UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL

27/09/17

RENDIMIENTO DE ALCOHOL DEL MUCÍLAGO DE CACAO (*Theobroma cacao* L.) DE LOS CLONES CCN-51 E IMC-67 CON EL USO DE LEVADURA COMERCIAL (*Saccharomyces cerevisae* Meyen ex E.C. Hansen).

TESIS PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE

INGENIERIO AGROINDUSTRIAL

YEAN CIRO CARDENAS HINOSTROZA

PUCALLPA-PERU

2017

DEDICATORIA

A Dios, por ser mi padre celestial y por iluminarme en el sendero correcto a seguir.

A mí querida madre, María por inculcarme la disciplina desde la niñez, por el amor, sacrificio que me brinda y por ser el respaldo durante toda mi formación académica para el logro de mis sueños.

AGRADECIMIENTO

A mi gran familia, por todo el apoyo brindado, por sus palabras de aliento que me han motivado a luchar. Gracias por creer en mí.

Agradecer a la Universidad Nacional de Ucayali por acogerme y brindarme en sus recintos las enseñanzas a través de los docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial.

Agradezco a mi asesor Dr. Edgardo García Saavedra por brindarme sus conocimientos y apoyo para la realización de dicha tesis.

Agradezco a mi co-asesor Ing. Caleb Leandro Laguna por haberme orientado y apoyado en las revisiones de este proyecto; también por haber aportado sus puntos de vista y conocimiento sobre esta tesis.

A todos los maestros que me guiaron en mi formación profesional, gracias por su apoyo y su tiempo.

ACTA DE APROBACIÓN

Tesis aprobada por el Jurado evaluador designado por la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional de Ucayali, como requisito para optar de Ingeniero Agroindustrial.

Dr. CARLOS PANDURO CARBAJAL

PRESIDENTE

Ing. ROGER FERNANDO PANDURO BARTRA

SECRETARIO

Ing. GIRALDO ALMEIDA VILLANUEVA

MIEMBRO

Dr. EDGARDO GARCÍA SAAVEDRA

ASESOR

Ing. CALEB LEANDRO LAGUNA

CO-ASESOR

Bach. YEAN CIRO CARDENAS HINOSTROZA

TESISTA

INDICE

Pág.

RESUMEN vii
ABSTRACT viii
LISTA DE TABLAS ix
LISTA DE FIGURAS xi
I. INTRODUCCION 1
II. REVISION DE LITERATURA 3
2.1. Antecedentes del problema. 3
2.2. Generalidades del Cacao. 5
2.3. Clasificación taxonómica del Cacao. 6
2.4. Clones o tipos principales de Cacao. 6
2.5. Producción de Cacao en Perú. 8
2.6. Composición del fruto de Cacao. 10
2.7. Cosecha y Beneficio del Cacao. 12
2.8. Mucílago y Exudado de Cacao. 14
2.9. Fermentación Alcohólica. 15
2.10. Variables que afectan la Fermentación Alcohólica. 16
2.11. Levaduras utilizadas en la Fermentación Alcohólica. 17
2.12. *Saccharomyces cerevisae* Meyen ex E.C. Hansen. 17
III. MATERIALES Y METODO 19
3.1. Lugar de Ejecución. 19
3.2. Materia prima. 19
3.3. Materiales y Equipos. 19
3.4. Metodología. 20
3.4.1. Cosecha del fruto. 20
3.4.2. Obtención del mucílago. 20
3.4.3. Preparación de la muestra. 21
3.4.4. Medición de °Brix, pH y tiempo. 23
3.4.5. Medición del rendimiento de alcohol. 23
3.5. Diseño Estadístico de la Investigación. 24
3.6. Medición de variables independientes y dependientes. 26

3.7. Descripción de técnicas e instrumentos de recolección de datos. 26
IV. RESULTADOS Y DISCUSION 27
4.1. El fruto de Cacao. 27
4.1.1. Análisis biométrico del fruto de Cacao. 27
4.1.2. Análisis del fruto de Cacao. 29
4.2. Cosecha del fruto. 29
4.2.1. Rendimiento de la cosecha del fruto de cacao. 29
4.3. Mucílago de Cacao. 31
4.3.1. Rendimiento del mucílago de cacao. 31
4.3.2. Análisis de la obtención de mucílago en el tiempo. 32
4.4. Fermentación del mucílago de cacao. 33
4.4.1. Variación de °Brix del mucílago de cacao del clon CCN-51. 33
4.4.2. Variación de °Brix del Mucílago de cacao del clon IMC-67. 35
4.4.3. Variación de °Brix del mucílago de cacao del Clon CCN-51 e IMC-67. 37
4.4.4. Variación de pH del mucílago de cacao del clon CCN-51. 42
4.4.5. Variación de pH del mucilago de cacao del clon IMC-67. 44
4.4.6. Variación de pH del mucílago de Cacao del Clon CCN-51 e IMC-67. 46
4.5. Producción de alcohol y Tiempo de Fermentación. 50
4.6. Análisis de Varianza del grado alcohólico y tiempo. 51
4.6.1. Producción de alcohol. 52
4.6.2. Tiempo de Fermentación 53
V. CONCLUSIONES 56
VI. RECOMENDACIONES 57
VII. LITERATURA CITADA 58
VIII. ANEXO 62

RESUMEN

El cultivo de Cacao en la región de Ucayali se está extendiendo, y la mayoría de agricultores dedicadas a este rubro solo se encargan de obtener el grano seco de cacao, mediante el proceso de beneficio, siendo en la etapa de fermentación donde se genera residuo orgánico: el mucílago del cacao. Por ello el objetivo de la investigación fue evaluar el rendimiento de alcohol del mucílago de cacao (*Theobroma cacao* L.) de los clones CCN-51 e IMC-67 con el uso de levadura comercial (*Saccharomyces cerevisae* Meyen ex E.C. Hansen). Para lo cual se utilizó frutos seleccionados frescos y maduros de cada clon y se recolectó el mucílago escurrido de cada uno, obteniendo un rendimiento de 3,47% del clon CCN-51 y 2,90% del clon IMC-67, con respecto al peso del fruto entero. Las características fisicoquímicas del mucílago al inicio de la fermentación fueron: 15 °Brix y 3,08 pH del clon CCN-51 y 17 °Brix y 3,01 pH del clon IM-C67. El diseño estadístico empleado fue DCA con arreglo factorial 2x4 con tres repeticiones, el procesamiento de los datos se realizó con el software estadístico SPSS 20.0 para Windows. Los tratamientos del clon CCN-51 en donde se obtuvo mayor rendimiento alcohólico fue el tratamiento T2 (con 0,5% de levadura), que terminó el proceso de fermentación en un tiempo de 84 horas, con 6 °Brix y 3,25 pH y se obtuvo 13,00 °GL; y el tratamiento T4 (con 2% de levadura), que terminó el proceso de fermentación en un tiempo de 48 horas, con 6 °Brix y 3,33 pH y se obtuvo 13,00 °GL. Los tratamientos del clon IMC-67 en donde se obtuvo mayor rendimiento alcohólico fue el tratamiento T6 (con 0,5% de levadura), que terminó el proceso de fermentación en un tiempo de 84 horas, con 6,5 °Brix y 3,31 pH y se obtuvo 13,00 °GL; y el tratamiento T8 (con 2% de levadura), que terminó el proceso de fermentación en un tiempo de 48 horas, con 6,5 °Brix y 3,35 pH y se obtuvo 13,00 °GL.

Palabras clave: Clon, mucílago, fisicoquímicas, fermentación, °GL.

ABSTRACT

Cacao cultivation in the Ucayali region is spreading, and the majority of farmers dedicated to this field are only in charge of obtaining the dry cocoa bean, through the process of profit, being in the stage of fermentation where organic waste is generated : The mucilage of cacao. Therefore the objective of the research was to evaluate the alcohol yield of the cocoa mucilage (*Theobroma cacao* L.) of the CCN-51 and IMC-67 clones with commercial yeast (*Saccharomyces cerevisae* Meyen ex E.C. Hansen). Fresh and mature selected fruits from each clone were used and the drained mucilage was collected from each, obtaining a yield of 3.47% of the CCN-51 clone and 2.90% of the IMC-67 clone, with respect to Weight of the whole fruit. The physicochemical characteristics of the mucilage at the beginning of the fermentation were: 15 ° Brix and 3.08 pH of the clone CCN-51 and 17 ° Brix and 3.01 pH of the IM-C67 clone. The statistical design employed was DCA with 2x4 factorial arrangement with three replicates, the data processing was performed with the statistical software SPSS 20.0 for Windows. The treatments of the CCN-51 clone where the highest alcohol yield was obtained was the T2 treatment (with 0.5% yeast), which ended the fermentation process in 84 hours with 6 ° Brix and 3,25 pH And 13.00 ° GL was obtained; And the treatment T4 (with 2% yeast), which finished the fermentation process in a time of 48 hours, with 6 ° Brix and 3.33 pH and obtained 13.00 ° GL. The treatments of the IMC-67 clone where the highest alcohol yield was obtained was the T6 treatment (with 0.5% yeast), which ended the fermentation process in 84 hours with 6.5 ° Brix and 3, 31 pH and 13.00 °GL was obtained; And the T8 treatment (with 2% yeast), which terminated the fermentation process in a time of 48 hours with 6.5 ° Brix and 3.35 pH and obtained 13.00 °GL.

Key words: Clone, mucilage, physicochemical, fermentation, °GL.

LISTA DE TABLAS

Pág.

Tabla 1. Clasificación taxonómica del Cacao. 6

Tabla 2. Composición química de la cáscara de mazorca del Cacao. 11

Tabla 3. Composición química del grano de Cacao. 12

Tabla 4. Composición química del Mucílago de Cacao. 12

Tabla 5. Descripción Taxonómica de la levadura *Saccharomyces Cerevisae* Meyen ex E.C. Hansen. 18

Tabla 6. Distribución de los tratamientos. 24

Tabla 7. Peso del fruto de Cacao del clon CCN-51. 28

Tabla 8. Peso del fruto de Cacao del clon IMC-67. 28

Tabla 9. Composición del fruto de Cacao. 29

Tabla 10. Rendimiento del fruto de Cacao en la cosecha. 30

Tabla 11. Rendimiento del mucílago de Cacao. 31

Tabla 12. Rendimiento general en la obtención del mucílago 32

Tabla 13. Comparación múltiple de Tukey para °Brix del mucílago de Cacao del clon CCN-51 por el tiempo. 35

Tabla 14. Comparación múltiple de Tukey para °Brix del mucílago de Cacao del clon IMC-67 por el tiempo de fermentación. 37

Tabla 15. Análisis de Varianza para °Brix en el tiempo de fermentación. 38

Tabla 16. Comparación múltiple de Tukey en la variación de °Brix por % de levadura. 39

Tabla 17. Comparación múltiple de Tukey en la variación de °Brix por el tiempo (horas). 41

Tabla 18. Comparación múltiple de Tukey para pH del mucílago de Cacao del clon CCN-51 por el tiempo. 44

Tabla 19. Comparación múltiple de Tukey para pH del mucílago de Cacao del clon IMC-67 por el tiempo.....46

Tabla 20. Análisis de Varianza de pH en el tiempo de fermentación.....47

Tabla 21. Comparación múltiple Tukey en la variación de pH por el porcentaje de levadura.....48

Tabla 22. °GL (grado alcohólico) y tiempo de fermentación.....50

Tabla 23. Análisis de Varianza de grado alcohólico y tiempo de fermentación.....51

Tabla 24. Comparación múltiple de Tukey en la producción de grado alcohólico por la concentración de levadura.....52

Tabla 25. Comparación múltiple de Tukey para el tiempo de fermentación por el porcentaje de levadura.....54

LISTA DE FIGURAS

Pág.

Figura 1. Principales zonas de Producción en Perú. 9

Figura 2. Producción Nacional de Cacao. 10

Figura 3. Producción de Cacao en los principales Departamentos (miles TM). 10

Figura 4. Composición del fruto de Cacao. 11

Figura 5. Equipo para Fermentación. 22

Figura 6. Distribución de los clones y tratamientos. 25

Figura 7. Escurrido del mucílago de Cacao. 33

Figura 8. Variación de °Brix del mucílago de Cacao clon CCN-51 durante el proceso de fermentación. 34

Figura 9. Variación de °Brix del mucílago de Cacao del clon IMC-67 en el proceso de fermentación. 36

Figura 10. Variación de °Brix por tipo de clon. 40

Figura 11. Variación de °Brix por el tiempo de fermentación. 42

Figura 12. Variación de pH del mucílago de Cacao del clon CCN-51 en el proceso de fermentación. 43

Figura 13. Variación de pH del mucílago de Cacao del clon IMC-67 en el proceso de fermentación. 45

Figura 14. Variación de pH por el tipo de Clon. 49

Figura 15. Producción de grado alcohólico por el tipo de Clon. 53

Figura 16. Tiempo de fermentación por el tipo de Clon. 55

Figura 17. Equipo para Destilación. 72

I. INTRODUCCION

En la región de Ucayali existen varios centros de acopio dedicados al beneficiado de cacao y en los últimos años la producción está aumentando de 1598 ton a 2568 ton de fruto de cacao cosechado entre los años 2010 y 2012 (Ministerio de Agricultura, MINAG PROAMAZONIA, 2012). Los clones CCN-51 e IMC-67 son los que mayormente se siembran, esto se debe a su fácil manejo y alto rendimiento, en el caso del clon IMC-67 por tener mejores características de sabor y olor (MINAG PROAMAZONIA, 2012).

En el proceso de beneficio de cacao, para la obtención del grano, pasa por una serie de etapas (cosecha, partido del fruto, fermentación, secado, selección y empaque), siendo en la etapa de fermentación en donde se deja drenar una gran cantidad de líquido mucilaginoso o exudado procedente de las semillas frescas de cacao. Según Mejía & Argüello (2010), menciona que se obtiene aproximadamente 50 ml de mucilago por cada kilo de grano fresco. Los productores de la región trabajan como mínimo a partir de 500 kg de semilla fresca, por lo que existe volúmenes de mucílago que se deja escurrir libremente en donde realizan el beneficiado del cacao (en algunos casos cerca al área de cultivo) y este al descomponerse libera CO^2 produciendo olores astringentes atrayendo a insectos o plagas que además de contaminar su producto pueden perjudicar su cultivo por la cercanía en la que se encuentran.

El mucílago de cacao contiene solidos solubles de 12-20 °Brix variando según el tipo de clon (Rodríguez, 2006), que equivale a 12-20 g de azúcar aproximadamente en 100 mL de mucílago, debido a esta cantidad de compuesto, es una alternativa para la producción de alcohol siendo necesario evaluar su rendimiento y expresar en términos de alcohol (útil para la industria alimentaria, farmacéutica y biocombustible) los grandes volúmenes de desperdicio de mucílago de cacao, para así darle la debida importancia y también el manejo de

este residuo orgánico permitirá controlar el incremento de insectos o plagas, y cuidar el medio ambiente.

Por todo lo anterior descrito nos planteamos el siguiente objetivo general:

- Evaluar el rendimiento de alcohol del mucílago de cacao (*Theobroma cacao* L.) de los clones CCN-51e IMC-67 con el uso de levadura comercial (*Saccharomyces cerevisae* Meyen ex E.C. Hansen).

Y los siguientes objetivos específicos:

- Determinar y cuantificar la producción de alcohol del mucílago de cacao (*Theobroma cacao* L.) de los clones CC-N51e IMC-67.
- Determinar el tiempo de fermentación del mucilago de cacao (*Theobroma cacao* L.) de los clones CCN-51 e IMC-67.
- Determinar la variación de °Brix del mucilago de cacao en el proceso de Fermentación.
- Determinar la variación de pH del mucilago de Cacao en el proceso de Fermentación.

II. REVISION DE LITERATURA

2.1. Antecedentes del problema.

Según Bello, García, Otero y Saura (2005) en Cuba, realizaron el trabajo relacionado a "*Fermentación Alcohólica con Jugo de Caña Mezclado en Heriberto Duquesne*" en el Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar. Este trabajo se enfoquó en la evaluación de dos cepas industriales de *Saccharomyces cerevisae* turbo y Collico en la producción de etanol a partir de jugos en la Empresa Mielera Heriberto Duquesne de la provincia de Villa Clara. Este jugo mezclado estaba compuesto por cachaza, y miel final de la caña. Los resultados obtenidos fueron que la cepa turbo tuvo una producción de etanol de 6,84 % y la cepa Collico 5,02 %.

Según Monsalve, Medina y Ruiz (2006) de la Universidad Nacional de Colombia, Medellín, realizaron un trabajo titulado: *"Producción de Etanol a Partir de la Cáscara de Banano y de Almidón de Yuca"*. Este trabajo buscó darle un uso alternativo a estos subproductos para la obtención de etanol, con el fin de generar y hacer un uso más eficiente y limpia de energía, El biocombustible.
Para generar la fermentación hicieron uso de 2 tipos de levaduras fermentativas *Saccharomyces cerevisae NRRL y Zymomonas Mobilis CP4.* Como resultado se obtuvo que la fermentación realizada por *Saccharomyces cerevisae NRRL* produce una concentración de etanol de 7-8 % comparado con la fermentación de *Zymomonas Mobilis* que produce una concentración de etanol de 0,01-0,02 %.

Según Ferreyra, Zapata y Roque (2009) de la Universidad Nacional Entre Ros UNER, Concordia, Uruguay, realizaron un trabajo titulado: "*Fermentación Alcohólica de Jugo de Naranja con S. cerevisae*". Su trabajo nace por la problemática del departamento de Concordia que se dedica a la elaboración de vinos a partir de uva, pero el crecimiento de naranja se está expandiendo sin darle ningún uso industrial, entonces este trabajo pretende dar el primer paso con la producción de alcohol a partir del jugo de naranja. Hicieron 2 tratamientos, jugo de

naranja natural y jugo de naranja pasteurizada en la cual se adiciona levadura de la especie *Saccharomyces cerevisae* obteniéndose como resultado que la producción de etanol en el jugo natural es de 6-8 % y en el jugo pasteurizado es de 8- 8,5 % al cabo de las 24 horas.

Según Luzuriaga (2012) de la Universidad Tecnológica Equinoccial, Ecuador, realizo un trabajo titulado: "*Extracción y Aprovechamiento del Mucílago de Cacao (Theobroma cacao L.) como Materia Prima en la Elaboración de Vino*". El objetivo de este trabajo era valorizar el líquido exudado proveniente del mucílago de cacao mediante la elaboración de una bebida alcohólica, con denominación vino de frutas, incrementando de esta manera el valor agregado al cultivo del cacao. En la etapa de fermentación se realizó dos tratamientos, la primera con levadura comercial (*Saccharomyces cerevisae*) y la segunda sin adición de levaduras en la cual al final hizo un análisis sensorial, y se obtuvo como resultado que el vino elaborado con levadura comercial tiene mayor aceptabilidad, este se debe a que la levadura confiere características organolépticas como olor, sabor y lo hace más agradable.

Según Quimbita, Rodriguez y Vera (2013) realizaron un trabajo titulado: "*Uso del Exudado y Placenta del Cacao para la Obtención de Subproductos*" de la Escuela Politécnica Nacional, Ecuador. En este trabajo se determinaron los procesos necesarios para la obtención de los productos indicados, para lo cual se trabajó con mazorcas de CCN51, las mismas que fueron procesadas para la obtención y estabilización del exudado y la placenta, subproductos a partir de los cuales se realizaron pruebas para obtener el néctar y la bebida alcohólica. Se realizaron varias pruebas experimentales para determinar las condiciones de operación para la estabilización y formulación de los productos. Se realizó además una caracterización físico-química, microbiológica, sensorial y estabilidad de los productos obtenidos.

2.2. Generalidades del Cacao.

El cacao (*Theobroma cacao L.*) es un arbusto de dos a tres metros de altura que crece en ambientes tropicales pertenece a la familia Esterculiácea. Es un cultivo de tipo permanente con un periodo de vida aproximado de 40 años. El cultivo de cacao en términos generales se puede desarrollar en zonas ubicadas entre 0 y 1,400 msnm., aunque lo óptimo son altitudes entre 400 y 800 msnm., con temperaturas medias altas (23 - 28 °C), precipitaciones distribuidas a lo largo del año de 1,500 – 2,500 mm y una humedad relativa entre 70 - 80% (García, Romero & Ortiz, 2006).

El fruto es una baya, que se conoce como mazorca. Puede alcanzar una longitud de 15-25 centímetros. Cada fruto contiene en su interior, de 35 a 45 semillas de forma aplanada o redondeada, de 2 a 4 cm de longitud, de color marrón-rojizo en el exterior, recubiertos de una pulpa dulce y ligeramente ácida (Programa de Capacitación en la Cadena del Cacao, PCCCA, 2005).

Posee un tallo, de donde emergen las ramas (de tres a cinco), a la altura de un metro, con crecimiento lateral. El tallo es recto, la madera de color claro, y la corteza es de color café. Las hojas son grandes de color verde oscuro. Las flores son pequeñas y se producen, al igual que los frutos, en racimos pequeños sobre el tejido maduro mayor de un año del tronco y de las ramas, alrededor en los sitios donde antes hubo hojas. Pueden ser fecundadas durante todo el día siguiente (Nosti, 1963).

Para obtener una producción ideal, los árboles de cacao necesitan una precipitación anual entre 1150 y 2500 mm y temperaturas entre 21°C y 32°C. (PCCCA, 2005).

2.3. Clasificación taxonómica del Cacao.

En la Tabla 1, se indica la descripción taxonómica del fruto de cacao (*Theobroma cacao L.*).

Tabla 1. Clasificación taxonómica del Cacao.

Reino	Vegetal	**Orden**	Malvales
Tipo	Espermatofita	**Familia**	Esterculiácea
Subtipo	Angiosperma	**Tribu**	Buettneriea
Clase	Dicotiledóneas	**Género**	Theobroma
Subclase	Dialipétalas	**Especie**	Cacao

Fuente: *PCCCA*, 2005.

2.4. Clones o tipos principales de Cacao.

En el mundo existen diferentes clones de cacao, originalmente era sólo dos tipos; el criollo y el forastero, pero el cruce de estas dos especies dio origen al trinitario, y del cruce repetido entre ellos, se originaron los diferentes tipos de cacao. (Navarro & Mendoza, 2009).

Criollos: Crecen bajo condiciones semi-silvestre y se distribuyen desde México hasta Colombia y Venezuela. Son árboles poco vigorosos, de lento crecimiento y más susceptibles a las enfermedades e insectos que los Forasteros, y se caracterizan por su alta diversidad morfológica. El fruto, es de forma variable (los hay alargados y amelonados), con un ápice acuminado; de superficie lisa o rugosa; las mazorcas son rojas o verde al estado inmaduro y tienen un pericarpio ligeramente lignificado. Las almendras son generalmente grandes y gruesas, con cotiledones blancos o rosados y tienen mejor calidad de chocolate que los Forasteros (Navarro & Mendoza, 2009).

Forastero del Alto Amazonas: Crecen al estado silvestre y domesticado en la Amazonía Alta (Perú, Ecuador y Colombia). Son árboles vigorosos con frutos verdes, y de forma variable. En los Forasteros del Alto Amazonas, pueden existir mazorcas con mayor rugosidad y constricción basal acentuada. Las almendras son generalmente pequeñas, con ciertas excepciones, grandes; con sección transversal aplanada y cotiledones morados o violeta. Ciertamente hay

excepciones en el color de los cotiledones, pudiéndose encontrar cotiledones blancos como en el cv. Porcelana de Piura (Perú). En general, los cacaos Forasteros del Alto Amazonas producen un chocolate de calidad corriente o básica (Navarro & Mendoza, 2009).

Forastero del Bajo Amazonas: Crecen al estado silvestre y domesticado en la Amazonia Baja (Brasil, Guyana, Guyana Francesa), y a lo largo del Orinoco (Venezuela). Las mazorcas generalmente son de menor tamaño, ligeramente rugosas y de forma amelonada.

Existe además la forma calabacillo cv. Pará (Brasil), cuyas mazorcas son pequeñas, redondeadas y de superficie lisa. Las almendras pueden ser pequeñas, intermedias o grandes; de color morado y excepcionalmente, blancas. El cv. Catongo (Brasil). (Navarro & Mendoza, 2009).

Trinitarios: Son árboles que nunca se han encontrado en estado silvestre y generalmente tienen características intermedias entre los Criollos y Forasteros. Los clones Trinitarios han sido obtenidos de cruzas naturales entre Criollos de origen desconocido con Forasteros, que probablemente provenían del estado de Bolívar en Venezuela. Los Trinitarios vigorosos fueron diseminados en los países de América Latina y el Caribe, e introducidos alrededor de 1850 en África Occidental donde ellos fueron cruzados con el "amelonado" que fue introducido más antes. Mediante marcadores moleculares se ha confirmado la naturaleza híbrida del tipo Trinitario (Criollo x Forastero) (Navarro & Mendoza, 2009).

