sustancias extrañas adheridas en la superficie.
- ✓ **Pelado:** El pelado se realizó en forma manual, utilizando cuchillos de acero inoxidable.



**Fuente:** Negre (1980)

**Figura 2.** Diagrama de flujo para la obtención del mosto de fruta

- ✓ **Pulpeado:** Se realizó esta operación utilizando una extractora, cuidando de no maltratar a las semillas para no emitir sabores extraños al mosto.
- ✓ **Tamizado:** Para realizar esta operación se utilizaron coladores obteniéndose un mosto exento de semillas y restos fibrosos.

#### - **Obtención del vino de fruta**

- ✓ **Corrección del mosto:** Barreno (2013) sostiene que para lograr lo arriba expuesto, dos parámetros deben estar en sus valores exactos, estos son la acidez y el contenido de azúcar. El primero es fundamental para que los microorganismos de la fermentación se desarrollen plenamente y además para que el vino obtenido al final no de sensación de aguado.

Haenh (1986) menciona que se tiene que realizar correcciones en el mosto de frutas con la finalidad de mejorarlo. Estas correcciones son:

- ❖ **Nutrientes:** la acción de la levadura sobre el sustrato, está en razón directa al contenido de nitrógeno presente en el mosto, la cual se encuentran en forma de combinación amoniacal y nitratos.

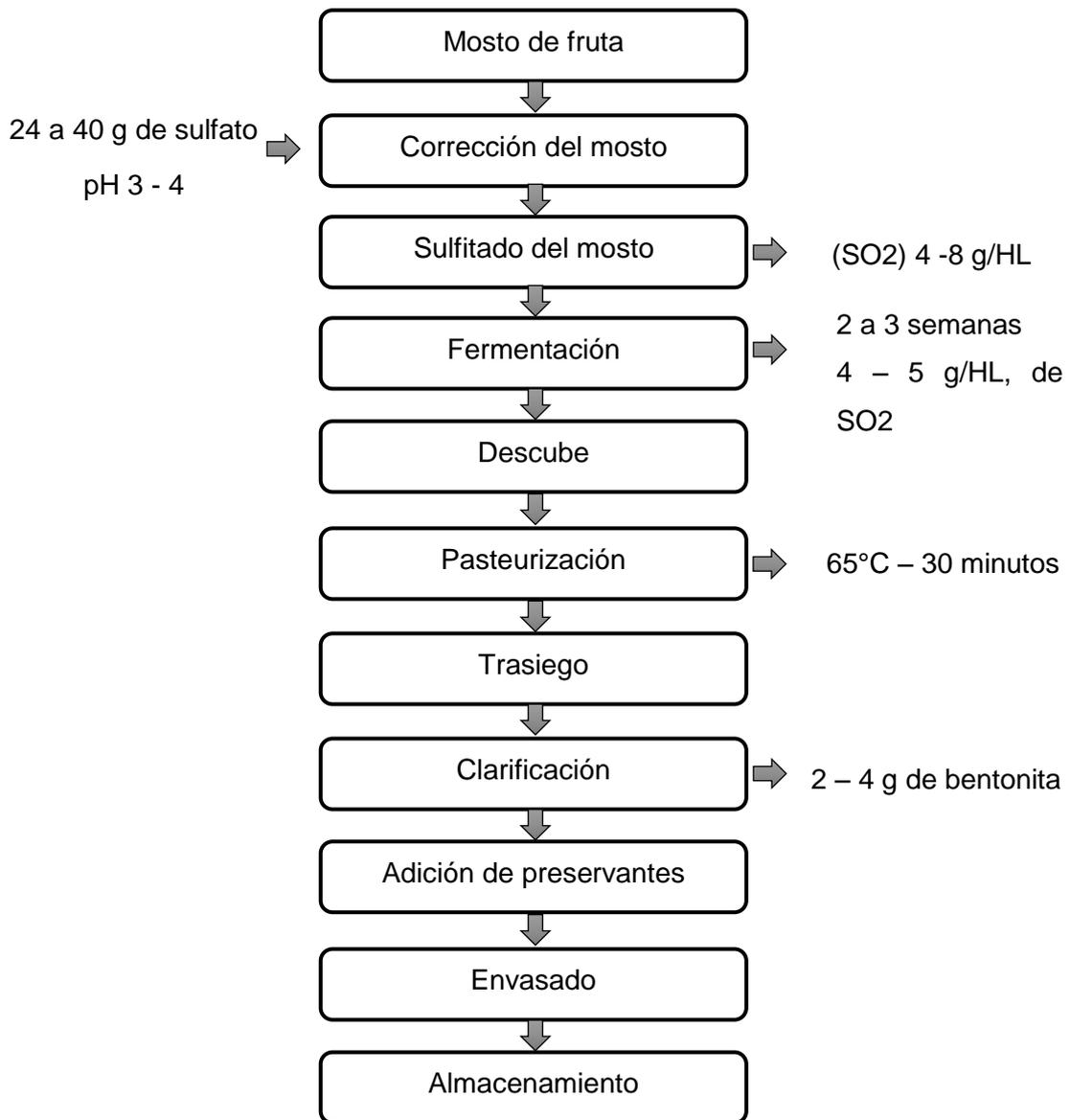
Por su parte Vogt (1982) manifiesta que para conducir una fermentación alcohólica las levaduras deben colmar sus necesidades en el líquido o mosto donde se desarrollan, además de los glúcidos fermentables en cantidad suficiente, necesitan de sustancias minerales y nitrogenadas asimilables. Se debe añadir como nutrientes nitrogenados para las levaduras de 25 a 40 g de sulfato o fosfato amónico por hectolitro.

- ❖ **Adicción de azúcar:** Vogt (1982) señala que este sistema se emplea en algunos países con el nombre de chaptalización donde se debe agregar hasta obtener un mosto con la cantidad normal de azúcar; los zumos de frutas suelen presentar un contenido de azúcar que oscila entre 50 y 150 g/L.

Las normas técnicas para vinos de frutas permiten la adicción de azúcares al mosto para tratar de obtener los grados alcohólicos requeridos por las normas, pero a la vez limitan la cantidad a utilizar. Con respecto a esto. Según ICONTEC (1988), señala que la adicción de azúcar al mosto de frutas no debe excederse de 160 g/L.

- ❖ **Acidez:** Según Vogt (1982), la acidez de zumos de frutas debe estar entre (5 – 25 g/L), en caso de excesiva acidez del mosto, este debe desacidificar utilizando carbonato de calcio, bicarbonato de sodio o potasio. En caso de insuficiencia de acidez en el mosto recomienda usar ácido cítrico o tartárico. Bremond (1986) recomienda fermentar el mosto a un pH de 3.5, ya que a valores más altos se activan fermentos perjudiciales. Por su parte, Delanue (1988) aconseja un pH entre 3 y 4, debido a que facilita el desarrollo de las levaduras alcoholígenas y se impide la proliferación de microorganismos patógenos.

- ✓ **Sulfuración del mosto:** Vogt (1982) señala que los grandes éxitos de la viticultura alemana se deben en gran parte a la sulfuración de los mostos antes de la fermentación. El azufrado favorece notablemente la marcha de la elaboración del vino tanto en el aspecto químico como en el fisiológico y enzimático. Evita que los mostos y vinos jóvenes adquieran un color subido de matiz (pardo).



**Fuente:** ICONTEC (1988)

**Figura 3.** Diagrama de flujo para la obtención del vino de fruta

- ✓ **Fermentación:** Vogt (1982) menciona que ni las frutas ni las bayas contienen naturalmente levaduras nobles que permitan una fermentación limpia y pura. Por ello se recomienda utilizar en la fabricación de vinos de frutas y bayas levaduras en cultivo puro. Se emplearán las mismas cepas utilizadas en la elaboración del vino. Unas 2 a 3 semanas después de concluir la fermentación principal puede retirarse las heces de los vinos de fruta bien clarificados y otra vez se azufrarán con 4 – 5 g/HL, de SO<sub>2</sub>. En general puede evitarse que el aire contacte con el vino durante el trasiego.
- ✓ **Descube:** Bremond (1986) señala que cuando se culmina la fermentación tumultuosa se procede al descube, que consiste en separar la parte sólida de la líquida mediante

un filtrado o colado, traspasando el vino a otros recipientes estériles para la culminación de la fermentación.

- ✓ **Trasiego:** Negre (1980) señala que el trasiego consiste en separar el vino claro de las heces precipitadas en el fondo de los depósitos, por sucesión de trasiego se eliminan de los vinos las materias que van insolubilizándose y que se depositan en forma de sedimento. La importancia de efectuarse el trasiego radica que las sustancias y fermentos nocivos al vino se depositan en el fondo del envase, siendo necesaria su eliminación.

Vogt (1982) señala que una vez sedimentada las heces y demás partículas que lo enturbian al vino, ha de procederse a separar del vino. Pudiéndose realizarse hasta 3 trasiegos, únicamente cuando el primer trasiego no ha sido suficiente para eliminar toda sustancia sedimentada.

- ✓ **Clarificación:** Vogt (1982) indica que clarificar significa en la terminología vinícola, agregar al vino una determinada cantidad de cierta sustancia cuya acción consiste en arrastrar consigo las partículas enturbiadoras y sedimentarlo en el fondo de la cuba. Las sustancias válidas para clarificar el vino son: ictiocola, gelatina, agar-agar, bentonita no ferruginosa, tanino, amianto, celulosa, carbón animal, carbón vegetal y ferrocianuro potásico químicamente puro.

Barreno (2013) indica que es la operación dirigida a hacer que el vino sea más claro y límpido mediante el agregado de sustancias que fuerzan la floculación y sedimentación de las partículas en suspensión, proceso que, de llevarse a cabo de manera espontánea, resultaría extremadamente lento. Los agentes clarificantes pueden ser de origen orgánico o de origen mineral.

Negre (1980) señala que el carbón vegetal (madera) y el carbón animal (hueso), pulverizados y purificados poseen una intensa fuerza de absorción de colorantes y pigmentos, así como de sustancias sápidas y aromáticas.

- ✓ **Filtración:** Vogt (1982) menciona que los consumidores de vino han elevado su nivel de exigencias hasta el punto de aceptar únicamente vinos claros y brillantes. Siendo esta la condición para el comercio de vinos se generalizó el procedimiento de

filtración. Un buen aparato filtrador no debe alterar el vino y debe conservar íntegros el bouquet, el frescor y el ácido carbónico contenido en el vino.

Barreno (2013) indica que es la operación dirigida a hacer que el vino sea más claro y límpido mediante la retención física de las partículas suspendidas al pasar por un lecho poroso. Puede llevarse a cabo mediante los llamados filtros de diatomeas, que usan polvo fósil de carbonato de calcio como medio filtrante, o mediante los denominados filtros prensa (filtros de marcos y placas) que emplean láminas de celulosa.

- ✓ **Embotellamiento:** Vogt (1982) señala que el embotellado del vino debe realizarse en el momento oportuno. El vino debe haber alcanzado ya cierta madurez y además debe ser resistente a la acción del aire; no debe ser un vino añejo, ni tampoco demasiado joven. Las botellas han de lavarse y esterilizarse antes de llenarlos con vino. El lavado de las botellas, se lleva a cabo utilizando máquinas lavadoras de botellas, aclarándolas con ácido sulfuroso en solución al 1 - 2% para eliminar todos los gérmenes; la esterilización puede realizarse con vapor calentado o bien en el tratamiento con ácido sulfuroso en solución al 1.5%.

Barreno (2013) sostiene que se evitan las botellas transparentes ya que el vino contenido en ellas suele sufrir alteraciones de sabor, aroma y color debido a foto-oxidaciones ocasionadas por los rayos ultravioleta.

- ✓ **Almacenamiento:** Vogt (1982) afirma que, una vez obtenido el producto se almacena durante 2 meses, antes de ser lanzado al mercado, tiempo suficiente para adquirir el bouquet y sabor característico. Se desconoce la naturaleza de las sustancias que constituyen el aroma de los vinos, se les atribuye a los alcoholes superiores, aldehído y a los ésteres. Vogt (1982) señala que ciertamente los aromas son debido a sustancias de función aldehído y no ésteres.

Vogt (1982) menciona que el vino de frutas durante el almacenamiento, debe conservarse en buen estado de sanidad para así tratar de obtener vinos de calidad, para lo cual se recomienda agregar algún conservante químico como sorbato de potasio o metabisulfito de potasio.

### 2.5.5. Clasificación de vinos

Barreno (2013) manifiesta que no existe una clasificación oficial y global de los vinos, dependiendo de criterios fundamentados en atributos tales como el color final de la bebida (tintos, blancos, rosados), origen geográfico-histórico (vinos del nuevo mundo, vinos del viejo mundo), origen geográfico, su contenido de azúcares residuales (vinos secos, dulces), etc.

Barreno (2013) también menciona que los sistemas de clasificación en la actualidad se fundamentan en las regiones. En la actualidad se ofrecen vinos desalcoholizados que poseen pequeñas cantidades de alcohol al mismo tiempo que poseen su aroma. Una de las técnicas para elaborar este tipo de vinos es la osmosis inversa.

Según INDECOPI (2002) clasifica los vinos por su grado alcohólico en:

- Vinos ligeros: Aquellos cuyo contenido de alcohol, está de 7.0 a 10 °GL.
- Vinos comunes: Aquellos cuyo contenido de alcohol, está de 10° a 14° °GL.
- Vinos generosos: Aquellos cuyos contenidos de alcohol es más de 14 °GL.

Según INDECOPI (2002) clasifica los vinos por su calidad en:

#### Vinos finos

- **Grandes vinos:** Son los vinos finos que después del proceso de estacionamiento, han adquirido un alto grado de perfección en el conjunto de sus cualidades organolépticas.
- **Vinos reservados o reservas:** Son los vinos que después del proceso de estacionamiento, habiendo adquirido un buen grado de perfección en el conjunto de sus cualidades organolépticas, no han alcanzado la calidad de grandes vinos.
- **Vinos de mesa:** Son los vinos lanzados al consumo poco después de terminada su elaboración, o que no corresponden a las condiciones fijadas para los vinos finos.
- **Vinos corrientes:** Son aquellos que proceden del prensado del orujo fermentado, o del orujo prensado, filtrado y/o centrifugado.

Así mismo según INDECOPI (2002) clasifica los vinos por su color en:

- **Vinos tintos**

Son los vinos obtenidos por fermentación de mosto proveniente de uvas tintas, en contacto con los hollejos.

- **Vinos blancos**

Serán los vinos de color pajizo, pajizo verdoso o amarillentos más o menos dorado, obtenidos por la fermentación del mosto de uvas blancas o a partir del mosto blanco de uvas de hollejo rosado o tinto elaborado con precaución especial.

- **Vinos rosados o claretes**

Son los vinos de color rojo poco intenso obtenidos por fermentación del mosto de uvas tintas blancas, que han estado muy pocas horas en contacto con los hollejos, o la mezcla de vinos blancos con vinos tintos.

Según INDECOPI (2002) clasifica los vinos por su contenido de azúcares reductores en:

- **Vinos secos**

Cuando contienen 4 g/l de azúcar como máximo ó 8 g/l cuando su contenido en acidez total (expresadas en gramos de ácido tartárico por litro), no es inferior en más de dos gramos del contenido de azúcar.

- **Vinos semi – seco**

Cuando el vino contiene más de los valores descritos en el párrafo anterior y alcanza un máximo de 12 g/l ó 18 g/l cuando su contenido en acidez total (expresadas en gramos de ácido tartárico por litro), no es inferior en más de dos gramos del contenido de azúcar.

- **Vinos semi – dulce**

Cuando el vino contiene más que los valores descritos anteriormente y alcanza un máximo de 45 g/l

- **Vino dulce**

Cuando el vino tiene un contenido mínimo de azúcar de 45 g/l.

## 2.6. Vinagre

### 2.6.1. Definición de vinagre

García (2008) indica que el vino fue el primer líquido espontáneamente agriado, y de ahí proviene el término vinagre: *Vin aigre*, vino agrio en francés. Garcia (2008) afirma que el vinagre es un líquido ácido apto para el consumo humano, que es producido exclusivamente a partir de materias primas de origen agrícola que contengan almidones y/o azúcares, por un doble proceso de fermentación, alcohólica y acética.

Pueden contener cantidades determinadas de ácido acético, y otros ingredientes opcionales (hierbas, especias, sal), al objeto de obtener un aroma peculiar característico de cada tipo de vinagre.

Llaguno y Polo (1991) afirman que actualmente el vinagre es principalmente utilizado para dar el sabor deseado a los alimentos y para conservarlos. Suele tener un 5-6 % de ácido acético (pH 2,5 -3,5) y presenta un aroma suave frutal, característico de la materia prima de partida. Se utiliza en la cocina doméstica como aliño, en la fabricación de salsas (kétchup, mayonesa, dressings) y encurtidos.

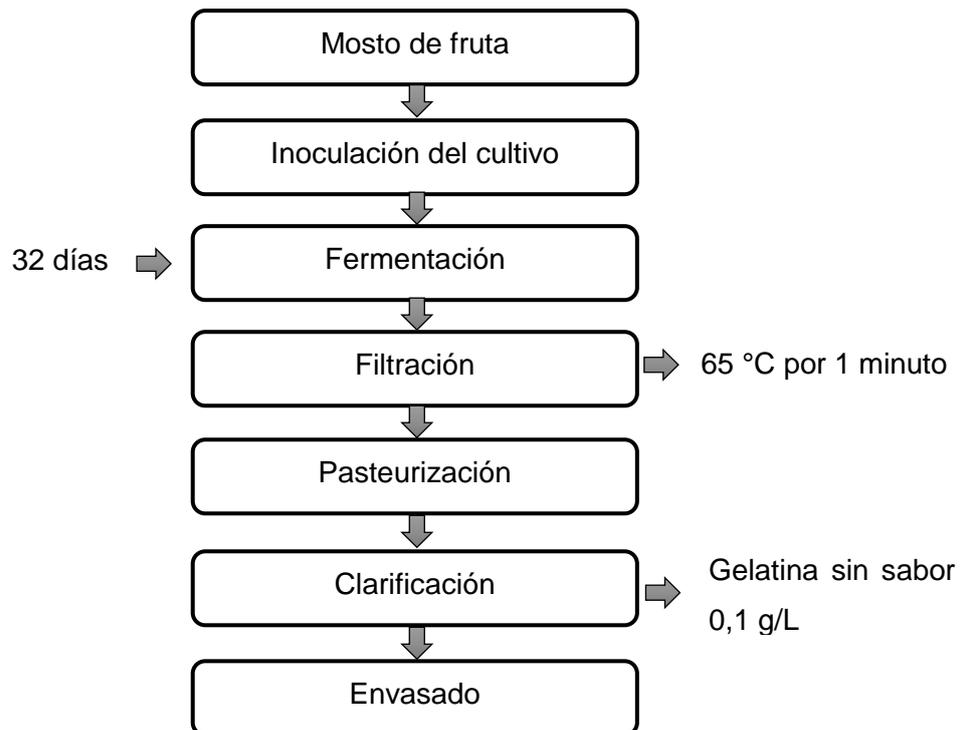
Suarez (2003) indica que generalmente se produce naturalmente por oxidación de una materia prima alcohólica. El alcohol puede ser en forma de vino, sidra, cerveza u otro alcohol derivado de la fermentación de grano, fruta, miel, patatas, melaza o suero de leche.

### 2.6.2. Producción de vinagre

Pizarro (2005) indica que el organismo clave es *Acetobacter*, con las cepas *Acetobacter aceti*. El ácido acético se forma a partir de una reacción de cuatro pasos que envuelve la conversión de almidón a azúcares a través de amilasas, la conversión anaeróbica de azúcares a etanol por medio de fermentación con levaduras, la transformación de etanol a acetaldehído hidratado y la des hidrogenación por medio de aldehído deshidrogenasa para obtener como producto ácido acético. Se sigue el siguiente proceso de producción:

- **Inoculación:** Se usaron bacterias acéticas *Acetobacter aceti* (cultivo industrial) para iniciar la fermentación acética en una relación de 10% con respecto a la cantidad de mosto a fermentar.

- **Fermentación acética:** En esta etapa se observó que en un ambiente adecuado el accionar de bacterias acéticas (cultivo industrial: dosificación al 10%) y entrada de aire constante, se produjo vinagre.
- **Filtrado:** Una vez terminada la fermentación acética se procedió al filtrado en donde se eliminaron sólidos y residuos para mejorar la apariencia y calidad del producto final dándole brillantez.



**Fuente:** Pizarro (2005)

**Figura 4.** Proceso de elaboración de vinagre de fruta

- **Pasteurización:** Obtenido el vinagre filtrado se realizó finalmente un tratamiento térmico de 65°C por 30 minutos con el objeto de parar el crecimiento bacteriano en el producto obtenido y finalmente se enfrió para clarificar y almacenar.
- **Clarificación:** Se clarificó con gelatina sin sabor con una proporción 0,01 g/l, para suprimir cualquier tipo de residuos que perjudiquen la apariencia del vinagre.
- **Envasado:** El vinagre fue envasado en botellas de vidrio previamente esterilizadas.

### 2.6.3. Síntesis químicas de vinagre

Suarez (2003) indica que el ácido puede ser producido por la oxidación catalítica de acetaldehído, que a su vez se produce por hidratación catalítica de acetileno o por deshidrogenación catalítica de etanol. En algunos casos se adiciona azúcar, sal y color.

### 2.6.4. Usos del vinagre

Chamorro y Herrera (2012) recalcan que son muchas las aplicaciones del vinagre que se pueden nombrar, a veces se piensa que el vinagre sólo es utilizado en la cocina como acompañante de las ensaladas mezclándolo con aceite y/o sal. Sin embargo, el vinagre es un ingrediente versátil de las comidas y se lo considera como: resaltador del sabor o condimento, un ablandador de las carnes, un preservante natural de alimentos, un agente medicinal y un elemento de gran utilidad en la limpieza del hogar. El vinagre se utiliza en donde se requiera de un acidulante natural.

Otros usos que este acidulante ofrece son:

- Remueve el óxido en herramientas oxidadas.
- Se puede limpiar la heladera y microondas para remover olores y restos de comida.
- Destapa cañerías con ayuda de bicarbonato de sodio.
- El vinagre blanco mezclado con agua tibia al ser aplicado en el cabello durante algunos minutos, hace que se vea más sedoso.
- Mueve las marcas de agua de la madera.
- Limpia y remueve las manchas del baño.
- Sirve como repelente para las hormigas.
- Se usa como herbicida, para combatir las malezas para plantas ornamentales.
- Limpia artículos de cuero.
- Quita los rayones en cds y dvds.
- Alivia las quemaduras solares en la piel.

### 2.6.5. Clases de vinagre

- **Vinagre blanco destilado:** Chamorro y Herrera (2012) indican que se lo utiliza comúnmente en el hogar, en la industria alimenticia y farmacéutica. Es producido a través de la fermentación acética del alcohol destilado, originándose de la caña de azúcar, los granos de maíz y melaza.

- **Vinagre de frutas:** Chamorro y Herrera (2012) mencionan que los vinagres pueden ser elaborados a partir de una gran variedad de frutas fermentadas, tomando algunas de las características de las mismas. Por ejemplo: a partir de la sidra fuerte, se obtiene vinagre de manzana.
- **Vinagre de malta:** Chamorro y Herrera (2012) mencionan que es el resultado de la fermentación aeróbica de la malta de cebada, la solución alcohólica obtenida se separa de la levadura y se inocula *Acetobacter*.
- **Otros vinagres:** Chamorro y Herrera (2012) mencionan que existen variedad de vinagres, algunos de ellos son: vinagre de arroz, vinagre de aguardiente, como base en la producción de vinagres, se ha utilizado también melaza, como un mecanismo para tratar los subproductos de la industria azucarera.