CCN-51: Es una variedad del cacao ecuatoriano, cuyo creador fue el agrónomo Homero Castro Zurita, con la Colección Castro Naranjal 51. El científico ecuatoriano desarrolló en 1965 un clon de cacao de la doble hibridación de material genético Trinitario y Forastero de origen amazónico (Espinosa, Mite, Cedeño, Barriga y Andino, s.f.). Castro investigó desde 1952 las diversas variedades del grano y finalmente obtuvo la del tipo 51, que es tolerante a las enfermedades, de alta productividad y calidad (El Universo, 2005).

El CCN-51 ha probado ser un cultivo más resistente a plagas y enfermedades que el cacao fino o de aroma, tiene un mayor potencial de rendimiento ya que empieza a dar fruto al final del segundo año, en un rango de 3-4 quintales por Ha por año

(Montero, 2007) y alcanzando niveles estables de productividad de 50-55 quintales por Ha por año a partir del sexto año, casi cuatro veces más que los niveles de productividad actuales de los productores ucayalino (Rojas, 2007).
Estas características hacen del clon CCN-51 una aceptable alternativa de producción. Con un adecuado proceso de fermentación este tipo de cacao puede lograr buenas características de calidad. (IIAC, 2006).

IMC-67: Es un clon tipo aromático, tiene dulzura (media), acidez (media), astringencia (media); amargor de almendra (bajo): floral (medio) y frutal (medio).
Este clon se adapta mejor altitudes menores a los 900 msnm., como son las zonas de los departamentos de San Martín, Loreto, Ucayali, el trópico de Huánuco, Amazonas, Cajamarca, Pasco, Junín, Ayacucho, Cuzco, Madre de Dios y Puno. Además, el agricultor debe tomar en cuenta que en época de sequía (de mayo a agosto) se debe regar la parcela de cacao hasta que el suelo tenga una capacidad de campo, así podrá tener producción todo el año (El Universo, 2005).

2.5. Producción de Cacao en Perú.

La calidad final del producto en cuanto a sabor y aroma es influenciada por diversos factores importantes, entre ellos la variedad del material genético, condiciones de clima y suelo, manejo agronómico y la tecnología de pos cosecha. Sin embargo, este último factor constituye el factor más importante para preservar y mejorar las características organolépticas del cacao, especialmente la correcta fermentación y secado de granos es esencial para el desarrollo de los compuestos precursores del aroma y sabor del cacao.

Las semillas sometidas a procesos de cosecha y beneficio constituyen lo que usualmente de acuerdo a las normas internacionales denominamos cacao en grano que puede ser Grado 1, Grado 2 o fuera de clasificación (descarte), que viene a ser la materia prima requerida para la industria procesadora de alimentos (confitería y chocolate de mesa) y productos cosméticos. El Perú participa sólo con el 0,73 % de la producción de cacao a nivel mundial, y se describe como "Cacao en grano, entero o partido, crudo" (MINAG PROAMAZONIA, 2012).

Las principales zonas productoras de cacao son: el Valle de Urubamba en La Convención y Lares, Quilla bamba (Cusco); Valle del Río Apurímac-Ene (Ayacucho); Tingo María (Huánuco); Satipo (Junín); Jaén, Bambamarca y San Ignacio (Cajamarca); Bagua y Alto Marañón (Amazonas).

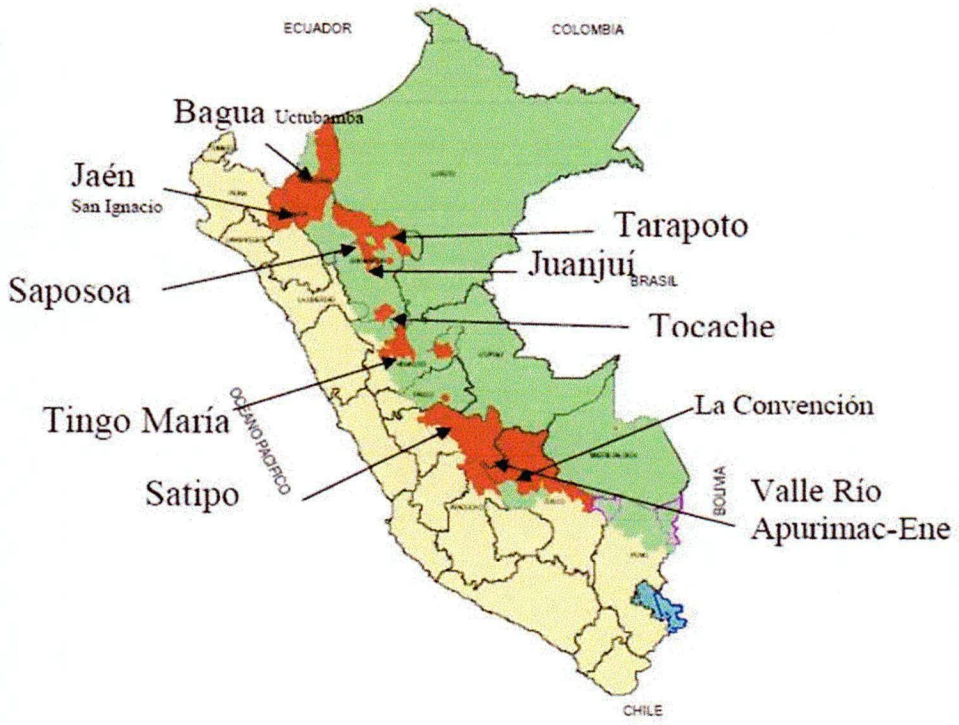


Figura 1. Principales zonas de Producción en Perú.

Fuente: MINAG PROAMAZONIA, 2012.

El departamento que tradicionalmente concentra la mayor producción de cacao es Cusco con una participación de 33,1% del total, seguido por Ayacucho (22,3%), Amazonas (12,6%) y Junín (9,9). Estos cuatro departamentos concentran el 78% de la producción nacional. (MINAG PROAMAZONIA, 2012).

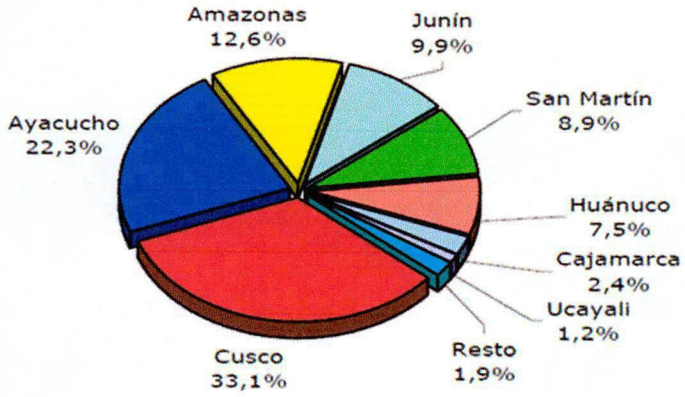


Figura 2. Producción Nacional de Cacao.

Fuente: MINAG PROAMAZONIA, 2002.

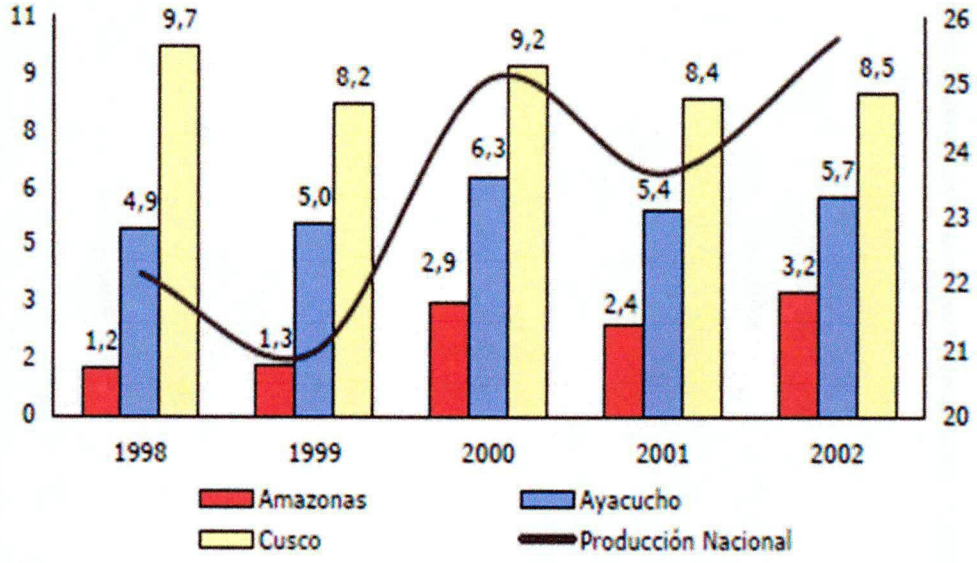


Figura 3. Producción de Cacao en los principales Departamentos (miles TM).

Fuente: MINAG PROAMAZONIA, 2002.

2.6. Composición del fruto de Cacao.

En la figura 4, se aprecia que el fruto de cacao se compone por cáscaras, habas y placentas, que se obtienen cuando se quiebran los frutos al retirar los granos (Navarro & Mendoza, 2009).

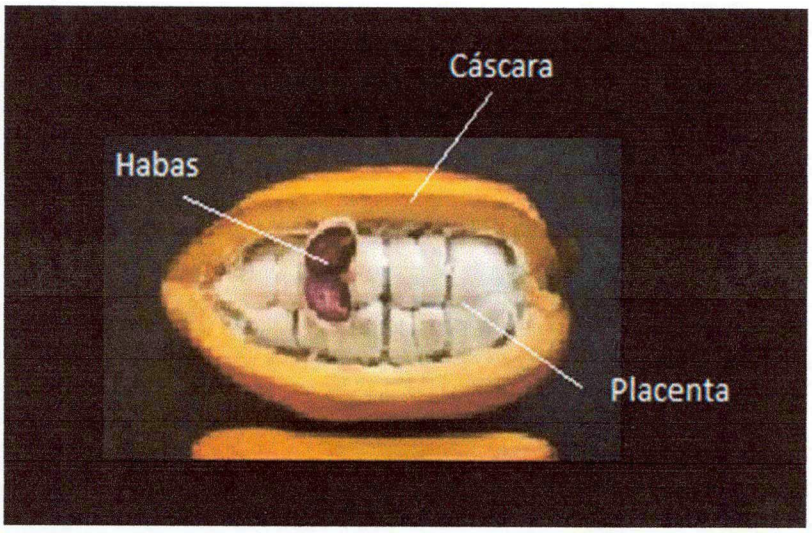


Figura 4. Composición del fruto de Cacao.
Fuente: Navarro & Mendoza, 2009.

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. (León, 1997).

En las tablas 2, 3 y 4, se presenta la composición química de las cáscaras de la mazorca de cacao, la composición química del grano de cacao y la composición química del mucilago de Cacao.

Tabla 2. Composición química de la cáscara de mazorca del Cacao.

Componentes	%P/P	Componentes	%P/P
Humedad	85	Carbohidratos	7,05
Proteínas	1,07	Nitrógeno	0,17
Minerales	1,41	Fosforo	0,03
Grasa	0,02	Potasio	0,54
Fibra	5,45	Pectinas	0,89

Fuente: Mejía & Argüello, 2000.

Tabla 3. Composición química del grano de Cacao.

Componentes	%P/P	Componentes	%P/P
Manteca De Cacao	54	Agua	5
Proteína	11,5	Sales Minerales	2,6
Ácidos Orgánicos y Aroma	9,5	Teobromina	1,2
Celulosa	9	Azucares	1
Ácidos Tánicos y Color	6	Cafeína	0,2

Fuente: Mejía & Argüello, 2000.

Tabla 4. Composición química del Mucílago de Cacao.

Componentes	%P/P	Componentes	%P/P
Agua	79,2-84,2	Pectinas	0,9-1,19
Proteína	0,09-0,11	Ácido Cítrico	0,77-1,52
Azucares	12,5-15,9	Cenizas	0,4-0,5
Glucosa	11,6-15,32		

Fuente: Mejía & Argüello, 2000.

2.7. Cosecha y Beneficio del Cacao.

Según Rica (2009), es efectuar un conjunto de prácticas o labores sucesivas que tiene por finalidad obtener un grano de cacao de buena calidad que permita la elaboración de productos alimenticios con características de sabor y aroma a chocolate.

2.7.1. Cosecha.

Se empieza cuando la mazorca está completamente madura, lo que se advierte por sus caracteres externos, especialmente el color (amarillo-rojizo); el sonido de la mazorca cambia a consecuencia de haberse soltado los granos y la pulpa de las paredes.

2.7.2. Partido del Fruto.

Se hace manualmente empleando un cuchillo corto para abrir los frutos; éstos se colocan sobre plástico o costales a fin de evitar la contaminación

de las almendras. Las semillas de cacao, se extraen deslizando los dedos a lo largo de la placenta del fruto y depositando los granos en un recipiente limpio de plástico o de fibra vegetal. Es muy importante, al realizar ésta práctica, ir separando las mazorcas enfermas de las sanas, para beneficiarlas por separado y evitar la contaminación y daño de la calidad del cacao que se encuentra en buen estado sanitario.

Los frutos de esta planta neo tropical se conoce como "mazorca o baya" formada por una cáscara en cuyo interior se encuentran las almendras rodeadas de un mucílago o pulpa de sabor dulce y ácido. El mucílago provee las condiciones adecuadas para el proceso de fermentación.

2.7.3. Fermentación.

Es el proceso microbiológico y bioquímico donde se da la formación a las sustancias precursoras del aroma, sabor y color del cacao, donde ocurre la eliminación del mucílago azucarado que rodea los cotiledones y la muerte del embrión.

Dentro de las etapas de pos cosecha y de beneficio del grano, la fermentación o cura del cacao, es el paso más importante, porque permite al grano modificar sus características físicas y desarrollar el aroma y el sabor, componentes intrínsecos para la calidad industrial del cacao.

El proceso de fermentación tiene dos fases:

a. Fase anaeróbica: La cual se Inicia tan pronto se deposita el cacao dentro de la unidad de fermentación; tiene una duración de 48 horas durante las cuales la pulpa del grano es degradada por levaduras, fermentos y transformada en alcohol, sin presencia de aire, por ello, durante esta etapa el grano debe permanecer tapado para lo cual se puede utilizar costales u hojas de plátano.

b. Fase aeróbica: Es la continuación de la fase anaeróbica donde se suceden una serie de reacciones bioquímicas propiciadas por bacterias, las cuales producen cambios físicos y químicos dentro de la almendra, como: elevación de la temperatura, la muerte del germen o embrión, el hinchamiento y fisuramiento del

grano y los cambios de coloración interna y externa que generan el desarrollo de los precursores del aroma del cacao.

2.7.4. Secado.

Es la continuación del proceso de beneficio del grano, su finalidad principal es reducir el contenido de humedad a un 7 % y permitir que se continúe con el desarrollo de algunos de los procesos de transformación física y química que no alcanzaron a completarse durante el proceso de fermentación, hasta lograr la oxidación total de la almendra y que ésta alcance un color marrón o café claro y se generen las características organolépticas deseables.

2.7.5. Selección y Empaque.

La selección del grano seco se realiza manualmente, o en zarandas con malla calibre 6, ésta actividad permite limpiar el grano de impurezas, polvo y basura y extraer la pasilla, a la vez que permite seleccionar el grano por tamaños.

2.8. Mucílago y Exudado de Cacao.

El mucílago es una sustancia viscosa, generalmente hialina, que contiene el cacao. Es un producto orgánico de origen vegetal, de peso molecular elevado, superior a 200,000 g/mol, cuya estructura molecular completa es desconocida. Están conformados por polisacáridos celulósicos que contienen el mismo número de azúcares que las gomas y pectinas (Pérez, 2004).

Las semillas de cacao están rodeadas por una pulpa aromática la cual procede de sus tegumentos. La pulpa mucilaginosa está compuesta por células esponjosas parenquimatosas, que contienen células de savia ricas en azúcares (10-13 %), pentosas (2-3 %), ácido cítrico (1-2 %), y sales (8-10 %). Durante el proceso de cosecha de las semillas de cacao (el producto de exportación), la pulpa es removida por fermentación e hidrolizada por microorganismos (Kalvatchev, Garzaro & Guerra, 1998).

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 (Pérez, 2004).

Los mucílagos se suelen confundir con las gomas y pectinas, diferenciándose de estas sólo en las propiedades físicas. Mientras que las gomas y pectinas se hinchan en el agua para dar dispersiones coloidales gruesas y las pectinas se gelifican; los mucílagos producen coloides muy poco viscosos, que presentan actividad óptica y pueden ser hidrolizados y fermentados. Se forma en el interior de las plantas durante su crecimiento (Pérez, 2004).

2.9. Fermentación Alcohólica.

Es un conjunto de transformaciones bioquímicas, en ausencia de aire (O_2), originado por la actividad de microorganismos (levaduras) que convierten los hidratos de carbono (azúcares como: glucosa, fructosa, sacarosa, almidón, etc.) en productos finales como alcohol etílico (CH_3-CH_2-OH), dióxido de carbono en forma de gas (CO_2) y moléculas de ATP, las cuales son consumidas por los propios microorganismos en su metabolismo celular anaerobio, como energía necesaria para sobrevivir (García, 2008).

Gay-Lyssac, consideró la ecuación general de la fermentación como derivada de la transformación de una molécula de glucosa en dos moléculas de alcohol y dos moléculas de anhídrido carbónico:

$$\text{Glucosa} \longrightarrow \text{Etanol} + \text{Gas Carbónico} + \text{Calor}$$

$$C_6H_{12}O_6 \longrightarrow 2C_2H_5OH + 2CO_2$$

(Villacrés, 1985).

2.10. Variables que afectan la Fermentación Alcohólica.

La fermentación es un proceso determinante en la composición final del producto fermentado. Según Blouin & Peynaud (2004), menciona que son muchos los factores que influyen en el desarrollo de una fermentación: acidez, azucares y temperatura.

2.10.1. Acidez.

La acidez elevada es favorable para el buen desarrollo de las fermentaciones alcohólicas, pero no tiene efectos positivos directos porque las levaduras fermentan mejor a pH elevado; además, son un freno ante el desarrollo de las bacterias.

2.10.2. Azúcares.

A muy altas concentraciones (700 g/L), los azúcares impiden la multiplicación de microorganismos. En cantidades menores, el efecto inhibidor es limitado pero sensible por encima de 300 g/L donde se observan dificultades fermentativas.

2.10.3. Temperatura.

La baja temperatura de fermentación, retiene más el sabor de la fruta, pero también una temperatura muy baja, reducirá la velocidad de fermentación.

El mantenimiento de una temperatura media es deseable. Alrededor de 20 °C se considera satisfactoria para la fermentación de los mostos de frutas. La temperatura es también importante en el desarrollo del sabor del vino de frutas durante la fermentación.

2.11. Levaduras utilizadas en la Fermentación Alcohólica.

Se llama levadura al organismo vivo, generalmente un hongo, que produce enzimas, los cuales provocan cambios bioquímicos (fermentación) importantes en productos orgánicos naturales. Son capaces de transformar los azúcares en alcohol y CO_2. Se multiplican por gemación cada 3 horas (Grupo Vilbo, 1999).
Existen muchas especies de levaduras pero no todas son levaduras fermentativas, las levaduras suelen fermentar unos pocos glúcidos, principalmente hexosas y disacáridos. El género *Saccharomyces* y unos pocos más, son fermentadores enérgicos de los azúcares bajo condiciones anaeróbicas (García, 2010).

La levadura no interviene directamente en la fermentación, sino que segrega enzimas que actúan sobre el azúcar y la convierten en etanol y dióxido de carbono. La levadura empleada en la fermentación etílica es una cepa especial para soportar cambios de acidez y presencia de alcohol. (Nieto, 2009).

2.12. *Saccharomyces cerevisae* Meyen ex E.C. Hansen.

Aunque se han encontrado muchos géneros de levaduras en fermentaciones, la especie *Saccharomyces Cerevisae* Meyen ex E.C. Hansen. es un hongo unicelular, principal responsable de la fermentación alcohólica, así como de la producción de la mayoría de los compuestos aromáticos; utilizado industrialmente en la fabricación de pan, cerveza y vino (Gómez, De Los Ríos, Soto, López & Rutiaga, 2009). Esta levadura se puede presentar comercialmente como levadura fresca que son millones de estas levaduras prensadas entre sí, y la levadura seca son levaduras deshidratadas y agrupadas en forma de gránulos, que igual que si fueran semillas, están latentes hasta que vuelven a recibir agua y condiciones adecuadas (García, 2010).
La levadura seca activa es un microorganismo vivo reproducido en forma industrial, mediante un proceso de fermentación. Generalmente es utilizada en productos de panadería y pizzas, en la elaboración de vinos, sidras y cervezas. (Gastronomía & Cía., 2009).

Tabla 5. Descripción Taxonómica de la levadura *Saccharomyces Cerevisae* Meyen ex E.C. Hansen.

Reino	Hongo	**Familia**	Saccharomycetaceae
Division	Amastogomycota	**Subfamilia**	Saccharomycetaidae
Clase	Ascomycetes	**Genero**	Saccharomyces
Subclase	Hemiascomycetidae	**Especie**	Cerevisae
Orden	Endomycetales		

Fuente: Nieto, 2009.

Según García (2010), la levadura *Saccharomyces Cerevisae L.* es utilizada para la fermentación de: pan, vinos, sidras, cervezas de alta fermentación, bebidas destiladas, producción de biomasa, flavores, etc.

III. MATERIALES Y METODO

3.1. Lugar de Ejecución.

El presente trabajo de investigación se realizó en los ambientes de la Universidad Nacional de Ucayali (UNU), en las instalaciones del Laboratorio de Suelos de la Facultad de Ciencias Agropecuarias; ubicado en el Km 6,500 de la Carretera Federico Basadre a una altitud de 154 msnm., en el distrito de Calleria, provincia de Coronel Portillo, departamento de Ucayali, región Ucayali.

3.2. Materia prima.

Se trabajó con el fruto de Cacao recolectado del Valle Sagrado ubicado a altura del Km 110 de la Carretera Federico Basadre, interior 5 Km, Distrito de Irazola, San Alejandro; que pertenece a la Asociación de Cacaoteros Tecnificados de Padre Abab.

3.3. Materiales y Equipos.

3.3.1. Insumos.

Se utilizó levadura Comercial deshidratada.

3.3.2. Instrumentos.

Para la recolección de datos se utilizó alcoholímetro, balanza analítica (laboratorio), balanza romana (campo), pH metro digital, refractómetro y termómetro.

3.3.3. Materiales.

Baldes de 20 L y 5 L de capacidad, cuchillo de acero inoxidable, botellas plásticas de 2 L, corcho, manguera de 0,5 cm, vaso de precipitado de 250 ml, probeta 500 ml, caja de tecnoport de 1 m x 0,5 m x 0,5 m, plástico, tijeras, sacos, carretilla, machete corto, tamiz, llave de paso, mandil blanco, mascarilla y guantes.

3.3.4. Equipos.

Caja fermentadora 1,2 m x 1 m x 1 m, cocina eléctrica y equipo de destilación.

3.4. Metodología.

3.4.1. Cosecha del fruto.

- La cosecha del fruto se realizó en la parcela del Sr. Humberto rojas, ubicado a altura del Km 110 de la Carretera Federico Basadre, interior 5 Km, Valle Sagrado, Distrito de Irazola, San Alejandro; que pertenece a la Asociación de Cacaoteros Tecnificados de Padre Abab.
- Se cosechó 500 kg de fruto maduro de cacao (*Theobroma cacao* L.) de cada clon, CCN-51 e IMC-67, que son de color amarillo-naranja con textura rugosa y amarillo con textura semi-lisa respectivamente. Se utilizó las tijeras de poda bien afiladas cosechando solo los frutos que cumplían con las características mencionadas. Los frutos cosechados se colocaron en un solo lugar de la parcela separándolos por clones.
- Se seleccionó los frutos sanos de los dañados y/o enfermos, el segundo se pesó y se descartó de nuestra investigación.
- Los frutos seleccionados se trasladaron en sacos y carretilla hasta el centro de beneficiado de la parcela.

3.4.2. Obtención del mucílago.

- Una vez en el centro de acopio, se partió manualmente los frutos seleccionados (sanos y separados por clon) utilizando un machete corto para abrir la mazorca teniendo mucho cuidado para no dañar el interior, y la yema de los dedos para extraer los granos deslizándolo a lo largo de la placenta del fruto.
- El grano extraído se colocó inmediatamente en baldes de plástico de 20 L previamente desinfectado, seleccionando solo los granos sanos y buenos para el trabajo de los dañados y/o enfermos. Se pesó la muestra obtenida.