## 2.7. Antecedentes

- Pinedo (2002), en su investigación titulado: "Exudado de cacao (*Theobroma cacao*) en la obtención de jalea", su objetivo fue elaborar jalea a partir del exudado de cacao, para ello se evaluó la estandarización de la mezcla, teniendo en cuenta las proporciones de exudado de cacao: azúcar (2: 0,8 y 2: 1 ,2) y pH (3,2, 3,6); comparando éstos a un testigo de proporción exudado de cacao: azúcar (2:1) y pH (3,4) preestablecidos. Se realizó una evaluación sensorial considerando los atributos color, aroma, consistencia y acidez, donde se determinó que la estandarización óptima fue de una proporción de 2 exudados y 1,050 g de azúcar; y un pH de 3,71. La jalea fue almacenada por un periodo de 90 días, donde se evaluó el pH, contenido de sólidos solubles, acidez titulable y azúcares reductores; cuyos resultados fueron sometidos al Diseño Completo al Azar (DCA) y la significancia fue realizado con la prueba de Tukey nivel de significancia 5 por ciento. Encontrándose que no existe variación significativa en el pH y en el contenido de sólidos solubles, hubo variación estadística en la acidez titulable y azúcares reductores. Al evaluar el contenido microbiano durante los 90 días, se encontró que no hubo variación.
- Curo e Ybañez (2017), en su trabajo de investigación titulado "Parámetros óptimos para la obtención de un néctar de Copoazú (*Theobroma grandiflorum*) y maracuyá (*Passiflora edulis*) y su estudio a nivel de pre-factibilidad", su objetivo fue determinar los parámetros óptimos para elaborar un néctar mixto de copoazú y maracuyá, que sea rentable a nivel de pre-factibilidad. Se realizaron diferentes diluciones (1:3/ 1:4/ 1:5), a diferentes proporciones de pulpa, azúcar,

estabilizante, con conservante y sin conservante. Determinando para la formulación final las siguientes características: 14,48° Brix, 3,32 de pH y 0,517 de acidez, siendo idónea sensorialmente la dilución 1:5, con 0.14 % de estabilizante CMC y 0.02 % de sorbato de potasio. El tiempo de pasteurización, fue 11,9 minutos a 90 °C. Del estudio de vida útil, realizada durante dos meses, en almacenamiento de 4 °C, 25 °C y 35 °C, resultó que la formulación a 4 °C y 25 °C con y sin conservante, conserva mejor sus características. Así mismo de la estimación del tiempo de vida útil, se determinó un tiempo de 126 días a 22 °C. En el estudio de aceptabilidad, el 55 % de la población encuestada indicó que le gustaba el producto y un 38 %, que le gustaba mucho. Del estudio de prefactibilidad se determinó que la planta sea ubicada en la provincia de Lima, distrito de Los Olivos, requiriendo un espacio de 179,1 m<sup>2</sup>. La viabilidad económica del proyecto es positiva al obtener resultados de un TIR de 19,29 % y un VAN de S/.115 679.

- Rojas y Rojas (2017), en su tesis titulada “Aprovechamiento del mucilago de cacao (*Theobroma cacao*) en la formulación de una bebida no alcohólica”, el trabajo de investigación fue realizado con el objetivo de emplear el mucilago de cacao (*Theobroma cacao*) en la formulación de una bebida no alcohólica, se prepararon las formulaciones a diferentes porcentajes de estabilizante, grados °Brix y dilución; las mismas que fueron envasados en botellas de vidrio de 300 ml de capacidad para evaluar su apariencia y estabilidad, así mismo las formulaciones se sometieron a un jurado semi entrenado (30 panelistas) para conocer su aceptabilidad (color, sabor, apariencia, aroma), los resultados obtenidos fueron analizados estadísticamente por el programa SPSS versión 22, obteniéndose que la formulación con 0,1% de estabilizante, 11,5°Bx y D 1:2, la más aceptable con un valor de 7,5 puntos de 9. La bebida no alcohólica presentó las siguientes características físicas químicas promedio: Humedad 94,71%, Proteína Total (N\*6,25) 0,08%, Grasa 0,028%, Hidratos de Carbono 4,95%, Fibra, 0,05%, Ceniza 0,23%, pH 3,95, Acidez titulable 0,31%, Solidos solubles (°Brix) 13,4%, Sólidos totales 5,34%, Densidad (g/mL) 1,058, Glucosa (g) 2,93 y Energía Total, Kcal 60,37. Microbiológicamente los resultados fueron de bacterias aerobias viables totales, < 10 UFC/ml., Numeración de hongos <10 UFC/ml., recuento de levaduras <10 UFC/ml y Determinación de coliformes totales <2 UFC/ml.) Dentro de los límites permisibles según NTS N° 071 MINSA/DIGESA V-01 (2008).
- Carrillo y León (2006), en su trabajo de investigación titulado: “Desarrollo experimental del proceso para la obtención de una bebida fermentada a partir

del mucilago del cacao”, tiene como objeto la obtención de un subproducto a partir del mucílago del cacao (bebida fermentada). Para obtener la bebida fermentada se llevaron a cabo seis etapas principales: caracterización de la materia prima, identificación y selección de las etapas y variables del proceso, estudio del comportamiento de las variables con el tiempo, determinación de los valores óptimos de las variables identificadas, obtención del rendimiento de la etapa de fermentación y del proceso y finalmente se realizó el control de calidad y análisis de la bebida obtenida. Se obtuvo un producto con las características organolépticas, microbiológicas y de composición química necesarias para ser una bebida con un alto nivel de aceptación y apta para el consumo. Además los parámetros fisicoquímicos y la composición química se encontraron dentro de las especificaciones requeridas por la Norma Técnica Colombiana 708 para Bebidas Alcohólicas-Vinos de frutas.

- Largo y Yugcha (2016), en su investigación “Elaboración de néctar natural de cacao a partir del mucílago”. Se planteó aprovechar el mucílago de cacao elaborando un néctar bebible, con calidad organoléptica aceptable y microbiológicamente seguro. Para el desarrollo del néctar se caracterizó la materia prima (mucilago de cacao), se estableció dos formulaciones la primera con una concentración de 50% de pulpa y 50% de agua, la segunda formulación con 75% de pulpa y 25% de agua. Se realizó una evaluación sensorial con una escala hedónica de 9 puntos. Como resultado de los análisis se decidió que la fórmula con mayor aceptación fue la de 50% pulpa y 50% agua. Se elaboró un diseño de proceso basado en la fórmula con mayor aceptación cumpliendo con las características físico-químicas, organolépticas y microbiológicamente óptimas para el consumo requeridas por el CODEX STAN 247-2005. Se determinaron los equipos y maquinarias necesarias para la elaboración del néctar de cacao. Así mismo, se estableció que el costo de fabricación del néctar de cacao bajo las condiciones de proceso propuesta es de \$0.49 (500ml).
- Villagómez (2013), en su investigación titulada “Optimización y aprovechamiento del residuo (exudado del mucílago) de la almendra fresca del cacao (*Theobroma cacao* L.) CCN51 en la elaboración de vinagre”, factibilidad de obtener un producto fermentado como es el vinagre, resultado de un proceso piloto controlado, el cual consistió inicialmente en diseñar y elaborar un acetificador piloto a pequeña escala basado en el acetificador Frings para posteriormente, y a través de una fermentación sumergida partiendo del vino del mucílago del cacao CCN-51 como sustrato, obtener vinagre de acuerdo con la norma INEN 2296 “vinagre requisitos”. Para la investigación se utilizó un diseño simple del

efecto de un solo factor como la exposición al O<sub>2</sub> en 3 niveles/tratamientos (T<sub>1</sub>=24, T<sub>2</sub>=18, T<sub>3</sub>=12 horas/día) de tiempos de aireación diferentes, cada nivel con dos repeticiones utilizando como unidad de volumen de oxigenación constante 0.5 vvm (volumen de aire por unidad de volumen de medio por minuto) de acuerdo al tiempo de cada tratamiento, analizando el efecto sobre las características fisicoquímicas y sensoriales del vinagre final. Los datos de las respuestas experimentales fueron analizados estadísticamente mediante el Programa Statgraphics Centurión 2008 determinándose que el T<sub>1</sub> (24 horas de exposición al O<sub>2</sub>) fue el óptimo obtenido, habiendo alcanzando la mayor producción de ácido acético 3.50 g/L y un consumo final de 3.5 ° GL, el mismo tratamiento (T<sub>1</sub>) obtuvo un mayor puntaje (3.94/5) en cuanto a la aceptabilidad global y al analizar estadísticamente los datos obtenidos mediante un diseño de bloques multifactorial, se encontraron diferencias significativas con respecto a los otros (T<sub>2</sub> y T<sub>3</sub>), que fueron sometidos a una evaluación sensorial por atributos. Se concluyó que la fermentación acética dada al vino del mucílago del cacao CCN-51 con un tiempo de exposición al O<sub>2</sub> continua a 0.5 vvm, 400 rpm de agitación y un control adecuado de temperatura, produce un vinagre de condiciones sensoriales aceptables.

## **2.8. Hipótesis**

### **2.8.1. Hipótesis nula**

Si desarrollamos correctamente un néctar, vino y vinagre a base de jugo del mucilago de cacao se obtendrán productos de calidad

### **2.8.2. Hipótesis alternativa**

- ✓ Si analizamos la materia prima podremos decir que presenta buenas características fisicoquímicas y microbiológicas.
- ✓ Si establecemos los parámetros de procesamiento podremos obtener un néctar, vino y vinagre a base de jugo del mucílago de cacao.
- ✓ Si logramos analizar los productos agroindustriales (néctar, vino y vinagre) a base de jugo del mucílago de cacao podremos decir que presenta buenas características organolépticas, fisicoquímicas y microbiológicas.

- ✓ Si logramos aprovechar el jugo del mucílago de cacao en la elaboración de un néctar, vino y vinagre podremos calcular su rendimiento y el costo de producción.

## 2.9. Variables y operacionalización de variables

### 2.9.1. Variable independiente

Néctar, vino y vinagre a base de jugo del mucílago de cacao.

**Indicadores:**

- **Néctar**
  - Tratamiento 1**  
P<sub>1</sub>= Dilución 1 pulpa: 1 agua  
°Brix: 14, 13 y 12
  - Tratamiento 2**  
P<sub>2</sub>= Dilución 1 pulpa: 2 agua  
°Brix: 14, 13 y 12
  - Tratamiento 3**  
P<sub>3</sub>= Dilución 1 pulpa: 3 agua  
°Brix: 14, 13 y 12
- **Vino**
  - Tratamiento 1**  
J<sub>1</sub>= Dilución 1 pulpa: 1 agua  
°Brix: 26, 24 y 22
  - Tratamiento 2**  
J<sub>2</sub>= Dilución 1 pulpa: 2 agua  
°Brix: 26, 24 y 22
  - Tratamiento 3**  
J<sub>3</sub>= Dilución 1 pulpa: 3 agua  
°Brix: 26, 24 y 22
- **Vinagre**
  - Tratamiento 1**  
D<sub>1</sub>= Dilución 1 pulpa: 1 agua  
°Brix: 26, 24 y 22
  - Tratamiento 2**  
D<sub>2</sub>= Dilución 1 pulpa: 2 agua  
°Brix: 26, 24 y 22
  - Tratamiento 3**  
D<sub>3</sub>= Dilución 1 pulpa: 3 agua  
°Brix: 26, 24 y 22

### 2.9.2. Variable dependiente

Calidad de los nuevos productos a base de jugo del mucílago de cacao.

**Indicadores:**

**Evaluación fisicoquímica y microbiológica:** pH, °Brix, acidez titulable y hongos.

**Parámetros:** Dilución, °Brix, pH

**Evaluación sensorial:** Color, olor, sabor, textura e impresión global

**Evaluación fisicoquímica:** pH, °Brix, acidez titulable, vitamina C, proteínas y viscosidad.

**Evaluación microbiológica:** Aerobios mesófilos, mohos, levaduras y coliformes.

**Rendimiento Costo/beneficio:** mL / Costo de producción

### 2.9.3. Operacionalización de variables

VARIABLE	OPERACIONALIZACION DE VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADOR		
<b>INDEPENDIENTE:</b> Néctar, vino y vinagre a base de jugo del mucílago de cacao.	Aprovechando correctamente el jugo del mucílago de cacao será posible elaborar productos agroindustriales de buena calidad.	<b>Diluciones</b>	<b>Néctar</b> <b>Tratamiento 1</b> P <sub>1</sub> = Dilución 1 pulpa: 1 agua °Brix: 14, 13 y 12 <b>Tratamiento 2</b> P <sub>2</sub> = Dilución 1 pulpa: 2 agua °Brix: 14, 13 y 12 <b>Tratamiento 3</b> P <sub>3</sub> = Dilución 1 pulpa: 3 agua °Brix: 14, 13 y 12	<b>Vino</b> <b>Tratamiento 1</b> J <sub>1</sub> = Dilución 1 pulpa: 1 agua °Brix: 26,24 y 22 <b>Tratamiento 2</b> J <sub>2</sub> = Dilución 1 pulpa: 2 agua °Brix: 26,24 y 22 <b>Tratamiento 3</b> J <sub>3</sub> = Dilución 1 pulpa: 3 agua °Brix: 26.24 v 22	<b>Vinagre</b> <b>Tratamiento 1</b> D <sub>1</sub> = Dilución 1 pulpa: 1 agua °Brix: 26,24 y 22 <b>Tratamiento 2</b> D <sub>2</sub> = Dilución 1 pulpa: 2 agua °Brix: 26,24 y 22 <b>Tratamiento 3</b> D <sub>3</sub> = Dilución 1 pulpa: 3 agua °Brix: 26.24 v 22
			<b>DEPENDIENTE:</b> Calidad de los nuevos productos elaborados a base de jugo del mucílago de cacao.	<b>Indicadores</b>	Fisicoquímicos Microbiológico Evaluación sensorial Evaluación fisicoquímica Evaluación microbiológica Rendimiento costo/beneficio

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Tipo y nivel de investigación

La investigación es de tipo aplicada y de nivel experimental.

#### 3.2. Lugar de ejecución

La fase experimental se realizó en las instalaciones de la Escuela de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán - Huánuco. El lugar donde se localiza la materia prima es en el Caserío del Paraíso, ubicado en el distrito de Mariano Dámaso Beraun, provincia de Leoncio Prado, región Huánuco. Se realizó las fechas de julio – setiembre.

#### 3.3. Población, muestra y unidad de análisis

**Población:** Jugo de mucílago del cacao.

**Muestra:** Diluciones (pulpa/agua).

**Unidad de análisis:** Néctar, vino y vinagre de jugo de mucílago del cacao.

#### 3.4. Tratamientos en estudio

Para poder lograr desarrollar un néctar, vino y vinagre a base de jugo del mucílago de cacao, se aplicaron tres tipos de diluciones en relación pulpa/agua y tres distintos niveles de °Brix los culés se observan en la Tabla 3, con esto se obtienen datos los que registraron para analizarlos e identificar así el tratamiento con más aceptación sensorial, fisicoquímica y microbiológica.

#### 3.5. Prueba de hipótesis

##### Hipótesis nula

Ho: Los tres tratamientos de néctar, vino y vinagre a base de jugo del mucílago de cacao presentan iguales características sensoriales y organolépticas.

Ho: El néctar, vino y vinagre de jugo del mucílago de cacao serán productos de calidad.

##### Hipótesis de investigación

H1: Al menos un tratamiento tendrá iguales características sensoriales y organolépticas.

H1: Se conocerá la calidad del néctar, vino y vinagre de jugo del mucílago del cacao.

En la Tabla 3 se aprecia los tratamientos y sus respectivas diluciones

**Tabla 3.** Diluciones en relación a la pulpa/agua

<b>Néctar</b>	
<b>Tratamientos</b>	<b>Explicación</b>
T <sub>1</sub>	Dilución 1:1; 14 °Brix
T <sub>2</sub>	Dilución 1:1; 13 °Brix
T <sub>3</sub>	Dilución 1:1; 12 °Brix
T <sub>4</sub>	Dilución 1:2; 14 °Brix
T <sub>5</sub>	Dilución 1:2; 13 °Brix
T <sub>6</sub>	Dilución 1:2; 12 °Brix
T <sub>7</sub>	Dilución 1:3; 14 °Brix
T <sub>8</sub>	Dilución 1:3; 13 °Brix
T <sub>9</sub>	Dilución 1:3; 12°Brix

<b>Vino</b>	
<b>Tratamientos</b>	<b>Explicación</b>
T <sub>1</sub>	Dilución 1:1; 26 °Brix
T <sub>2</sub>	Dilución 1:2; 24 °Brix
T <sub>3</sub>	Dilución 1:3; 22 °Brix
T <sub>4</sub>	Dilución 1:1; 26 °Brix
T <sub>5</sub>	Dilución 1:2; 24 °Brix
T <sub>6</sub>	Dilución 1:3; 22 °Brix
T <sub>7</sub>	Dilución 1:1; 26 °Brix
T <sub>8</sub>	Dilución 1:2; 24 °Brix
T <sub>9</sub>	Dilución 1:3; 22 °Brix

<b>Vinagre</b>	
<b>Tratamientos</b>	<b>Explicación</b>
T <sub>1</sub>	Dilución 1:1; 26 °Brix
T <sub>2</sub>	Dilución 1:2; 24 °Brix
T <sub>3</sub>	Dilución 1:3; 22 °Brix
T <sub>4</sub>	Dilución 1:1; 26 °Brix
T <sub>5</sub>	Dilución 1:2; 24 °Brix
T <sub>6</sub>	Dilución 1:3; 22 °Brix
T <sub>7</sub>	Dilución 1:1; 26 °Brix
T <sub>8</sub>	Dilución 1:2; 24 °Brix
T <sub>9</sub>	Dilución 1:3; 22 °Brix

### 3.5.1. Diseño de la investigación

El diseño de la investigación utilizado fue EXPERIMENTAL – EXPLICATIVA. Para el desarrollo de un néctar a base de jugo del mucilago de cacao y para el estudio de mercado el diseño de la investigación fue CORRELACIONAL, ya que se busca responder a preguntas o cuestiones específicas

#### A. Diseño experimental (DCA)

- **Para el estudio de las características sensoriales del néctar, vino y vinagre para determinar su dilución y °Brix adecuado**

Para el estudio de las características sensoriales del néctar, vino y vinagre se realizó la evaluación de características sensoriales utilizando la prueba no paramétrica de Friedman a un nivel de significancia de 5% y su prueba de clasificación de tratamientos.

- **Para determinar los parámetros adecuados en la obtención del néctar, vino y vinagre d mucilago de cacao**

Para la evaluación de los parámetros adecuados de néctar, vino y vinagre, según los tratamientos, se utilizó el análisis de varianza correspondiente a un diseño completamente al azar DCA, y para la clasificación de tratamientos se utilizó la prueba de Duncan (5 %)

El modelo matemático correspondiente a un DCA (Diseño Completamente al Azar) tiene la ecuación siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \epsilon_{ij}$$

Donde:

$Y_{ij}$  = Diluciones de agua y distintos °Brix en el i-esimo tratamiento.

$\mu$  = Efecto de la media general

$\tau_i$  = Efecto del i-esimo tratamiento (diferentes diluciones y °Brix de mucílago de cacao).

$\epsilon_{ij}$  = Efecto del error experimental.

#### B. Unidad experimental

Para cada unidad experimental se utilizará, néctar (tres diluciones pulpa/agua y tres °Brix distintos, serán nueve tratamientos con 3 repeticiones cada uno), vino (tres diluciones pulpa/agua y tres °Brix distintos, serán nueve tratamientos con 3 repeticiones

cada uno) y vinagre (tres diluciones pulpa/agua y tres °Brix distintos, serán nueve tratamientos con 3 repeticiones cada uno).

### **3.5.2. Datos a registrar**

Se registrará la cantidad de la materia prima (jugo de mucilago del cacao), atributos sensoriales, análisis fisicoquímico y análisis microbiológico

### **3.5.3. Técnicas e instrumentos de recolección y procesamiento de la información**

Para la obtención y registro de datos se utilizarán formatos elaborados acorde al estudio, memorias extraíbles (USB) para el almacenamiento de datos, cuaderno de apuntes, lápices y/o lapiceros, etc.

## **3.6. Materiales y equipos**

### **3.6.1. Materiales para la recolección de la muestra**

Machete, baldes transparentes, jarras, tela horganza, colador.

### **3.6.2. Especie en estudio**

Jugo del mucílago de cacao recolectada en el distrito de Mariano Dámaso Beraun - Leoncio prado – Huánuco.

### **3.6.3. Equipos, instrumentos y maquinaria**

#### **Néctar**

**Material biológico:** CMC, sorbato de potasio, medios de cultivo (agar agar), solución de hidróxido de sodio.

**Materiales:** Pizeta, matraz Erlenmeyer, vaso precipitado, bureta, placas Petri, ollas, cucharones, jarras, botellas de vidrio.

#### **Vino**

**Material biológico:** Levadura seleccionada *Saccharomyces cerevisiae*, var. *Ellipsoideus*, hidróxido de sodio (NaOH), metabisulfito de potasio (K<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>2</sub>), sorbato de potasio (K<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), sulfato potásico (K<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>4</sub>), bentonita, fenoltaleína y eter de petróleo.

**Materiales:** Baldes, tinas, coladores, ollas de acero Inoxidable, matraz Erlenmeyer, matraz aforado, buretas graduadas, probetas graduadas, perlas de vidrio, matraz Kjeldahl, micrómetro, pipetas, vaso de precipitación, pinzas, crisol de porcelana y mangueritas de plásticos

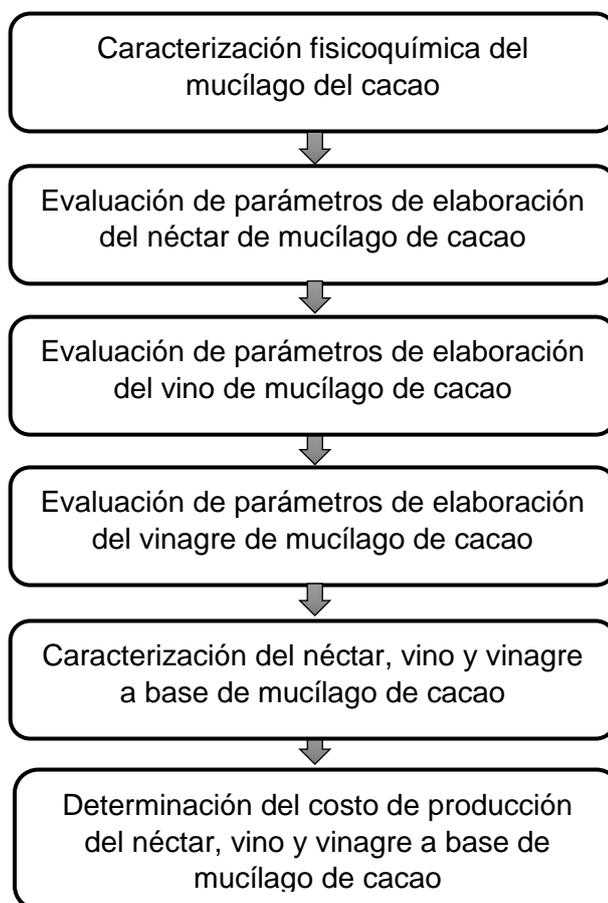
## Vinagre

**Material biológico:** Levadura a granel, azúcar rubia, cultivo industrial.

**Materiales:** Baldes, tinas, coladores, ollas de acero Inoxidable, matraz Erlenmeyer, micrómetro, pipetas, vaso de precipitación, pinzas, crisol de porcelana, cajas Petri, envases de vidrio, filtros, probetas, tubos de ensayo, vasos de precipitación, jarras, papel aluminio y papel toalla

**Equipos:** Refractómetro (Marca: HRB32-T, modelo: M-10, rango: 0 – 32 % °Brix, Holandesa), equipo de titulación, centrifuga (Marca: ALLFINE, modelo: JSH120D, rango: 0 – 12000 rpm, Inglesa) pH-metro (ALPS, modelo: PEN TYPE, rango: 0.00 – 14.00, Alemana), Brixometro (Marca: MILWAUKEE, modelo: MA871, rango: 0° a 85 °Brix, Europea), termómetro digital (Marca: VLHVAQ DFRXK-HM, modelo: TP3001, rango: -50 ° C - 300 ° C, Europea), refrigeradora (Marca: SAMSUNG ,modelo RT32K5030S8/PE, rango: -0 °C -15 °C , Inglesa) y balanza analítica (Marca: OHAUS, modelo: MRT – 12, rango: 0.001 gramos, Alemana).

### 3.7. Conducción de la investigación



**Figura 5.** Esquema experimental para la conducción del trabajo de investigación

### 3.7.1. Caracterización fisicoquímica y microbiológica de la materia prima

Para el estudio de esta etapa se realizó las medidas biométricas, así como la cuantificación de sus componentes, el análisis químico proximal, análisis microbiológico y los análisis fisicoquímicos de la materia prima.

### 3.7.2. Evaluación de parámetros de elaboración del néctar, vino y vinagre a base de jugo de mucílago de cacao

Consistió en determinar la dilución adecuada que será aceptada por los panelistas sensoriales, se dará énfasis en los parámetros de °Brix, pH y acidez titulable. A continuación se muestra los flujogramas de proceso de cada producto a elaborar:

#### - Elaboración de néctar a base del jugo de mucílago de cacao

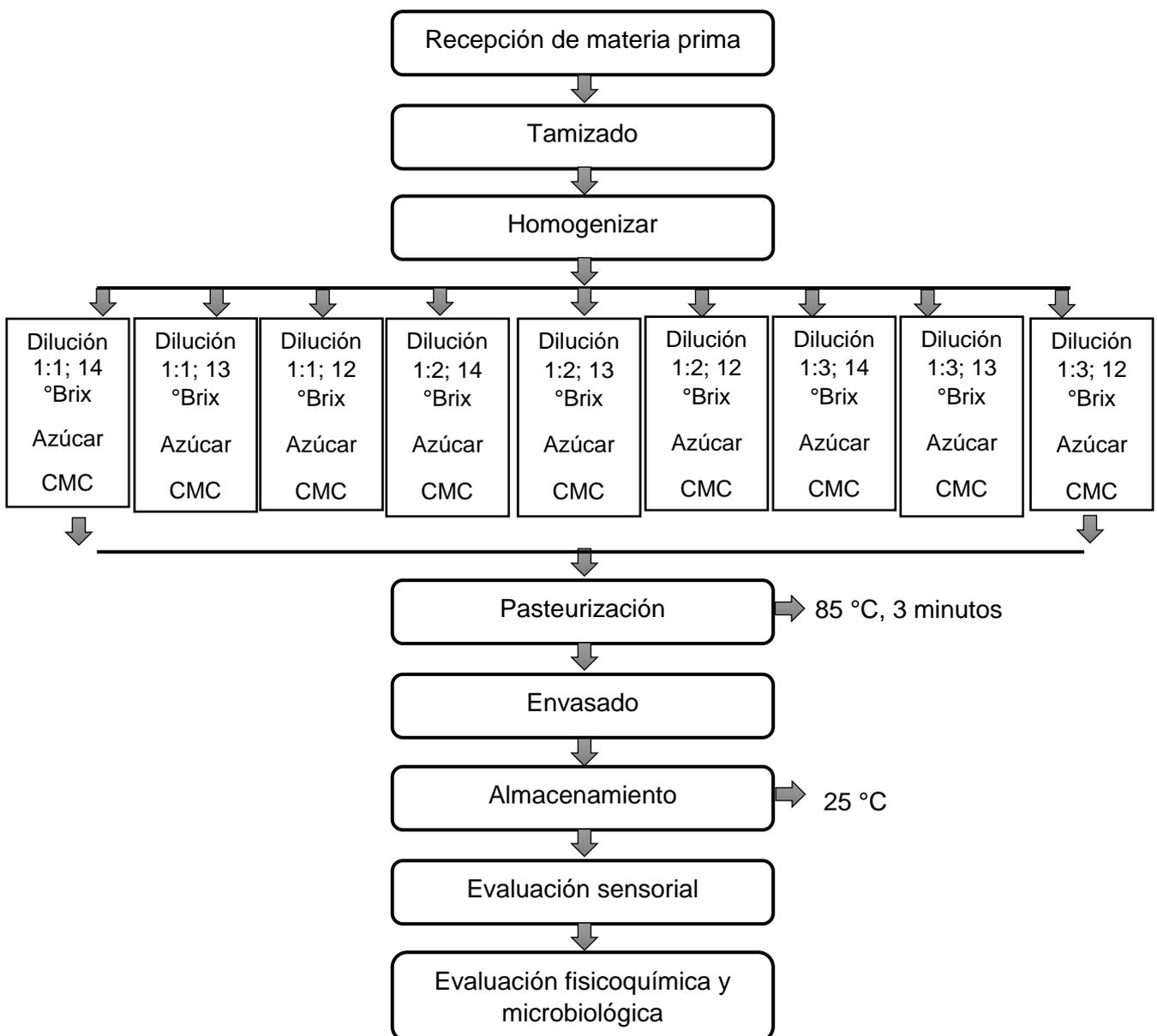
Para la producción de un néctar de calidad, es primordial considerar las buenas prácticas de manufactura desde las etapas previas a la obtención de la materia prima hasta el final de la producción. Una buena selección de cacao, ayuda a obtener un néctar de mayor calidad y características sensoriales agradables al consumidor, el fruto debe estar tres cuartos maduro al momento de la cosecha.

Dentro de la etapa de post cosecha se abrió las mazorcas para extraer las almendras cubiertas de mucílago. Esta operación se la realiza con asepsia lavando previamente las mazorcas y realizando el corte en mesas de acero inoxidable o azulejadas, utilizando utensilios apropiados y limpios.

- **Recepción de materia prima:** Esta etapa comprende la higiene del lugar de trabajo, clasificación de las mazorcas según su estado de madurez, lavado de mazorcas, desinfección y enjuague, pesado, corte, extracción de granos con mucílago. Es importante tener en consideración que un buen manejo previo de la materia prima, resultaría en un néctar de buena calidad.
- **Tamizado:** Se realizó en un cilindro de acero inoxidable que permite obtener la pulpa del mucílago.
- **Homogenización:** Después de la obtención de la pulpa se procedió a mezclar los ingredientes según las formulaciones. Esta operación se la realizara con la ayuda de una licuadora semi-industrial.
- **Pasteurización:** Se escogió este método de conservación basados en los análisis microbiológicos realizados a la materia prima y se determinó que el organismo más termo resistente en el néctar de cacao es *Saccharomyces*

*Cerevisiae* por lo cual se realizara una pasteurización moderada a 85°C por tres minutos.

- **Envasado:** Se realizó en caliente en envases de vidrio de 350 mL, sellándolos y volteándolos para crear vacío.
- **Almacenamiento:** Se almacenó los envases en ambiente a 25 °C.
- **Evaluación sensorial:** Se realizó la evaluación sensorial a 15 panelistas de la carrera de Ingeniería Agroindustrial, teniendo en cuenta los criterios de evaluación de color, olor, sabor y textura con una puntuación de 1 – 5, se utilizó para procesar os datos el programa estadístico no paramétrico de Friedman.



**Figura 6.** Flujograma de elaboración de néctar de cacao

- **Evaluación fisicoquímica y microbiológica:** Una vez conociendo los mejores tratamientos, se procedió a realizar las pruebas fisicoquímicas teniendo en cuenta los siguientes indicadores según AOAC (2005), se evaluó proteínas, humedad, cenizas, grasas, fibra, carbohidratos, vitamina C, pH, °Brix y acidez total. Para las pruebas microbiológicas se siguió la normativa de AOAC (2001), donde se evaluó recuento de aerobios totales, coliformes totales, mohos y levaduras.

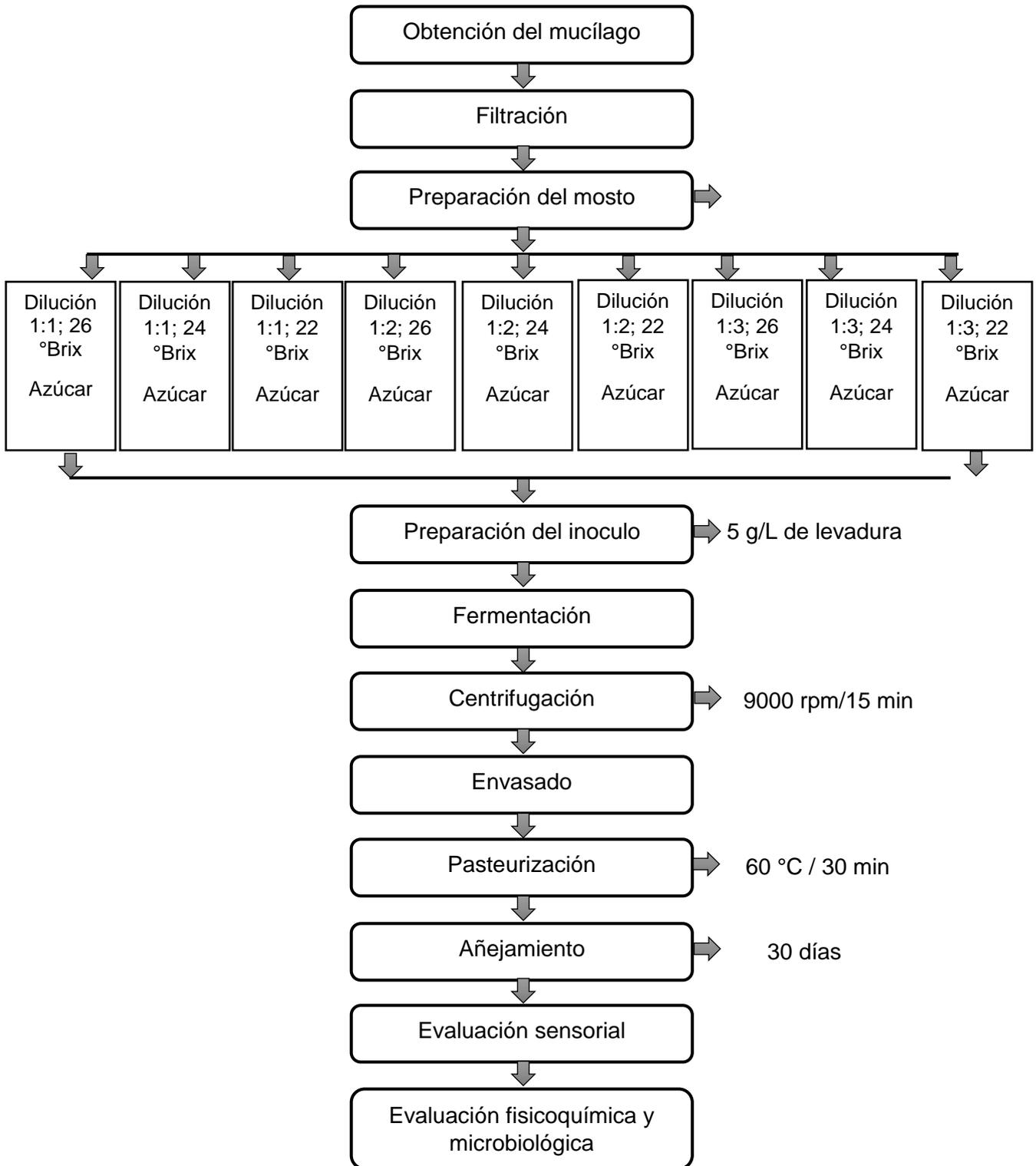
#### - **Elaboración de vino a base del jugo de mucílago de cacao**

De acuerdo a la revisión bibliográfica realizada sobre elaboración de vinos se definieron las etapas necesarias en el proceso, las cuales se presentan en el diagrama siguiente:

- **Obtención del jugo:** Se lavarón y trozarón las mazorcas, se separó las semillas rodeadas por el mucílago a partir del cual se extrajo manualmente el mucílago. En esta operación se utilizó un recipiente metálico de acero inoxidable, provisto de una malla con aberturas de 0,1mm de tal forma que el jugo escurriera en el recipiente al aplicar presión a los granos.  
Esta etapa se realizó lo más rápido posible y siguiendo todas las normas de higiene para evitar la oxidación del jugo y la contaminación por microorganismos, respectivamente. El tiempo de extracción del jugo de 50 mazorcas contando con dos operarios fue aproximadamente una hora.
- **Filtración:** El jugo extraído se filtró con la ayuda de una malla previamente esterilizada, con el fin de retirarle los sólidos suspendidos provenientes de la pulpa, buscando obtener un mosto homogéneo en la siguiente etapa.
- **Preparación del mosto:** Se determinó los grados °Brix del jugo y según el ensayo a realizar se ajustó dicho valor con la adición de agua previamente pasteurizada, azúcar, obteniendo 108 L de mosto. Los grados °Brix se midieron utilizando un refractómetro calibrado y a 25 °C.
- **Preparación del inóculo:** Se tomaron 200 mL del mosto obtenido y se adicionaron la levadura y los nutrientes necesarios para su crecimiento en las siguientes cantidades: 5 g/L de levadura (*Sacharomyces Cerevisiae*). Luego de mezclar los nutrientes, la levadura y el mosto, se llevó a cabo la aireación con el fin de iniciar la actividad fermentativa de las levaduras.

- **Fermentación:** Una vez finalizada la inoculación, se mezcló el mosto activo con los 200 mL. Posteriormente se llevó a cabo la fermentación en condiciones anaerobias hasta que los grados °Brix se estabilizaran con el tiempo y no se observara un desprendimiento apreciable de CO<sub>2</sub>.  
Los fermentadores tenían una capacidad de un 4 litros y se encontraba sellado herméticamente para evitar la entrada de aire.
- **Centrifugación:** Una vez terminada la fermentación se envasó el contenido de los fermentadores en recipientes de vidrio esterilizados los cuales se refrigeraron durante 24 horas con el fin de favorecer la precipitación de los sólidos suspendidos y obtener un líquido claro. Este líquido posteriormente se centrifugó en una centrífuga a 9000 rpm durante 15 minutos para retirar los sólidos de menor tamaño aun presentes.
- **Envasado:** Esta etapa se llevó a cabo en envases de vidrio de 750 ml sometidos previamente a una esterilización física y química. Los envases se sellaron herméticamente para evitar la contaminación de su contenido por el contacto con aire.
- **Pasteurización:** La pasteurización se llevó a cabo sumergiendo los envases en un baño de agua a 60°C durante 30 minutos seguido de un enfriamiento rápido en un recipiente provisto de agua fría. El enfriamiento se llevó a cabo por 15 minutos, garantizando una disminución de la temperatura por debajo de los 15°C, lo suficientemente fuerte para destruir los microorganismos presentes.
- **Añejamiento:** En esta etapa se añejó el producto y se mantuvo en un ambiente fresco y libre del contacto directo con los rayos del sol durante 30 días, al finalizar este tiempo se realizó el análisis microbiológico.
- **Evaluación sensorial:** Se realizó en las instalaciones de la Facultad de Ciencias Agrarias, en la Carrera Profesional de Ingeniería Agroindustrial, teniendo un promedio número de calificación de 1 – 5; y teniendo los indicadores siguientes acidez, aroma, sabor, cuerpo, impresión global y color.
- **Evaluación fisicoquímica y microbiológica:** Se realizó la evaluación en un laboratorio particular, el cual contaba con los mismos indicadores fisicoquímicos que el néctar, con la única diferencia de la densidad (Vogot, 1982). Los análisis

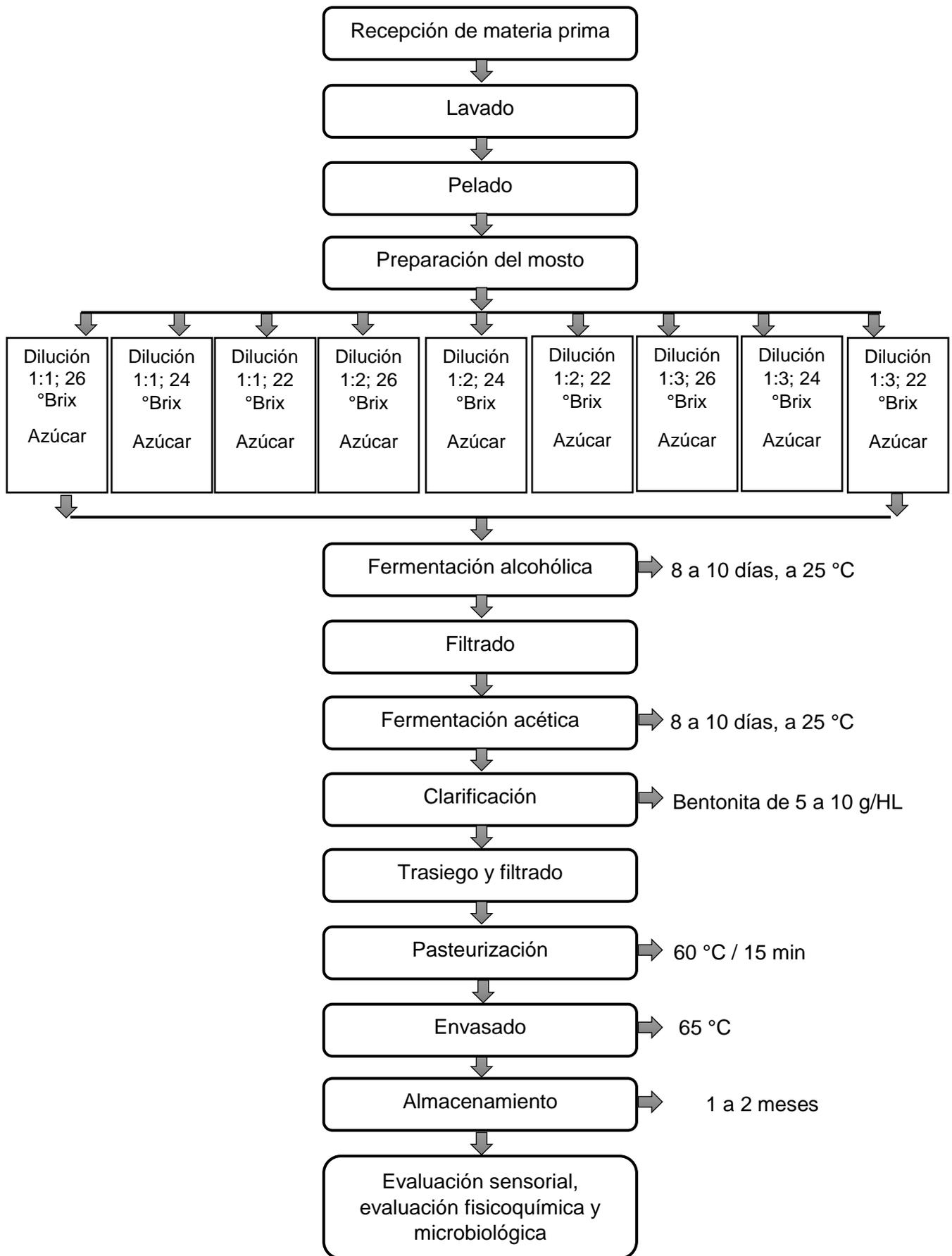
microbiológicos fueron regidos bajo la metodología de INEN 2296 (2003), en los cuales se determinó mohos y levaduras.



**Figura 7.** Flujograma de elaboración de vino de cacao

- **Elaboración de vinagre a base del jugo de mucílago de cacao**

- **Recepción:** Consistió en cuantificar la materia prima que entra al proceso, es necesario usar balanzas limpias y calibradas.
- **Lavado y selección:** El lavado se efectuó con agua clorada, y se seleccionó las mazorcas malogradas, el tamaño no es muy importante.
- **Pelado:** Se puede hacer en forma manual o mecánica. El mucílago que está impregnado en los granos de cacao es la materia prima que vamos a utilizar para la producción de nuestro vinagre.
- **Preparación del mosto:** Se adiciono agua y azúcar al jugo de mucílago de cacao para preparar el mosto. La fermentación fue llevado a cabo mediante la acción espontánea y de adición de levaduras y también las levaduras que existen en el jugo de mucílago de cacao.
- **Fermentación alcohólica:** Consiste en el desdoble de los azucares en alcohol y CO<sub>2</sub>. Se deja fermentar por unos 8 a 10 días, a 25° C. La cuba debe taparse bien para evitar el ingreso del aire.
- **Filtrado:** el filtrado se efectuó con la ayuda de filtros o coladores finos, para eliminar residuos. Antes del comienzo de la fermentación acética es necesario filtrar, con el objeto de eliminar la mayor cantidad de partículas en suspensión y separar el mosto limpio de partículas sólidas depositadas y sedimentos en el fondo.
- **Fermentación acética:** (F. pasiva), Se dejó fermentar por unos 28 días, a 25° C. La cuba debe taparse con una tela que permita la salida del gas producido.
- **Clarificación:** Se realizó con el empleo de sustancias coagulantes que atrapan y precipitan las partículas coloidales suspendidas. Este proceso duro 3 días. Se clarifico con bentonita: 5 a 10 g/HL
- **Filtrado y trasiego:** El vinagre filtrado anteriormente sufrió todavía una fermentación lente, más o menos larga, hasta que concluye definitivamente. Y se procede entonces a un nuevo filtrado y trasiego con el objeto de eliminar los lodos de levaduras depositadas en el fondo.
- **Pasteurización:** El vinagre filtrado se pasteurizó en un recipiente muy limpio a una temperatura de 60 °C por 15 minutos.
- **Envasado:** El vinagre se embotello en caliente o pasteurizado a 65 °C, en botellas de vidrio, previamente esterilizadas.



**Figura 8.** Flujograma de elaboración de vinagre de cacao

- **Almacenamiento:** Después de terminada la fermentación acética, el vinagre se mantuvo en reposo a bajas temperaturas durante 1 a 2 meses para desarrollar sabores y provocar clarificación.
- **Evaluación sensorial:** Se realizó utilizando los siguientes criterios de evaluación aroma, sabor, impresión global y color, los cuales contaban con una puntuación de 1 – 5, siendo de forma ascendente la máxima puntuación.
- **Evaluación fisicoquímica y microbiológica:** Se le realizó los siguientes análisis siguiendo la metodología de Vogt (1982), estos fueron alcohol, acidez total, acidez fija, acidez volátil, turbidez, pH y °Brix. En cuanto a los análisis microbiológicos se siguieron los mismo criterios al igual que del vino de mucílago de cacao.

### **3.7.3. Determinación del costo de producción del néctar, vino y vinagre de mucílago de cacao.**

Se realizará determinando los costos variables y los costos totales fijos de los tres productos desarrollados.

## IV. RESULTADOS

### 4.1. CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS DEL MUCÍLAGO DEL CACAO

#### 4.1.1. Caracterización del cacao

Los resultados biométricos se muestran en la siguiente tabla 4:

**Tabla 4.** Medidas biométricas de cacao CCN-51.

Valor	Peso (kg)	Diámetro (cm)	Longitud (cm)
Promedio	1,193 ±181,406	9,601 ± 0,335	25,036 ± 0,768
Mínimo	1,032	9,10	24,10
Máximo	1,269	10,11	26,51

En la Tabla 4 se muestran los resultados biométricos obtenidos de 15 mazorcas de cacao CCN-51, donde se midió el peso, diámetro y longitud de las mazorcas, y del cual se obtuvo un promedio con referencia al peso de 1,193 Kg, diámetro 9,601 cm y una longitud de 24,036 cm.

#### 4.1.2. Caracterización fisicoquímica del jugo de mucílago de cacao

La Tabla 5 muestra los análisis fisicoquímicos que se le realizó al jugo de mucilago de cacao con la única intención de conocer de que está compuesta a materia prima que usaremos para los diversos procesos que realizarán, siendo los compuestos más importantes las proteínas con 0,22 %, los carbohidratos 14,57 %, acidez 1,08, los sólidos solubles 16,6 % y la glucosa 2,93, siendo varios de estos compuestos los más importantes para poder realizar diversos productos.