- Los granos de cacao obtenido se colocó en las cajas de fermentación existente en la parcela de dimensiones 1,2 m x 1 m x 1 m, previamente se acondiciono debajo de las cajas el plástico en forma de canaleta de tal manera que lo escurrido desemboca en los baldes de 20 L, en cada caja se colocó un clon especifico (CCN-51 e IMC-67) y se recolecto el mucilago de cacao de las primeras 12 horas.
- Cumplido las 12 horas se midió el volumen del mucilago recolectado (separado por clon), y se trasvasó en baldes de 5 L previamente desinfectado.
- Se rotuló los baldes de la muestra recolectada de mucílago de los clones CCN-51 e IMC-67 y se colocó en las cajas de tecnoport de dimensiones de 1 m x 0,5 m x 0,5 m acondicionada con hielo.
- Se transportó en una camioneta hasta las instalaciones del laboratorio de suelos de la facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional de Ucayali.

3.4.3. Preparación de la muestra.

- El mucílago obtenido se filtró en un tamiz de plástico de 1 mm., se tomó los datos iniciales de pH y °Brix del mucilago de cada clon en el laboratorio.
- El mucílago se pasteurizó a 85 °C por 10 min. (excepto la muestra que se utilizó como testigo en cada clon), en una olla y cocina industrial, para eliminar los microorganismos patógenos y otros agentes que pueden alterar la fermentación. Luego se enfrió a temperatura del ambiente.
- Se midió con una probeta 1000 ml de mucílago pasteurizado y se trasvasó dentó de una botella plástica de 2 L, rotulada y desinfectada. Se realizaron 9 muestras con mucílago pasteurizado y 3 muestras con mucílago sin pasteurizar por cada clon.
- Luego se adicionó la levadura comercial (*Saccharomyces cerevisae*) en diferentes porcentajes de acuerdo a los tratamientos (0% muestra testigo, 0,5%, 1% y 2%) pesados en una balanza analítica.

- Como se muestra en la figura 5, en la boca de la botella plástica se colocó un tapón jebe insertado con dos mangueras, el tapón de jebe debe presionar la boca de la botella plástica. Uno de los extremos de una manguera se colocó en un vaso con agua, este debe sumergirse para evitar el ingreso de aire a la muestra. La otra manguera contó con una llave instalada en su extremo para facilitar la extracción de la muestra.
- En el Anexo 1, se encuentra la descripción fotográfica del proceso de fermentación.



Figura 5. Equipo para Fermentación.

3.4.4. Medición de °Brix, pH y tiempo.

- Instalado el equipo para la fermentación, se extrajo 5 ml de muestra de los tratamientos, para medir los grados °Brix (con el uso del refractómetro) y pH (con el uso del pH metro digital), cada 12 horas una vez iniciado el proceso de fermentación.
- La medición se realizó hasta alcanzar un valor de °Brix constante, es allí donde termina el proceso de fermentación, registrando también el tiempo y temperatura del ambiente.

3.4.5. Medición del rendimiento de alcohol.

- Para evaluar su Rendimiento de alcohol se trabajó según la Norma Técnica Peruana NTP 319.229:2014 Alcohol Etílico Para Bebidas Alcohólicas. Determinación del grado alcohólico volumétrico (ANEXO 2).

  El Resumen de esta norma de la Determinación del grado alcohólico volumétrico es aplicar el método que consiste en efectuar una destilación simple de la bebida alcohólica, llevar a un volumen inicial con agua destilada y determinar en el destilado hidroalcohólico, el grado alcohólico volumétrico, por alcoholimetría expresado en °GL (grado alcohólico).

3.5. Diseño Estadístico de la Investigación.

3.5.1. Diseño experimental.

El diseño experimental desarrollado para evaluar el rendimiento de alcohol del mucilago de cacao de los clones CCN-51 e IMC-67 con el uso de levadura comercial, fue:

3.5.1.1. Evaluación paramétrica para el rendimiento de alcohol.

Se aplicó el diseño completo al azar (DCA), con arreglo factorial 2x4 con tres repeticiones. El modelo lineal aditivo para el diseño es:

$$Y_{ijk} = \mu + C_i + T_j + (CxT)_{ij} + Ei_{jk}$$

Dónde:

Yijk	: Observaciones
μ	: Efecto de la media general
Ci	: Efecto del tipo de clon
Tj	: Efecto del porcentaje de levadura
(CxT) ij	: Efecto de la interacción
Eijk	: Error experimental

Se aplicó un nivel de confiabilidad del 95%. Prueba estadística de Tukey.

3.5.1.2. Tratamiento.

Se realizara 8 tratamientos (4 tratamientos por cada clon CCN-51 e IMC-67), estos tratamientos serán de acuerdo al porcentaje de levadura inoculada.

Tabla 6. Distribución de los tratamientos.

Clon CCN51		Clon IMC67	
T1	0%	**T5**	0%
T2	0,5%	**T6**	0,5%
T3	1%	**T7**	1%
T4	2%	**T8**	2%

3.5.1.3. Repeticiones.

Se realizará 3 repeticiones por cada tratamiento. Teniendo un total de 24 unidades experimentales.

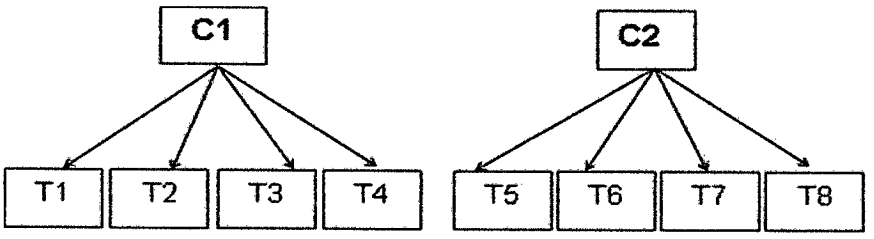


Figura 6. Distribución de los clones y tratamientos.

3.5.2. Análisis estadístico.

Los resultados fueron tratados estadísticamente mediante el software estadístico SPSS 20.0 para Windows. Además se aplicó la prueba paramétrica de F (análisis de varianza) y comparaciones múltiples de medias de Tukey, para determinar las posibles diferencias significativas entre los tratamientos. Las diferencias se consideraron estadísticamente significativas al nivel de $p<0,05$.

3.5.3. Tipo y nivel de Investigación.

3.5.3.1. Tipo de investigación.

Es una investigación aplicada, en al cual se pone en práctica los conocimientos teóricos ya demostrados, para generar nuevas alternativas agroindustriales (producción de etanol).

3.5.3.2. Nivel de investigación.

Se trata de una investigación experimental, porque existe intervención del investigador; además, se da la manipulación de las variables: Mucílago de cacao del clon CCN-51 e IMC-67 y porcentajes de levadura comercial (0%, 0,5%, 1% y 2%). También, es explicativo, porque busca describir el efecto de la interacción mucilago de cada clon y porcentaje de levadura (variables independientes) en el rendimiento de alcohol °GL y tiempo de fermentación (variable dependiente). Por último es de encausamiento cuantitativo, porque las variables estudiadas se miden numéricamente.

3.5.4. Población y muestra.

La población considerada para el presente estudio fue la cosecha de 500 kg de mazorca de cacao de cada clon (CCN-51 e IMC-67). La muestra utilizada es el mucilago procedente del escurrido que corresponde al 2%, que hacen un total de 12 L por cada clon.

3.6. Medición de variables independientes y dependientes.

3.6.1. Variables independientes

Mucílago de Cacao

M1= 1000 ml de mucílago de cacao del clon CCN-51.

M2= 1000 ml de mucílago de cacao del clon IMC-67.

Levadura comercial (Saccharomyces Cerevisae)

C1= 0%; **C2**=0.5%; **C3**= 1% y **C4**= 2%.

3.6.2. Variable dependiente.

Rendimiento de alcohol

°GL (grado alcohólico).

Horas (tiempo de fermentación).

3.7. Descripción de técnicas e instrumentos de recolección de datos.

Se utilizó la técnica de la observación del investigador (evaluación instrumental) y el análisis documental; además, recopilando datos de fuente secundaria como libros, informes y otros documentos que son indispensables como fuente de datos de toda investigación actual.

Los instrumentos para la recolección de datos, fueron: guía técnica documental, balanza analítica, equipo de destilación simple, pH-metro y alcoholímetro.

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. El fruto de Cacao.

4.1.1. Análisis biométrico del fruto de Cacao.

En las tablas 7 y 8, se observa que el promedio de números de semilla de 10 frutos de cacao tomadas al azar de cada clon, el promedio es de 47 del clon CCN-51 y 44 del clon IMC-67; el número de semillas en el interior de cada fruto maduro es de 35 a 45 (PCCCA, 2005).

Se observa, que el número de granos es proporcional al peso del fruto, en ambas tablas 7 y 8, mientras mayor es el peso del fruto (1318 g) M1 del clon CCN-51 y (990 g) M1 del clon IMC-67 mayor en el número de granos (52 granos) M1 del clon CCN-51 y (50 granos) M1 del clon IMC-67 y viceversa; cuando menor es el peso del fruto (587 g) M10 del clon CCN-51 y (505 g) M10 del clon IMC-67 menor es el número de granos (36 granos) M10 del clon CCN-51 y (33 granos) M10 del clon IMC-67.

En las muestras tomadas al azar de ambos clones, se observa que la muestra M1 del peso del fruto del clon CCN-51 tiene mayor peso que la muestra M1 del clon IMC-67, igual para las últimas muestras M10 de cada clon, corroborando que el clon CCN-51 tiene alto rendimiento y sus frutos son grandes (Rojas, 2007). El clon IMC-67 es un clon tipo aromático..., de menor productividad y mazorcas de tamaño medio (El Universo, 2005). El tamaño de un fruto es proporcional a su peso (Muñoz, 2014).

En la tabla 7, se observa que las muestras del clon CCN-51 tienen mayor peso, por lo tanto mayor tamaño comparado con la tabla 8.

Tabla 7. Peso del fruto de Cacao del clon CCN-51.

Muestra	Peso del fruto (g)	Peso del grano (g)	Peso de la cáscara (g)	N° de granos (unid)
M1	1318	257	1058	52
M2	1004	203	798	50
M3	964	236	725	51
M4	859	248	608	51
M5	797	239	555	49
M6	795	241	551	49
M7	760	208	549	47
M8	659	194	462	46
M9	656	217	436	38
M10	587	151	433	36
PROMEDIO	839,9	219,4	617,5	47

Tabla 8. Peso del fruto de Cacao del clon IMC-67.

Muestra	Peso del fruto (g)	Peso del grano (g)	Peso de la cáscara (g)	N° de granos (unid)
M1	990	240	747	50
M2	983	200	780	49
M3	889	220	666	49
M4	780	210	567	48
M5	775	200	572	47
M6	750	190	557	45
M7	720	195	522	45
M8	660	180	477	43
M9	645	179	463	35
M10	505	120	382	33
PROMEDIO	769,7	193,4	573,3	44

4.1.2. Análisis del fruto de Cacao.

Según (Navarro & Mendoza, 2009) el fruto de Cacao se compone por cascaras, habas y placentas, que se obtienen cuando se quiebran los frutos al retirar los granos.

En la tabla 9, se observa que el 73,5% y 74,5% representa el porcentaje de cáscara y placenta del clon CCN-51 y IMC-67 respectivamente con relación al fruto entero, según (Luzuriaga, 2012), menciona que el mayor porcentaje de la composición del fruto de cacao representa la cáscara y placenta 68,5% en relación al peso del fruto entero. La diferencia en los valores obtenidos se debe a la zona en la que se cultiva una planta como lo afirma (Muñoz, 2014).

Tabla 9. Composición del fruto de Cacao.

Descripción	CCN-51	IMC-67
	%	%
Grano fresco*	26,1%	25,1%
Cáscara y placenta*	73,5%	74,5%
Fruto entero*	100%	100%

*: Datos tomados del peso promedio de la tabla 7 y 8.

El porcentaje de grano fresco de cacao del clon CCN-51 es de 26,1%, con respecto a la composición del fruto entero, siendo mayor que 25,1% del clon IMC-67. Dando como resultado que el clon CCN-51 tiene mayor rendimiento en la cantidad de granos frescos, que es un factor positivo en el aprovechamiento de beneficiado de granos para los agricultores.

4.2. Cosecha del fruto.

4.2.1. Rendimiento de la cosecha del fruto de cacao.

En la tabla 10, se observa que en ambos clones CCN-51 e IMC-67, se inicia con un fruto total cosechado de 500 Kg, de los cuales se descartó 2% y 3,6% de fruto dañados o enfermos de cada clon respectivamente, teniendo el valor más alto el clon IMC-67; este clon es más susceptible a plagas y enfermedades

(El Universo, 2005), disminuyendo su rendimiento en aprovechamiento de fruto a un 96,40% con respecto a un 98,00% del clon CCN-51.

El mismo problema se presentó en el aprovechamiento de los granos frescos obtenidos, siendo del clon IMC-67 que se descartó 2,99% con respecto al cantidad de grano fresco total en comparación con el descarte de 2,80% del clon CCN-51.

Tabla 10. Rendimiento del fruto de Cacao en la cosecha.

Descripción	CCN-51			IMC-67		
	Kg	%	%	Kg	%	%
Fruto Total	500	100,00%[a]	100,00%[a]	500	100,00%[a]	100,00%[a]
Fruto Bueno	490	98,00%[a]		482	96,40%[a]	
Fruto Descartado	10	2,00%[a]		18	3,60%[a]	
Grano fresco total	143	100,00%[b]	28,60%[a]	134	100,00%[b]	26,80%[a]
Grano Bueno	139	97,20%[b]		130	97,01%[b]	
Grano Descartado	4	2,80%[b]		4	2,99%[b]	

a: % en relación al fruto total

b: % en relación al grano fresco total

En valores porcentuales con respecto a la cantidad de fruto cosechado, se observa que el clon CCN-51 tiene mayor aprovechamiento en la obtención de grano fresco para el beneficio con 28,6% frente a 26,8% del clon IMC-67. Además los descartes por daños y/o enfermedades del clon CCN-51 es menor (2,0% y 2,8% descarte de fruto y grano respectivamente) en comparación al clon IMC-67 (3,6% y 2,99% descarte de fruto y grano respectivamente).

4.3. Mucílago de Cacao.

4.3.1. Rendimiento del mucílago de cacao.

En la tabla 11, se observa que el mucílago de cacao del clon CCN-51 se obtuvo 17 L (12,23%) en comparación al clon IMC-67 donde se obtuvo 14 L (10,77%), pero con cantidades iniciales de grano fresco diferentes.

Si calculamos por regla de tres simples e igualamos las cantidades de grano fresco, se obtendrá:

$$x = \frac{130\text{x } 17}{139} = 15{,}9L$$

Esto nos indica que por 130 Kg de grano fresco de Cacao del Clon CCN-51 se obtendrá 15,9 L de Mucilago que equivale a 12,23% con respecto a la cantidad de grano fresco, esto nos muestra que el rendimiento de mucilago del clon CCN51 es mayor en comparación del clon IMC-67 (10,77%).

Tabla 11. Rendimiento del mucílago de Cacao.

Descripción	CCN-51		IMC-67	
	cantidad	%	cantidad	%
Grano Fresco (Kg)	139	100,00%*	130	100,00%*
Mucilago (L)	17	12,23%*	14	10,77%*

*: % en relación a la cantidad de grano fresco

Mucilago recolectado por 30 horas.

Según (Mejía & Argüello, 2000), menciona que por cada kilo de semilla fresca se produce 50 ml de pulpa. Con respecto a nuestro resultado deducimos que por cada kilo de grano fresco se obtiene 114 ml de mucilago (se promedió con ambos clones); la variación de la composición química de las plantas se deben a factores como: las prácticas agrícolas, el clima y el tipo de suelo (Espin, Villacrés, & Brito, 2006). Nuestra cosecha se realizó en mes de junio finales de temporada de lluvia en la región de Ucayali, la elevada humedad del clima y del terreno afecto directamente al contenido de humedad del fruto de cacao, aumentando el contenido de mucilago.

En la Tabla 12; se observa que el rendimiento general del mucilago de cacao partiendo desde la cantidad de frutos seleccionados es de 3,47% del clon CCN-51 en comparación con 2,9% del clon IMC-67.

De manera general se observa en la tabla 12 que hay menores descartes en el clon CCN-51 por la tanto mayor aprovechamiento obteniendo 28,37% de grano seleccionado y 3,47% de mucilago frente a 26,67% de grano seleccionado y 2,9% de mucilago del clon IMC-67.

Tabla 12. Rendimiento general en la obtención del mucílago

Descripción	CCN-51		IMC-67	
	Cantidad	%	cantidad	%
Fruto seleccionado (Kg)	490	100,00%	482	100,00%
Grano Seleccionado (Kg)	139	28,37%	130	26,97%
Mucilago (L)	17	3,47%	14	2,90%

4.3.2. Análisis de la obtención de mucílago en el tiempo.

En la figura 7, se observa que el mucilago obtenido del escurrido es mayor en las 6 primeras horas, y luego esto desciende conforme pasa el tiempo.

Según (Rica, 2009), menciona que el tiempo de escurrido ocurre en la fase anaeróbica de la fermentación del grano que dura entre 30-48 horas iniciado el proceso. El tiempo total de escurrido en el presente trabajo es de 30 horas, donde para totalmente el drenaje del mucilago.

En las primeras horas el escurrido del mucilago es mayor, y conforme pasa el tiempo gradualmente disminuye hasta dejar de escurrir en su totalidad.

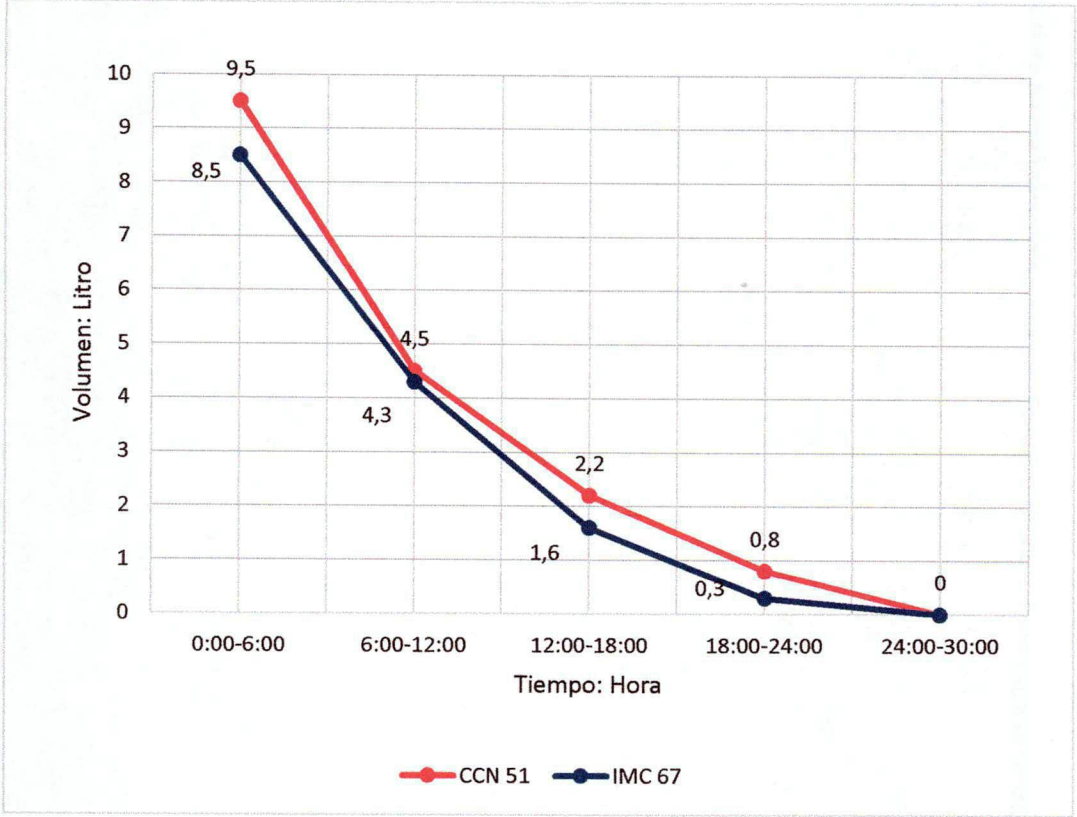


Figura 7. Escurrido del mucílago de Cacao.

4.4. Fermentación del mucílago de cacao.

4.4.1. Variación de °Brix del mucílago de cacao del clon CCN-51.

En la figura 8 (se muestra los datos de la media de resultados de la Tabla 2A (Anexo): Datos de °Brix y pH del mucílago del Clon CCN-51), observamos que el contenido inicial de °Brix del mucilago del clon CCN-51, es 15 °Brix, y conforme pasa el tiempo este dismuye gradualmente. En el tratamiento T1, con 0% de levadura, el tiempo de fermentación es de 108 horas y termina con una concentración de 6,5 °Brix; en el tratamiento T2 el tiempo de fermentación es de 84 horas y termina con una concentración de 6 °Brix; en el tratamiento T3 y T4 el tiempo de fermentación es de 48 horas y termina con una concentración de 6 °Brix. Esto nos indica que la degradación de °Brix está en relación directa con el contenido de levadura, a mayor concentración de levadura (2%) más rápido la degradación de solidos solubles (°Brix); y en relación inversa con el tiempo, a mayor concentración de levadura menos tiempo de fermentación (48 horas).

Según (Grupo Vilbo, 2011), las levaduras son capaces de transformar los azúcares en alcohol y CO_2. Esto nos indica que las levaduras consumen el azúcar disminuyendo el contenido de °Brix.

En la tabla 13, se observa que existe diferencia significativa de variación de °Brix en las primeras 36 horas, donde hay un gran consumo de solidos solubles en las primeras 12 horas, reduciéndose de 15 °Brix a 9,92 °Brix con una diferencia de 5,08 de °Brix consumido que equivalente a 5,08 gr de azucares en 100 ml de solución; y a las 12 horas siguientes se reduce de 9,92 °Brix a 7,50 °Brix, consumiéndose 2,42 °Brix y a partir de las 36 horas la reducción es de 7,50 °Brix a 6,42 °Brix, con un consumo de 1,08 °Brix.

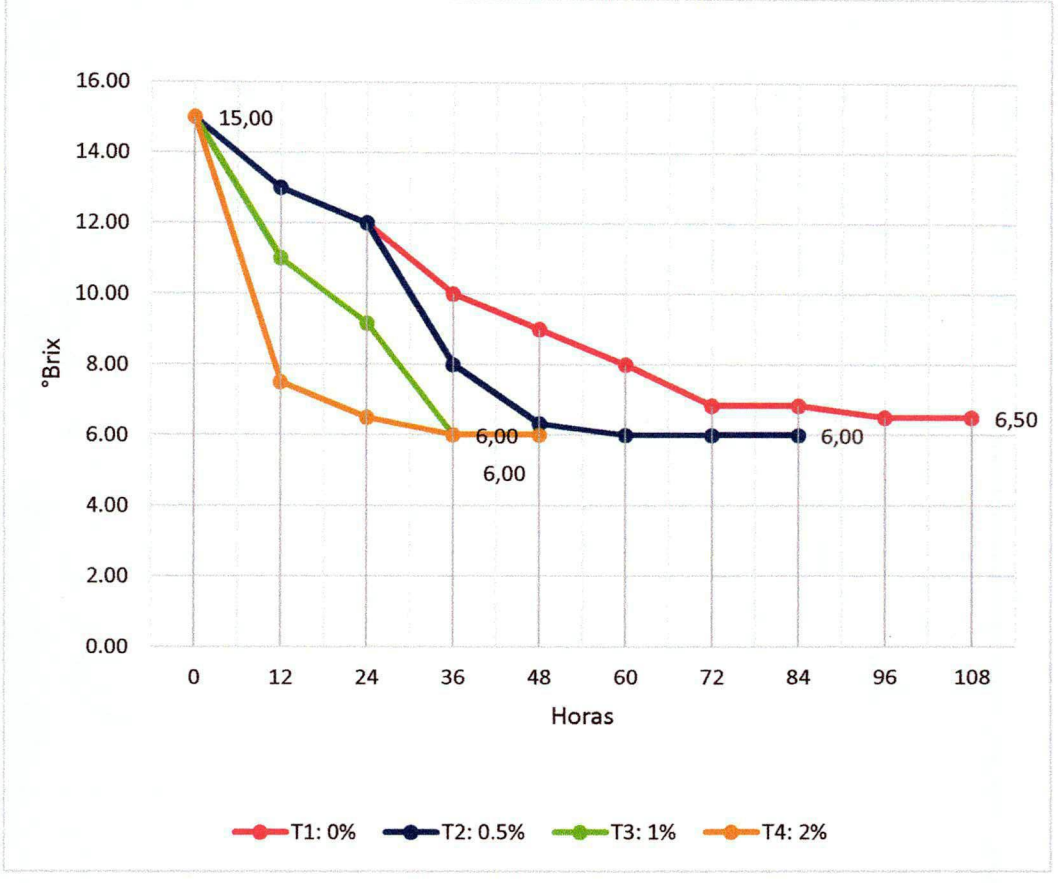


Figura 8. Variación de °Brix del mucílago de Cacao clon CCN-51 durante el proceso de fermentación.