**Tabla 5.** Características fisicoquímicas del jugo de mucílago de cacao CCN-51

<b>Análisis fisicoquímico del jugo de mucílago de cacao</b>		
<b>Programa de examen</b>	<b>Unidad</b>	<b>Resultado</b>
Humedad	%	84,61
Proteína Total (N*6,25)	%	0,22
Grasa	%	0,1
Hidratos de carbono	%	14,57
Fibra	%	0,1
Ceniza	%	0,4
pH	...	3,2
Acidez	% ácido cítrico	1,08
Sólidos solubles	°Brix	16,6
Sólidos totales	%	15,49
Densidad	g/mL	1,058
Glucosa	g	2,93

**Fuente:** COOPERATIVA AGROINDUSTRIAL PARAISO (2019)

## **4.2. EVALUACIÓN DE PARÁMETROS EN LA ELABORACIÓN DEL NÉCTAR DE JUGO DE MUCÍLAGO DE CACAO**

### **4.2.1. Evaluación sensorial**

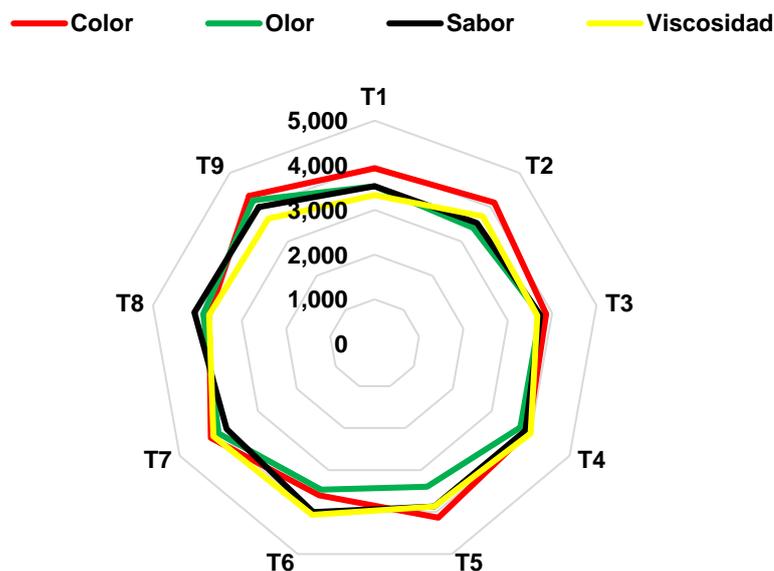
En la Tabla 6 se obtiene a partir del análisis estadístico de los datos levantados y tabulados que corresponde a las pruebas sensoriales realizadas. Por lo tanto se obtuvieron las siguientes calificaciones en el análisis sensorial por atributos del néctar del cacao.

**Tabla 6.** Análisis sensorial por atributos del néctar de cacao.

Muestras	Atributos sensoriales			
	Color	Olor	Sabor	Viscosidad
T1	3,933 ± 0,798 a	3,533 ± 0,743 a	3,533 ± 0,516 a	3,333 ± 0,816 a
T2	4,133 ± 0,743 a	3,400 ± 0,985 a	3,533 ± 0,516 a	3,733 ± 0,703 a
T3	3,866 ± 0,915 a	3,733 ± 0,798 a	3,733 ± 0,961 a	3,666 ± 0,899 a
T4	3,933 ± 0,883 a	3,733 ± 0,961 a	3,866 ± 1,060 a	4,000 ± 0,845 a
T5	4,133 ± 0,915 a	3,400 ± 1,121 a	3,866 ± 0,975 a	3,866 ± 0,743 a
T6	3,600 ± 1,121 a	3,466 ± 1,187 a	4,000 ± 1,069 a	4,441 ± 0,961 b
T7	4,200 ± 0,941 a	4,000 ± 0,755 a	3,800 ± 1,082 a	4,133 ± 0,915 b
T8	3,733 ± 0,961 a	3,866 ± 0,743 a	4,066 ± 0,883 a	3,733 ± 0,961 a
T9	4,333 ± 0,723 a	4,200 ± 0,774 e	4,000 ± 0,845 a	3,666 ± 0,975 a

Letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0,05$ ).

Se observa en la Tabla 6, los resultados de las pruebas sensoriales realizadas a 15 panelistas semi entrenados, existen 5 categorías “a – e” los cuales hacen diferenciar a cada atributo donde se aprecia que en la mayoría existen diferencias altamente significativas entre los nueve tratamientos.



**Figura 9.** Análisis sensorial por promedios de los atributos del néctar de mucílago de cacao.

En la Figura 9 se aprecia los resultados para color nos hacen ver que no existen diferencias estadísticamente significativas conforme a los nueve tratamientos. En cuanto al olor, los datos muestran que si existen diferencias altamente significativas conforme a los nueve tratamientos. Como se muestran los datos obtenidos para color sensorial no existen diferencias significativas relacionadas a la aceptabilidad del sabor del néctar y en cuanto a la viscosidad de las nueve muestras, existe diferencia estadísticamente significativa. Los mejores tratamientos son T<sub>6</sub> – T<sub>7</sub> – T<sub>9</sub>.

#### 4.2.2. Evaluación de parámetros para la elaboración del néctar

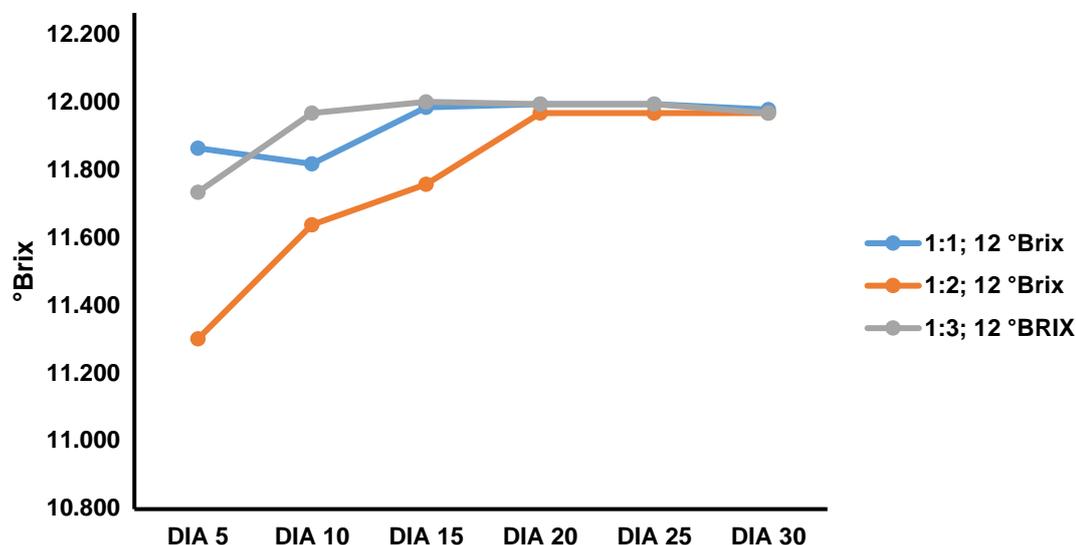
En la Tabla 7 se presenta la comparación de medias de Tukey en relación al °Brix durante el tiempo de evaluación

**Tabla 7.** Comparación de medias de Tukey a los 30 días en relación al °Brix

Días de evaluación	Promedios de °Brix durante el tiempo		
	Tratamientos		
	1:1; 12 °Brix	1:2, 12 °Brix	1:3, 12 °Brix
Día 5	11,8633 ± 0,1184 a	11,3001 ± 0,5196 a	11,7333 ± 0,3214 a
Día 10	11,8167 ± 0,1154 ab	11,6367 ± 0,1871 b	11,9667 ± 0,0577 a
Día 15	11,9833 ± 0,0157 a	11,7567 ± 0,1913 a	12,0000 ± 0,0000 a
Día 20	11,9933 ± 0,0115 a	11,9667 ± 0,0288 a	11,9933 ± 0,0115 a
Día 25	11,9933 ± 0,0115 a	11,9667 ± 0,0288 a	11,9933 ± 0,0115 a
Día 30	11,9933 ± 0,0115 a	11,9667 ± 0,0288 a	11,9933 ± 0,0115 a

**Nota:** Letras iguales, indica promedios iguales, según la prueba de Tukey al 5%

En base a la salida dada por la prueba de Tukey, se puede afirmar que el °Brix se clasifican en tres tratamientos de estudio 1:1; 12 °Brix, 1:2, 12 °Brix y 1:3, 12 °Brix; los resultados están expresadas en dos categorías ab. Durante os 30 días de evaluación se percibe que no hay diferencia significativa entre los tratamientos.



**Figura 10.** Análisis del promedio de °Brix en relación al tiempo de evaluación

Como se observa en la Figura 10, los resultados del °Brix fueron manteniéndose durante los 30 días de evaluación en anaquel, se aprecia como los tres tratamientos en estudio a partir del día 20 se estabilizaron en 12 % de °Brix que fueron a los cuales deseábamos que se mantuvieran. En el proceso de evaluación no hubo distorsión perjudicial para el °Brix.

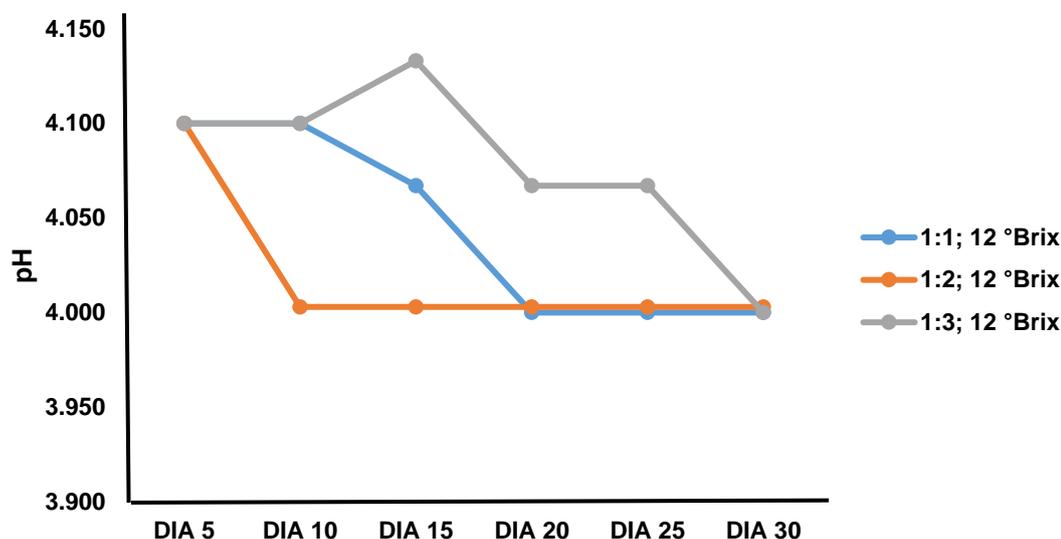
En la tabla 8 se presenta la comparación de medias de Tukey en relación al pH durante el tiempo de evaluación

**Tabla 8.** Comparación de medias de Tukey a los 30 días en relación al pH

Días de evaluación	Promedios de pH durante el tiempo de tratamientos		
	1:1; 12 °Brix	1:2, 12 °Brix	1:3, 12 °Brix
Día 5	4,100 ± 0,1732 a	4,100 ± 1,0000 a	4,100 ± 0,0577 a
Día 10	4,100 ± 1,0000 a	4,003 ± 0,0577 a	4,100 ± 1,0000 a
Día 15	4,067 ± 0,1154 a	4,003 ± 0,0577 a	4,133 ± 0,0577 a
Día 20	4,000 ± 0,0577 a	4,003 ± 0,0577 a	4,067 ± 0,0577 a
Día 25	4,000 ± 0,0577 a	4,003 ± 0,0577 a	4,067 ± 0,0577 a
Día 30	4,000 ± 0,1154 a	4,003 ± 0,0577 a	4,000 ± 0,0577 a

**Nota:** Letras iguales, indica promedios iguales, según la prueba de Tukey al 5%

En base a la salida dada por la prueba de Tukey los resultados están expresadas en una categoría a. Por lo tanto durante los días de evaluación no se aprecia que no hay diferencia significativa entre los tratamiento.



**Figura 11.** Análisis del promedio de pH en relación al tiempo de evaluación

En la Figura 11 se observa el comportamiento del pH durante los 30 días de evaluación del néctar, siendo el tratamiento 1:2; 12 °Brix el que más rápido se estabilizo al pH indicado que es 4,00 a diferencia de sus similares que tardaron al último día de evaluación. Con esto se indica que nuestros tratamientos están con los niveles de pH aceptables.

#### 4.2.3. Características fisicoquímicas del néctar de mucílago de cacao

**Tabla 9.** Análisis fisicoquímicos del néctar de cacao (T<sub>1</sub> - 1/1).

N°	Ensayo	Resultado	Unidades
1	Húmedad	85,75	g/100mL
2	Proteína	0,28	g/100mL
3	Grasa	0,12	g/100mL
4	Cenizas	0,06	g/100mL
5	Fibra cruda	0,00	g/100mL
6	Carbohidratos	13,79	g/100mL
7	Energía total	57,36	Kcal/100mL
8	Energía proveniente de carbohidratos	96,16	%
9	Energía proveniente de grasas	1,88	%
10	Energía proveniente de proteínas	1,95	%
11	pH	3,98	....
12	Sólidos solubles	12,00	°Brix

13	Acidez	0,16	g/100mL. Expresado como ácido sulfúrico
14	Vitamina C	0,41	g/100mL. Expresado en ácido ascórbico

**Tabla 10.** Análisis fisicoquímicos del néctar de cacao (T<sub>2</sub> - 1/2).

N°	Ensayo	Resultado	Unidades
1	Húmedad	85,82	g/100mL
2	Proteína	0,30	g/100mL
3	Grasa	0,08	g/100mL
4	Cenizas	0,11	g/100mL
5	Fibra cruda	0,00	g/100mL
6	Carbohidratos	13,67	g/100mL
7	Energía total	56,78	Kcal/100mL
8	Energía proveniente de carbohidratos	96,30	%
9	Energía proveniente de grasas	1,59	%
10	Energía proveniente de proteínas	2,11	%
11	pH	4,00	....
12	Sólidos solubles	11,90	°Brix
13	Acidez	0,15	g/100mL. Expresado como ácido sulfúrico
14	Vitamina C	0,56	g/100mL. Expresado en ácido ascórbico

**Tabla 11.** Análisis fisicoquímicos del néctar de cacao (T<sub>3</sub> - 1/3).

N°	Ensayo	Resultado	Unidades
1	Húmedad	85,28	g/100mL
2	Proteína	0,26	g/100mL
3	Grasa	0,10	g/100mL
4	Cenizas	0,11	g/100mL
5	Fibra cruda	0,00	g/100mL
6	Carbohidratos	14,25	g/100mL
7	Energía total	28,94	Kcal/100mL
8	Energía proveniente de carbohidratos	96,71	%
9	Energía proveniente de grasas	1,53	%
10	Energía proveniente de proteínas	1,76	%
11	pH	3,98	....
12	Sólidos solubles	12,05	°Brix
13	Acidez	0,15	g/100mL. Expresado como ácido sulfúrico

<b>14</b>	Vitamina C	0,21	g/100mL .Expresado en ácido ascórbico
-----------	------------	------	---------------------------------------

En las Tablas 9,10 y 11 podemos apreciar los análisis fisicoquímicos que realizamos a la mejor muestra de cada tratamiento, los cuales están dentro de los rangos y promedios establecidos para el consumo de un néctar, siendo este producto nuevo no se encuentra muchos antecedentes

#### 4.2.4. Características microbiológicas del néctar de mucílago de cacao

**Tabla 12.** Análisis microbiológico del néctar de cacao T<sub>1</sub> – 1/1, T<sub>2</sub> – 1/2 y T<sub>3</sub> - 1/3

N°	Ensayo	Resultado	Unidad
1	Numeración de Mohos	< 1	UFC/mL
2	Numeración de Levaduras	< 1	UFC/mL
3	Numeración de Coliformes totales	< 3	NMP/MI

En la Tabla 12 se muestra el análisis microbiológico que se le realizó a las tres muestras de néctar de cacao y las cuales dieron el mismo resultado y los valores obtenidos en el análisis están dentro de los límites aceptable para el consumo humano siendo un producto de consumo seguro.

#### 4.2.5. Costo de producción del néctar de mucílago de cacao

##### A. Costos variables

**Tabla 13.** Costos de materia prima e insumos utilizados en el néctar de cacao

<b>Materia Prima e Insumos ( 245 botellas)</b>			
<b>Detalle</b>	<b>Cantidades</b>	<b>Costos S/.</b>	
		<b>Unitario</b>	<b>Total</b>
Jugo de cacao	40 litros	1,50	60,00
Azúcar	5 Kg	2,50	12,5
CMC	50 gr	1,00	5,00
Botellas	245 Unid	0,80	196,00
Tapas	245 Unid	0,10	24,50
Gas			10,00
Flete	1	10,00	10,00
Indumentaria	2	1,50	3,00
		<b>Sub Total 1</b>	<b>S/. 321,00</b>

**Tabla 14.** Costos de mano de obra en la elaboración del néctar de cacao

<b>Mano de Obra Diario</b>			
<b>Detalle</b>	<b>Cantidades</b>	<b>Costos S/.</b>	
		<b>Unitario</b>	<b>Diario</b>
Técnico (8h)	1	25,00	25,00
Obrero calificado (8h)	1	25,00	25,00
		<b>Sub Total 2</b>	<b>S/. 50,00</b>

**Materia Prima e Insumos: S/. 321,00**

**Mano de Obra: S/. 50,00 +**

**Total de costos variables: S/. 371,00**

## B. Costos fijos

**Tabla 15.** Costos de depreciación utilizados en el néctar de cacao

<b>Depreciación Mensual - Diaria de equipos</b>						
	<b>Precio</b>		<b>Vida útil</b>	<b>Depreciación</b>		
	<b>Unitario</b>	<b>Total</b>	<b>Años</b>	<b>Anual</b>	<b>Mensual</b>	<b>Diario</b>
Equipos						
Cocina semi Industrial	250,00	250,00	10	25,00	2,080	0,070
Balanza digital	120,00	120,00	10	12,00	1,000	0,033
Brixometro	80,00	80,00	5	16,00	1,330	0,044
pH-metro	100,00	100,00	2	50,00	4,170	0,140
Coladores y telas	12,00	36,00	2	18,00	1,500	0,050
Ollas de aluminio	50,00	100,00	4	25,00	2,083	0,070
Mesa de trabajo	300,00	300,00	10	30,00	2,500	0,084
Cucharones	7,00	21,00	8	2,625	0,220	0,007
Baldes de plástico	15,00	60,00	2	30,00	2,500	0,084
Termómetro	35,00	35,00	4	8,750	0,730	0,024
<b>Total de Depreciación Mensual - Diario S/.</b>					<b>18.113</b>	<b>0,6064</b>

**Tabla 16.** Gastos administrativos utilizados en la elaboración del néctar de cacao

<b>Gastos administrativos ( mensual - diario)</b>		
<b>Descripción</b>	<b>Mensual</b>	<b>Diario</b>
Reparación y mantenimiento	50,00	1,670
Limpieza y desinfección	40,00	1,330
Luz/agua	60,00	2,000
Depreciación de Equipos	18,113	0,6064
<b>Sub Total 3: S/.</b>	<b>168,113</b>	<b>5,604</b>

**Total costos fijos: S/. 5,604**

**Total de costos variables: S/. 371,00**

**CUP: S/. 376,604 / 245**

**Total costos fijos: S/. 5,604**

**Nuestro Costo Unitario de Producción  
es de S/. 1,500**

**Total de costos operativos: S/. 376,604**

### 4.3. EVALUACIÓN DE PARÁMETROS EN LA ELABORACIÓN DEL VINO DE JUGO DE MUCÍLAGO DE CACAO

#### 4.3.1. Evaluación sensorial

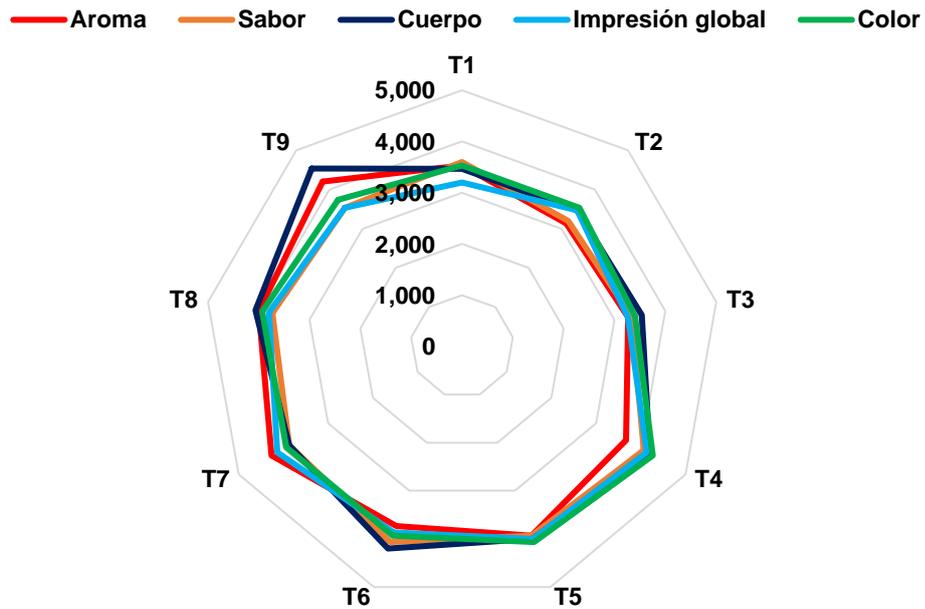
En la Tabla 17 se obtiene a partir del análisis estadístico de los datos levantados y tabulados que corresponde a las pruebas sensoriales realizadas. Por lo tanto se obtuvieron las siguientes calificaciones en el Análisis Sensorial por atributos del vino del cacao.

**Tabla 17.** Análisis sensorial por atributos del vino de cacao.

MUESTRAS	Atributos sensoriales				
	Aroma	Sabor	Cuerpo	Impresión global	Color
T1	3,533 ± 0,516 a	3,600 ± 0,828 a	3,466 ± 0,833 a	3,200 ± 0,941 a	3,533 ± 0,816 a
T2	3,133 ± 0,516 a	3,200 ± 0,774 a	3,466 ± 0,915 a	3,466 ± 0,639 a	3,533 ± 0,639 a
T3	3,266 ± 0,703 a	3,333 ± 0,723 a	3,533 ± 0,833 a	3,266 ± 0,703 a	3,400 ± 0,736 a
T4	3,666 ± 0,899 a	4,066 ± 0,703 a	4,200 ± 0,861 a	4,133 ± 0,915 d	4,266 ± 0,703 a
T5	3,933 ± 0,961 a	3,933 ± 0,798 a	4,000 ± 0,755 a	4,000 ± 0,755 a	4,066 ± 0,798 a
T6	3,733 ± 1,032 a	4,066 ± 0,798 c	4,200 ± 0,774 a	3,866 ± 0,743 a	3,933 ± 0,833 a
T7	4,266 ± 0,703 f	3,866 ± 0,915 a	3,866 ± 0,833 a	4,133 ± 0,743 d	3,933 ± 0,883 a
T8	4,000 ± 0,755 a	3,733 ± 0,961 a	4,066 ± 1,032 a	3,800 ± 0,861 a	3,933 ± 0,798 c
T9	4,200 ± 0,774 f	3,533 ± 1,245 a	4,533 ± 0,516 f	3,533 ± 0,833 a	3,733 ± 0,883 a

Letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0,05$ ).

La tabla 17 muestra los análisis fisicoquímicos realizados al vino de mucilago de cacao y los resultados fueron con mucha diferencia los panelistas dieron su punto de vista y sus aspectos fueron casi distintos en todos los atributos, se puede apreciar que existen diferencia estadísticamente significativa altas. Existen seis categorías de calificación.



**Figura 11.** Análisis sensorial por promedios de los atributos del vino de mucílago de cacao.

Como se observa en la Figura 11, los resultados para acidez nos hacen ver que si existen diferencias estadísticamente significativas. En cuanto al aroma, los datos muestran que si existen diferencias estadísticamente significativas conforme a los tres tratamientos. Como se muestran los datos obtenidos para sabor sensorial si existen diferencias significativas. En cuanto al cuerpo de las nueve muestras, si se presenta diferencia estadísticamente significativa. Para impresión global se aprecia que los nueve tratamientos si presentan diferencias estadísticamente significativas y para el último atributo que es el color si presenta ninguna diferencia estadísticamente significativa.

#### 4.3.2. Evaluación de parámetros para la elaboración del vino

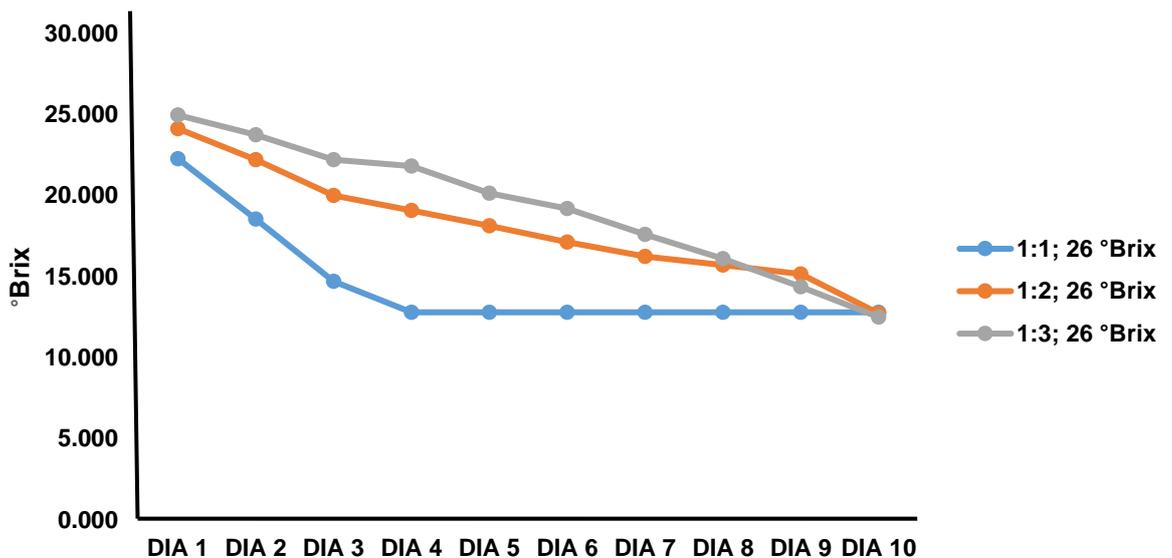
En la Tabla 18 se presenta la comparación de medias de Tukey en relación al °Brix durante el tiempo de fermentación

**Tabla 18.** Comparación de medias de Tukey a los 10 días en relación al °Brix

Días de evaluación	Promedios de °Brix durante el tiempo		
	Tratamientos		
	1:1; 24 °Brix	1:2, 26 °Brix	1:3, 22 °Brix
Día 1	22,267 ± 0,2081 c	24,117 ± 0,1040 b	24,947 ± 0,2950 a
Día 2	18,533 ± 0,4163 c	22,200 ± 0,200 b	23,733 ± 0,3785 a
Día 3	14,710 ± 0,5150 c	20,000 ± 0,200 b	22,200 ± 0,6557 a
Día 4	12,800 ± 0,3000 c	19,067 ± 0,3511 b	21,800 ± 0,2081 a
Día 5	12,800 ± 0,3000 c	18,133 ± 0,2309 b	20,133 ± 0,1527 a
Día 6	12,800 ± 0,3000 c	17,133 ± 0,2309 b	19,200 ± 0,3605 a
Día 7	12,800 ± 0,3000 c	16,233 ± 0,4509 b	17,600 ± 0,2645 a
Día 8	12,800 ± 0,3000 b	15,700 ± 0,3605 a	16,100 ± 0,1000 a
Día 9	12,800 ± 0,3000 b	15,167 ± 0,2081 a	14,367 ± 0,4932 a
Día 10	12,800 ± 0,3000 a	12,733 ± 0,2516 a	12,500 ± 0,4582 a

**Nota:** Letras iguales, indica promedios iguales, según la prueba de Tukey al 5%

En la Tabla 18 se realizó la medida de los promedios del factor °Brix, utilizando la prueba de Tukey al 5% el cual nos hace ver que existen dos categorías “a-b-c” y con eso se puede decir que no existe diferencia altamente significativa entre todos los tratamientos estudiados durante los 10 días de fermentación.



**Figura 12.** Análisis del promedio de °Brix en relación a los 10 días de fermentación.

La Figura 12 presenta los índices de °Brix que iban descendiendo según pasaban los días de fermentación, los °Brix llegaron hasta cierto nivel dependiendo del tipo de vino que se desea elaborar, en este caso es un vino semi seco que está en el rango de 13 – 11 %, nuestros tres tratamientos están en ese rango ideal.

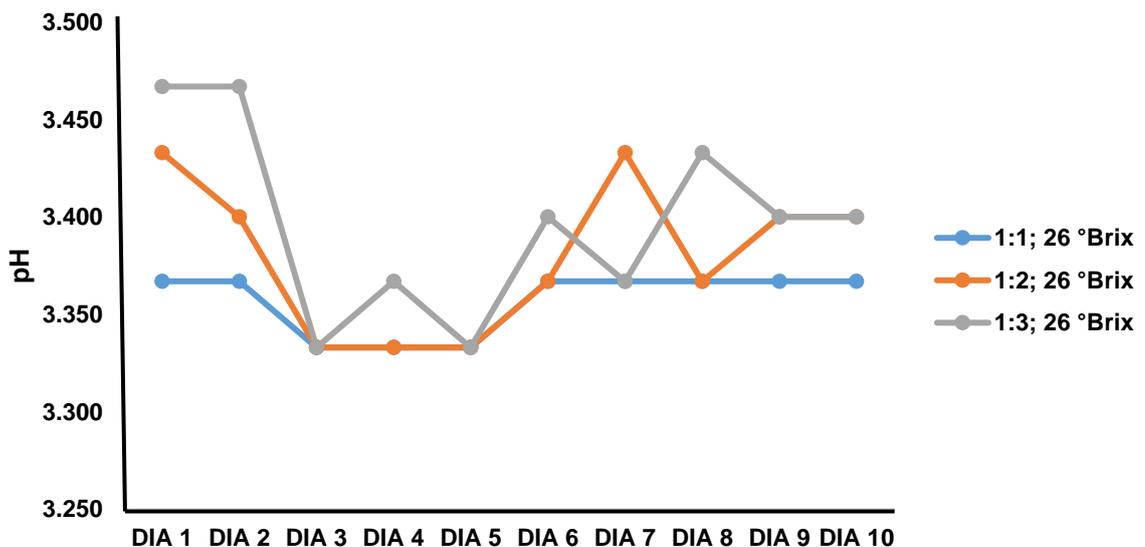
### Comparación de medias de Tukey en relación al pH durante el tiempo de fermentación

**Tabla 19.** Comparación de medias de Tukey a los 10 días en relación al pH.

Días de evaluación	Promedios de pH durante el tiempo de tratamientos		
	1:1; 26 °Brix	1:2, 26 °Brix	1:3, 26 °Brix
Día 1	3,367 ± 0,0577 a	3,433 ± 0,0577 b	3,467 ± 0,1154 a
Día 2	3,367 ± 0,0577 a	3,400 ± 0,1000 b	3,467 ± 0,1750 a
Día 3	3,333 ± 0,0577 a	3,333 ± 0,1527 b	3,333 ± 0,1154 a
Día 4	3,333 ± 0,1154 a	3,333 ± 0,1527 b	3,367 ± 0,1154 a
Día 5	3,333 ± 0,1154 a	3,333 ± 0,1527 b	3,333 ± 0,1154 a
Día 6	3,367 ± 0,1154 a	3,367 ± 0,0942 b	3,400 ± 0,0000 a
Día 7	3,367 ± 0,1154 a	3,433 ± 0,0577 a	3,367 ± 0,1154 a
Día 8	3,367 ± 0,1154 a	3,367 ± 0,0577 a	3,433 ± 0,0577 a
Día 9	3,367 ± 0,1154 a	3,400 ± 0,0000 a	3,400 ± 0,0000 a
Día 10	3,367 ± 0,1154 a	3,400 ± 0,0000 a	3,400 ± 0,0000 a

**Nota:** Letras iguales, indica promedios iguales, según la prueba de Tukey al 5%

En la Tabla 19 se realizó la medida de los promedios del factor pH, utilizando la prueba de Tukey al 5% el cual nos hace ver que existen dos categorías “a-b” y con eso se puede decir que no existe diferencia altamente significativa entre todos los tratamientos estudiados durante los 10 días de fermentación.



**Figura 13.** Análisis del promedio de pH en relación a los 10 días de fermentación.

La Figura 13 señala la pronunciada degradación del pH con relación a los 10 días de fermentación del vino de mucílago, los tratamientos de línea anaranjada y plomo son los que más se acercan al rango óptimo para un vino semi seco que es el que se elaboró.

#### 4.3.3. Características fisicoquímicas del vino de mucílago de cacao

**Tabla 20.** Análisis fisicoquímicos del vino de cacao ( $T_1 - 1/1$ ).

N°	Ensayo	Resultado	Unidades
1	Húmedad	86,30	g/100mL
2	Proteína	0,24	g/100mL
3	Grasa	0,00	g/100mL
4	Cenizas	0,18	g/100mL
5	Fibra cruda	0,00	g/100mL
6	Carbohidratos	13,28	g/100mL
7	Energía total	54,08	Kcal/100mL
8	Energía proveniente de carbohidratos	98,22	%
9	Energía proveniente de grasas	0,00	%
10	Energía proveniente de proteínas	1,78	%
11	pH	3,50	....
12	Sólidos solubles	12,65	°Brix
13	Densidad	1,0192	g/mL
14	Grados alcohólicos	12,50	v/v

**Tabla 21.** Análisis fisicoquímicos del vino de cacao ( $T_2 - 1/2$ ).

N°	Ensayo	Resultado	Unidades
1	Húmedad	86,14	g/100mL
2	Proteína	0,26	g/100mL
3	Grasa	0,00	g/100mL
4	Cenizas	0,20	g/100mL
5	Fibra cruda	0,00	g/100mL
6	Carbohidratos	13,40	g/100mL
7	Energía total	54,64	Kcal/100mL
8	Energía proveniente de carbohidratos	98,10	%
9	Energía proveniente de grasas	0,00	%
10	Energía proveniente de proteínas	1,90	%
11	pH	3,42	....
12	Sólidos solubles	12,50	°Brix
13	Densidad	1,0154	g/mL
14	Grados alcohólicos	12,30	v/v

**Tabla 22.** Análisis fisicoquímicos del vino de cacao (T<sub>3</sub> – 1/3).

N°	Ensayo	Resultado	Unidades
1	Húmedad	86,21	g/100mL
2	Proteína	0,23	g/100mL
3	Grasa	0,00	g/100mL
4	Cenizas	0,17	g/100mL
5	Fibra cruda	0,00	g/100mL
6	Carbohidratos	13,39	g/100mL
7	Energía total	54,48	Kcal/100mL
8	Energía proveniente de carbohidratos	98,31	%
9	Energía proveniente de grasas	0,00	%
10	Energía proveniente de proteínas	1,69	%
11	pH	3,50	....
12	Sólidos solubles	12,40	°Brix
13	Densidad	1,0205	g/mL
14	Grados alcohólicos	12,50	v/v

Las tablas 20, 21 y 22 nos muestran los análisis fisicoquímicos del vino de mucílago de cacao el cual fue fermentado por 10 días. Los tres análisis cumplen las características de un producto de calidad.

#### 4.3.4. Características microbiológicas del vino de mucílago de cacao

**Tabla 23.** Análisis microbiológico del vino de cacao (T<sub>1</sub> – 1/1, T<sub>3</sub> - 1/3).

N°	Ensayo	Resultado	Unidad
1	Numeración de Mohos	< 10	UFC/mL
2	Numeración de Levaduras	< 10	UFC/mL

En la tabla 23 se aprecia la evolución microbiológica de los tratamientos T1 y T3, ambos tratamientos obtuvieron el mismo análisis y son aptos para el consumo humano sin ningún riesgo.

**Tabla 24.** Análisis microbiológico del vino de cacao (T<sub>2</sub> – 1/2).

N°	Ensayo	Resultado	Unidad
1	Numeración de Mohos	< 10	UFC/mL
2	Numeración de Levaduras	90	UFC/mL

En esta tabla se puede apreciar que este tratamiento fue el único que el proceso de pasteurización no fue muy efectiva puesto que en su contenido contuvo un número de estos microorganismos elevado lo cual lo hace opcional su consumo.

#### 4.3.5. Costo de producción del vino de mucílago de cacao

#### C. Costos variables

**Tabla 25.** Costos de materia prima e insumos utilizados en el vino de cacao

<b>Materia Prima e Insumos ( 132 botellas)</b>			
<b>Detalle</b>	<b>Cantidades</b>	<b>Costos S/.</b>	
		<b>Unitario</b>	<b>Total</b>
Jugo de cacao	40 litros	1,50	60,00
Azúcar	20 Kg	2,50	50,00
Levadura	3 Unid	7,00	21,00
Botellas	132 Unid	1,10	145,20
Corchos	132 Unid	0,50	66,00
Gas			10,00
Flete	1	10,00	10,00
Fermentadores	27	3,00	81,00
Indumentaria	6	1,50	9,00
		<b>Sub Total 1</b>	<b>S/. 452,00</b>

**Tabla 26.** Costos de mano de obra en la elaboración del vino de cacao

<b>Mano de Obra Diario</b>			
<b>Detalle</b>	<b>Cantidades</b>	<b>Costos S/.</b>	
		<b>Unitario</b>	<b>Diario</b>
Técnico (8h)	1	75,00	75,00
Obrero calificado (8h)	1	75,00	75,00
		<b>Sub Total 2</b>	<b>S/. 150,00</b>

**Materia Prima e Insumos: S/. 452,00**

**Mano de Obra: S/. 150,00 +**

**Total de costos variables: S/.602,00**

#### D. Costos fijos

**Tabla 27.** Costos de depreciación utilizados en el vino de cacao

Equipos	Depreciación Mensual - Diaria de equipos					
	Precio		Vida útil	Depreciación		
	Unitario	Total	Años	Anual	Mensual	Diario
Cocina semi Industrial	250,00	250,00	10	25,00	2,080	0,070
Balanza digital	120,00	120,00	10	12,00	1,000	0,033
Brixometro	80,00	80,00	5	16,00	1,330	0,044
pH-metro	100,00	100,00	2	50,00	4,170	0,140
Coladores y telas	12,00	36,00	2	18,00	1,500	0,050
Ollas de aluminio	50,00	100,00	4	25,00	2,083	0,070
Mesa de trabajo	300,00	300,00	10	30,00	2,500	0,084
Cucharones	7,00	21,00	8	2,625	0,220	0,007
Baldes de plástico	15,00	60,00	2	30,00	2,500	0,084
Termómetro	35,00	35,00	4	8,750	0,730	0,024
<b>Total de Depreciación Mensual - Diario S/.</b>					<b>18.113</b>	<b>0,6064</b>

**Tabla 28.** Gastos administrativos utilizados en la elaboración del vino de cacao

Gastos administrativos ( mensual - diario)		
Descripción	Mensual	Diario
Reparación y mantenimiento	50,00	1,670
Limpieza y desinfección	40,00	1,330
Luz/agua	60,00	2,000
Depreciación de Equipos	18,113	0,6064
<b>Sub Total 3: S/.</b>	<b>168,113</b>	<b>5,604</b>

**Total costos fijos: S/. 5,604**

**Total de costos variables: S/.602, 00**

**Total costos fijos: S/. 5,604**

**Total de costos operativos: S/. 607,604**

**CUP: S/. 607,604/ 132**

**Nuestro costo unitario de producción es de S/. 4,603**

#### 4.4. EVALUACIÓN DE PARÁMETROS EN LA ELABORACIÓN DEL VINAGRE DE JUGO DE MUCÍLAGO DE CACAO

##### 4.4.1. Evaluación sensorial

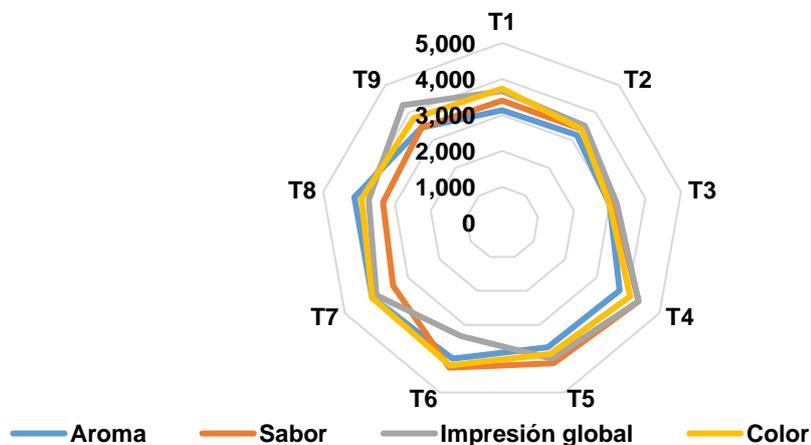
En la Tabla 29 se obtiene a partir del análisis estadístico de los datos levantados y tabulados que corresponde a las pruebas sensoriales realizadas. Por lo tanto se obtuvieron las siguientes calificaciones en el Análisis Sensorial por atributos del vinagre del cacao.

**Tabla 29.** Análisis sensorial por atributos del vinagre de cacao.

Muestras	Atributos sensoriales			
	Aroma	Sabor	Impresión global	Color
T1	3,133 ± 0,833 a	3,400 ± 0,828 a	3,666 ± 0,816 a	3,733 ± 0,961 a
T2	3,200 ± 0,676 a	3,400 ± 0,507 a	3,533 ± 0,743 a	3,400 ± 1,121 a
T3	3,000 ± 0,755 a	3,133 ± 0,833 a	3,200 ± 1,082 a	3,000 ± 1,000 a
T4	3,733 ± 0,593 a	4,333 ± 0,617 g	4,333 ± 0,617 a	4,066 ± 0,883 a
T5	3,666 ± 0,723 a	4,133 ± 0,833 g	4,000 ± 0,845 a	3,866 ± 0,833 a
T6	4,000 ± 0,925 a	4,266 ± 0,703 g	3,333 ± 0,899 a	4,200 ± 0,774 c
T7	4,133 ± 0,743 e	3,466 ± 0,915 a	4,000 ± 0,925 a	4,133 ± 0,833 c
T8	4,133 ± 0,833 a	3,333 ± 0,975 a	3,733 ± 0,883 a	3,933 ± 0,703 a
T9	3,466 ± 0,743 e	3,466 ± 0,990 a	4,266 ± 0,798 e	3,800 ± 0,774 a

Letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0,05$ )

La Tabla 29 muestra los análisis fisicoquímicos realizados al vino de mucilago de cacao y los resultados fueron con mucha diferencia los panelistas dieron su punto de vista y sus aspectos fueron casi distintos en todos los atributos, se puede apreciar que existen diferencia estadísticamente significativa altas. Existen seis categorías de calificación



**Figura 14.** Análisis sensorial por promedios de los atributos del vinagre de mucilago de cacao.

Como se observa en la Tabla 29, los resultados para aroma nos hacen ver que si existen diferencias estadísticamente significativas En cuanto al sabor, los datos muestran que si existen diferencias estadísticamente significativas conforme a los nueve tratamientos. Para impresión global existen diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos. Al analizar la aceptabilidad del color del vinagre, se puede observar que las nueve muestras presentan diferencias significativas en este parámetro evaluado, resultando (T<sub>6</sub> - 1/1) la más aceptada en cuanto al color.

#### 4.4.2. Evaluación de parámetros para la elaboración del vinagre

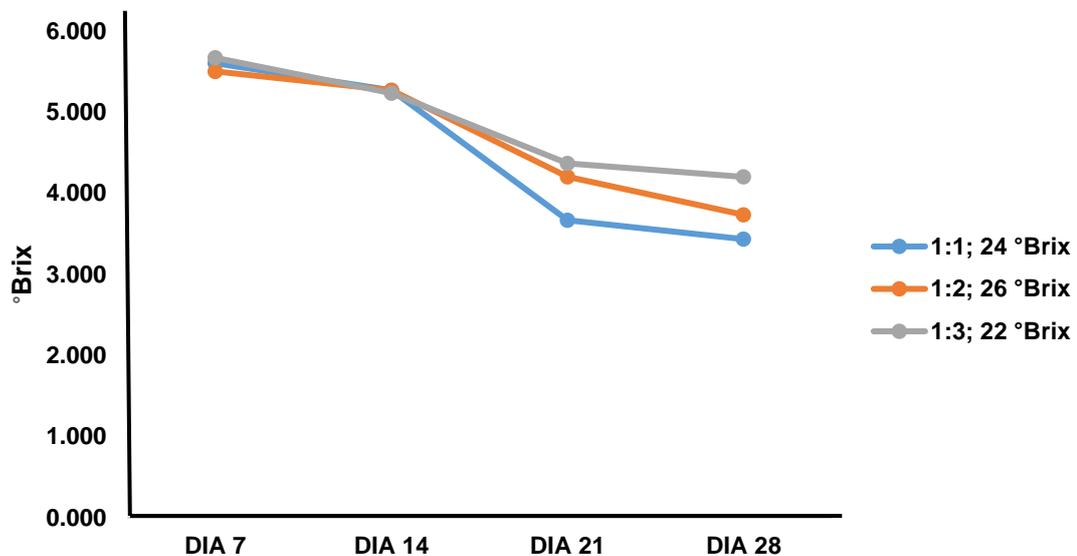
En la Tabla 30 se muestra la comparación de medias de Tukey en relación al °Brix durante el tiempo de fermentación

**Tabla 30.** Comparación de medias de Tukey a los 28 días en relación al °Brix

Días de evaluación	Promedios de °Brix durante el tiempo tratamientos		
	1:1; 24 °Brix	1:2, 26 °Brix	1:3, 22 °Brix
Día 7	5,600 ± 0,10000 a	5,500 ± 0,20000 a	5,667 ± 0,0577 a
Día 14	5,267 ± 0,1527 a	5,267 ± 0,3214 a	5,233 ± 0,2081 a
Día 21	3,667 ± 0,2886 a	4,200 ± 0,2645 a	4,367 ± 0,3785 a
Día 28	3,433 ± 0,1527 b	3,733 ± 0,1527 b	4,200 ± 0,1000 a

**Nota:** Letras iguales, indica promedios iguales, según la prueba de Tukey al 5%

En la Tabla 30 se realizó la medida de los promedios del factor °Brix, utilizando la prueba de Tukey al 5% el cual nos hace ver que existen dos categorías “a-b” y con eso se puede decir que no existe diferencia altamente significativa entre todos los tratamientos estudiados durante los 28 días de fermentación.



**Figura 15.** Análisis del promedio de °Brix en relación a los 28 días de fermentación

La Figura 15 esquematiza la degradación del °Brix durante el tiempo de fermentación acética, los tres tratamientos muestran distintos niveles de °Brix al finalizar el tiempo de fermentación, a esto se le atribuye distintas características como la dilución y los °Brix iniciales. En tratamiento que tiene como leyenda el color azul es el que está más próximo al °Brix ideal para este tipo de producto.