Según (Muniesa & Cia.; 2009), las levaduras cumplen un ciclo dentro del sustrato: periodo de adaptación, periodo de multiplicación, periodo de estabilización y periodo de mortalidad debido a la concentración de alcohol acumulado en el sustrato. Siendo el motivo que después de las 36 horas la variación de los grados Brix es menor que en las primeras horas, es porque ha iniciado en las levaduras el periodo de estabilización.

Tabla 13. Comparación múltiple de Tukey para °Brix del mucílago de Cacao del clon CCN-51 por el tiempo.

Tiempo	N	1	2	3	4
72	6	6,42			
84	6	6,42			
96	3	6,50			
108	3	6,50			
48	12	6,83			
60	6	7,00			
36	12	7,50	7,50		
24	12		9,92	9,92	
12	12			11,13	
0	12				15,00
Sig.		,97	,18	,94	1,00

Comparación Múltiple Tukey HSD ab

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

4.4.2. Variación de °Brix del Mucílago de cacao del clon IMC-67.

En la figura 9 (se muestra los datos de la media de resultados de la Tabla 3A (Anexo): Datos de °Brix y pH del mucílago del Clon IMC-67), observamos que el contenido inicial de °Brix del mucilago del clon IMC-67, es 17°brix, y conforme pasa el tiempo este dismuye gradualmente. En el tratamiento T5, con 0% de levadura, el tiempo de fermentación es de 108 horas y termina con una concentración de 7,33 °Brix; en el tratamiento T6 el tiempo de fermentación es

de 84 horas y termina con una concentración de 6,5 °Brix; en el tratamiento T7 y T8 el tiempo de fermentación es de 48 horas y termina con una concentración de 6,5 °Brix.

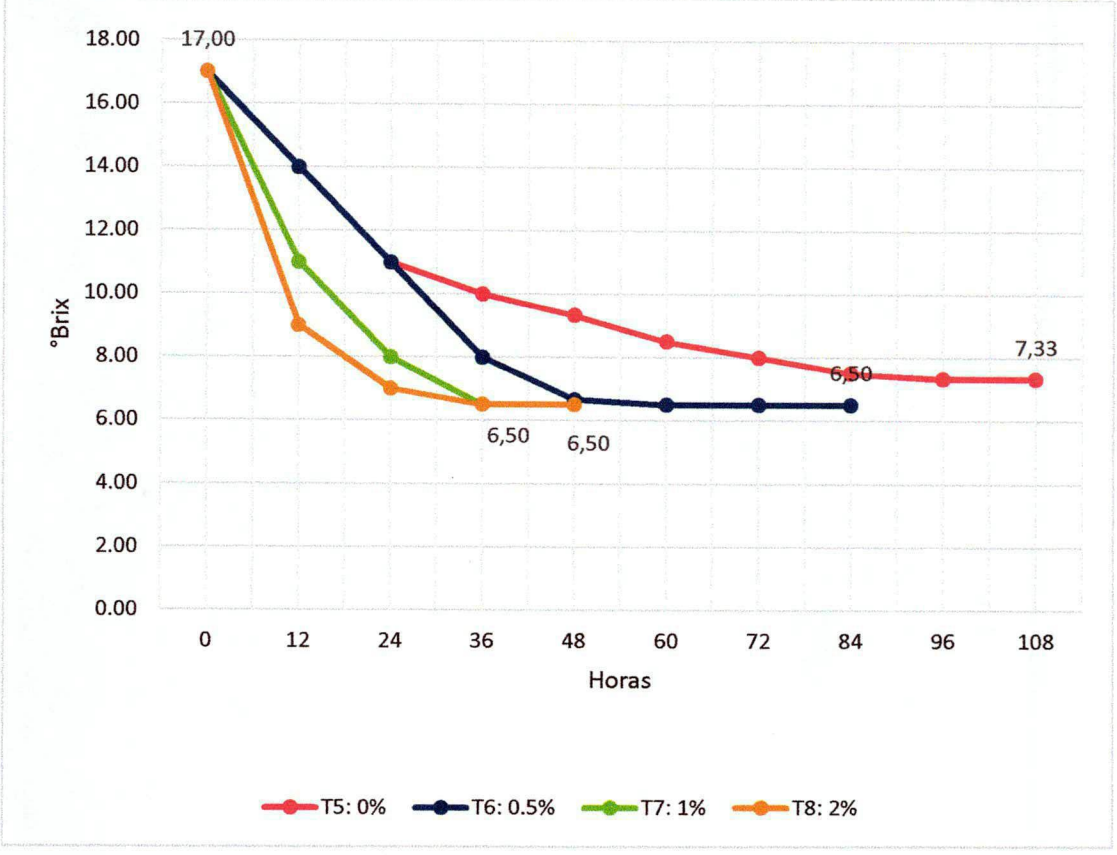


Figura 9. Variación de °Brix del mucílago de Cacao del clon IMC-67 en el proceso de fermentación.

En la tabla 14, se observa que existe diferencia significativa de variación de °Brix en las primeras 24 horas, donde hay un gran consumo de solidos solubles en las primeras 12 horas, reduciéndose de 17,00 °Brix a 12,00 °Brix con una diferencia de 5,00 de °Brix consumido que equivalente a 5,00 g de azucares en 100 ml de solución; y a las 12 horas siguientes se reduce de 12,00 °Brix a 9,25 °Brix, consumiéndose 2,75 °Brix y a partir de las 24 horas la reducción es de 9,25 °Brix a 7,00 °Brix, con un consumo de 2,25 °Brix.

Tabla 14. Comparación múltiple de Tukey para °Brix del mucílago de Cacao del clon IMC-67 por el tiempo de fermentación.

Tiempo	N° de Muestras	Subconjunto		
		1	2	3
84	6	7,00		
48	12	7,25		
72	6	7,25		
96	3	7,33		
108	3	7,33		
60	6	7,50		
36	12	7,75		
24	12	9,25		
12	12		12,00	
0	12			17,00
Sig.		,14	1,00	1,00

Comparación Múltiple Tukey HSD ab

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos

4.4.3. Variación de °Brix del mucílago de cacao del Clon CCN-51 e IMC-67.

En la tabla 15; se observa el análisis de varianza de la variación de °Brix en el proceso de Fermentación por el tipo de clon y las concentraciones de levadura.

El resultado en el tipo de Clon, nos indica que no hay diferencia significativa en la variación de °Brix por el tipo de clon; y no hay diferencia significativa en el tiempo de fermentación por el tipo de clon. Los clones CCN-51 e IMC-67 no influyen significativamente en la variación de °Brix y en el tiempo de fermentación (horas).

El resultado en la concentración de Levadura, nos indica que no existe diferencia significativa en la variación de °Brix por la concentración de Levadura; pero que si

existe diferencia altamente significativa en el tiempo de fermentación (horas) por la concentración de levaduras. La concentración de levaduras (0%, 0,5%, 1% y 2%) no influyen significativamente en la variación de °Brix pero si influyen en el tiempo de fermentación (horas).

Tabla 15. Análisis de Varianza para °Brix en el tiempo de fermentación.

Fuente de Variación	Variable dependiente	Suma de cuadrados	Gl	Cuadrático promedio	F	Sig.
CLON	°Brix	14,75	1	14,75	1,18	,28
	Horas	,00	1	,00	,00	1,00
Levadura	°Brix	21,54	3	7,18	,58	,63
	Horas	27308,57	3	9102,86	11,66	,00
CLON * Levadura	°Brix	1,79	3	,59	,05	,99
	Horas	,00	3	,00	,00	1,00
Error	°Brix	1993,29	160	12,46		
	Horas	124848,00	160	780,30		
Total corregido	°Brix	2032,12	167			
	Horas	152156,57	167			

En la tabla 16; observamos que la variación de °Brix entre las concentraciones de levadura (0%, 1%, 0,5% y 2%) no existe diferencia altamente significativa, las variaciones entre estos tratamientos son similares.

El tratamiento con 2% de concentración de levadura presenta una concentración de 8,7 °Brix (el menor valor en el subconjunto) y le tratamiento con 0% de concentración de levadura presenta una concentración de 9,68 °Brix (el mayor valor en el subconjunto); existe una diferencia de 0,98 °Brix, esta es la diferencia de consumo mínimo entre estos tratamientos.

Tabla 16. Comparación múltiple de Tukey en la variación de °Brix por % de levadura.

% de Levadura	N	Subconjunto
		1
2.0%	30	8,70
0.5%	48	9,28
1.0%	30	9,62
0.0%	60	9,68

Comparación Múltiple Tukey HSD

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

En la figura 10, observamos que el comportamiento de la variacion de °Brix en ambos clones CCN-51 e IMC-67 son similares, no existe diferencia en la variacion de °Brix con respecto al tipo de Clon. Observamos que los tratamientos T1, T2 y T3 con 0%, 0,5% y 1% de levadura del clon CCN51, tienen mayor valor promedio de °Brix 9,37, 9,04 y 9,43 respectivamente, esto indica que resto mayor cantidad de azucares por consumir en comparacion con el tratamiento T4 con 2% de levadura que resto con un valor promedio 8,2 °Brix esto indica que hubo un mayor consumo y aprovechamiento de los azucares. El mismo comportamiento se presenta en el clon IMC-67 en los tratamientos T5, T6 y T7 con 0%, 0,5% y 1% de levadura que presentan un valor promedio de 10; 9,52 y 9,8 °Brix en comparacion con el tratamiento T8 con 2% de levadura que resta con un valor promedio de 9,2 °Brix.

Esto indica que cuando mayor es la concentracion de levadura (2%), mayor es el consumo y aprovechamiento de azucares por parte de estos microorganismos; y viceversa cuando menor es la concentracion de levaduras 0%, 0,5% y 1% menos es el aprovechamiento de azucares.

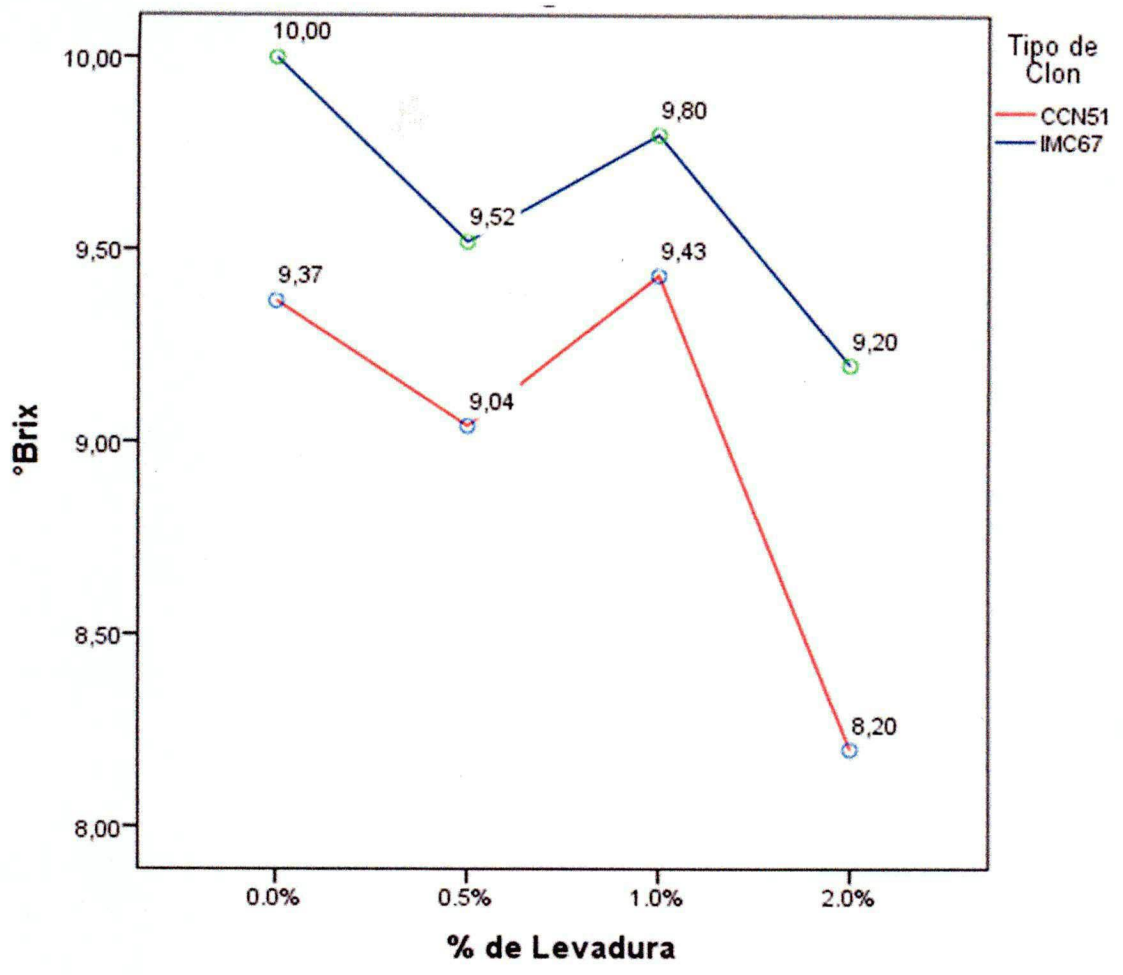


Figura 10. Variación de °Brix por tipo de clon.

En la Tabla 17, observamos que en las concentraciones de 1% y 2% de levadura el tiempo de variacion de °Brix es menor (24 horas), a concentracion de 0,5% de levadura el tiempo de variacion de °Brix aumenta a 42 horas y a concentracion de 0% de levadura el tiempo de variacion es mayor 54 horas. Esto nos indica que cuando mayor es la concentracion de levadura (1% y 2%) es rapido la variacion de °Brix (24 horas) y cuando menor es la concentracion de levadura (0%) la variacion de °Brix es mas lenta (54 horas).

Tabla 17. Comparación múltiple de Tukey en la variación de °Brix por el tiempo (horas).

% de Levadura	N° de Muestra	Subconjunto	
		1	2
1.0%	30	24,00	
2.0%	30	24,00	
0.5%	48		42,00
0.0%	60		54,00
Sig.		1,000	,240

Comparación Múltiple Tukey HSD

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

En la figura 11, observacion que la variacion de °Brix en el proceso de fermentacion son iguales en ambos clones, CCN-51 e IMC-67, pero diferentes en la cantidad de concentracion de levaduras.

En la concentracion de levadura de 1% y 2%, que son los tratamientos T3 y T4, T7 y T8 del clon CCN-51 e IMC-67 respectivamente, la variacion de °Brix se da en un tiempo de 24 horas. En la concentracion de levadura de 0.5% y 0%, que son los tratamientos T1 y T2, T5 y T6 del clon CCN-51 e IMC-67 respectivamente, la variacionde °Brix se da en un tiempo de 42 horas y 54 horas.

La velocidad de Variacion de °Brix esta influenciado con la concentracion de Levadura, a mayor concentracion (2%) reducimos el tiempo de variacion de °brix (24 horas), y a menor concentracion (0%) aumentamos la variacion de °Brix (54 horas).

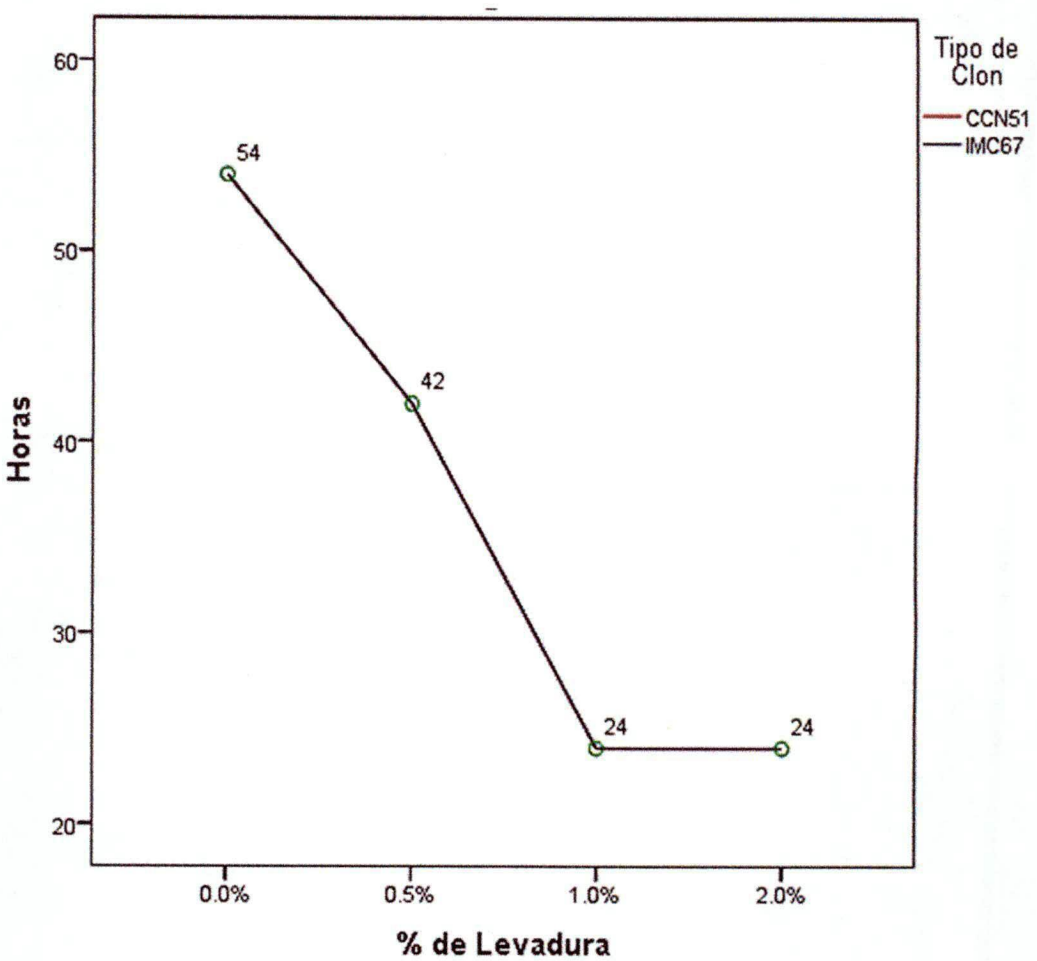


Figura 11. Variación de °Brix por el tiempo de fermentación.

4.4.4. Variación de pH del mucílago de cacao del clon CCN-51.

En la Figura 12, observamos que en las primeras 48 horas no existe una desviación de valores entre los tratamientos, T1, T2, T3 y T4, pero si existe una ligera elevación de valor de pH en los 4 tratamientos. Pasada las 48 horas el tratamiento T2 mantiene sus valores constantes a diferencia del tratamiento T1 que existe una curva de aumento de valores pH entre las 48 y 108 horas.

Los tratamientos iniciaron el proceso con valor de 3,08 pH, el resultado al final del proceso fueron de 4,07 pH para T1, 3,25 pH para T2, 3,21 pH para T3 y 3,33 pH para T4. El máximo valor alcanzado es 4,07 pH del T1.

Cabe mencionar que estos valores de pH están dentro de un área que pertenecen a un medio ácido y cuando aumenta el valor pH disminuye la acidez.

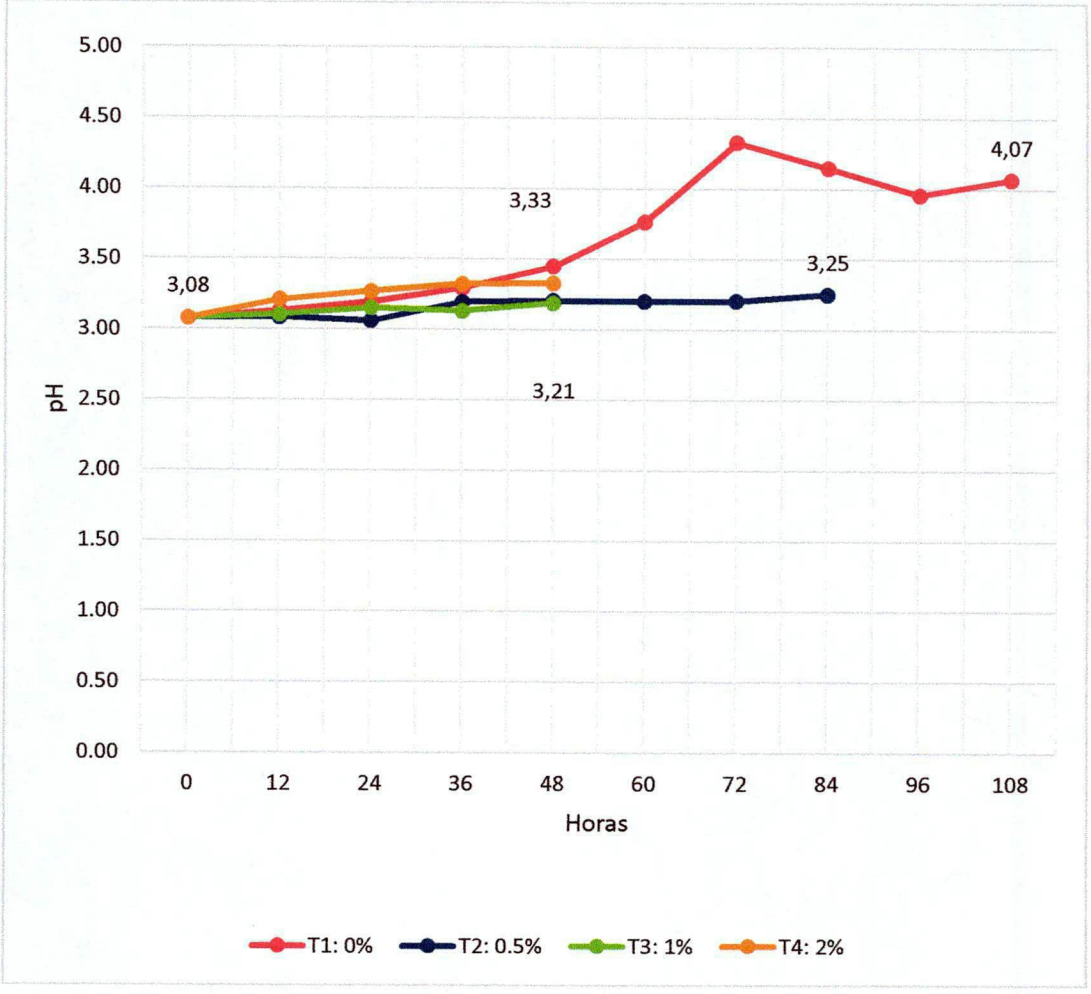


Figura 12. Variación de pH del mucílago de Cacao del clon CCN-51 en el proceso de fermentación.

En la tabla 18, según la comparación múltiple de Tukey, que en las primeras 48 horas no existe diferencia significativa en la variación de pH, pasada las 48 horas existe diferencias significativas divididas en 3 grupos de tiempo, entre las 48 y 60 horas no existe diferencia significativa, entre las 84 y 72 horas no existe diferencia significativa y entre 96 y 108 horas no existe diferencia significativa, pero estos 3 grupo de tiempo en su conjunto tienen diferencia significativa.

El orden de tabla en el factor tiempo nos indica que conforme pasa el tiempo el valor de pH aumenta.

Tabla 18. Comparación múltiple de Tukey para pH del mucílago de Cacao del clon CCN-51 por el tiempo.

Tiempo	N° de Muestra	Subconjunto			
		1	2	3	4
00	12	3,08			
12	12	3,13			
24	12	3,17			
36	12	3,24	3,24		
48	12	3,29	3,29		
60	6	3,49	3,49	3,49	
84	6		3,67	3,67	3,67
72	6			3,77	3,77
96	3				3,96
108	3				4,07
Sig.		,086	,052	,51	,09

Comparación Múltiple Tukey HSD

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

4.4.5. Variación de pH del mucilago de cacao del clon IMC-67.

En la figura 13, observamos que todos los tratamientos T5, T6, T7 y T8, tienen una elevación de pH constante hasta las 24 y 36 horas; pasada el tiempo de 48 horas los tratamiento T5 y T6 mantienen el valor constante de pH hasta el final del proceso.