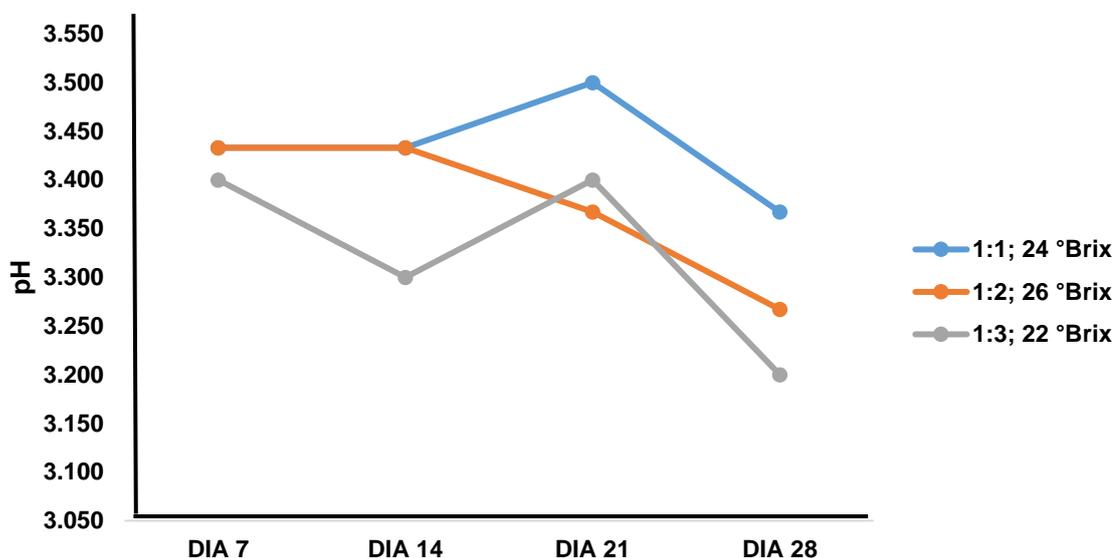
En la Tabla 31 se muestra la comparación de medias de Tukey en relación al pH durante el tiempo de fermentación

**Tabla 31.** Comparación de medias de Tukey a los 28 días en relación al pH.

Días de evaluación	Promedios de pH durante el tiempo de tratamientos		
	1:1; 24 °Brix	1:2; 26 °Brix	1:3; 22 °Brix
Día 7	3,433 ± 0,0577 a	3,433 ± 0,0577 a	3,400 ± 0,0577 a
Día 14	3,433 ± 0,0577 a	3,433 ± 0,0577 a	3,300 ± 0,0000 a
Día 21	3,500 ± 0,1000 a	3,367 ± 0,0577 a	3,400 ± 0,0288 a
Día 28	3,367 ± 0,0577 b	3,267 ± 0,0577 b	3,200 ± 0,0577 a

**Nota:** Letras iguales, indica promedios iguales, según la prueba de Tukey al 5%

En la Tabla 31 se realizó la medida de los promedios del factor °Brix, utilizando la prueba de Tukey al 5% el cual nos hace ver que existen dos categorías “a-b” y con eso se puede decir que no existe diferencia altamente significativa entre todos los tratamientos estudiados durante los 28 días de fermentación.



**Figura 16.** Análisis del promedio de pH en relación a los 28 días de fermentación.

La Figura 16 refleja el descenso del pH en relación al tiempo de fermentación, lo que hace afirmar es que a más días de fermentación el pH seguirá bajando hasta que el

sustrato se quede sin azúcar, con todas estas características los tres tratamientos están dentro de los límites aceptable de pH para vinagres.

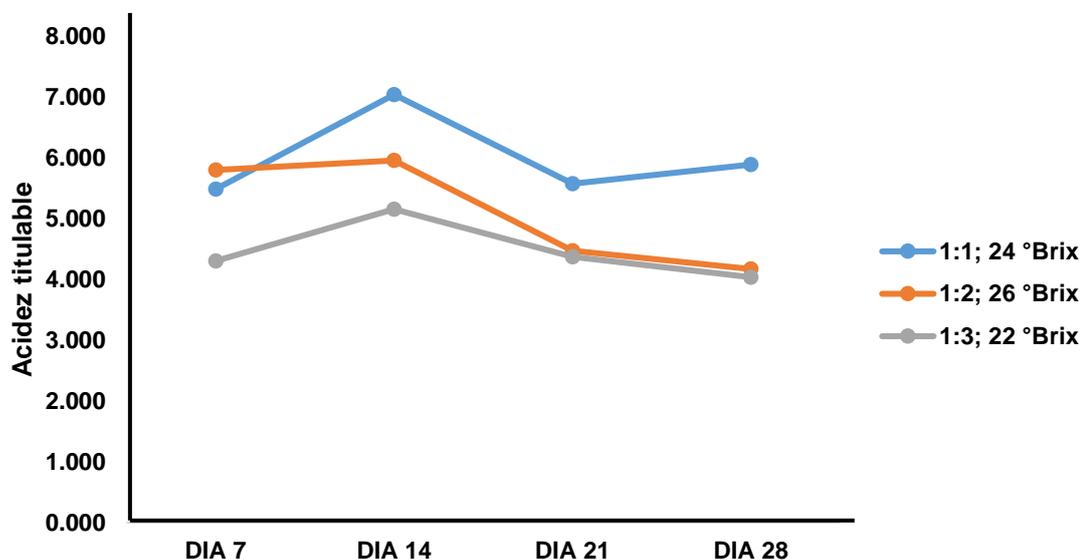
En la Tabla 31 se muestran la comparación de medias de Tukey en relación a la acidez titulable durante el tiempo de fermentación

**Tabla 31.** Comparación de medias de Tukey a los 28 días en relación a la acidez titulable.

Días de evaluación	Promedios de acidez titulable durante el tiempo tratamientos		
	1:1; 24 °Brix	1:2; 26 °Brix	1:3; 22 °Brix
Día 7	5,480 ± 0,3274 a	5,797 ± 0,1305 a	4,300 ± 0,1322 b
Día 14	7,033 ± 0,0577 a	5,950 ± 0,3041 b	5,150 ± 0,0500 c
Día 21	5,567 ± 0,1527 a	4,467 ± 0,0577 b	4,367 ± 0,3785 b
Día 28	5,883 ± 0,1040 a	4,167 ± 0,1527 b	4,033 ± 0,0577 b

**Nota:** Letras iguales, indica promedios iguales, según la prueba de Tukey al 5%

En la Tabla 31 se realizó la medida de los promedios del factor °Brix, utilizando la prueba de Tukey al 5% el cual nos hace ver que existen dos categorías “a-b-c” y con eso se puede decir que no existe diferencia altamente significativa entre todos los tratamientos estudiados durante los 28 días de fermentación.



**Figura 17.** Análisis del promedio de la acidez titulable en relación a los 28 días de fermentación.

La Figura 17 presenta el criterio más importantes en la elaboración de vinagres que es la acidez titulable, durante los 28 días de fermentación acética los índices de acidez subían como en el día 14, pero por la falta de azúcares la acidez se fijó en un rango que es óptimo para el consumo, según literaturas revisadas.

#### 4.4.3. Características fisicoquímicas del vinagre de mucílago de cacao

Tabla 31. Análisis fisicoquímicos del vinagre de cacao (T<sub>1</sub> - 1/1).

N°	Ensayo	Resultado	Unidades
1	pH	3,25	....
2	Densidad	1,0187	g/mL
3	Acidez volátil	0,21	g/100mL.Expresado como ácido acético
4	Acidez total	2,14	g/100mL.Expresado como ácido acético
5	Grado alcohólico	0,00	v/v
6	Sólidos totales	1,59	g/100mL
7	Sólidos solubles	3,40	°Brix
8	Acidez acética	5,85	g/mol de ácido acético/100mL

Tabla 32. Análisis fisicoquímicos del vinagre de cacao (T<sub>2</sub> - 1/2).

N°	Ensayo	Resultado	Unidades
1	pH	3,20	....
2	Densidad	1,0146	g/mL
3	Acidez volátil	0,18	g/100mL.Expresado como ácido acético
4	Acidez total	1,71	g/100mL.Expresado como ácido acético
5	Grado alcohólico	0,00	v/v
6	Sólidos totales	1,61	g/100mL
7	Sólidos solubles	3,68	°Brix
8	Acidez acética	4,22	g/mol de ácido acético/100mL

Tabla 33. Análisis fisicoquímicos del vinagre de cacao (T<sub>3</sub> - 1/3).

N°	Ensayo	Resultado	Unidades
1	pH	3,26	....
2	Densidad	1,0203	g/mL
3	Acidez volátil	0,19	g/100mL.Expresado como ácido acético
4	Acidez total	1,64	g/100mL.Expresado como ácido acético
5	Grado alcohólico	0,00	v/v
6	Sólidos totales	1,45	g/100mL
7	Sólidos solubles	4,15	°Brix
8	Acidez acética	4,15	g/mol de ácido acético/100mL

#### 4.4.4. Características microbiológicas del vinagre de mucílago de cacao

**Tabla 34.** Análisis microbiológico del vinagre de cacao (T<sub>1</sub> - 1/1).

N°	Ensayo	Resultado	Unidad
1	Numeración de Mohos	< 10	UFC/mL
2	Numeración de Levaduras	54x10 <sup>2</sup>	UFC/mL

**Tabla 35.** Análisis microbiológico del vinagre de cacao (T<sub>2</sub> - 1/2).

N°	Ensayo	Resultado	Unidad
1	Numeración de Mohos	< 10	UFC/mL
2	Numeración de Levaduras	< 10	UFC/mL

**Tabla 36.** Análisis microbiológico del vinagre de cacao (T<sub>3</sub> - 1/3).

N°	Ensayo	Resultado	Unidad
1	Numeración de Mohos	< 10	UFC/mL
2	Numeración de Levaduras	70x10 <sup>3</sup>	UFC/mL

Los tres tratamientos fueron sometidos a evaluación de laboratorio y están dentro de los límites permisibles de consumo, es un producto de calidad e inocuo.

#### 4.4.5. Costo de producción del vinagre de mucílago de cacao

##### E. Costos variables

**Tabla 37.** Costos de materia prima e insumos utilizados en el vinagre de cacao

<b>Materia Prima e Insumos ( 100 botellas)</b>			
<b>Detalle</b>	<b>Cantidades</b>	<b>Costos S/.</b>	
		<b>Unitario</b>	<b>Total</b>
Jugo de cacao	40 litros	1,50	60,00
Azúcar	20 Kg	2,50	50,00
Levadura	3 Unid	7,00	21,00
Botellas	100 Unid	5,60	18,00
Corchos	100 Unid	0,10	10,00
Gas			10,00
Flete	1	10,00	10,00
Fermentadores	27	3,00	81,00
Indumentaria	6	1,50	9,00
Telas	7 metros	5,00	35,00
<b>Sub Total 1</b>			<b>S/. 304,00</b>

**Tabla 38.** Costos de mano de obra en la elaboración del vinagre de cacao

<b>Mano de Obra Diario</b>			
<b>Detalle</b>	<b>Cantidades</b>	<b>Costos S/.</b>	
		<b>Unitario</b>	<b>Diario</b>
Técnico (8h)	1	75,00	75,00
Obrero calificado (8h)	1	75,00	75,00
		Sub Total 2	S/. 150,00

**Materia Prima e Insumos: S/. 304,00**

**Mano de Obra: S/. 150,00 +**

**TOTAL DE COSTOS VARIABLES: S/.454, 00**

## F. Costos fijos

**Tabla 39.** Costos de depreciación utilizados en el vinagre de cacao

<b>Depreciación Mensual - Diaria de equipos</b>						
<b>Equipos</b>	<b>Precio</b>		<b>Vida útil</b>	<b>Depreciación</b>		
	<b>Unitario</b>	<b>Total</b>	<b>Años</b>	<b>Anual</b>	<b>Mensual</b>	<b>Diario</b>
Cocina semi Industrial	250,00	250,00	10	25,00	2,080	0,070
Balanza digital	120,00	120,00	10	12,00	1,000	0,033
Brixometro	80,00	80,00	5	16,00	1,330	0,044
pH-metro	100,00	100,00	2	50,00	4,170	0,140
Coladores y telas	12,00	36,00	2	18,00	1,500	0,050
Ollas de aluminio	50,00	100,00	4	25,00	2,083	0,070
Mesa de trabajo	300,00	300,00	10	30,00	2,500	0,084
Cucharones	7,00	21,00	8	2,625	0,220	0,007
Baldes de plástico	15,00	60,00	2	30,00	2,500	0,084
Termómetro	35,00	35,00	4	8,750	0,730	0,024
<b>Total de Depreciación Mensual - Diario S/.</b>					<b>18.113</b>	<b>0,6064</b>

**Tabla 40.** Gastos administrativos utilizados en la elaboración del vinagre de cacao

<b>Gastos administrativos ( mensual - diario)</b>		
<b>Descripción</b>	<b>Mensual</b>	<b>Diario</b>
Reparación y mantenimiento	50,00	1,670
Limpieza y desinfección	40,00	1,330
Luz/agua	60,00	2,000
Depreciación de Equipos	18,113	0,6064
<b>Sub Total 3: S/.</b>	<b>168,113</b>	<b>5,604</b>

**Total costos fijos: S/. 5,604**

**Total de costos variables: S/.454, 00**

**Total costos fijos: S/. 5,604**

**Total de costos operativos: S/. 459,604**

**CUP: S/. 459,604/ 100**

**Nuestro Costo Unitario de  
Producción es de S/. 4,596**

## V. DISCUSIÓN

### 5.1. DE LAS CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS DEL MUCÍLAGO DEL CACAO

#### **De la caracterización del cacao**

Los resultados de la caracterización de las mazorcas de cacao nos dieron a conocer la proporción exacta de sus componentes. Nuestros resultados están muy próximos a lo expresado por Gamarra (2018) quién en su investigación utilizó distintas variedades de cacao y dándole más énfasis al clon de cacao CCN-51, por ser esta variedad la que mayor rendimiento le otorga a los productores y siendo el más resistente a plagas y enfermedades, en tanto Villagómez (2013) también a través de investigaciones realizadas en el interior de su país, observó que en distintas lugares existen diferencias marcadas sobre los componentes de las mazorcas de cacao esto se debe a las características agroecológicas de cada región o país.

#### **De la caracterización fisicoquímica del mucílago de cacao**

En la Tabla 5 se observó el análisis fisicoquímico y proximal realizado al líquido exudado del mucílago de cacao, los cuales son totalmente diferentes a los que reporto Villagómez (2013), quien reporta porcentajes más altos a los que obtuvimos, esto se puede deber a las distintas características agroecológicas que se tiene en distintos países los cuales hacen que algunos productos sean únicos y con más riqueza nutritiva. Pérez (2004) en su análisis fisicoquímico al mucilago de cacao reporta tres datos importantes que son agua 86,71%, pH 3,6 y °Brix 17,2 con esos datos el sostiene que el exudado de cacao es una materia prima adecuada para elaborar diversos tipos de productos alimentarios. Charley (2001), manifiesta que los resultados de un análisis se ven influenciados por las siguientes variables: método o técnica durante el análisis, materia prima (variedad, ecotipo, etc.) entre otras variables como vigencia de reactivos y calibración de equipos.

### 5.2. DE LA EVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE PROCESAMIENTO PARA OBTENER UN NÉCTAR DE JUGO DEL MUCÍLAGO DE CACAO

En la investigación se evaluó parámetros fisicoquímicos que son °Brix y pH. En los resultados se observó que los sólidos solubles de los tres tratamientos en estudio (T<sub>6</sub>, T<sub>7</sub>, T<sub>9</sub>) presentaron una tendencia a mantenerse significativamente a lo largo del almacenamiento. El estado estático y de no variación de los sólidos solubles está ligado a la degradación de azúcares, así lo menciona Romero (2003). Los valores de pH se mantuvieron (en promedio 3.4 - 3.6), sin diferencia estadística, estos resultados eran de suponerse por que los sólidos solubles estuvieron constantes; ya que ambos factores

están relacionados directamente. Largo y Yugcha (2016) en su investigación llevaron a cabo un registro de pH y °Brix del néctar de cacao y observaron que durante 30 días el pH se mantuvo constante en 4, e igualmente no hubo degradación de azúcares al mantenerse la concentración en 15 °Brix. Las combinaciones, diluciones o proporciones de agua y fruta se utilizan de acuerdo al tipo de bebida que se desea elaborar, siendo el agua el principal compuesto que degrada ciertas componentes como son ácido, viscosidad y olores penetrantes de ciertos zumos de fruta, según FAO (2006). En nuestra investigación se obtuvimos tres mejores tratamientos y los tres coinciden en la misma dilución (1 fruta / 2 agua), eso se debe a que el jugo de mucílago de cacao es un producto con alto contenido de ácido ascórbico y con un olor a fermentado muy penetrante y se debe combinar con una gran cantidad de agua según sea lo deseado.

### **Características organolépticas del néctar de mucílago de cacao**

Con respecto al atributo sensorial del color se pudo observar una tendencia similar percibida por los panelistas a través de la evaluación. Este indicador paso de sapercibido por que casi la gran mayoría de néctares presenta esa misma coloración. Con respecto al atributo de olor se observó que los evaluados se inclinaron al tratamiento (T<sub>9</sub>) donde esta combinado una parte de pulpa y tres de agua, ya que el mucílago de cacao presenta olores penetrantes a fermentado según Gonzales y Jaimes (2005). El atributo más importante considerado por los panelistas fue el sabor ya que todos coincidieron en una tendencia similar, eso nos hace ver que a todos les pareció agradable. El atributo sensorial de viscosidad tuvo como máximos referentes a los tratamientos T<sub>6</sub> – T<sub>7</sub>, donde se hizo la dilución con más cantidad de agua y esto ayudo para que los panelistas puedan reconocerlo como un néctar más bebible; FAO (2006), señala que se debe combinar con agua los zumos para ayudarlos a perder viscosidad. Nuestra materia prima contenía elevado grado de viscosidad y esto podía ocasionar una falta de aceptabilidad en los consumidores por eso se vio la alternativa de hacer esas diluciones. Anzaldua y Morales (1994) los resultados obtenidos desde el punto de vista sensorial garantizan aceptabilidad por parte de los consumidores.

### **Características fisicoquímicas y microbiológicas del néctar de mucílago de cacao**

En las Tablas 9, 10 y 11 se observó la evaluación fisicoquímica que se le realizo a los tres mejores tratamientos del néctar, los cuales están relacionados y no difieren sus resultados entre ellos. Álvarez *et al.* (2001) indican que el análisis de las propiedades fisicoquímicas de los alimentos es uno de los aspectos principales en el aseguramiento de su calidad. Este análisis cumple un papel muy importante en la determinación del valor nutricional de los alimentos, en el control del cumplimiento de los parámetros exigidos por los organismos de salud y también para el estudio de las posibles

irregularidades como adulteraciones, falsificaciones, etc. tanto en alimentos terminados como en sus materias primas. Se realizó esos análisis para poder determinar la calidad del producto final que se elaboró. Nuestros resultados difieren de los obtenidos por Largo y Yugcha (2016), estas diferencias se deben a las distintas técnicas de realizar los análisis y a muchos factores. Álvarez *et al.* (2001), sostienen que la caracterización de los alimentos proviene de los resultados de los diferentes ensayos a que puede sometérselos utilizando diferentes métodos de evaluación, los cuales pueden agruparse en función de los objetivos que persigan y los principios en que se fundamentan. Con respecto a las características microbiológicas, nuestros resultados son aceptados y están dentro de los parámetros aceptables que se rigen de la Norma Técnica Sanitaria 071 – MINSA/DIGESA V- 01 (2008), esto nos hace entender que el producto que hemos realizado está libre de carga microbiano y es apta para el consumo humano.

#### **Costo de producción de un néctar**

Con respecto al indicador de costo de producción se puede apreciar que el néctar elaborado de mucilago está dentro de un costo razonable y accesible que es de S/.1,50 (350 mL) , nuestros costos son diferentes a los que obtuvieron Largo y Yugcha (2016) donde ellos establecieron el costo de fabricación del néctar de \$0.49 (500 mL). Esto se debe a que los precios de los insumos, mano de obra, y otros gastos que se requieren en la elaboración de esta bebida son muy distintas entre países.

### **5.3. DE LA EVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE PROCESAMIENTO PARA OBTENER UN VINO DE JUGO DEL MUCÍLAGO DE CACAO**

La investigación tuvo como evaluación fisicoquímica del °Brix y el pH durante la fermentación. En cuanto a la evaluación de los sólidos solubles, Barreno (2003) nos indica que el proceso de degradación de azúcares que ha sido mejor estudiado es la fermentación alcohólica. El alcohol etílico es el producto principal de degradación de los azúcares mediante levaduras en condiciones anaeróbicas, en tanto la concentración de azúcares sea relativamente alta y el pH esté dentro del intervalo de 3.5 a 5. Las reacciones iniciales que conducen a la obtención de alcohol implican la descarboxilación del piruvato a acetaldehído y la reducción de este último a etanol, acoplada con la generación de poder oxidativo bajo la forma de NAD<sup>+</sup>. Con respecto al pH, esto se mantuvo constante durante todo el proceso de fermentación pero Blovin y Peynard (2003) nos indica que cuando se eleva el pH a la región alcalina, se modifica el curso de la fermentación con levaduras y, bajo estas condiciones, se produce glicerol y ácido acético junto con el alcohol etílico y el bióxido de carbono. En este tipo de fermentación, el acetaldehído, en vez de reducirse a etanol, sufre una dismutación en presencia de la

enzima aldehído mutasa, para formar alcohol y ácido acético. Considerando estos dos parámetros importantes para la elaboración de vino, se produjo un vino semi seco con 12 °Brix y con un pH de 3.6. Durante la fermentación fuimos observando que cada día se iban degradando los azúcares y el pH iba descendiendo eso nos hacía ver que los azúcares se estaban convirtiendo en etanol hasta llegar al punto del tipo vino que deseamos que en nuestro caso fue semiseco, nuestros resultados se asemejan a los reportados por Carrillo y León (2006), que tienen como principal variable el pH y el °Brix, ellos muestran el cambio con el tiempo de las variables influyentes en la fermentación. En los datos obtenidos se observan que el tiempo necesario para la fermentación es aproximadamente de 48 horas, ya que al cabo de este se estabilizan los °Brix, lo que indica que la reacción se ha detenido casi completamente. El pH disminuye como era de esperarse por la transformación del azúcar en etanol.

### **Características organolépticas del vino de mucílago de cacao**

Con respecto a la evaluación sensorial se pudo observar distintas posiciones mostradas por los panelistas. Para el atributo de color sensorial no hubo mucha diferencia ya que el producto se podía percibir de una forma clara y brillante esto se debe a lo que señala Cacho (2003), que el color de los vinos depende de su concentración de antocianos y de una combinaciones taninos-antocianos. También menciona que el pH influye en la evolución del color del vino con el paso del tiempo. El aroma sensorial fue captada por los panelistas de una forma aceptable y se puede deber a que las cualidades aromáticas pueden provenir de la propia fruta, de la actividad de microorganismos, del tiempo (crianza), de adicciones (madera, oxigenación, encolado, levaduras, etc.), o de sustracciones y filtraciones como señala Belanic y Agosin (2002). Con respecto al cuerpo del vino de mucílago de cacao podemos mencionar que fue un producto ligero y de una buena densidad, según Cedron (2004) el cuerpo del vino sería el grado de intensidad de las sensaciones sápidas y trigeminales en boca (debidas al etanol, taninos, extracto seco, otros elementos sápidos). Un vino será mejor valorado cuanto más cuerpo tenga. El sabor sensorial según Domenech (2006) es una mezcla entre los sabores básicos que percibimos en la boca y los aromas que percibimos a través de la vía retronasal. El sabor va a depender del tipo de vino que el consumidor esté dispuesto a degustar. Y para la impresión global de un vino se debe cumplir con todos los requisitos ya mencionados y también se lo puede reforzar con la incorporación de una etiqueta Toledo (2012). La evaluación que se realizó fue hecha a 15 panelistas semi entrenados y para una buena evolución de todo tipo de vino debe realizarse por expertos catadores que serán ellos los que nos den un punto de vista más exacto.

### **Características fisicoquímicas y microbiológicas del vino de mucílago de cacao**

En las Tablas 21, 21 y 22 se puede observar los análisis fisicoquímicos que se les realizó a las mejores muestras de nuestra investigación. Según Badui (2006) señala que para poder conocer el tipo de alimento y los nutrientes que estos nos aportan se les realiza diversos análisis fisicoquímicos para demostrar su calidad y su valor nutricional. Los resultados que obtuvimos son garantizados y nos da la seguridad que nuestros productos están dentro de los límites permitidos como los señala el CODEX ALIMENTARIUS (2005), el principal aporte que de nuestro producto son las calorías con un total de 54,08 Kcal, los resultados obtenidos por Rojas y Rojas (2017), fueron similares con un aporte de 60,37 Kcal y con ningún rastro de contaminación microbiana. Nuestros resultados microbiológicos son negativos y con esto podemos decir que el vino que se ha producido es inocuo y cumple todos los requisitos que ordena la Norma Técnica Sanitaria 071 – MINSA/DIGESA V- 01 (2008). Fennema (2004) indica que el análisis de las propiedades fisicoquímicas y microbiológicas en los alimentos es uno de los aspectos principales en el aseguramiento de su calidad y de su valor nutricional.