Los tratamientos iniciaron con un valor de 3,01 pH finalizando el proceso con un valor de 3,25 pH para T5, 3,31 pH para T6, 3,30 pH para T7 y 3,35 pH para T8. El máximo valor alcanzado es 3,35 pH del T8.

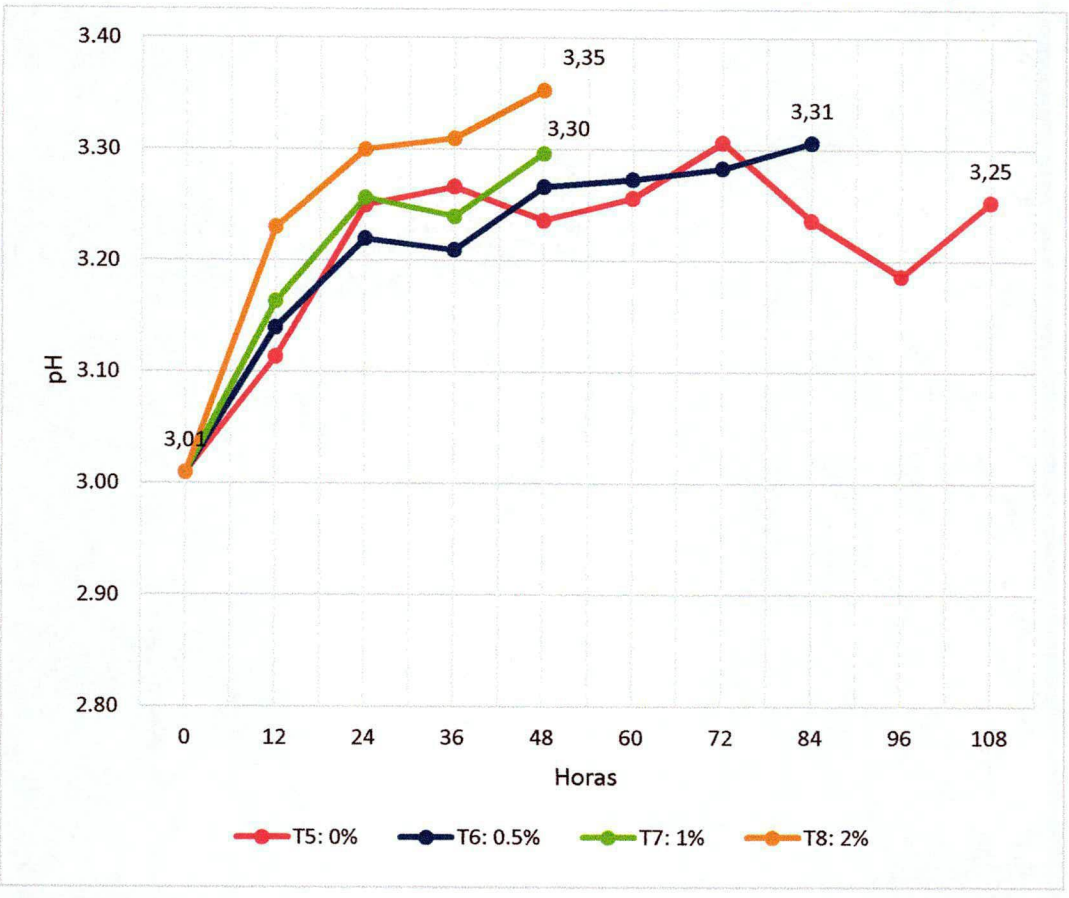


Figura 13. Variación de pH del mucílago de Cacao del clon IMC-67 en el proceso de fermentación.

En el tabla 19, observamos que la variación de pH en las horas 108, 24, 36, 60, 48, 84 y 72 no existe diferencia significativa, esto nos indica que los valores tomados en ese tiempo se mantienen similares.

En el tiempo de 12 y 96 horas, comparado con las horas mencionadas existe diferencia significativa en las variación de pH, esto nos indica que los valores de pH tomadas en ese tiempo estaban fuera del rango anterior, en el caso de las 12 horas el valor de pH aumento, y en el caso de las 96 horas el valor de pH disminuyo como se muestra en la figura 13.

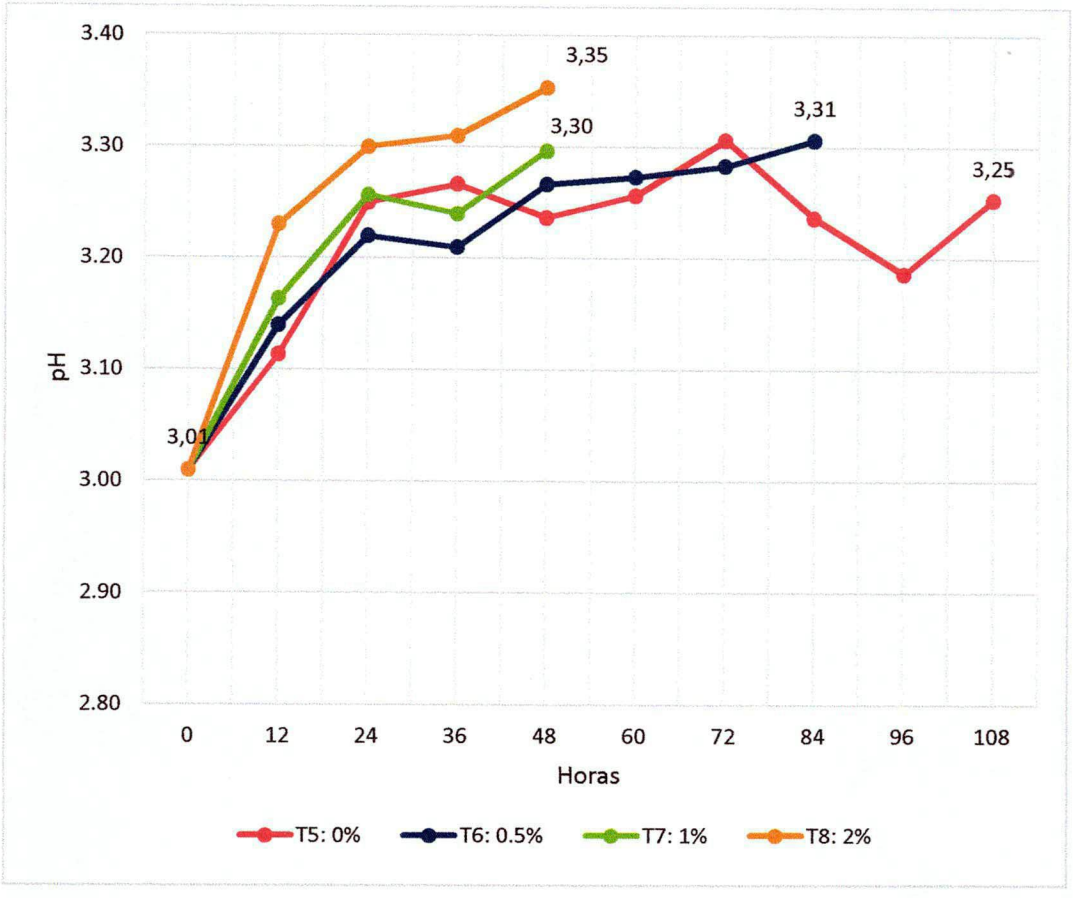


Figura 13. Variación de pH del mucílago de Cacao del clon IMC-67 en el proceso de fermentación.

En el tabla 19, observamos que la variación de pH en las horas 108, 24, 36, 60, 48, 84 y 72 no existe diferencia significativa, esto nos indica que los valores tomados en ese tiempo se mantienen similares.

En el tiempo de 12 y 96 horas, comparado con las horas mencionadas existe diferencia significativa en las variación de pH, esto nos indica que los valores de pH tomadas en ese tiempo estaban fuera del rango anterior, en el caso de las 12 horas el valor de pH aumento, y en el caso de las 96 horas el valor de pH disminuyo como se muestra en la figura 13.

Tabla 19. Comparación múltiple de Tukey para pH del mucílago de Cacao del clon IMC-67 por el tiempo.

Tiempo	N° de muestra	Subconjunto		
		1	2	3
00	12	3,01		
12	12		3,16	
96	3		3,19	
108	3			3,25
24	12			3,26
36	12			3,26
60	6			3,27
48	12			3,29
84	6			3,29
72	6			3,29

Comparación Múltiple Tukey HSD

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos

4.4.6. Variación de pH del mucílago de Cacao del Clon CCN-51 e IMC-67.

En la tabla 20, observamos que el tipo de clon no influye en el tiempo de Fermentación pero si influye ligeramente en la variación de pH. El porcentaje de levadura (0%, 0,5%, 1% y 2%) influye significativamente en la variación de pH y en el tiempo de fermentación (figura 11. El tiempo de fermentación es de acuerdo a la variación de °Brix).

La variación de pH está influenciada por el porcentaje de levadura, el tipo de clon y el tiempo de fermentación.

Tabla 20. Análisis de Varianza de pH en el tiempo de fermentación.

Fuente de variación	Variable dependiente	Suma de cuadrados	Gl	Cuadrático promedio	F	Sig.
CLON	Horas	,00	1	,00	,00	1,00
	pH	,23	1	,23	5,11	,03
Levadura	Horas	27308,57	3	9102,86	11,67	,00
	pH	2,08	3	,69	15,41	,00
CLON * Levadura	Horas	,00	3	,00	,00	1,00
	pH	2,11	3	,70	15,59	,00
Error	Horas	124848,00	160	780,30		
	pH	7,21	160	,05		
Total corregido	Horas	152156,57	167			
	pH	12,06	167			

En la tabla 21, observamos que no hay diferencia significativa en la variación de pH con las concentraciones de 1%, 0,5% y 2%, que tienen un valor promedio de 3,16, 3,19 y 3,24 respectivamente, estas concentraciones mantienen una variación de pH similar a diferencia de la concentración de 0%, que tiene un valor pH de 3.42 que tiene un valor diferente a comparación de las otras concentraciones. Esto nos indica que el tratamiento con 0% de levadura eleva el valor de pH a diferencia de los tratamiento con 1%, 0,5% y 2%, estos mantienen una variación similar del pH.

Tabla 21. Comparación múltiple Tukey en la variación de pH por el porcentaje de levadura.

% de Levadura	N	Subconjunto	
		1	2
1.0%	30	3,16	
0.5%	48	3,19	
2.0%	30	3,24	
0.0%	60		3,42

Comparación Múltiple Tukey HSD.

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

En la Figura 14, observamos que hay una diferencia significativa con la concentración de 0% de levadura, tenemos el tratamiento T1 del clon CCN-51 con 3,64 de pH y el tratamiento T5 del clon IMC-67 con 3,21 de pH, existe una diferencia de valores de 0,43, estos son los tratamientos que variaron diferente en comparación con los tratamientos con concentraciones de 0,5%, 1% y 2% de levadura, su comportamiento son similares. Esto nos indica que la utilización de levaduras comerciales (excepto el tratamiento T5 del clon IMC-67) alcaliniza ligeramente el medio donde se desarrollan, porque hay un aumento de los valores de pH (Figura 12 y 13) en comparación con el tratamiento T1 del clon CCN-51 que tiene un aumento de valor de pH elevado. Las levaduras modifican las características físicas y química del producto... en el proceso de fermentación (Gastronomía & Cía., 2009). Según Blouin & Peynaud (2004), menciona que son muchos los factores que influyen en el desarrollo de una fermentación: acidez, azucares y temperatura.

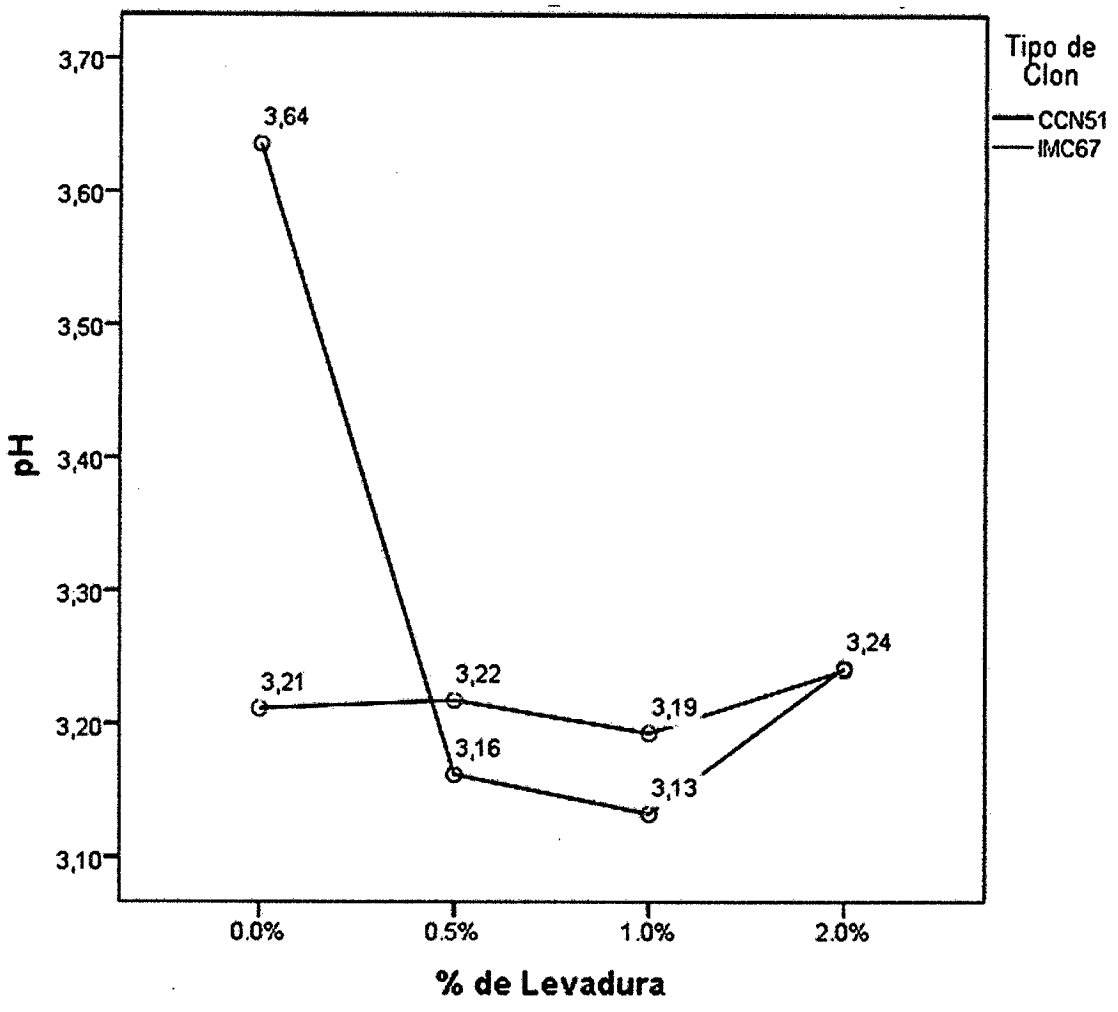


Figura 14. Variación de pH por el tipo de Clon.

4.5. Producción de alcohol y Tiempo de Fermentación.

En la tabla 22, se muestra los resultados del rendimiento alcohólico según el método de determinación de NTP 319.229:2014 Alcohol Etílico para Bebidas alcohólicas; y el tiempo de duración del proceso. Los resultados se analizaron con la prueba F, cuadro de análisis de Varianza ANVA combinada.

Tabla 22. °GL (grado alcohólico) y tiempo de fermentación.

CLON	Tratamiento	% LEVADURA	°GL a 20°C	HORAS
CCN-51	T1	0,00%	10	108
CCN-51	T1	0,00%	11	108
CCN-51	T1	0,00%	10	108
CCN-51	T2	0,50%	13	84
CCN-51	T2	0,50%	13	84
CCN-51	T2	0,50%	13	84
CCN-51	T3	1,00%	11	84
CCN-51	T3	1,00%	13	48
CCN-51	T3	1,00%	11	48
CCN-51	T4	2,00%	13	48
CCN-51	T4	2,00%	13	48
CCN-51	T4	2,00%	13	48
IMC-67	T5	0,00%	13	108
IMC-67	T5	0,00%	11	108
IMC-67	T5	0,00%	12	108
IMC-67	T6	0,50%	13	84
IMC-67	T6	0,50%	13	84
IMC-67	T6	0,50%	13	84
IMC-67	T7	1,00%	11	48
IMC-67	T7	1,00%	13	48
IMC-67	T7	1,00%	13	48
IMC-67	T8	2,00%	13	48
IMC-67	T8	2,00%	13	48
IMC-67	T8	2,00%	13	46

4.6. Análisis de Varianza del grado alcohólico y tiempo.

En la tabla 23, observamos el análisis de varianza del grado alcohólico °GL y tiempo de fermentación en los clones CCN-51 e IMC-67 y concentración de levadura.

El resultado en el tipo de clon, nos indica que no existe diferencia significativa en el tipo de clon y la producción de grado alcohólico; no existe diferencia significativa en el tipo de clon y tiempo de Fermentación (horas). Los tipos de clones CCN-51 y IMC-67 no influye significativamente en la producción de grado alcohólico y el tiempo de fermentación (horas).

El resultado en la concentración de levaduras, nos indica que existe diferencia significativa en la concentración de levaduras y la producción de grado alcohólico; existe diferencia significativa en la concentración de levaduras y tiempo de fermentación (horas). Las concentraciones de levadura (0%, 0.5%, 1% y 2%) influye significativamente en la producción de grado alcohólico y altamente significante en el tiempo de fermentación (horas).

Tabla 23. Análisis de Varianza de grado alcohólico y tiempo de fermentación.

Fuente de Variación	Variable dependiente	suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.
CLON	°GL	2,04	1	2,04	4,08	,06
	Horas	60,17	1	60,17	1,11	,31
%	°GL	14,12	3	4,71	9,42	,00
LEVADURA	Horas	14088,50	3	4696,17	86,69	,00
CLON * %	°GL	2,79	3	,93	1,86	,18
LEVADURA	Horas	156,50	3	52,17	,96	,43
Error	°GL	8,00	16	,50		
	Horas	866,67	16	54,17		
Total	°GL	26,96	23			
	Horas	15171,83	23			

4.6.1. Producción de alcohol.

En la tabla 24; observamos que la menor producción de grado alcohólico está con las concentraciones de 0% y 1% de levadura con una ligera diferencia de 0.83 grado alcohólico entre ellos; esta prueba de comparación múltiple Tukey nos indica que se obtiene una misma cantidad de grado alcohólico con una diferencia mínima utilizando concentración de 0% y 1% de levadura.

La mayor producción de grado alcohólico está con la concentración de 0,5% y 2% de levadura; esta prueba de comparación múltiple Tukey nos indica que se obtiene la misma cantidad de 13 °GL (13ml en 100ml de muestra) utilizando concentraciones de 0,5% y 2% de levadura.

Tabla 24. Comparación múltiple de Tukey en la producción de grado alcohólico por la concentración de levadura.

% de Levadura	N° de Muestra	Subconjunto	
		1	2
0,0%	6	11,17	
1,0%	6	12,00	
0,5%	6		13,00
2,0%	6		13,00
Sig.		,21	,11

Comparación Múltiple Tukey HSD

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

En la figura 15, observamos que la mayor producción es 13 °GL en las concentraciones de 0.5% y 2% de levadura que pertenece a los tratamientos T2: 0,5%, T4: 2% y T6: 0,5% y T8: 2% de los clones CCN-51 e IMC-67 respectivamente. La menor producción de grado alcohólico pertenecen al clon CCN51 con 10,33 °GL en el tratamiento T1: 0% y 11.67 °GL en el tratamiento T3: 1%. La producción media de grado alcohólico pertenecen al clon IMC67 con 12 °GL en el tratamiento T5: 0% y 12,33 °GL en el tratamiento T7: 1%.

Ambos clones tienen el mayor rendimiento de 13 °GL (equivale a 13 ml de alcohol en 100 ml de muestra), pero el clon donde todos los tratamientos (0, 0.5, 1 y 2 % de levadura) tienen un buen rendimiento (12, 13, 12,33 y 13 °GL) pertenecen al clon IMC-67.

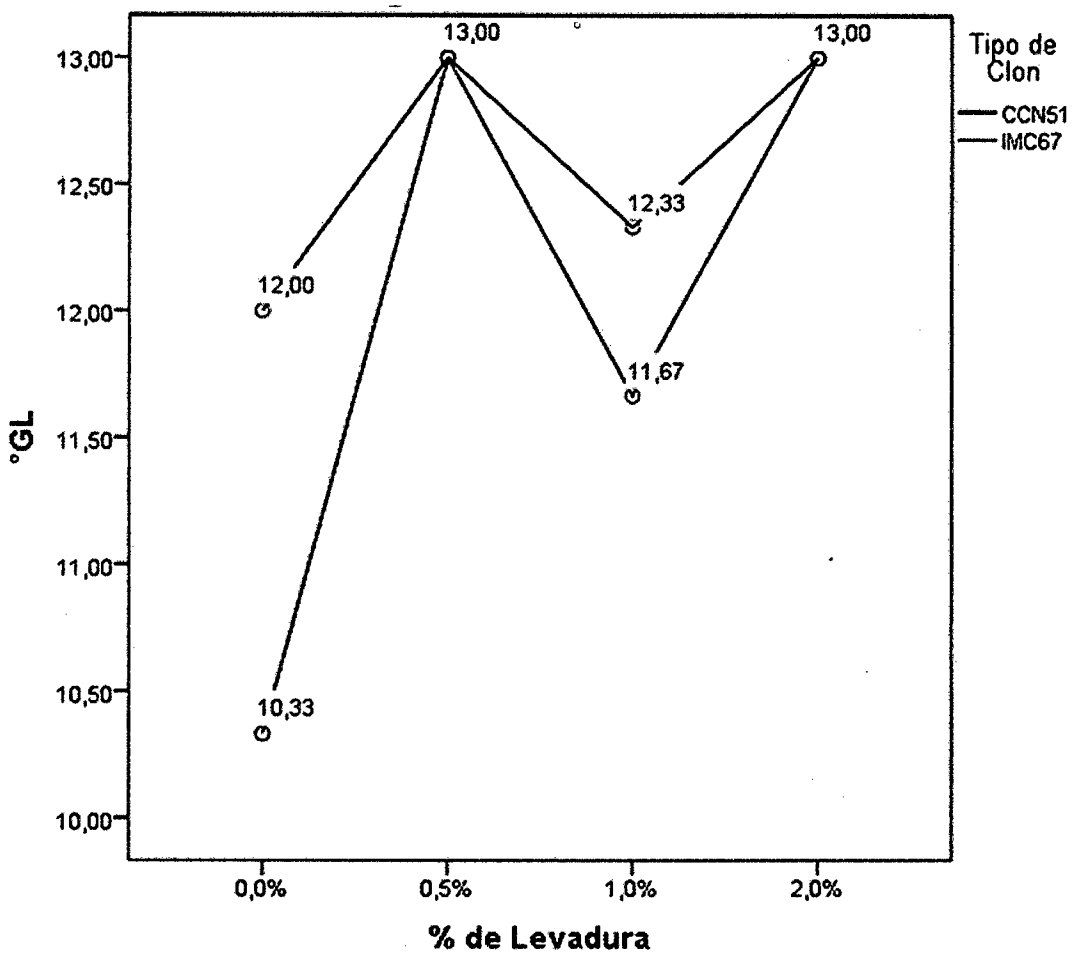


Figura 15. Producción de grado alcohólico por el tipo de Clon.

4.6.2. Tiempo de Fermentación

En la tabla 25, observamos que los menores tiempos de fermentación (47,67 horas y 54 horas) se dan a una concentración de 2% y 1% de Levadura respectivamente, a comparación con la concentración de 0,5% levadura con un tiempo de fermentación de 84 horas y 0% levadura con un tiempo de fermentación de 108 horas.

La prueba de comparación múltiple Tukey indica que no existe diferencia significativa en el tiempo de fermentación a concentración de 2% y 1% de levadura en comparación de 0,5% y 0% de levadura que si existen diferencias significativas.

El mayor tiempo de fermentación es de 108 horas a concentración de 0% de levadura, cuando aumentamos las cantidades de concentración a 2% de levadura reducimos el tiempo de fermentación a 47,67 horas.

Tabla 25. Comparación múltiple de Tukey para el tiempo de fermentación por el porcentaje de levadura.

% de Levadura	N° de Muestra	Subconjunto		
		1	2	3
2,0%	6	47,67		
1,0%	6	54,00		
0,5%	6		84,00	
0,0%	6			108,00
Sig.		,466	1,000	1,000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

En la figura 16, observamos que en los clones CCN-51 e IMC-67 a concentración de 0% de levadura (T1 y T5) y 0.5% de levadura (T2 y T6) tienen el mismo tiempo de fermentación de 108 y 84 horas respectivamente que son los valores más altos en la gráfica.

En el clon IMC-67, a una concentración de 1% de levadura (T7) y 2% de levadura (T8) el tiempo de fermentación son similares (48 y 47,33 horas). La concentración de levaduras (0%, 0,5%, 1% y 2%) influye en el tiempo de fermentación en ambos clones (CCN-51 e IMC-67). Cuando aumentamos las concentraciones de levadura a 2% (T4 y T8) reducimos el tiempo de fermentación a 48 horas, y viceversa cuando reducimos las concentración de levadura a 0% (T1 y T4) aumentamos el tiempo de fermentación a 108 horas.

El tipo de clon no influye en el tiempo de fermentación pero la concentración de levadura si influye.

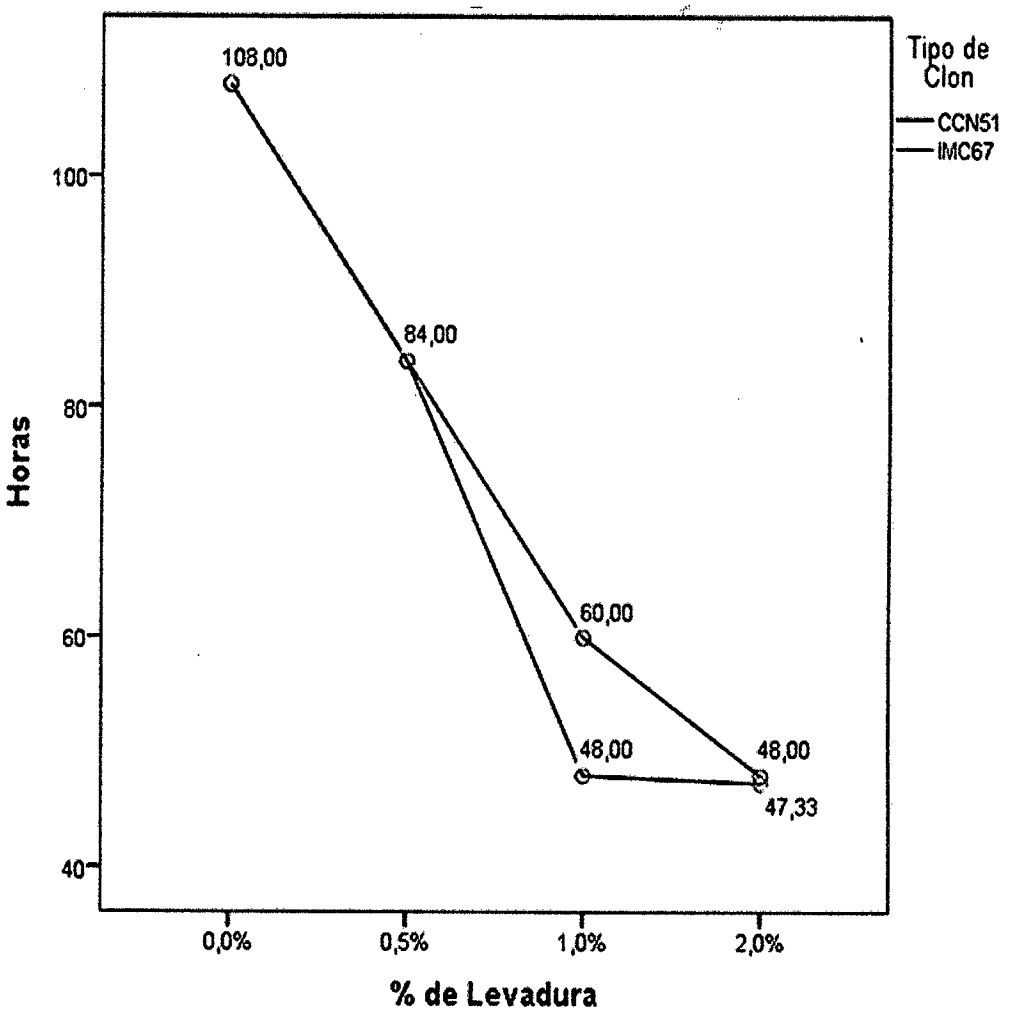


Figura 16. Tiempo de fermentación por el tipo de Clon.

V. CONCLUSIONES

- El rendimiento en la producción alcohol del clon CCN-51 fue de 10,33; 13; 11,67 y 13 °GL y del clon IMC-67 fue de 12; 13; 12,33 y 13 °GL con los tratamientos de 0%; 0,5%; 1% y 2% de levadura respectivamente utilizado en la inoculación para el mucilago. Se obtuvo el mayor rendimiento en la producción de alcohol (13 °GL) en los tratamientos con 0,5% y 2% de levadura de ambos clones.
- El tiempo de fermentación en ambos clones está en relación directa con la concentración de levadura, los tratamientos T4 y T8 con mayor concentración levadura utilizada (2%) realizaron la fermentación en un menor tiempo de 47,67 horas; y los tratamientos T1 y T5 que no utilizaron levadura comercial (0%) realizaron la fermentación en un mayor tiempo de 108 horas.
- Los valores de °Brix fueron descendiendo en el proceso de fermentación por el consumo de azúcares por parte de las levaduras. El mucílago de clon CCN-51 inicio con 15 °Brix y culmino con 6,1 °Brix (promedio de los 4 tratamientos) y el mucílago del clon IMC-67 inicio con 17°Brix y culmino con 6,7 °Brix (promedio de los 4 tratamientos). La disminución de valor de °Brix está en relación con el porcentaje de levaduras, a mayor concentración de levaduras (2%) es rápido el proceso de degradación de °Brix.
- La variación de pH en el proceso de fermentación aumento ligeramente. En el mucílago del clon CCN-51 no hubo variación significativa en los tratamientos T2, T3 y T4, inicio el proceso 3,08 pH y culmino con 3,26 pH a diferencia del T1, inicio el proceso con 3,08 pH y culmino el proceso con 4,07 pH. En el mucílago del clon IMC-67 se graficó una curva aumento de valores de pH en los 4 tratamientos, iniciando el proceso de fermentación con 3,01 y culminando el proceso con 3.3 pH.

VI. RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar trabajos similares pero con muestras obtenidas de diferentes zonas geográficas y otras variedades de clones de cacao.

- Con los resultados obtenidos se recomienda realizar trabajos en la elaboración y estandarización del procedimiento para la producción de bebidas alcohólicas del mucilago de cacao.

- Se recomienda para trabajos similares calcular costos para la obtención de alcohol.

VII. LITERATURA CITADA

Alaniz, E., Arvizú, S. y, González, K. (2012). "Producción de Postres y Vinagres a partir de Exudado de Cacao en la Cooperativa de Servicios Múltiples "Ríos de Agua Viva, 21 de Junio, Municipio Rancho Grande Matagalpa". Venezuela.

Alvarin (2007). El cacao: Plantaciones, Producción, Polinización, Plagas, Variedades, Composición y Efectos del Cacao.

Blouin J., & Peynaud É. (2004). ENOLOGÍA PRÁCTICA: Conocimiento y Elaboración del Vino (4th ed.). Madrid, España: Mundi-Prensa.

Castillo F. (2010). Reaprovechamiento Integral De Residuos Agroindustriales: Cáscara y Pulpa De Cacao Para La Producción De Pectinas.: a1/Revistas Latinoamericana el Ambiente y las Ciencias. Puebla, Mexico.

Daniel Bello, Roxana García, Miguel A. Otero, Gustavo Saura. (2005). Fermentación Alcohólica con jugo de Caña Mezclado en Heriberto Duquesne. Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar, Cuba.

El Universo. (Martes 19 de julio del 2005). Economía: Cacao CCN-51 se reconoce como de alta productividad. Recuperado el 14 de noviembre de 2010, de http://www.eluniverso.com/2005/07/19/0001/9/2D498EAC6A2C48F5B794AFA40F1F83E0.html

Espin, S., Villacrés, E., & Brito, B. (2006). Caracterización fisicoquímica, nutricional y funcional de raíces y tubérculos andinos. Raíces y tubérculos andinos, 92-93.

Espinosa, José, Mite, Francisco, Cedeño, Sergio, Barriga, Sandra & Andino, Javier. (s.f.). Informaciones agronómicas No. 60. Manejo por sitio específico del cacao basado en sistemas de información geográfica. Recuperado el 13

de octubre de 2011, de www.ipni.net/ppiweb/.../Manejo%20por%20Sitio%20Especifico.pdf.

FAO. (Abril, 2010). G36 Theobroma cacao L. Recuperado el (9 de noviembre del 2010), de http://www.fao.org/AG/aga/AGAP/FRG/afris/es/Data/521.HTM. Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. Cacao. El Cultivo del Cacao, 1, 3, 22-27.

Ferreyra M., Zapata L., Roque D., (2009). Fermentación Alcohólica de jugo de Naranja con S. Cerevisae. Universidad Nacional Entre Ros UNER, Concordia, Uruguay.

García, G. (2010). Elaboración de Sake o Vino de Arroz, por medio de la Fermentación con el uso de Saccharomyces Cerevisae y Arroz ecuatoriano. Tesis de Grado, Universidad Tecnológica Equinoccial, Quito, Ecuador.

García, J. (2008). Maridaje, Enología y Cata de vinos. Antequera, Málaga: Innovación y Cualificación Ediciones, S.L.

García-Lozano, J., Romero-Carrascal, M. & Ortiz, L. A. 2006.Evaluación edafoclimática de las tierras del trópico bajo colombiano para el cultivo de cacao. CORPOICA. Cundinamarca (Colombia), 58p.

Grupo Vilbo (1999). La Levadura. Recuperado el 13 de noviembre de 2010, de www.panaderia.com/informes/levadura.html

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). (Marzo, 2006). Taller Regional Andino de Aplicación Tecnológica en el Cultivo de Cacao. Quevedo, Los Ríos, Ecuador: Autor. http://books.google.com/books?id=YDMyQgrShWkC

León, J. (1997). Botánica de los cultivos tropicales. San José, Costa Rica.

Luzuriaga P., (2012). Extracción y Aprovechamiento del Mucílago de Cacao (Theobroma Cacao) como materia prima en la Elaboración de Vino. Universidad Tecnológica Equinoccial, Ecuador.

Mejía, L.A. & Argüello O. (2000). Tecnología para el Mejoramiento del Sistema de Producción de Cacao. Publicaciones CORPOICA. Regional 7. Bucaramanga. Colombia.

Ministerio de Agricultura (2012). MINAG – PROAMAZONIA. Sede Ucayali.

Montero, Al. (2007). Estudio de la multiplicación asexual de las plantas de cacao (Theobroma cacao). Universidad Estatal de Bolívar. (p. 6).

Monsalve J., Medina I., Ruiz C. (2006). Producción de Etanol a partir de la Cascara de Banano y de Almidón de Yuca. Universidad Nacional de Colombia, Medellín, Colombia.

Muniesa, Javier. Gastronomía & Cía. (Septiembre, 2009). Levadura para pan. Recuperado el 11 de enero de 2011, de http://www.gastronomiaycia.com/2009/09/10/levadura-para-pan/

Muñoz, M. (2014). La oca un tubérculo andino. Consejo nutricional, 1-2.

Navarro, Melba & Mendoza, Isidro. (2009). Cultivo de Cacao en Sistemas Agroforestales. San Juan, Nicaragua.

Nieto, H. (2009). Evaluación de las condiciones de la fermentación alcohólica utilizando Saccharomyces Cerevisae y jugo de caña de azúcar como sustrato para obtener etanol. Tesis de Grado, Escuela Politécnica del Ejército, Quito, Ecuador.

Norma Técnica Peruana, (2014).NTP 319.229:2014 ALCOHOL ETÍLICO PARABEBIDAS ALCOHÓLICAS. Determinación del grado alcohólico volumétrico. 4ªEdición. Reemplaza a la NTP319.229:2012, Lima, Perú.

Nosti, J. (1963). Cacao, Café y Té (2th ed.). Barcelona, España: SALVAT S.A.

Pérez E., Patricia, (2004). La Baba de Cacao se convierte en un Herbicida Natural.

Programa de Capacitación en la Cadena del Cacao, PCCCA, (2005).

Quimbita F., Rodríguez P., Vera E. (2013). Uso del Exudado y Placenta del Cacao para la Obtención de Subproductos. Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador.

Rica, (2009). INTE CTN. Recuperado el 07 de 10 de 2010, de http://www.econegociosforestales.com/ena/files/INTE_23-02-04-09.pdf.

Rodríguez, Nilda. (2006). Beneficio del cacao (*Theobroma Cacao L*). Recuperado el 09 de noviembre de 2011, de http://www.docstoc.com/docs/3170963/BENEFICIO-DEL-CACAO-Theobroma-cacao-L-Cosecho-solo-mazorcas-maduras.

Villacrés, (1985). Elaboración de Vino de Mora (RubusGlaucus). Tesis de Grado, Universidad Técnica de Ambato, Ambato, Ecuador.

VIII. ANEXO

Anexo 1. Descripción fotográfica del proceso de fermentación.



Foto 1. Preparación de equipo



Foto 2. Mucílago de cacao

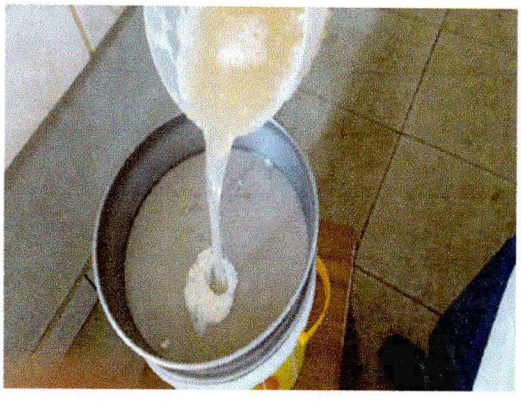


Foto3. Filtrado del Mucílago



Foto 4. Muestras del mucílago



Foto 5. Inoculación de Levaduras



Foto 6. Proceso de Fermentación



Foto 7. Extraccion de muestras

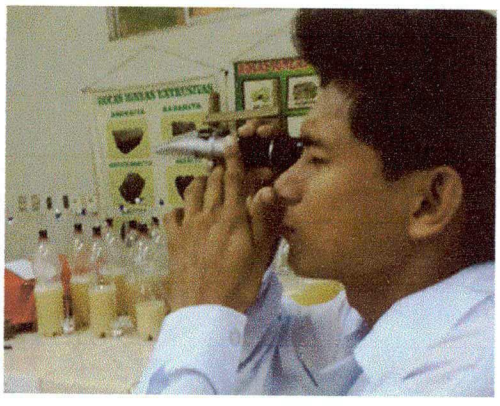


Foto 8. Medicion de °Brix

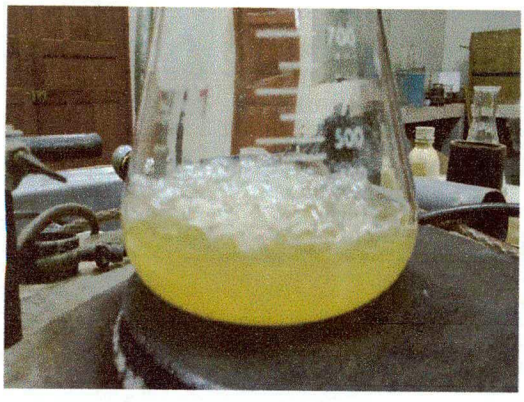


Foto 9. Destilación de las muestras



Foto 10. Obtención de Alcohol

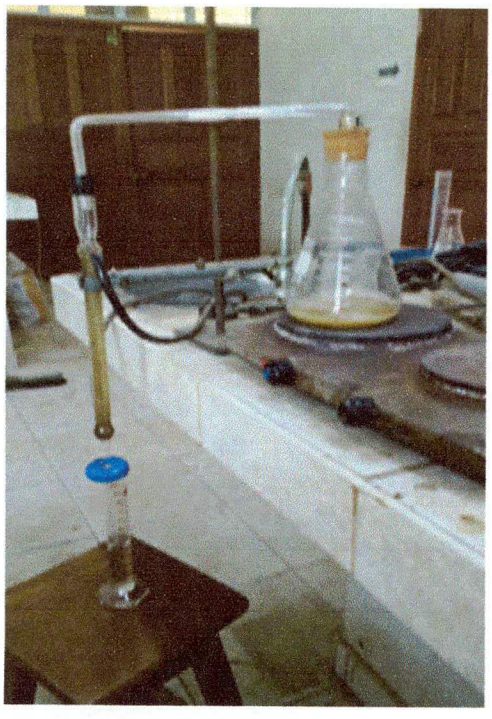


Foto 11. Equipo de destilación

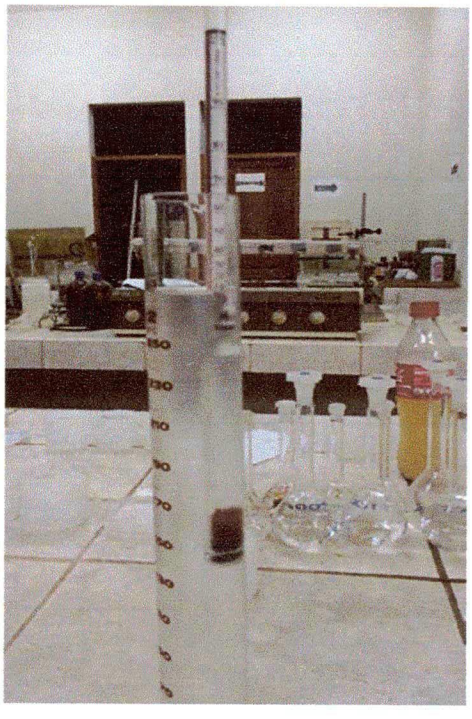


Foto 12. Medición de °GL

Tabla 1A. Datos de escurrido de Mucílago de Cacao

Exudado de Mucilago (L)			
Día	**Hora**	**CCN-51**	**IMC-67**
Día 1	0:00-6:00	9,5	8,5
	6:00-12:00	4,5	4,1
	12:00-18:00	2,2	1,2
	18:00-24:00	0,8	0,2
Día 2	24:00-30:00	0	0
Total		17	14

Tabla 2A. Datos de °Brix y pH del Mucilago del clon CCN-51

Clon	%	horas	°Brix	pH	Promedio °Brix	Promedio pH
CCN-51	0,0%	0	15,00	3,08	15,00	3,08
CCN-51	0,0%	0	15,00	3,08		
CCN-51	0,0%	0	15,00	3,08		
CCN-51	0,0%	12	13,00	3,15	13,00	3,13
CCN-51	0,0%	12	13,00	3,14		
CCN-51	0,0%	12	13,00	3,10		
CCN-51	0,0%	24	12,00	3,25	12,00	3,19
CCN-51	0,0%	24	12,00	3,19		
CCN-51	0,0%	24	12,00	3,14		
CCN-51	0,0%	36	10,00	3,35	10,00	3,30
CCN-51	0,0%	36	10,00	3,28		
CCN-51	0,0%	36	10,00	3,26		
CCN-51	0,0%	48	9,00	3,45	9,00	3,45
CCN-51	0,0%	48	9,00	3,48		
CCN-51	0,0%	48	9,00	3,42		
CCN-51	0,0%	60	8,00	3,90	8,00	3,77
CCN-51	0,0%	60	8,00	3,80		
CCN-51	0,0%	60	8,00	3,60		

CCN-51	0,0%	72	7,00	4,10	6,83	4,33
CCN-51	0,0%	72	6,50	4,80		
CCN-51	0,0%	72	7,00	4,09		
CCN-51	0,0%	84	7,00	4,30	6,83	4,15
CCN-51	0,0%	84	6,50	4,07		
CCN-51	0,0%	84	7,00	4,08		
CCN-51	0,0%	96	6,50	4,00	6,50	3,96
CCN-51	0,0%	96	6,50	3,93		
CCN-51	0,0%	96	6,50	3,95		
CCN-51	0,0%	108	6,50	4,08	6,50	4,07
CCN-51	0,0%	108	6,50	4,08		
CCN-51	0,0%	108	6,50	4,05		
CCN-51	0,5%	0	15,00	3,08	15,00	3,08
CCN-51	0,5%	0	15,00	3,08		
CCN-51	0,5%	0	15,00	3,08		
CCN-51	0,5%	12	13,00	3,09	13,00	3,09
CCN-51	0,5%	12	13,00	3,09		
CCN-51	0,5%	12	13,00	3,08		
CCN-51	0,5%	24	12,00	3,05	12,00	3,06
CCN-51	0,5%	24	12,00	3,06		
CCN-51	0,5%	24	12,00	3,08		
CCN-51	0,5%	36	8,00	3,28	8,00	3,20
CCN-51	0,5%	36	8,00	3,17		
CCN-51	0,5%	36	8,00	3,14		
CCN-51	0,5%	48	6,50	3,22	6,33	3,21
CCN-51	0,5%	48	6,50	3,21		
CCN-51	0,5%	48	6,00	3,19		
CCN-51	0,5%	60	6,00	3,22	6,00	3,20
CCN-51	0,5%	60	6,00	3,21		
CCN-51	0,5%	60	6,00	3,18		
CCN-51	0,5%	72	6,00	3,23	6,00	3,21
CCN-51	0,5%	72	6,00	3,21		
CCN-51	0,5%	72	6,00	3,18		

CCN-51	0,5%	84	6,00	3,20	6,00	3,25
CCN-51	0,5%	84	6,00	3,28		
CCN-51	0,5%	84	6,00	3,28		
CCN-51	1,0%	0	15,00	3,08	15,00	3,08
CCN-51	1,0%	0	15,00	3,08		
CCN-51	1,0%	0	15,00	3,08		
CCN-51	1,0%	12	11,00	3,10	11,00	3,11
CCN-51	1,0%	12	11,00	3,11		
CCN-51	1,0%	12	11,00	3,11		
CCN-51	1,0%	24	9,50	3,15	9,17	3,15
CCN-51	1,0%	24	9,00	3,16		
CCN-51	1,0%	24	9,00	3,15		
CCN-51	1,0%	36	6,00	3,14	6,00	3,13
CCN-51	1,0%	36	6,00	3,13		
CCN-51	1,0%	36	6,00	3,13		
CCN-51	1,0%	48	6,00	3,20	6,00	3,19
CCN-51	1,0%	48	6,00	3,19		
CCN-51	1,0%	48	6,00	3,18		
CCN-51	2,0%	0	15,00	3,08	15,00	3,08
CCN-51	2,0%	0	15,00	3,08		
CCN-51	2,0%	0	15,00	3,08		
CCN-51	2,0%	12	7,50	3,20	7,50	3,21
CCN-51	2,0%	12	7,50	3,21		
CCN-51	2,0%	12	7,50	3,22		
CCN-51	2,0%	24	6,50	3,27	6,50	3,27
CCN-51	2,0%	24	6,50	3,27		
CCN-51	2,0%	24	6,50	3,27		
CCN-51	2,0%	36	6,00	3,32	6,00	3,32
CCN-51	2,0%	36	6,00	3,32		
CCN-51	2,0%	36	6,00	3,33		
CCN-51	2,0%	48	6,00	3,33	6,00	3,33
CCN-51	2,0%	48	6,00	3,34		
CCN-51	2,0%	48	6,00	3,32		

Tabla 3A. Datos de °Brix y pH del Mucilago del clon IMC-67

Clon	%	horas	°Brix	pH	Promedio °Brix	Promedio pH
IMC-67	0,0%	0	17,00	3,01	17,00	3,01
IMC-67	0,0%	0	17,00	3,01		
IMC-67	0,0%	0	17,00	3,01		
IMC-67	0,0%	12	14,00	3,10	14,00	3,11
IMC-67	0,0%	12	14,00	3,11		
IMC-67	0,0%	12	14,00	3,13		
IMC-67	0,0%	24	11,00	3,25	11,00	3,25
IMC-67	0,0%	24	11,00	3,25		
IMC-67	0,0%	24	11,00	3,25		
IMC-67	0,0%	36	10,00	3,27	10,00	3,27
IMC-67	0,0%	36	10,00	3,27		
IMC-67	0,0%	36	10,00	3,26		
IMC-67	0,0%	48	9,50	3,25	9,33	3,24
IMC-67	0,0%	48	9,00	3,24		
IMC-67	0,0%	48	9,50	3,22		
IMC-67	0,0%	60	8,50	3,28	8,50	3,26
IMC-67	0,0%	60	8,50	3,24		
IMC-67	0,0%	60	8,50	3,25		
IMC-67	0,0%	72	8,00	3,30	8,00	3,31
IMC-67	0,0%	72	8,00	3,24		
IMC-67	0,0%	72	8,00	3,38		
IMC-67	0,0%	84	7,00	3,26	7,50	3,24
IMC-67	0,0%	84	7,50	3,21		
IMC-67	0,0%	84	8,00	3,24		
IMC-67	0,0%	96	7,00	3,18	7,33	3,19
IMC-67	0,0%	96	7,50	3,19		
IMC-67	0,0%	96	7,50	3,19		
IMC-67	0,0%	108	7,00	3,26	7,33	3,25
IMC-67	0,0%	108	7,50	3,25		