### **Costo de producción de un vino**

Con respecto al costo de producción de un vino de mucílago de cacao se puede apreciar que el costo que obtuvimos S/. 4,603 es un precio razonable y así nuestro producto podrá ser fácil de adquirir por los futuros consumidores, la presentación será de forma convencional en botellas de color caramelo de una presentación de 750 mL. La investigación que realizaron Quimbita y Rodríguez (2008), fue algo más profunda, realizando un estudio de Técnico - económico del futuro mercado al cual quieren dirigir su producto, el vino que ellos comercializaran será en una presentación de 1 Lt con un precio de 5 mil pesos. Cada país sabe la forma de estudiar a su mercado y la aceptabilidad del producto va a depender de la aceptación del público y del precio.

#### **5.4. DE LA EVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE PROCESAMIENTO PARA OBTENER UN VINAGRE DE JUGO DEL MUCÍLAGO DE CACAO**

La investigación tuvo como variables fisicoquímicas el °Brix, pH y la acidez titulable. Con referencia los resultados obtenidos por los sólidos solubles pudimos observar que con el pasar del tiempo de fermentación (28 días) estos iban reduciéndose de forma considerable a esto le atribuye los que menciona Ahumada (2007) que la disminución en los sólidos solubles se debe a la transformación de azúcares solubles a etanol y CO<sub>2</sub>. Las levaduras son las responsables de esta transformación, fermentación alcohólica, etapa crucial en la elaboración de vinos Verdugo (2007), este fenómeno también se explica por el tipo de uso de levadura que se utilizó en el proceso, se puede deber a que las levaduras de uso industrial para vinificación están más preparadas genéticamente y con mejor adaptación que las utilizadas para panificación. Gandarillas (2012). Con respecto a la variable pH, los resultados se obtuvieron cada día de fermentación donde el pH se mantenía constante durante la evaluación y entre tratamientos no había ninguna diferencia significativa, el factor determinante para que el pH se mantuviera igual entre los tratamientos y a través del tiempo es la capacidad de las levaduras de regular su pH siendo el óptimo alrededor de 3.2 Coronel, (2005), El efecto de que el pH inicial sea bajo tiene relación en el cambio de la tasa de consumo de azúcar total, el aumento del contenido final de ácido acético y glicerol, así como la disminución del contenido final de etanol y ácido succínico Xingyan Liu (2015). La medición del pH para los diferentes sustratos se encuentra dentro del rango óptimo establecido 5,4-6.3 Jorge (2010) sin embargo, las bacterias ácido-lácticas que oxidan el etanol a ácido acético, pueden existir a valores bajos de pH Hernández (2004). Con los resultados de la variable acidez podemos decir que es considerado el mejor indicador en un vinagre ya que afecta a su sabor y la percepción que tenemos del mismo. La acidez de un vinagre se compone de distintos ácidos, en estado libre o compuesto, unos derivados de la fruta (málico, tartárico y cítrico) Pizarro (2005). Balconi (2011), quien menciona que el porcentaje de acidez del vinagre de fruta es de 5% y también INDECOPI (2012) nos afirma que la acidez total del vinagre como mínimo debe tener 4%. En este caso para la elección de los mejores tratamiento existió distintas posiciones ya que para los panelistas fue algo raro hacer un análisis sensorial de vinagre ya que es un producto que no es fácil de consumir directamente, solo se inclinaron por los atributos de color e impresión global; presto a que los demás indicadores eran muy intensos como el sabor y el olor.

### **Características organolépticas del vinagre de mucílago de cacao**

En la Tabla 29 se observa los resultados obtenidos de la evaluación sensorial al vinagre hecho de mucílago de cacao, con respecto al atributo sensorial de impresión global nos dio como tratamiento más aceptable el T9 que fue el que más dilución de agua tenía y era donde más se podía apreciar esa característica, este vinagre tenía similitudes a un vinagre hecho de vino blanco, la impresión que un producto hace a primera observación en un consumidor será relevante para su comercialización y aceptación, Machacuay (2009). El atributo color está representado por el tratamiento T6, que tiene como componente tres partes de agua, mantuvo un color adecuado y aceptado por los panelistas, los vinagres pueden presentar distinto tipo de coloración y esto se debe al tipo de fruta e insumos con las que se lo elabora y también por el tipo de vinagre que se desea elaborar, Galo (2012). El aroma sensorial fue representado por el tratamiento T9, este atributo fue el más difícil de evaluar por los panelistas ya que el vinagre que se elaboró presentaba olores fuertes y penetrantes, el indicador sensorial de sabor también fue una dificultad en la evaluación ya que no se recomienda consumir vinagre de forma directa, Ramírez (2012), señala que los vinagres no pueden ser evaluados con los criterios de sabor y olor, porque es un producto muy fuerte y de olores altamente punzantes, se recomienda hacer su evaluación combinándole con algunos vegetales o carnes.

### **Características fisicoquímicas y microbiológicas del vinagre de mucílago de cacao**

De la evolución fisicoquímica del vinagre se puede observar los análisis que se le realizaron en las Tablas 31, 32 y 33 y nos dio un producto de buenas características fisicoquímicas, todo esto se debe también a los buenos procesos, buenas prácticas de inocuidad y asepsia durante el proceso de elaboración, nuestros resultados son similares a los reportados por Villagómez (2013) quien también realizó un vinagre de mucílago de cacao, algunos datos mantienen ciertos márgenes, pero ambos están dentro de los límites permitidos. La evaluación microbiológica se realizó a los patógenos de mohos y levaduras ya que son las únicas que pueden crecer en este medio, el vinagre al ser un alimento de pH ácido (<4) solamente pueden crecer microorganismos ácido tolerantes como: mohos, levaduras, bacterias lácticas y acetobacterias Vera (2013). Las evaluaciones que se le realizó al vinagre nos indican que están dentro de los límites aceptables del (CODEX-STAN-162-1987) quien señala que el vinagre es un alimento que deberá estar exento de microorganismos que puedan desarrollarse en condiciones normales de almacenamiento en cantidades que representen un riesgo para la salud, no deberá contener anguílula (gusano) del vinagre o cantidades sustanciales de otras

materias y sedimentos en suspensión; y deberá estar exento de la turbiedad causada por microorganismos (madre del vinagre) no deberá contener ninguna sustancia originada por microorganismos en cantidades que puedan representar un riesgo para la salud.

### **Costo de producción de un vinagre**

El costo de producción del vinagre es similar a varios que están en el mercado, Lucero (2015) explica que los vinagres que se obtienen por medio de procesos o métodos rápidos tienden a ser de baja calidad, sin embargo la obtención de vinagre por métodos más largos es poco atractiva para las empresas por sus altos costos. Nuestro vinagre fue de proceso de fermentación rápida y por eso esta accesible a los consumidores. Nuestro costo de producción fue de S/. 4,59 en una presentación de 500 ml y se distribuirá en envases de plástico porque son estos donde mejor se conservan las características del vinagre. Romo (2011), calculó la factibilidad financiera con el fin de comprobar la disponibilidad de los elementos necesarios para el funcionamiento del proyecto de elaboración de vinagre de todo tipo de residuo en estado 3 de la cadena de producción agroalimentaria, el costo de producción del producto similar al nuestro será de USD 3,35 en presentación de 350 mL envasado en vidrio.

## VI. CONCLUSIONES

Se logró determinar las características principales de las cuales está compuesta una mazorca de cacao y de la composición fisicoquímica del mucilago de cacao, que es un producto muy interesante para futuras investigación o para distintas elaboraciones de productos agroindustriales.

Se llegó a determinar cuáles son los parámetros y factores adecuados para realizar productos (néctar, vino y vinagre) a base de mucilago de cacao, siendo las principales indicadores el pH, °Brix y la acidez titulable.

Se determinó la evaluación sensorial para los nueve productos elaborados siendo en el caso del néctar los mejores tratamientos T<sub>6</sub> (Dilución 1:2, °Brix 12), T<sub>7</sub> (Dilución 1:2, °Brix 12) y T<sub>9</sub> (Dilución 1:3, °Brix 12); el vino T<sub>7</sub> (dilución 1:1, °Brix 26), T<sub>8</sub> (dilución 1:2, °Brix 24) y T<sub>9</sub> (dilución 1:3, °Brix 22); y el vinagre T<sub>4</sub> (dilución 1:2, °Brix de 26), T<sub>6</sub> (dilución 1:2, °Brix de 22) y T<sub>9</sub> (dilución 1:3, °Brix de 22), por ser productos nuevos los panelistas no tienen en la mente ese sabor.

Pudimos lograr determinar cuál es la composición fisicoquímica de los productos elaborados y viendo en ellos una gran cantidad de nutrientes que hacen que estos productos con el tiempo sean demandados y se le pueda dar otro tipo de uso al mucilago de cacao. Los productos elaborados cumplían todos los parámetros de inocuidad lo cual lo hace un producto de consumo seguro.

Se logró determinar el costo para producir una unidad de Néctar de cacao de 350ml es S/.1,50, el cual es elevado comparado con los néctar que existen actualmente en el mercado, por lo que se debe considerar un cambio en el empaque para reducir el costo o establecer estrategias de marketing por el aporte nutricional que otorga. El costo de producción del vino es de S/. 4,60 en una presentación de 750ml al igual del vinagre que es S/. 4,59 en una presentación de 500ml, estos dos últimos productos están en el precio correcto ya que se podrá obtener una ganancia razonable.

## VII. RECOMENDACIONES

Se recomienda capacitar a los agricultores para un buen manejo de post-cosecha del cacao y así tener una materia prima adecuada para la elaboración del néctar.

El desarrollo de Normas Técnicas Peruanas en donde se detallen los requisitos y parámetros en la elaboración de vino de frutas. Puesto que hasta la fecha se maneja el ICONTEC (Colombia)

Elaborar néctares mixtos considerando la combinación de mucilago de cacao con otros frutos, ya que la sinergia de sabores puede potenciar la aceptabilidad en los consumidores.

Definir parámetros óptimos para otros productos elaborados a partir de Mucilago de cacao proveniente de la selva peruana, como por ejemplo: mermeladas, yogurt, helados, etc.

Para el vino y el vinagre se recomienda que la etapa de fermentación que es la más importante del proceso se realice en fermentadores adecuados para que con eso podamos tener un producto de buena calidad.

Hacer un estudio de pre factibilidad técnico – económico para el desarrollo de un proyecto piloto para la producción del producto.

Hacer un estudio de mercado para determinar el grado de aceptación del producto.

## VIII. LITERATURA CITADA

- Ahumada, A. 2007. *Optimización de los Parámetros de Fermentación para la Elaboración de Hidromiel a partir de Miel Pura de Abeja*. Tesis Ing. Alimentos, Universidad Santiago de Chile.
- Álvarez, C.; Pinto, J. y Pérez, E. 2001. *Caracterización fisicoquímica de granos (tostados) y mucílago de cacao (Theobroma cacao L.) de la región de Cumboto*. Memorias del primer Congreso Venezolano del Cacao y su Industria. Caracas – Venezuela.
- Anzaldúa y Morales. 1994. *Las propiedades sensoriales. La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica*. Pg.11-44. Zaragoza: Editorial Acribia.
- AOAC. 2001. *Official methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemists*. 15th ed. AOAC International, Arlington.
- AOAC. 2005. *Official methods of analysis of aoac international*. 17th ed., AOAC International, Arlington.
- Ártica, M.2008. *Cultivo del cacao*. Empresa Editora MACRO. Perú.
- Badui, S. 1993. *Química de los Alimentos*. México: Longman de México Editores, Tercera Edición, México D.F.
- Badui, S. 2006. “*Química de los alimentos*” 4ta edición, Editorial Pearson Education, México, pp. 203 – 210.
- Balconi T. 2011. *Mejoramiento de los procesos de fermentación alcohólica y acética para la elaboración de vinagre a partir de azúcar, en industria alimentaria Guatemalteca*. Facultad de Ingeniería Química de la Universidad de san Carlos de Guatemala.
- Barreno, C. 2013. “*Elaboración y control de calidad de vino de taxo (Passiflora tripartita var. mollissima)*”. Tesis Bioq. Farm. Riobamba. Ecuador. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. 95 p.
- Belancic, A; Agosin, E. 2002. *Aromas Varietales: Influencia de ciertas prácticas vitivinícolas y enológicas*. Santiago de Chile, Chile, Pontificia Universidad Católica de Chile. 21 p.
- Blovin y Peynard. 2003. *Enología Práctica Conocimiento y Elaboración del Vino*, 4ª ed. Madrid - España. pp 37-40.
- Brack, R y Medigan, T. 1982. *Diccionario Enciclopédico de Plantas Útiles del Perú*. Centro de Estudios Regionales Andinos “Bartolomé de Las Casas”.
- Bremond, E. 1986. *Técnica Moderna de Conservación de Vinos*. Edit. Montesi. Barcelona. España.

- Bushell, M. 1986. *Aplicación de los Principios de Biotecnología*. Edit. Acribia. Zaragoza. España.
- Cacho, J. 2003. *El Vino, su Composición y Nuestros Sentidos*. Zaragoza, España, Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas, Químicas y Naturales de Zaragoza. 48 p.
- Carrillo y León. 2006. *Desarrollo experimental del proceso para la obtención de una bebida fermentada a partir del mucilago del cacao*. Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar por el título de Ingeniero Químico. Bucaramanga, Colombia. Universidad Industrial de Santander.
- Cedrón, T. 2004. *Estudio Analítico de Compuestos Volátiles en Vino: Caracterización Quimiométrica de Distintas Denominaciones de Origen*. Tesis Dr. La Rioja, España, Universidad de La Rioja. 470 p.
- Chamorro, M., Herrera, M. 2012. *Obtención de vinagre a partir del fruto de ovo (Spondias purpurea L) producido en Ambuquí provincia de Imbabura*. Ibarra, 24-26.
- Charley, H. 2001. *Tecnología de Alimentos: Procesos Químicos y Físicos en la Preparación de Alimentos*. México. Editorial Limusa. 767 p.
- CODEX STAN. 1987. *Normativa general del CODEX para la elaboración de vinagres*. España.
- CODEX STAN. 2005. *Norma general del CODEX para zumos (jugos) y néctares de frutas*.
- Coronel, M. 2005. *Los Vinos de Frutas*. Universidad Tecnológica Equinoccial. Quito – Ecuador.
- Curo e Ybañez. 2017. *“Parámetros óptimos para la obtención de un néctar de copoazú (Theobroma grandiflorum) y maracuyá (Passiflora edulis) y su estudio a nivel de pre-factibilidad”*. Tesis para optar el Título Profesional de Licenciado en Ciencia y Tecnología de los Alimentos. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima, Perú.
- Domenech, A. 2006. *Influencia de la maceración de orujos y corte de cabeza en el contenido de terpenos en piscos de la variedad Italia (Vitis vinífera L. var. Italia)*. Tesis Ing. Industrias Alimentarias. Lima, Perú, Universidad Nacional Agraria La Molina. 190 p.
- Enríquez, G., Paredes, E. 1989. *El cultivo del cacao* (3a reimpresión de la 2a ed.). San José, Costa Rica: EUNED, Universidad Estatal a Distancia.
- FAO.2006. *Manual Técnico: Procesamiento de frutas y hortalizas mediante métodos artesanales y de pequeña escala*. Santiago de Chile – Chile.
- FEDECACAO. 2009. *Cultivo de cacao*. Cali - Colombia.

- Fennema, O. 2004. "Química de los Alimentos" segunda edición. Editorial Acibia. Zaragoza - España. Pág.21.
- Franco, M. 2010. *Revista Latinoamericana el Ambiente y las Ciencias* (1 (2):45-66). Puebla, México.
- Gallego, C. 2007. *Influencia de la acidez volátil en el proceso de fermentación de la planta de alcohol del ingenio Risalda S.A.* Obtenido de <http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/11059/1101/1/6626692G166.pdf>, 21-22.
- Galo, D. 2012. *Implementación y validación de una metodología económica para la medición de color aplicada en alimentos.* Tesis Ing. Alimentos, Escuela Superior Politecnica del Litoral. 9-35p.
- Gamarra, O. 2018. "Efecto de la enzima pectolítica y levadura (*Saccharomyces cerevisiae*) en la fermentación y calidad del cacao var. Criollo (*Theobroma cacao*)". Modalidad para optar el Grado de Doctor en Ciencias de los Alimentos. Universidad Nacional Federico Villarreal. Lima- Perú.
- Gandarillas, A. 2012. *Efecto del tipo de levadura y el uso de mango (*Manguifera indica*) en las características físicas, químicas y sensoriales de hidromiel.* Tesis Ing. Agroindustria., Escuela Agrícola Panamericana Zamorano. 8-10p.
- García, N. 2008. *Maridaje, enología y cata de vinos.* Antequera, Málaga: Innovación y Cualificación Ediciones, S.L.
- González y Jaimes. 2005. *Desarrollo experimental del proceso para la obtención de jugo derivado del mucilago de cacao.*
- Haenh, H. 1986. *Bioquímica de las Fermentaciones.* Edit. Aguilar. Zaragoza, España.
- Hasizume, T. 1983. *Fundamentos de Tecnología de Vino en Alimentos y Bebidas Producidas por Fermentación.* Sao pablo, Brasil.
- Hernández M. 2004. *Bases técnicas para el aprovechamiento agroindustrial de especies nativas de la Amazonía Bogotá: Guadalupe Ltda.; 2004. Bogotá – Colombia.*
- Hernandez, T. 1986. *El cultivo de cacao.* Rev. Pura Selva. Ed. No 24.Abril. Tingo María. Perú. pp. 25-28.
- ICONTEC. 1988. *Normas Técnicas para Vinos de Frutas.* N° 708. Colombia.
- INDECOPI. 2002. *Normativa generalizada sobre productos fermentados (vino y cerveza).* Programa de derecho de autoría. Lima – Perú.
- INIAP. (2000).Manual del cultivo del cacao, 2ª edición, Ecuador.

- Kalvatchev, Garzaro y Guerra. 1998. *THEOBROMA CACAO L.: Un nuevo enfoque para nutrición y salud*, en Revista Agroalimentaria N° 6. Caracas, Venezuela, Pág. 24.
- Kuns, B. 1986. *Cultivo de Microorganismos para la Producción de Alimentos*. Ed. Acribia. Zaragoza, España.
- Largo y Yugcha. 2016. *Elaboración de néctar natural de cacao a partir del mucílago*. Previo la obtención del título de Ingeniero de alimentos. Guayaquil – Ecuador. Escuela Superior Politécnica del Litoral.
- Ligia, O. 2009. *Evaluación de varios factores sobre características químicas del grano de cacao en fermentación*, pág. 77.
- Llaguno, M., y Polo, C. 1991. *El vinagre del vino*. España: Ebcomp S.A, 1-10-26-35.
- Lucero, M. 2015. *Efecto del uso de levaduras y concentración de °Brix en las características fisicoquímicas y sensoriales de vino de fresa con miel*. Trabajo de investigación para optar el título de Ingeniero en Industrias Alimentarias. Escuela Agrícola Panamericana. Zamorano – Honduras.
- Machacuay, C. 2009. *Efecto del método de fermentación acética en las características físico-químicas y sensoriales en vinagre de naranja*. Junín – Perú.
- MAGAP. 2012. *Producción anual del cacao. Análisis ecuatoriano del producto bandera que se produce en nuestra tierra*. Ecuador.
- MINSA - Instituto Nacional de Salud. 2009. *Tablas peruanas de composición de alimentos*. 8va ed. Editorial Agrario. Lima.
- Monroy, O., y Viniegra, G. 1981. *Bioteología para el aprovechamiento de los desperdicios orgánicos*. México: AGT S.A, 33-34.
- Montaner, J. 2009. *La riqueza de antioxidantes en el cacao*, Quito - Colombia.
- Negre, F. 1980. *Manual Práctico de Industrialización y Conservación de Vinos*. Traducido del Francés por Hermilio de la Llama. Edit. Montesi. Barcelona, España.
- Norma Técnica Peruana (NTP). 2006. *Bebidas alcohólicas. Pisco. Requisitos*. Lima – Perú.
- Ochoa, D., y Ríos, D. 2003. *Construcción de un prototipo didáctico para la fermentación alcohólica y acética de ciclo cerrado*. Obtenido de [http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/5344/1/22259\\_1.pdf](http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/5344/1/22259_1.pdf), 18-23-32-34-39.
- Palencia G. y Mejía, L. 2000. *Manejo integrado del cultivo de cacao*, Bucaramanga - Colombia, Pág. 12.

- Paz, M. 1988. *Fundamentos de la biotecnología industrial. Aporte para la ciencia Alimentaria*. Quito – Ecuador. Pg 16.
- Pérez, P. 2004. *Mucílago de Cacao, Análisis proximal detallado del proyecto Cacao*. Ecuador. p.7.
- Pinedo, R. 2002. 'Exudado de cacao (*Theobroma cacao*) en la obtención de jalea". Tesis Previa a la obtención del título de Ingeniero En Industrias Alimentarias. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo Maria. Perú.
- Pizarro C. 2005. *Obtención de Condiciones de Elaboración de Vinagre de Arándanos (*Vaccinium corymbosum*) Utilizando Torta de Prensa*. Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Austral de Chile.
- Prescott, S. 2004. *Microbiología Industrial*. Madrid: Aguilar S.A. 2 ed, 25.
- PRO ECUADOR. 2011. Análisis sectorial de cacao y sus derivados. Ecuador.
- Quimbita y Rodríguez (2008). "Aprovechamiento del exudado y la placenta del cacao (*Theobroma cacao*) para la producción de una bebida alcohólica de baja concentración y elaboración de néctar". Tesis para optar el Título de Ingeniero Agroindustrial. Universidad Politécnica Nacional. Quito. Ecuador.
- Ramírez, N. 2012. *Análisis sensorial pruebas destinadas al consumidor*. Tesis Ing. Alimentos, Colombia, Universidad del valle de Cali. 35p.
- Rojas y Rojas (2017). "Aprovechamiento del mucílago de cacao (*Theobroma cacao*) en la formulación de una bebida no alcohólica". Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero en Industrias Alimentarias. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. Lambayeque. Perú.
- Romero, A. 2003. "Tecnología de frutas y verduras". Editorial Sección de publicaciones de la división de divulgación académica y cultural. Bogotá, Colombia.p.37.
- Romo, S. 2011. *Obtención de vinagre a partir de la biofermentación de residuos de banano y otras frutas para su industrialización*. Obtenido de <http://dspace.udla.edu.ec/bitstream/33000/404/1/TIA-2011-19.pdf>, 24-32.
- Suarez, J. 2003. *Microbiología Enológica. Fundamentos de Vinificación* (3a ed.). Madrid, España: Artes Gráficas Cuesta.
- Toledo, V. 2012. *Evolución de los Componentes Volátiles del Pisco Puro Quebranta (*Vitis vinífera* L. var. *Quebranta*) obtenido de la Destilación en Falca y Alambique a Diferentes Condiciones de Aireación durante la Etapa de Reposo*. Tesis Ing. Industrias Alimentarias. Lima, Perú, Universidad Nacional Agraria La Molina. 265p.
- Trevan, M. 1990. *Biología: Principios Biológicos*. Zaragoza (España): Acirbia S.A, 110-121.