IMC-67	0,0%	108	7,50	3,25		
IMC-67	0,5%	0	17,00	3,01	17,00	3,01
IMC-67	0,5%	0	17,00	3,01		
IMC-67	0,5%	0	17,00	3,01		
IMC-67	0,5%	12	14,00	3,11	14,00	3,14
IMC-67	0,5%	12	14,00	3,15		
IMC-67	0,5%	12	14,00	3,16		
IMC-67	0,5%	24	11,00	3,22	11,00	3,22
IMC-67	0,5%	24	11,00	3,22		
IMC-67	0,5%	24	11,00	3,22		
IMC-67	0,5%	36	8,00	3,19	8,00	3,21
IMC-67	0,5%	36	8,00	3,22		
IMC-67	0,5%	36	8,00	3,22		
IMC-67	0,5%	48	6,50	3,29	6,67	3,27
IMC-67	0,5%	48	6,50	3,26		
IMC-67	0,5%	48	7,00	3,25		
IMC-67	0,5%	60	6,50	3,29	6,50	3,27
IMC-67	0,5%	60	6,50	3,27		
IMC-67	0,5%	60	6,50	3,26		
IMC-67	0,5%	72	6,50	3,29	6,50	3,28
IMC-67	0,5%	72	6,50	3,28		
IMC-67	0,5%	72	6,50	3,28		
IMC-67	0,5%	84	6,50	3,31	6,50	3,31
IMC-67	0,5%	84	6,50	3,34		
IMC-67	0,5%	84	6,50	3,27		
IMC-67	1,0%	0	17,00	3,01	17,00	3,01
IMC-67	1,0%	0	17,00	3,01		
IMC-67	1,0%	0	17,00	3,01		
IMC-67	1,0%	12	11,00	3,15	11,00	3,16
IMC-67	1,0%	12	11,00	3,16		
IMC-67	1,0%	12	11,00	3,18		
IMC-67	1,0%	24	8,00	3,26	8,00	3,26
IMC-67	1,0%	24	8,00	3,26		

IMC-67	1,0%	24	8,00	3,25		
IMC-67	1,0%	36	6,50	3,24	6,50	3,24
IMC-67	1,0%	36	6,50	3,24		
IMC-67	1,0%	36	6,50	3,24		
IMC-67	1,0%	48	6,50	3,31	6,50	3,30
IMC-67	1,0%	48	6,50	3,30		
IMC-67	1,0%	48	6,50	3,28		
IMC-67	2,0%	0	17,00	3,01	17,00	3,01
IMC-67	2,0%	0	17,00	3,01		
IMC-67	2,0%	0	17,00	3,01		
IMC-67	2,0%	12	9,00	3,21	9,00	3,23
IMC-67	2,0%	12	9,00	3,22		
IMC-67	2,0%	12	9,00	3,26		
IMC-67	2,0%	24	7,00	3,30	7,00	3,30
IMC-67	2,0%	24	7,00	3,30		
IMC-67	2,0%	24	7,00	3,30		
IMC-67	2,0%	36	6,50	3,29	6,50	3,31
IMC-67	2,0%	36	6,50	3,31		
IMC-67	2,0%	36	6,50	3,33		
IMC-67	2,0%	48	6,50	3,36	6,50	3,35
IMC-67	2,0%	48	6,50	3,35		
IMC-67	2,0%	48	6,50	3,35		

Tabla 4A. Media de la variación de °Brix

Horas	**Media de °Brix**							
	CCN-51				**IMC-67**			
	0%	**0.50%**	**1%**	**2%**	**0%**	**0.50%**	**1%**	2%
0	15,00	15,00	15,00	15,00	17,00	17,00	17,00	17,00
12	13,00	13,00	11,00	7,50	14,00	14,00	11,00	9,00
24	12,00	12,00	9,17	6,50	11,00	11,00	8,00	7,00
36	10,00	8,00	6,00	6,00	10,00	8,00	6,50	6,50
48	9,00	6,33	6,00	6,00	9,33	6,67	6,50	6,50

60	8,00	6,00			8,50	6,50		
72	6,83	6,00			8,00	6,50		
84	6,83	6,00			7,50	6,50		
96	6,50				7,33			
108	6,50				7,33			

Tabla 5A. Media de la variación de pH

Horas	**Media de pH**							
	CCN-51				**IMC-67**			
	0%	**0.50%**	**1%**	**2%**	**0%**	**0.50%**	**1%**	**2%**
0	3,08	3,08	3,08	3,08	3,01	3,01	3,01	3,01
12	3,13	3,09	3,11	3,21	3,11	3,14	3,16	3,23
24	3,19	3,06	3,15	3,27	3,25	3,22	3,26	3,30
36	3,30	3,20	3,13	3,32	3,27	3,21	3,24	3,31
48	3,45	3,21	3,19	3,33	3,24	3,27	3,30	3,35
60	3,77	3,20			3,26	3,27		
72	4,33	3,21			3,31	3,28		
84	4,15	3,25			3,24	3,31		
96	3,96				3,19			
108	4,07				3,25			

Anexo 2. Norma Técnica Peruana NTP 319.229:2014 Alcohol Etílico para Bebidas Alcohólicas.

El Resumen de esta norma de la Determinación del grado alcohólico volumétrico es aplicar el método que consiste en efectuar una destilación simple de la bebida alcohólica, llevar a un volumen inicial con agua destilada y determinar en el destilado hidroalcohólico, el grado alcohólico volumétrico, por alcoholimetría.

Instrumental:

- Alcoholímetro de Gay-Lussac, calibrado a 15°C y 20°C graduados en décimas de grado alcohólico, de calidad certificada.

- Termómetro graduado en décimas de grado Celsius (centígrados).
- Matraz volumétrico, de 250 cm3.
- Probeta de capacidad y diámetro adecuados para evitar rozamiento con el alcoholímetro.
- Aparato para destilación (ver figura 17), compuesto por:

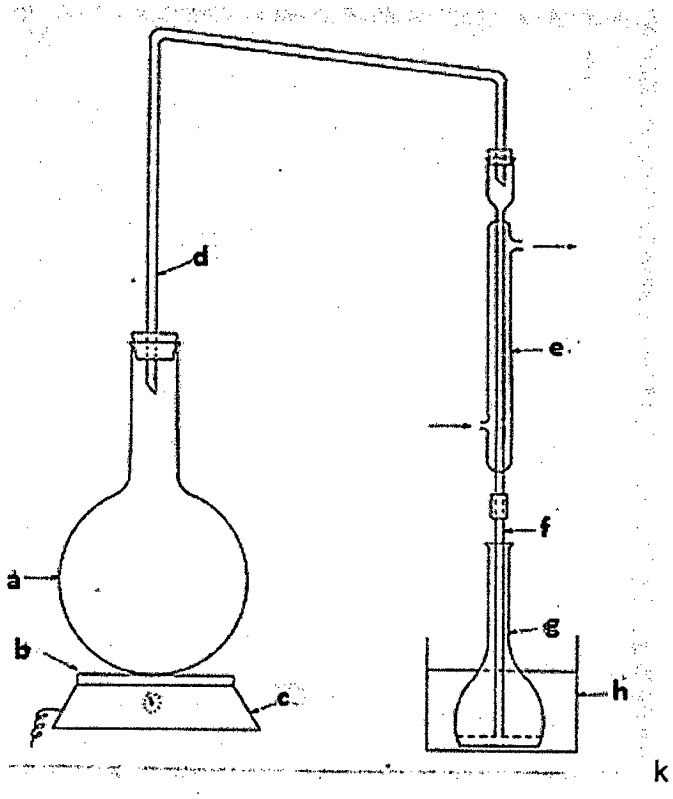


Figura 17. Equipo para Destilación.
Fuente: Norma Técnica Peruana, 2014.

a) matraz de destilación, de 1000 cm^3, con fondo redondo,
b) malla de asbesto,
c) fuente eléctrica de calentamiento,
d) tubo de vidrio delgado, de aproximadamente 6 mm de diámetro interno y de dimensiones 300 x 300 mm x 150 mm,
e) refrigerante de Liebing de longitud igual o mayor a 400 mm,
f) tubo de vidrio adecuado para dirigir el destilado al recipiente colector,
g) matraz volumétrico, de 250 cm^3, y

h) baño de agua con hielo, en el que debe sumergirse el matraz volumétrico.

- Baño de agua, con temperatura constante de 15 ± 0,5°C, ó 20 ± 0,5°C, según el caso, de profundidad Igual o superior a 30 cm.
- Núcleos de ebullición.

Preparación de la Muestra.

- Para productos alcohólicos que contienen extracto seco, debe destilarse previamente la muestra, y determinar en el destilado el grado alcohólico volumétrico utilizando el alcoholímetro Gay-Lussac.
- Lavar cuidadosamente el equipo para destilación con agua destilada y proceder a armarlo.
- Enjuagar el matraz con una porción de la muestra de bebida alcohólica, llenarlo con la muestra hasta sobrepasar la marca de 250 cm^3 y tapar el matraz.
- Colocar el matraz en el baño de agua, a temperatura constante de 15° ± 0,5 °C ó 20° ± 0,5°C, según el caso, durante 20 minutos y retirar el exceso de muestra que sobrepasa la marca, utilizando una pipeta, hasta obtener el volumen exacto de 250 cm^3.
- Transferir el contenido al matraz del aparato de destilación y lavar con tres porciones de 10 cm^3 de agua destilada, recogiendo el agua de lavado en el mismo matraz del aparato de destilación.
- Añadir núcleos de ebullición.
- Destilar lentamente la muestra, recogiendo el condensado en un matraz volumétrico de 250 cm^3, al que se añaden previamente 10 cm^3 de agua destilada, hasta que se haya recogido 220 cm^3 aproximadamente.
- Colocar el matraz en un baño de agua a temperatura constante 15° ± 0,5 °C ó 20° ± 0,5°C, según el caso, durante 20 minutos y luego añadir cuidadosamente agua destilada a 15°C ó 20°C, según el caso, hasta completar el volumen de 250 cm^3 y homogenizar.

...NACIONAL DE UCAYALI
...ECTORADO DE INVESTIGACIÓN
...GENERAL DE PRODUCCIÓN INTELECTUAL
...DE BIBLIOTECA

Procedimiento:

- Efectuar la determinación en la misma muestra preparada por duplicado.
- Colocar la muestra preparada en la probeta perfectamente limpia y seca.
- Limpiar y secar cuidadosamente el alcoholímetro y el termómetro e introducirlos suavemente en la probeta con la muestra, manteniéndolos así durante 10 minutos.
- Agitar ligeramente para Igualar la temperatura del sistema y leer la temperatura.
- Dejar en reposo hasta que desaparezcan las burbujas de aire que se forman en el seno del líquido y efectuar la lectura en el alcoholímetro, considerando el nivel real del líquido y no la elevación del menisco, utilizando una lupa, si fuera necesario.
- Corregir el grado alcohólico aparente medido a 15°C, utilizando la tabla 6A.
- Corregir el grado alcohólico aparente medido a 20°C utilizando la tabla 7A.
- Corregir el grado alcohólico aparente Intermedio, por interpolación.

Errores de Método

- La diferencia entre los resultados de una determinación efectuada por duplicado no debe exceder del 0,2° GL; en caso contrario, debe repetirse la determinación.

Informe de Resultados.

- Como resultado final, debe reportarse la media aritmética de los resultados de la determinación, con aproximación a una centésima.
- En el informe de resultados, deben Indicarse el método usado y el resultado obtenido. Debe mencionarse, además, cualquier condición no especificada en esta norma, o considerada como opcional, así como cualquier circunstancia que pueda haber Influido sobre el resultado.
- Deben incluirse todos los detalles para la completa identificación de la muestra.

TABLA 6A. Corrección del grado alcohólico medido para referirlo a 15°C.

Grado aparente señalado por el alcohómetro.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Grado real a la temperatura normal																									
10°	1,4	2,4	3,4	4,5	5,5	6,5	7,5	8,5	9,5	10,6	11,7	12,7	13,8	14,9	16,0	17,0	18,1	19,2	20,2	21,3	22,4	23,5	24,6	25,7	26,8
11°	1,3	2,4	3,4	4,4	5,4	6,4	7,4	8,4	9,4	10,5	11,6	12,6	13,6	14,7	15,8	16,8	17,9	19,0	20,0	21,0	22,1	23,2	24,3	25,4	26,5
12°	1,2	2,3	3,3	4,3	5,3	6,3	7,3	8,3	9,3	10,4	11,5	12,5	13,5	14,6	15,6	16,6	17,6	18,7	19,7	20,7	21,8	22,9	24,0	25,1	26,1
13°	1,2	2,2	3,2	4,2	5,2	6,2	7,2	8,2	9,2	10,3	11,4	12,4	13,4	14,4	15,4	16,4	17,4	18,5	19,5	20,5	21,5	22,6	23,6	24,7	25,7
14°	1,1	2,1	3,1	4,1	5,1	6,1	7,1	8,1	9,1	10,2	11,2	12,2	13,2	14,2	15,2	16,2	17,2	18,2	19,2	20,2	21,2	22,3	23,3	24,3	25,3
15°	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0	11,0	12,0	13,0	14,0	15,0	16,0	17,0	18,0	19,0	20,0	21,0	22,0	23,0	24,0	25,0
16°	0,9	1,9	2,9	3,9	4,9	5,9	6,9	7,9	8,9	9,9	10,9	11,9	12,9	13,9	14,9	15,9	16,8	17,8	18,7	19,7	20,7	21,7	22,7	23,7	24,7
17°	0,8	1,8	2,8	3,8	4,8	5,8	6,8	7,8	8,8	9,8	10,8	11,7	12,7	13,7	14,7	15,6	16,6	17,5	18,4	19,4	20,4	21,4	22,4	23,4	24,4
18°	0,7	1,7	2,7	3,7	4,7	5,7	6,7	7,7	8,7	9,7	10,7	11,6	12,5	13,5	14,5	15,4	16,3	17,3	18,2	19,1	20,1	21,1	22,0	23,0	24,0
19°	0,6	1,6	2,6	3,6	4,5	5,5	6,5	7,5	8,5	9,5	10,5	11,4	12,4	13,3	14,3	15,2	16,1	17,0	17,9	18,8	19,8	20,8	21,7	22,7	23,6
20°	0,5	1,5	2,4	3,4	4,4	5,4	6,4	7,3	8,3	9,3	10,3	11,2	12,2	13,1	14,0	14,8	15,8	16,7	17,6	18,5	19,5	20,5	21,4	22,4	23,3
21°	0,4	1,4	2,3	3,3	4,3	5,2	6,2	7,1	8,1	9,1	10,1	11,0	11,9	12,8	13,7	14,6	15,5	16,4	17,3	18,2	19,1	20,1	21,1	22,1	23,0
22°	0,3	1,3	2,2	3,2	4,1	5,1	6,1	7,0	7,9	8,9	9,9	10,8	11,7	12,6	13,5	14,4	15,3	16,2	17,0	17,9	18,8	19,8	20,7	21,7	22,6
23°	0,1	1,1	2,1	3,1	4,0	4,9	5,9	6,8	7,8	8,7	9,7	10,6	11,5	12,4	13,3	14,1	15,0	15,9	16,7	17,6	18,5	19,5	20,4	21,4	22,3
24°		1,0	1,9	2,9	3,8	4,8	5,8	6,7	7,6	8,5	9,5	10,4	11,3	12,2	13,1	13,9	14,8	15,7	16,5	17,4	18,3	19,2	20,1	21,1	21,9
25°		0,8	1,7	2,7	3,6	4,6	5,5	6,5	7,4	8,3	9,3	10,2	11,1	12,0	12,8	13,6	14,5	15,4	16,2	17,1	18,0	18,9	19,8	20,7	21,6

Grado aparente señalado por el alcohómetro

	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
Grado real a la temperatura normal																									
10°	27,9	29,0	30,0	31,0	32,0	33,0	34,0	35,0	36,0	37,0	38,0	39,0	40,0	41,0	42,0	43,0	44,0	45,0	46,0	46,9	47,9	48,9	49,9	50,9	51,8
11°	27,6	28,6	29,6	30,6	31,6	32,6	33,6	34,6	35,6	36,6	37,6	38,6	39,6	40,6	41,6	42,6	43,6	44,6	45,6	46,6	47,6	48,6	49,5	50,5	51,5
12°	27,2	28,2	29,2	30,2	31,2	32,2	33,2	34,2	35,2	36,2	37,2	38,2	39,2	40,2	41,2	42,2	43,2	44,2	45,2	46,2	47,2	48,2	49,2	50,2	51,1
13°	26,8	27,8	28,8	29,8	30,8	31,8	32,8	33,8	34,8	35,8	36,8	37,8	38,8	39,8	40,8	41,8	42,8	43,8	44,8	45,8	46,8	47,8	48,8	49,8	50,8
14°	26,4	27,4	28,4	29,4	k30,4	31,4	32,4	33,4	34,4	35,4	36,4	37,4	38,4	39,4	40,4	41,4	42,4	43,4	44,4	45,4	46,4	47,4	48,4	49,4	50,4
15°	26,0	27,0	28,0	29,9	30,0	31,0	32,0	33,0	34,0	35,0	36,0	37,0	38,0	39,0	40,0	41,0	42,0	43,0	44,0	45,0	46,0	47,0	48,0	49,0	50,0
16°	25,7	26,6	27,6	28,6	29,6	30,6	31,6	32,5	33,5	34,5	35,5	36,5	37,5	38,5	39,5	40,6	41,6	42,6	43,6	44,6	45,6	46,6	47,6	48,6	49,6
17°	25,4	26,3	27,3	28,2	29,2	30,2	31,2	32,1	33,1	34,1	35,1	36,1	37,1	38,1	39,1	40,2	41,2	42,2	43,2	44,2	45,2	46,2	47,2	48,3	49,3
18°	25,0	25,9	26,9	27,8	28,8	29,8	30,8	31,7	32,7	33,7	34,7	35,7	36,7	37,7	38,7	39,8	40,8	41,8	42,8	43,8	44,9	45,9	46,9	47,9	48,9
19°	24,6	25,6	26,5	27,4	28,4	29,4	30,4	31,3	32,3	33,3	34,3	35,3	36,3	37,3	38,3	39,4	40,4	41,4	42,5	43,5	44,5	45,5	46,5	47,5	48,5
20°	24,3	25,2	26,2	27,1	28,0	29,0	30,0	30,9	31,9	32,9	33,9	34,9	35,9	36,9	37,9	39,0	40,0	41,0	42,1	43,1	44,1	45,1	46,1	47,2	48,2
21°	23,9	24,8	25,8	26,7	27,6	28,6	29,6	30,5	31,5	32,5	33,5	34,5	35,5	36,5	37,5	38,6	39,6	40,6	41,7	42,7	43,7	44,8	45,8	46,8	47,8
22°	23,6	24,4	25,4	26,3	27,2	28,2	29,2	30,1	31,1	32,1	33,1	34,1	35,1	36,1	37,1	38,2	39,2	40,2	41,3	42,3	43,3	44,3	45,3	46,4	47,4
23°	23,2	24,1	25,0	25,9	26,8	27,8	28,8	29,7	30,7	31,7	32,7	33,7	34,7	35,7	36,7	37,8	38,8	39,8	40,9	41,9	42,9	43,9	44,9	46,0	47,0
24°	22,8	23,7	24,6	25,5	26,4	27,4	28,4	29,3	30,3	31,3	32,3	33,3	34,3	35,3	36,3	37,4	38,4	39,4	40,5	41,5	42,5	43,6	44,6	45,6	46,6
25°	22,5	23,3	24,3	25,2	26,1	27,0	28,0	28,9	29,9	30,9	31,9	32,9	33,9	34,9	35,9	37,0	38,0	39,0	40,1	41,1	42,2	43,2	44,2	45,2	46,3

Grado aparente señalado por el alcohómetro

	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75
Grado real a la temperatura normal																									
10°	52,8	53,8	54,8	55,8	56,8	57,8	58,8	59,7	60,7	61,7	62,7	63,7	64,7	65,7	66,7	67,6	68,6	69,6	70,6	71,6	72,6	73,5	74,5	75,5	76,5
11°	52,5	53,5	54,4	55,4	56,4	57,4	58,4	59,4	60,4	61,4	62,4	63,4	64,4	65,4	66,4	67,3	68,3	69,3	70,3	71,3	72,3	73,2	74,2	75,2	76,2
12°	52,1	53,1	54,1	55,0	56,0	57,0	58,0	59,0	60,0	61,0	62,0	63,0	64,0	65,0	66,0	67,0	68,0	69,0	70,0	71,0	72,0	72,9	73,9	74,9	75,9
13°	51,8	52,7	53,7	54,7	55,7	56,7	57,7	58,7	59,7	60,7	61,7	62,7	63,7	64,7	65,7	66,7	67,7	68,7	69,6	70,6	71,6	72,6	73,6	74,6	75,6
14°	51,4	52,3	53,3	54,3	55,3	56,3	57,3	58,3	59,3	60,3	61,3	62,3	63,3	64,3	65,3	66,3	67,3	68,3	69,3	70,3	71,3	72,3	73,3	74,3	75,3
15°	51,0	52,0	53,0	54,0	55,0	56,0	57,0	58,0	59,0	60,0	61,0	62,0	63,0	64,0	65,0	66,0	67,0	68,0	69,0	70,0	71,0	72,0	73,0	74,0	75,0
16°	50,6	51,6	52,6	53,6	54,6	55,6	56,6	57,6	58,6	59,6	60,6	61,7	62,7	63,7	64,7	65,7	66,7	67,7	68,7	69,7	70,7	71,7	72,7	73,7	74,7
17°	50,3	51,3	52,3	53,3	54,3	55,3	56,3	57,3	58,3	59,3	60,3	61,3	62,3	63,3	64,3	65,3	66,3	67,3	68,3	69,3	70,3	71,3	72,3	73,3	74,3
18°	49,9	50,9	51,9	52,9	53,9	54,9	55,9	56,9	57,9	58,9	59,9	61,0	62,0	63,0	64,0	65,0	66,0	67,0	68,0	69,0	70,0	71,0	72,0	73,0	74,0
19°	49,5	50,6	51,6	52,6	53,6	54,6	55,6	56,6	57,6	58,6	59,6	60,6	61,6	62,7	63,7	64,7	65,7	66,7	67,7	68,7	69,7	70,7	71,7	72,7	73,7
20°	49,2	50,2	51,2	52,2	53,2	54,2	55,2	56,2	57,2	58,2	59,2	60,3	61,3	62,3	63,3	64,3	65,3	66,3	67,3	68,3	69,4	70,4	71,4	72,4	73,4
21°	48,8	49,8	50,8	51,8	52,9	53,9	54,9	55,9	56,9	57,9	58,9	59,9	61,0	62,0	63,0	64,0	65,0	66,0	67,0	68,1	69,1	70,1	71,1	72,1	73,1
22°	48,4	49,4	50,4	51,4	52,5	53,5	54,5	55,4	56,5	57,5	58,5	59,5	60,6	61,6	62,7	63,7	64,7	65,7	66,7	67,8	68,8	69,8	70,8	71,8	72,8
23°	48,0	49,1	50,1	51,1	52,1	53,1	54,1	55,1	56,1	57,1	58,1	59,2	60,2	61,3	62,3	63,3	64,3	65,4	66,4	67,4	68,4	69,4	70,5	71,5	72,5
24°	47,6	48,7	49,7	50,7	51,8	52,8	53,8	54,8	55,8	56,8	57,8	58,9	59,9	61,0	62,0	63,0	64,0	65,0	66,0	67,1	68,1	69,1	70,1	71,2	72,2
25°	47,3	48,3	49,3	50,3	51,4	52,4	53,4	54,4	55,5	56,5	57,5	58,5	59,5	60,6	61,6	62,6	63,7	64,7	65,7	66,7	67,8	68,8	69,8	70,8	71,8

Grado aparente señalado por el alcohómetro

	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
Grado real a la temperatura normal																									
10°	77,5	78,5	79,5	80,5	81,5	82,4	83,4	84,4	85,4	86,4	87,4	88,3	89,3	90,2	91,2	92,2	93,2	94,2	95,1	96,0	97,0	98,0	98,9	99,9	
11°	77,2	78,2	79,2	80,2	81,2	82,2	83,1	84,1	85,1	86,1	87,1	88,0	89,0	90,0	91,0	92,0	92,9	93,9	94,9	95,8	96,8	97,8	98,7	99,7	
12°	76,9	77,9	78,9	79,9	80,9	81,9	82,9	83,9	84,8	85,8	86,8	87,8	88,7	89,7	90,7	91,7	92,7	93,7	94,7	95,6	96,6	97,6	98,5	99,5	
13°	76,6	77,6	78,6	79,6	80,6	81,6	82,6	83,6	84,6	85,5	86,5	87,5	88,5	89,5	90,5	91,5	92,5	93,5	94,4	95,4	96,4	97,4	98,4	99,3	
14°	76,3	77,3	78,3	79,3	80,3	81,3	82,3	83,3	84,3	85,3	86,3	87,3	88,2	89,2	90,2	91,2	92,2	93,2	94,2	95,2	96,2	97,2	98,2	99,2	
15°	76,0	77,0	78,0	79,9	80,0	81,0	82,0	83,0	84,0	85,0	86,0	87,0	88,0	89,0	90,0	91,0	92,0	93,0	94,0	95,0	96,0	97,0	98,0	99,0	100,0
16°	75,7	76,7	77,7	78,7	79,7	80,7	81,7	82,7	83,7	84,7	85,7	86,7	87,7	88,7	89,7	90,8	91,8	92,8	93,8	94,8	95,8	96,8	97,8	98,8	99,8
17°	75,4	76,4	77,4	78,4	79,4	80,4	81,4	82,4	83,4	84,4	85,4	86,4	87,4	88,4	89,5	90,5	91,5	92,6	93,6	94,6	95,6	96,6	97,6	98,7	99,7
18°	75,1	76,1	77,1	78,1	79,1	80,1	81,1	82,1	83,4	84,4	85,2	86,2	87,2	88,2	89,2	90,2	91,3	92,3	93,3	94,3	95,4	96,4	97,4	98,5	99,5
19°	74,7	75,8	76,8	77,8	78,8	79,8	80,8	81,9	82,9	83,9	84,9	85,9	86,9	87,9	88,9	90,0	91,1	92,1	93,1	94,1	95,2	96,2	97,2	98,3	99,3
20°	74,4	75,5	76,5	77,5	78,5	79,5	80,5	81,6	82,6	83,6	81,6	85,6	86,6	87,7	88,7	89,7	90,8	91,8	92,9	93,9	95,0	96,0	97,1	98,4	99,1
21°	74,4	75,2	76,2	77,2	78,2	79,2	80,2	81,3	82,3	83,3	84,3	85,3	86,4	87,4	88,4	89,5	90,5	91,6	92,6	93,7	94,7	95,8	96,9	97,9	99,0
22°	73,8	74,8	75,9	76,9	77,9	78,9	79,9	81,0	82,0	83,0	84,0	85,0	86,1	87,1	88,2	89,2	90,2	91,3	92,4	93,4	94,5	95,6	96,7	97,7	98,8
23°	73,5	74,5	75,5	76,6	77,6	78,6	79,6	80,7	81,7	82,7	83,8	84,8	85,8	86,8	87,9	89,0	90,0	91,1	92,1	93,2	94,3	95,4	96,5	97,5	98,6
24°	73,2	71,2	75,2	76,3	77,3	78,3	79,3	80,4	81,4	82,4	83,5	84,5	85,5	86,5	87,6	88,7	89,7	90,8	91,9	93,0	94,4	95,2	96,2	97,3	98,4
25°	72,8	73,9	74,9	76,0	77,0	78,0	79,9	80,1	81,1	82,1	83,2	84,2	85,2	86,3	87,4	88,4	89,5	90,6	91,6	92,7	93,8	94,9	96,0	97,1	98,2

TABLA 7A. Corrección del grado alcohólico medido para referirlo a 20°C.

Grado aparente señalado por el alcohómetro

C°	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Grado real a 20°C																									
10	1,8	2,9	3,9	4,9	6,0	7,1	8,1	9,2	10,3	11,4	12,6	13,7	14,9	16,0	17,2	18,4	19,6	20,8	22,0	23,1	24,3	25,5	26,6	27,7	28,8
11	1,8	2,8	3,8	4,9	5,9	7,0	8,1	9,1	10,2	11,3	12,4	13,6	14,7	15,9	17,0	18,2	19,3	20,5	21,7	22,8	24,0	25,1	26,2	27,3	28,4
12	1,7	2,7	3,6	4,8	5,9	6,9	8,0	9,0	10,1	11,2	12,3	13,4	14,5	15,7	16,6	17,9	19,1	20,2	21,4	22,5	23,6	24,7	25,8	26,9	28,0
13	1,7	2,7	3,7	4,7	5,8	6,8	7,9	8,9	10,0	11,1	12,2	13,3	14,0	15,5	16,6	19,7	18,8	19,9	21,1	22,2	23,3	24,4	25,5	26,6	27,6
14	1,6	2,6	3,6	4,7	5,7	6,7	7,8	8,8	9,9	11,0	12,0	13,1	14,2	15,3	16,4	17,5	18,6	19,7	20,0	21,9	23,0	24,0	25,1	26,2	27,2
15	1,5	2,5	3,5	4,6	5,6	6,6	7,7	8,7	9,8	10,8	11,9	12,9	14,0	15,1	16,2	17,2	18,3	19,4	20,5	21,6	22,6	23,7	24,8	25,8	26,9
16	1,4	2,4	3,5	4,5	5,5	6,5	7,6	8,6	9,6	10,7	11,7	12,8	13,8	14,9	15,9	17,0	18,1	19,1	20,2	21,2	22,3	23,4	24,4	25,4	26,5
17	1,3	2,3	3,4	4,4	5,4	6,4	7,4	8,4	9,5	10,5	11,5	12,6	13,6	14,7	15,7	16,7	17,8	18,8	19,9	20,9	22,0	23,0	24,1	25,1	26,1
18	1,2	2,2	3,2	4,3	5,3	6,3	7,3	8,3	9,3	10,3	11,4	12,4	13,4	14,4	15,5	16,5	17,5	18,6	19,6	20,6	21,6	22,7	23,7	24,7	25,7
19	1,1	2,1	3,1	4,1	5,1	6,1	7,1	8,2	9,2	10,2	11,2	12,2	13,2	14,2	15,2	16,3	17,3	18,3	19,3	20,3	21,3	22,3	23,3	24,4	25,4
20	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0	11,0	12,0	13,0	14,0	15,0	16,0	17,0	18,0	19,0	20,0	21,0	22,0	23,0	24,0	25,0
21	0,9	1,9	2,9	3,9	4,9	5,9	6,6	7,8	8,8	9,8	10,8	11,8	12,8	13,8	14,8	15,7	16,7	17,7	18,7	19,7	20,7	21,7	22,7	23,6	24,6
22	0,7	1,7	2,7	3,7	4,7	5,7	6,7	7,7	8,7	9,6	10,6	11,6	12,6	13,5	14,5	15,5	16,5	17,4	18,4	19,4	20,4	21,3	22,3	23,3	24,3
23	0,6	1,6	2,6	3,6	4,6	5,5	6,5	7,5	8,5	9,4	10,4	11,4	12,3	13,3	14,3	15,2	16,2	17,2	18,1	19,1	20,0	21,0	22,0	22,9	23,9
24	0,5	1,5	2,4	3,4	4,4	5,4	6,3	7,3	8,3	9,2	10,2	11,2	12,1	13,1	14,0	15,0	15,9	16,9	17,8	18,8	19,7	20,7	21,6	22,6	23,6
25	0,3	1,3	2,3	3,3	4,2	5,2	6,2	7,1	8,1	9,0	10,0	10,9	11,9	12,8	13,8	14,7	15,6	16,6	17,5	18,5	19,4	20,3	21,3	22,2	23,2
26	0,2	1,1	2,1	3,1	4,1	5,0	6,0	6,9	7,9	8,8	9,8	10,7	11,7	12,6	13,5	14,4	15,4	16,3	17,2	18,1	19,1	20,0	20,9	21,9	22,8
27		1,0	1,9	2,9	3,9	4,8	5,8	6,7	7,7	8,6	9,6	10,5	11,4	12,3	13,3	14,2	15,1	16,0	16,9	17,8	18,8	19,7	20,6	21,5	22,5
28		0,8	1,8	2,7	3,7	4,6	5,6	6,5	7,5	8,4	9,3	10,3	11,2	12,1	13,0	13,9	14,8	15,7	16,6	17,5	18,4	19,3	20,3	21,2	22,1
29		0,6	1,6	2,5	3,5	4,4	5,4	6,3	7,3	8,2	9,1	10,0	10,9	11,8	12,7	13,6	14,5	15,4	16,3	17,2	18,1	19	19,9	20,8	21,8
30		0,5	1,4	2,4	3,3	4,2	5,2	6,1	7,0	8,0	8,9	9,8	10,7	11,6	12,5	13,4	14,2	15,1	16,0	16,9	17,8	18,7	19,6	20,5	21,4

Grado aparente señalado por el alcohómetro

C°	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
Grado real a 20°C																									
10	29,9	31,0	32,0	33,1	34,1	35,1	36,1	37,1	38,1	39,1	40,1	41,1	42,0	43,0	44,0	44,9	45,9	46,9	47,8	48,8	49,8	50,7	51,7	52,7	53,7
11	29,5	30,6	31,6	32,6	33,7	34,7	35,7	36,7	37,7	38,7	39,7	40,6	41,6	42,6	43,6	44,6	45,6	46,5	47,5	48,4	49,4	50,4	51,4	52,3	53,3
12	29,1	30,1	31,2	32,2	33,3	34,3	35,3	36,3	37,3	38,3	39,3	40,2	41,2	42,2	43,2	44,2	45,1	46,1	47,1	48,1	49,1	50,0	51,0	52,0	52,9
13	28,7	29,7	30,8	31,8	32,6	33,9	34,9	35,9	36,9	37,9	38,8	39,8	40,8	41,8	42,8	43,8	44,7	45,7	46,7	47,7	48,7	49,6	50,6	51,6	52,6
14	28,3	29,3	30,4	31,4	32,4	33,4	34,5	35,5	36,5	37,4	38,4	39,4	40,4	41,4	42,4	43,4	44,4	45,3	46,3	47,3	48,3	49,3	50,2	51,2	52,2
15	27,9	26,9	30,0	31,0	32,0	33,0	34,0	35,0	36,0	37,0	36,0	39,0	40,0	41,0	42,0	43,0	44,0	44,9	45,9	46,9	47,9	48,9	49,9	50,9	51,8
16	27,5	26,6	29,6	30,6	31,6	32,6	33,6	34,6	35,6	36,6	37,6	38,6	39,6	40,6	41,6	42,6	43,6	44,6	45,5	46,5	47,5	48,5	49,5	50,5	51,5
17	27,1	28,2	29,2	30,2	31,2	32,2	33,2	34,2	35,2	36,2	37,2	38,2	39,2	40,2	41,2	42,2	43,2	44,2	45,2	46,2	47,1	48,1	49,1	50,1	51,1
18	26,8	27,8	28,8	29,8	30,8	31,8	32,8	33,8	34,8	35,8	36,8	37,8	38,8	39,8	40,8	41,8	42,8	43,8	44,8	45,8	46,8	47,8	48,8	49,7	50,7
19	26,4	27,4	28,4	29,4	30,4	31,4	32,4	33,4	34,4	35,4	36,4	37,4	38,4	39,4	40,4	41,4	42,4	43,4	44,4	45,4	46,4	47,4	48,4	49,4	50,4
20	26,0	27,0	28,0	29,0	30,0	31,0	32,0	33,0	34,0	35,0	36,0	37,0	38,0	39,0	40,0	41,0	42,0	43,0	44,0	45,0	46,0	47,0	48,0	49,0	50,0
21	25,6	26,6	27,6	26,6	29,6	30,6	31,6	32,6	33,6	34,6	35,6	36,6	37,6	38,6	39,6	40,6	41,6	42,6	43,6	44,6	45,6	46,6	47,6	48,6	49,6
22	25,3	26,2	27,2	28,2	29,2	30,2	31,2	32,2	33,2	34,2	35,2	36,2	37,2	38,2	39,2	40,2	41,2	42,2	43,2	44,2	45,2	46,2	47,2	48,2	49,3
23	24,9	25,9	26,8	27,6	28,6	29,6	30,8	31,6	32,8	33,6	34,8	35,8	36,6	37,6	39,8	39,8	40,8	41,8	42,8	43,8	44,8	45,9	46,9	47,9	46,9
24	24,5	24,5	26,5	27,4	28,4	29,4	30,4	31,4	32,4	33,4	34,4	35,4	36,4	37,4	38,4	39,4	40,4	41,4	42,4	43,4	44,4	45,4	46,4	47,4	48,4
25	24,1	25,1	26,1	27,0	28,0	29,0	30,0	31,0	32,0	33,0	34,0	35,0	36,0	37,0	38,0	39,0	40,0	41,0	42,0	43,1	44,1	45,1	46,1	47,0	48,1
26	23,8	24,7	25,7	26,7	27,6	28,6	29,6	30,6	31,6	32,6	33,6	34,6	35,6	36,6	37,6	38,6	39,6	40,6	41,7	42,7	43,7	44,7	45,7	46,7	47,7
27	23,4	24,4	25,3	26,3	27,2	28,2	29,2	30,2	31,2	32,2	33,2	34,2	35,2	36,2	37,2	38,2	39,2	40,2	41,3	42,3	43,3	44,3	45,3	46,3	47,4
28	23,0	24,0	24,9	25,9	26,8	27,8	28,8	29,8	30,8	31,8	32,8	33,6	34,8	35,8	36,8	37,8	38,8	39,8	40,9	41,9	42,9	43,9	44,9	46,0	47,0
29	22,7	23,6	24,6	25,5	26,5	27,4	28,4	29,4	30,4	31,4	32,4	33,4	34,4	35,4	36,4	37,4	38,4	39,4	40,5	41,5	42,5	43,5	44,5	45,6	46,6
30	22,3	23,2	24,2	25,1	26,1	27,0	28,0	29,0	30,0	31,0	31,9	33,0	34,0	35,0	36,0	37,0	38,0	39,0	40,1	41,1	42,1	43,1	44,1	45,2	46,2

Grado aparente señalado por el alcohómetro

C°	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75
Grado real a 20°C																									
10	54,6	55,6	56,6	57,6	58,5	59,5	60,5	61,5	62,4	63,4	64,4	65,4	66,3	67,3	68,3	69,3	70,3	71,2	72,2	73,2	74,2	75,1	76,1	77,1	78,1
11	54,3	55,3	56,2	57,2	58,2	59,2	60,1	61,1	62,1	63,1	64,1	65,0	66,0	67,0	68,0	69,0	69,9	70,9	71,9	72,9	73,8	74,8	75,8	76,8	77,8
12	53,9	54,9	55,9	56,9	57,8	58,8	59,8	60,8	61,8	62,7	63,7	64,7	65,7	66,7	67,7	68,6	69,6	70,6	71,6	72,6	73,5	74,5	75,5	76,5	77,5
13	53,6	54,5	55,5	56,5	57,5	58,5	59,5	60,4	61,4	62,4	63,4	64,4	65,4	66,3	67,3	68,3	69,3	70,3	71,3	72,2	73,2	74,2	75,2	76,2	77,2
14	53,2	54,2	55,2	56,1	57,1	58,1	59,1	60,1	61,1	62,1	63,1	64,0	65,0	66,0	67,0	68,0	69,0	70,0	70,9	71,9	72,9	74,1	74,9	75,9	76,9
15	52,8	53,8	54,8	55,8	56,8	57,8	58,8	59,7	60,7	61,7	62,7	63,7	64,7	65,7	66,7	67,7	68,6	69,6	70,6	71,6	72,6	73,9	74,6	75,6	76,5
16	52,5	53,5	54,4	55,4	56,4	57,4	58,4	59,4	60,4	61,4	62,4	63,4	64,4	65,3	66,3	67,3	68,3	69,3	70,3	71,3	72,3	73,6	74,3	75,2	76,2
17	52,1	53,1	54,1	55,1	56,1	57,1	58,1	59,1	60,0	61,0	62,0	63,0	64,0	65,0	66,0	67,0	68,0	69,0	70,0	71,0	72,0	73,3	73,9	74,9	75,9
18	51,7	52,7	53,7	54,7	55,7	56,7	57,7	58,7	59,7	60,7	61,7	62,7	63,7	64,7	65,7	66,7	67,7	68,7	69,7	70,6	71,6	73,0	73,6	74,6	75,6
19	51,4	52,4	53,4	54,4	55,4	56,4	57,4	58,4	59,3	60,3	61,3	62,3	63,3	64,3	65,3	66,3	67,3	68,3	69,3	70,3	71,3	72,6	73,3	74,3	75,3
20	51,0	52,0	53,0	54,0	55,0	56,0	57,0	58,0	59,0	60,0	61,0	62,0	63,0	64,0	65,0	66,0	67,0	68,0	69,0	70,0	71,0	72,3	73,0	74,0	75,0
21	50,6	51,6	52,6	53,6	54,6	55,6	56,6	57,6	58,6	59,7	60,7	61,7	62,7	63,7	64,7	65,7	66,7	67,7	68,7	69,7	70,7	72,0	72,7	73,7	74,7
22	50,3	51,3	52,3	53,3	54,3	55,3	56,3	57,3	58,3	59,3	60,3	61,3	62,3	63,3	64,3	65,3	66,3	67,3	68,3	69,3	70,4	71,7	72,4	73,4	74,4
23	49,9	50,9	51,9	52,9	53,9	54,9	55,9	56,9	57,9	58,9	60,0	61,0	62,0	63,0	64,0	65,0	66,0	67,0	68,0	69,0	70,0	71,0	72,0	73,0	74,1
24	49,5	50,5	51,5	52,5	53,6	54,6	55,6	56,6	57,6	58,6	59,6	60,6	61,6	62,6	63,6	64,6	65,7	66,7	67,7	68,7	69,7	70,7	71,7	72,7	73,7
25	49,1	50,2	51,2	52,2	53,2	54,2	55,2	56,2	57,2	58,2	59,3	60,3	61,3	62,3	63,3	64,3	65,3	66,3	67,3	68,4	69,4	70,4	71,4	72,4	73,4
26	48,8	49,8	50,8	51,8	52,8	53,8	54,8	55,9	56,9	57,9	58,9	59,9	60,9	61,9	63,0	64,0	65,0	66,0	67,0	68,0	69,0	70,1	71,7	72,1	73,1
27	48,4	49,4	50,4	51,4	52,5	53,5	54,5	55,5	56,5	57,5	58,5	59,6	60,6	61,6	62,6	63,6	64,6	65,7	66,7	67,7	68,7	69,7	70,7	71,8	72,8
28	48,0	49,0	50,0	51,1	52,1	53,1	54,1	55,1	56,2	57,2	58,2	59,2	60,2	61,2	62,3	63,3	64,3	65,3	66,3	67,4	68,4	69,4	70,4	71,4	72,5
29	47,6	48,7	49,7	50,7	51,7	52,7	53,8	54,8	55,8	56,8	57,8	58,9	59,9	60,9	61,9	62,9	64,0	65,0	66,0	67,0	68,0	69,1	70,1	71,1	72,1
30	47,3	48,3	49,3	50,3	51,3	52,4	53,4	54,4	55,4	56,5	57,5	58,5	59,5	60,5	61,6	62,6	63,6	64,6	65,7	66,7	67,7	68,7	69,8	70,8	71,8

Grado aparente señalado por el alcohómetro

C°	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
Grado real a 20°C																									
10	79,0	80,0	81,0	81,9	82,9	83,9	84,8	85,8	86,8	87,7	88,7	89,6	90,6	91,5	92,5	93,4	94,3	95,2	96,1	97,1	98,0	98,9	99,7		
11	78,7	79,7	80,7	81,7	82,6	83,6	84,6	85,5	86,5	87,5	88,4	89,4	90,3	91,3	92,2	93,2	94,1	95,0	95,9	96,9	97,8	98,7	99,6		
12	78,4	79,4	80,4	81,4	82,3	83,3	84,3	85,3	86,2	87,2	88,2	89,1	90,1	91,0	92,0	92,9	93,9	94,8	95,7	96,7	97,6	98,5	99,4		
13	78,1	79,1	80,1	81,1	82,1	83,0	84,0	85,0	86,0	86,9	87,9	88,9	89,8	90,8	91,7	92,7	93,6	94,6	95,5	96,5	97,4	98,3	99,2		
14	77,8	78,8	79,8	80,8	81,8	82,7	83,7	84,7	85,7	86,7	87,6	88,6	89,6	90,5	91,5	92,5	93,4	94,4	95,3	96,3	97,2	98,1	99,1	100,0	
15	77,5	78,5	79,5	80,5	81,5	82,5	83,4	84,4	85,4	86,4	87,4	88,3	89,3	90,3	91,3	92,2	93,2	94,1	95,1	96,1	97,0	98,0	98,9	99,8	
16	77,2	78,2	79,2	80,2	81,2	82,2	83,2	84,1	85,1	86,1	87,1	88,1	89,1	90,0	91,0	92,0	93,0	93,9	94,9	95,9	96,8	97,8	98,7	99,7	
17	76,9	77,9	78,9	79,9	80,9	81,9	82,9	83,9	84,8	85,8	86,8	87,8	88,8	89,8	90,8	91,7	92,7	93,7	94,7	95,6	96,6	97,6	98,5	99,5	
18	76,6	77,6	78,6	79,6	80,6	81,6	82,6	83,6	84,6	85,6	86,6	87,5	88,5	89,5	90,5	91,5	92,5	93,5	94,4	95,4	96,4	97,4	98,4	99,3	
19	76,3	77,3	78,3	79,3	80,3	81,3	82,3	83,3	84,3	85,3	86,3	87,3	88,3	89,3	90,3	91,2	92,2	93,2	94,2	95,5	96,2	97,2	98,2	99,2	
20	76,0	77,0	78,0	79,0	80,0	81,0	82,0	83,0	84,0	85,0	86,0	87,0	88,0	89,0	90,0	91,0	92,0	93,0	94,0	95,0,	96,0	97,0	98,0	99,0	100,0
21	75,7	76,7	77,7	78,7	79,7	80,7	81,7	82,7	83,7	84,7	85,7	86,7	87,7	88,7	89,7	90,7	91,8	92,8	93,8	94,8	95,8	96,8	97,8	98,8	99,8
22	75,4	76,4	77,4	78,4	79,4	80,4	81,4	82,4	83,4	84,4	85,4	86,5	87,5	88,5	89,5	90,5	91,5	92,5	93,5	94,6	95,6	96,6	97,6	98,6	99,7
23	75,1	76,1	77,1	78,1	79,1	80,1	81,1	82,1	83,1	84,1	85,2	86,2	87,2	88,2	89,2	90,2	91,3	92,3	93,3	94,3	95,4	96,4	97,4	98,5	99,5
24	74,7	75,8	76,8	77,8	78,8	79,8	80,8	81,8	82,8	83,9	84,9	85,9	86,9	87,9	89,0	90,0	91,0	92,0	93,1	94,1	95,1	96,2	97,2	98,3	99,3
25	74,4	75,4	76,5	77,5	78,5	79,5	80,5	81,5	82,6	83,6	84,6	85,6	86,6	87,7	88,7	89,7	90,8	91,8	92,8	93,9	94,9	96,0	97,0	98,1	99,2
26	74,1	75,1	76,1	77,2	76,2	79,2	80,2	81,2	82,3	83,3	84,3	85,3	86,4	87,4	88,4	89,5	90,5	91,6	92,6	93,7	94,7	95,8	96,6	97,9	99,0
27	73,8	74,8	75,8	76,9	77,9	78,9	79,9	80,9	82,0	83,0	84,0	85,1	86,1	87,1	88,2	89,2	90,2	91,3	92,4	93,4	94,5	95,6	96,6	97,7	98,8
28	73,5	74,5	75,5	76,5	77,6	78,6	79,6	80,6	81,7	82,7	83,7	84,8	85,8	86,6	87,9	88,9	90,0	91,0	92,1	93,2	94,3	95,3	96,4	97,5	98,6
29	73,2	74,2	75,2	76,2	77,3	78,3	79,3	80,3	81,4	82,4	83,4	84,5	85,5	86,6	87,6	88,7	89,7	90,8	91,9	92,9	94,0	95,1	96,2	97,3	98,5
30	72,8	73,9	74,2	75,9	76,9	78,8	79,0	80,0	81,0	82,1	83,1	84,2	85,2	86,3	87,3	88,4	89,5	90,5	91,6	92,7	93,8	94,9	96,0	97,1	98,3