- Vera, A. 2013. *Efecto de tres concentraciones de cardamomo (Elettaria cardamomum) y dos niveles de pH inicial en las características físico-químicas y sensoriales del vino de rosa de jamaica (Hibiscus sabdariffa)*. Tesis Ing. Agroindustria Honduras Escuela Agrícola Panamericana Zamorano, 10-14p.
- Vera, E. 2003. *Uso del exudado y placenta del cacao para la obtención de subproductos*. Revista Tecnológica ESPOL – RTE, 26(1), 8–15.
- Verdugo, A. G. 2007. *Dinámica de levaduras mediante técnicas microbiológicas y moleculares*. Lacandonia. España.
- Villagomez, G. 2013. *“Optimización y aprovechamiento del residuo (exudado del mucílago) de la almendra fresca del cacao (Theobroma cacao L.) CCN51 en la elaboración de vinagre”*. Trabajo previo a la obtención del título de Ingeniero de Alimentos. Universidad Tecnológica Equinoccial. Quito, Ecuador.
- Vogt, C. 1982. *El Vino, Obtención, Elaboración y Análisis*. Traducido del Alemán por Silvia Herberg. Zaragoza, España.
- Xingyan Liu, J. 2015. *Effect of Initial PH on Growth Characteristics and Fermentation Properties of Saccharomyces cerevisiae*. Journal of Food Science, 802-806p.

## IX. ANEXOS

### ANEXO 1. Medidas biométricas

Medidas biométricas			
Nº de mazorcas	Peso	Diámetro	Longitud
1	1,180	10.11	26.51
2	1,269	9.1	24.1
3	1,189	10	24.15
4	1,032	9.45	24.13
5	1,100	9.8	25.32
6	1,180	9.15	25.4
7	1,200	9.32	24.65
8	1,170	9.7	24.2
9	1,180	10	25.5
10	1,040	9.65	25.31
11	1,179	9.5	24.63
12	1,067	9.34	26.4
13	1,220	9.96	25.41
14	1,800	9.74	24.74
15	1,090	9.2	25.1

## ANEXO 2. Cartilla de evaluación sensorial

### EVALUACIÓN SENSORIAL DE NECTAR, VINO Y VINAGRE DE CACAO

**Nombres y Apellidos:** .....

**Hora:** .....

**Fecha:** .....

**Instrucciones:** Rellenar el cuadro de acuerdo a la escala hedónica y de acuerdo a su parecer colocar el valor.

#### NÉCTAR DE CACAO

##### ESCALA HEDÓNICA

Características	Escala
Excelente	5
Muy Buena	4
Buena	3
Regular	2
Baja	1

	Muestras								
Escala	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
Color									
Olor									
Sabor									
Textura									

#### VINO DE CACAO

##### ESCALA HEDÓNICA

Características	Escala
Excelente	5
Muy Buena	4
Buena	3
Regular	2
Baja	1

	Muestras								
Escala	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
Acidez									
Aroma									
Sabor									
Cuerpo									
Impresión global									
Color									

## VINAGRE DE CACAO

### ESCALA HEDÓNICA

Características	Escala
Excelente	5
Muy Buena	4
Buena	3
Regular	2
Baja	1

	Muestras								
Escala	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
Aroma									
Sabor									
Impresión global									
Color									

**Comentarios:**

.....  
 .....  
 .....

**MUCHAS GRACIAS!!!**

ANEXO 3. Resultados sensorial para néctar

➤ **COLOR**

<b>Panelistas</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>	<b>T5</b>	<b>T6</b>	<b>T7</b>	<b>T8</b>	<b>T9</b>
1	5	5	5	4	5	5	5	5	4
2	3	3	4	5	2	4	4	3	3
3	4	4	4	4	4	2	5	4	5
4	4	4	5	2	4	2	3	3	4
5	3	4	2	3	3	3	5	5	4
6	3	4	3	4	4	4	5	4	3
7	3	3	4	5	5	3	4	5	5
8	4	4	3	5	4	5	4	3	5
9	4	4	4	4	5	4	3	3	4
10	3	3	4	3	5	4	4	4	5
11	5	5	5	4	4	5	5	3	4
12	5	5	5	5	5	3	4	4	5
13	4	5	3	4	4	5	5	3	5
14	5	5	3	3	3	3	5	5	5
15	4	4	4	4	5	2	2	2	4

➤ **OLOR**

<b>Panelistas</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>	<b>T5</b>	<b>T6</b>	<b>T7</b>	<b>T8</b>	<b>T9</b>
1	2	1	2	5	4	3	5	4	4
2	3	3	5	4	3	4	3	5	3
3	4	4	4	3	4	4	4	3	5
4	3	3	4	3	4	3	4	4	4
5	4	3	4	4	2	2	4	3	4
6	4	4	4	4	3	4	5	5	3
7	3	4	3	2	5	5	4	4	4
8	4	3	5	5	4	3	3	4	5
9	5	5	4	3	3	2	3	3	5
10	4	4	4	4	3	5	5	3	4
11	3	2	3	4	5	5	5	3	5
12	4	4	4	2	4	3	3	4	4
13	4	4	3	4	1	5	4	4	5
14	3	3	4	4	2	2	4	5	3
15	3	4	3	5	4	2	4	4	5

➤ SABOR

Panelistas	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
1	3	4	3	4	4	4	4	5	4
2	4	3	5	4	5	5	3	5	5
3	4	4	5	2	4	4	5	3	3
4	4	4	5	3	3	3	4	3	4
5	4	3	2	5	3	3	4	4	3
6	3	3	2	4	4	4	3	5	5
7	3	4	4	4	4	5	5	4	4
8	4	3	4	3	2	5	3	5	4
9	4	4	4	5	5	2	5	3	5
10	3	3	4	3	4	2	3	4	5
11	3	3	3	5	3	4	5	5	4
12	3	4	4	4	4	5	2	3	3
13	3	4	3	5	3	5	2	4	3
14	4	4	4	5	5	5	5	3	5
15	4	3	4	2	2	4	4	5	3

➤ VISCOSIDAD

Panelistas	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
1	4	4	3	4	4	4	5	3	4
2	5	3	3	5	3	5	5	3	2
3	4	5	5	5	4	4	4	4	2
4	4	4	5	4	4	5	3	5	4
5	2	3	5	5	5	3	4	2	4
6	3	4	3	4	4	5	2	4	3
7	3	4	3	3	3	3	4	4	5
8	4	3	3	4	5	2	3	3	4
9	4	5	3	3	3	4	4	3	3
10	3	3	4	4	4	5	5	3	4
11	3	3	3	4	3	5	5	5	5
12	3	4	5	2	5	3	4	5	3
13	3	4	3	4	4	4	5	5	3
14	3	3	4	4	4	4	4	4	4
15	2	4	3	5	3	5	5	3	5

## ANEXO 4. Resultados sensorial para vinagre

### ➤ AROMA

Panelistas	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
1	3	4	2	4	3	3	4	3	5
2	4	3	3	4	3	5	5	4	4
3	2	4	4	3	4	5	3	3	3
4	4	3	4	3	3	3	5	5	4
5	3	4	3	3	4	4	4	5	4
6	2	3	2	4	3	4	3	4	2
7	4	3	2	5	4	3	4	3	3
8	4	2	3	4	4	3	4	4	4
9	2	3	2	3	5	3	5	3	3
10	4	3	4	4	4	3	3	3	4
11	2	2	3	4	5	5	4	3	3
12	3	3	3	4	3	5	5	2	4
13	4	4	3	3	3	4	5	3	3
14	3	4	3	4	4	5	4	3	3
15	3	3	4	4	3	5	4	4	3

### ➤ SABOR

Panelistas	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
1	5	4	2	4	5	4	3	4	4
2	3	4	4	5	5	4	3	4	4
3	2	3	3	4	4	3	4	3	4
4	3	3	3	5	3	4	2	5	3
5	4	3	4	5	4	5	3	2	2
6	3	3	3	4	4	4	4	4	3
7	4	3	3	5	5	5	2	5	2
8	4	3	5	4	4	4	3	3	4
9	3	4	4	5	3	4	4	4	2
10	4	4	3	4	5	5	4	2	4
11	2	3	2	5	5	5	3	3	5
12	3	3	3	4	4	3	5	3	4
13	3	4	3	4	5	5	3	3	5
14	4	4	3	4	3	5	4	3	3
15	4	3	2	3	3	4	5	2	3

➤ IMPRESIÓN GLOBAL

Panelistas	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
1	5	4	3	4	3	5	4	3	5
2	2	3	3	5	3	3	5	4	4
3	3	3	3	5	4	3	3	3	4
4	4	4	4	4	5	4	5	5	3
5	3	4	2	4	5	3	4	5	3
6	4	4	4	3	4	5	3	4	5
7	4	3	2	4	3	4	4	3	4
8	4	4	4	4	4	3	4	4	5
9	3	3	2	5	4	2	5	3	4
10	4	3	4	5	4	3	4	4	5
11	3	2	2	4	5	2	5	3	5
12	4	4	5	4	3	3	5	5	5
13	5	5	5	5	5	3	2	2	4
14	3	4	3	5	3	4	3	4	5
15	4	3	2	4	5	3	4	4	3

➤ COLOR

Panelistas	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
1	4	5	3	5	5	5	3	4	4
2	4	3	3	4	4	3	5	4	3
3	4	2	2	5	3	4	4	4	5
4	5	4	3	3	3	4	3	3	3
5	2	2	3	3	3	5	5	4	3
6	3	3	3	4	3	4	4	5	3
7	2	4	3	5	5	3	3	3	5
8	4	4	3	4	4	4	4	5	4
9	4	2	1	3	4	5	3	4	3
10	4	3	3	3	3	5	5	3	4
11	3	2	3	5	4	5	4	3	3
12	5	5	5	3	3	4	5	4	4
13	5	5	5	5	5	4	5	4	4
14	3	4	3	5	4	3	5	5	5
15	4	3	2	4	5	5	4	4	4

ANEXO 5. Resultados sensorial para vino

➤ **AROMA**

Panelistas	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
1	4	3	3	5	3	4	5	5	5
2	4	4	4	4	4	3	4	4	4
3	3	3	2	3	4	3	4	5	5
4	4	3	4	3	4	4	5	5	5
5	3	3	4	3	5	2	4	4	3
6	4	3	3	2	5	5	5	3	4
7	3	3	4	4	2	2	3	3	4
8	3	4	3	4	3	4	3	3	5
9	4	3	4	3	4	5	4	4	3
10	3	3	4	3	5	3	4	4	3
11	3	2	3	4	5	5	5	3	4
12	4	3	3	5	5	5	5	4	5
13	4	3	3	4	4	3	4	4	4
14	4	3	3	5	3	4	5	5	5
15	3	4	2	3	3	4	4	4	4

➤ **SABOR**

Panelistas	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
1	4	4	3	5	4	4	4	4	5
2	3	2	2	3	5	3	5	5	3
3	3	3	3	4	3	5	4	4	5
4	4	4	3	4	4	4	3	3	3
5	4	4	4	4	3	4	4	5	2
6	4	3	2	5	5	5	3	4	5
7	2	3	4	4	4	4	4	4	4
8	5	4	4	4	5	5	4	2	2
9	3	2	4	5	5	5	5	3	2
10	3	4	4	4	4	3	5	4	3
11	3	2	3	5	3	4	3	4	4
12	4	3	3	3	3	4	3	4	5
13	5	3	4	3	3	5	2	5	3
14	3	4	4	4	4	3	5	3	5
15	4	3	3	4	4	3	4	2	2



## CUERPO

Panelistas	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
1	5	5	5	5	5	5	4	5	5
2	4	3	3	4	3	5	4	5	5
3	4	3	4	5	4	4	3	4	4
4	4	4	4	3	3	4	4	4	4
5	3	2	2	5	5	3	3	5	5
6	3	3	3	4	5	3	4	3	5
7	3	4	3	3	4	5	4	3	4
8	3	3	3	4	3	3	3	5	4
9	3	2	4	5	4	4	4	5	4
10	3	4	4	5	4	4	4	5	5
11	2	3	2	5	5	5	5	3	4
12	5	5	4	4	4	4	4	4	5
13	4	4	4	3	4	5	5	3	5
14	3	4	4	3	4	5	5	5	5
15	3	3	4	5	3	4	2	2	4



## IMPRESIÓN GLOBAL

Panelistas	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
1	4	4	3	4	4	5	5	5	3
2	2	4	3	5	4	4	4	4	5
3	3	3	3	5	3	3	3	3	3
4	4	3	4	4	5	4	4	5	2
5	2	3	4	3	3	4	4	3	3
6	3	3	2	4	4	3	5	5	3
7	2	3	4	2	5	4	5	3	4
8	2	4	2	4	4	3	5	3	4
9	3	4	3	4	4	3	3	3	4
10	4	4	4	5	3	4	3	3	5
11	3	2	3	5	4	5	4	4	3
12	4	4	4	3	3	4	4	4	3
13	4	4	4	5	5	4	4	3	4
14	3	4	3	5	4	3	5	5	3
15	5	3	3	4	5	5	4	4	4

➤ **COLOR**

Panelistas	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
1	4	4	3	3	4	5	5	3	4
2	4	4	4	4	3	4	3	4	5
3	4	3	3	5	5	5	3	4	2
4	4	3	4	4	5	3	4	3	3
5	3	4	3	5	5	3	4	4	3
6	4	3	3	4	4	4	3	4	4
7	3	4	4	5	3	5	3	3	5
8	4	5	4	5	4	4	5	5	4
9	2	3	4	4	4	5	5	4	3
10	4	4	4	5	5	3	3	5	4
11	2	3	2	4	4	5	4	3	5
12	4	4	4	3	3	4	5	4	4
13	5	3	4	4	5	5	3	3	4
14	4	3	3	4	3	3	5	5	3
15	4	3	2	5	4	4	4	5	3

**ANEXO 6. Resultados de la prueba de Friedman para néctar**

**Prueba de Friedman (Color)**

T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T <sup>2</sup>	p
4.70	5.40	4.67	4.73	5.47	4.40	5.63	4.13	5.87	0.91	0.5126

*Mínima diferencia significativa entre suma de rangos = 26.618*

Tratamiento	Suma(Ranks)	Media(Ranks)	n
T8	62.00	4.13	15 A
T6	66.00	4.40	15 A
T3	70.00	4.67	15 A
T1	70.50	4.70	15 A
T4	71.00	4.73	15 A
T2	81.00	5.40	15 A
T5	82.00	5.47	15 A
T7	84.50	5.63	15 A
T9	88.00	5.87	15 A

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.050)*

**Prueba de Friedman (Olor)**

T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T <sup>2</sup>	p
4.47	4.20	5.20	5.00	4.33	4.40	5.77	5.30	6.33	1.28	0.2596

Mínima diferencia significativa entre suma de rangos = 26.968

Tratamiento	Suma(Ranks)	Media(Ranks)	n							
T2	63.00	4.20	15	A						
T5	65.00	4.33	15	A	B					
T6	66.00	4.40	15	A	B	C				
T1	67.00	4.47	15	A	B	C	D			
T4	75.00	5.00	15	A	B	C	D	E		
T3	78.00	5.20	15	A	B	C	D	E		
T8	79.50	5.30	15	A	B	C	D	E		
T7	86.50	5.77	15	A	B	C	D	E		
T9	95.00	6.33	15						E	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.050$ )

**Prueba de Friedman (Sabor)**

T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T <sup>2</sup>	p
4.00	4.17	4.77	5.17	4.73	5.70	5.20	5.73	5.53	0.93	0.4926

Mínima diferencia significativa entre suma de rangos = 27.525

Tratamiento	Suma(Ranks)	Media(Ranks)	n	
T1	60.00	4.00	15	A
T2	62.50	4.17	15	A
T5	71.00	4.73	15	A
T3	71.50	4.77	15	A
T4	77.50	5.17	15	A
T7	78.00	5.20	15	A
T9	83.00	5.53	15	A
T6	85.50	5.70	15	A
T8	86.00	5.73	15	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.050$ )

**Prueba de Friedman (Textura)**

T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T <sup>2</sup>	p
3.53	4.70	4.50	5.40	5.03	6.63	5.80	4.80	4.60	1.97	0.0568

Minima diferencia significativa entre suma de rangos = 26.287

Tratamiento	Suma(Ranks)	Media(Ranks)	n							
T1	53.00	3.53	15	A						
T3	67.50	4.50	15	A	B					
T9	69.00	4.60	15	A	B	C				
T2	70.50	4.70	15	A	B	C	D			
T8	72.00	4.80	15	A	B	C	D	E		
T5	75.50	5.03	15	A	B	C	D	E	F	
T4	81.00	5.40	15		B	C	D	E	F	
T7	87.00	5.80	15		B	C	D	E	F	
T6	99.50	6.63	15							F

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.050$ )

## ANEXO 7. Resultados de la prueba de Friedman para vino

### Prueba de Friedman (Acidez)

T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T <sup>2</sup>	p
3.63	3.77	3.53	6.47	5.50	5.23	5.60	6.37	4.90	3.43	0.0015

*Mínima diferencia significativa entre suma de rangos = 25.677*

Tratamiento	Suma(Ranks)	Media(Ranks)	n
T3	53.00	3.53	15 A
T1	54.50	3.63	15 A B
T2	56.50	3.77	15 A B C
T9	73.50	4.90	15 A B C D
T6	78.50	5.23	15 A B C D
T5	82.50	5.50	15 D
T7	84.00	5.60	15 D
T8	95.50	6.37	15 D
T4	97.00	6.47	15 D

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.050)*

### Prueba de Friedman (Aroma)

T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T <sup>2</sup>	p
4.27	3.27	3.77	4.80	5.43	4.77	6.60	5.83	6.27	3.73	0.0007

*Mínima diferencia significativa entre suma de rangos = 24.577*

Tratamiento	Suma(Ranks)	Media(Ranks)	n
T2	49.00	3.27	15 A
T3	56.50	3.77	15 A B
T1	64.00	4.27	15 A B C
T6	71.50	4.77	15 A B C D
T4	72.00	4.80	15 A B C D E
T5	81.50	5.43	15 C D E F
T8	87.50	5.83	15 C D E F
T9	94.00	6.27	15 D E F
T7	99.00	6.60	15 F

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.050)*

### Prueba de Friedman (Color)

T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T <sup>2</sup>	p
4.67	4.07	3.73	6.23	5.47	5.67	5.23	5.30	4.63	1.57	0.1428

*Mínima diferencia significativa entre suma de rangos = 26.677*

Tratamiento	Suma(Ranks)	Media(Ranks)	n
T3	56.00	3.73	15 A
T2	61.00	4.07	15 A B
T9	69.50	4.63	15 A B C
T1	70.00	4.67	15 A B C
T7	78.50	5.23	15 A B C
T8	79.50	5.30	15 A B C
T5	82.00	5.47	15 A B C
T6	85.00	5.67	15 B C
T4	93.50	6.23	15 C

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.050)*

**Prueba de Friedman (Cuerpo)**

T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T <sup>2</sup>	p
3.83	3.90	3.93	5.63	4.87	5.80	4.73	5.40	6.90	3.21	0.0025

Minima diferencia significativa entre suma de rangos = 24.318

Tratamiento	Suma(Ranks)	Media(Ranks)	n
T1	57.50	3.83	15 A
T2	58.50	3.90	15 A B
T3	59.00	3.93	15 A B C
T7	71.00	4.73	15 A B C D
T5	73.00	4.87	15 A B C D E
T8	81.00	5.40	15 A B C D E F
T4	84.50	5.63	15 D E F
T6	87.00	5.80	15 D E F
T9	103.50	6.90	15 F

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.050$ )

**Prueba de Friedman (Impresión global)**

T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T <sup>2</sup>	p
3.70	4.37	3.73	6.20	5.83	5.47	6.07	5.10	4.53	2.55	0.0138

Minima diferencia significativa entre suma de rangos = 25.354

Tratamiento	Suma(Ranks)	Media(Ranks)	n
T1	55.50	3.70	15 A
T3	56.00	3.73	15 A B
T2	65.50	4.37	15 A B C
T9	68.00	4.53	15 A B C D
T8	76.50	5.10	15 A B C D
T6	82.00	5.47	15 C D
T5	87.50	5.83	15 C D
T7	91.00	6.07	15 D
T4	93.00	6.20	15 D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.050$ )

**Prueba de Friedman (Sabor)**

T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T <sup>2</sup>	p
4.73	3.63	3.83	6.10	5.47	5.93	5.30	5.13	4.87	1.85	0.0743

Minima diferencia significativa entre suma de rangos = 26.107

Tratamiento	Suma(Ranks)	Media(Ranks)	n
T2	54.50	3.63	15 A
T3	57.50	3.83	15 A B
T1	71.00	4.73	15 A B C
T9	73.00	4.87	15 A B C
T8	77.00	5.13	15 A B C
T7	79.50	5.30	15 A B C
T5	82.00	5.47	15 B C
T6	89.00	5.93	15 C
T4	91.50	6.10	15 C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.050$ )

## ANEXO 8. Resultados de la prueba de Friedman para vinagre

### Prueba de Friedman (Impresión global)

T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T <sup>2</sup>	p
4.67	4.17	3.43	6.33	5.47	3.80	5.60	5.10	6.43	3.12	0.0032

Mínima diferencia significativa entre suma de rangos = 25.414

Tratamiento	Suma (Ranks)	Media (Ranks)	n
T3	51.50	3.43	15 A
T6	57.00	3.80	15 A B
T2	62.50	4.17	15 A B C
T1	70.00	4.67	15 A B C D
T8	76.50	5.10	15 A B C D E
T5	82.00	5.47	15 B C D E
T7	84.00	5.60	15 C D E
T4	95.00	6.33	15 D E
T9	96.50	6.43	15 E

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.050$ )

### Prueba de Friedman (Aroma)

T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T <sup>2</sup>	p
3.80	3.97	3.33	5.43	5.03	6.07	6.43	4.53	6.40	3.71	0.0007

Mínima diferencia significativa entre suma de rangos = 25.396

Tratamiento	Suma (Ranks)	Media (Ranks)	n
T3	50.00	3.33	15 A
T1	57.00	3.80	15 A B
T2	59.50	3.97	15 A B C
T8	68.00	4.53	15 A B C D
T5	75.50	5.03	15 B C D E
T4	81.50	5.43	15 B C D E
T6	91.00	6.07	15 D E
T9	96.00	6.40	15 E
T7	96.50	6.43	15 E

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.050$ )

### Prueba de Friedman (Color)

T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T <sup>2</sup>	p
4.90	4.07	3.03	5.77	5.23	5.97	5.93	5.33	4.77	2.46	0.0172

Mínima diferencia significativa entre suma de rangos = 25.720

Tratamiento	Suma (Ranks)	Media (Ranks)	n
T3	45.50	3.03	15 A
T2	61.00	4.07	15 A B
T9	71.50	4.77	15 B C
T1	73.50	4.90	15 B C
T5	78.50	5.23	15 B C
T8	80.00	5.33	15 B C
T4	86.50	5.77	15 B C
T7	89.00	5.93	15 C
T6	89.50	5.97	15 C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.050$ )

**Prueba de Friedman (Sabor)**

T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T <sup>2</sup>	p
4.20	4.23	3.57	6.90	6.37	6.60	4.53	4.03	4.57	4.68	0.0001

*Mínima diferencia significativa entre suma de rangos = 24.431*

Tratamiento	Suma (Ranks)	Media (Ranks)	n							
T3	53.50	3.57	15	A						
T8	60.50	4.03	15	A	B					
T1	63.00	4.20	15	A	B	C				
T2	63.50	4.23	15	A	B	C	D			
T7	68.00	4.53	15	A	B	C	D	E		
T9	68.50	4.57	15	A	B	C	D	E	F	
T5	95.50	6.37	15							G
T6	99.00	6.60	15							G
T4	103.50	6.90	15							G

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.050)*

## ANEXO 19. Caracterización de la materia prima



Mazorcas de cacao CNN-51

Separación de los  
compuestos de la mazorca  
del cacao



Extracción del mucílago del  
cacao

## ANEXO 10. Fermentadores de vino y vinagre



Baldes acondicionado para fermentador de vinagre

Fermentadores cubiertos con tela para incentivar la fermentación acética



Fermentadores artesanales para vino

## ANEXO 11. Néctar, vino y vinagre envasados



Néctares de cacao en una presentación de 350 mL

Vinagre envasado en dos tipos de botellas (plástico y vidrio)



Vino envasado en botellas de 750 mL