



# **UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

## **FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES**

### **CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**

**“ELABORACIÓN DE VINAGRE A PARTIR DE CHIRIMOYA (*Annona cherimola mill*) QUE SE PRODUCE EN LA ZONA DE URCUQUÍ”**

**Tesis previa a la obtención del Título de:**

**Ingeniera Agroindustrial**

**AUTORAS: Alemán Alemán Amanda Lucía**

**Velásquez Obando Lisbeth Katerine**

**DIRECTOR: Ing. Walter Quezada Moreno. Msc**

**Ibarra – Ecuador**

**2014**

# UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

## FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

### CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

#### “ELABORACIÓN DE VINAGRE A PARTIR DE CHIRIMOYA (*Annona cherimola mill*) QUE SE PRODUCE EN LA ZONA DE URCUQUÍ”

Tesis revisada por el Director y comité asesor por la cual se autoriza para la presentación en la defensa como requisito parcial para obtener el Título de:

INGENIERO AGROINDUSTRIAL

Ing. Walter Quezada Moreno. Msc  
**DIRECTOR DE TESIS**

Dra. Lucía Toromoreno  
**LECTORA**

Ing. Franklin Hernández  
**LECTOR**

Ing. Jimmy Cuarán  
**LECTOR**



Ibarra - Ecuador

2014



# UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

## BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

### AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

#### 1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

La Universidad Técnica del Norte dentro del proyecto repositorio Digital Institucional, determinó la necesidad de disponer de textos completos en formato digital con la finalidad de apoyar los procesos de investigación, docencia y extensión de la Universidad.

Por medio del presente documento dejo sentada mi voluntad de participar en este proyecto, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO 1		
<b>Cédula de identidad:</b>	100249867-1	
<b>Apellidos y nombres:</b>	Alemán Alemán Amanda Lucía	
<b>Dirección:</b>	Madre Teresa de Calcuta y Mns. Bernardino Echeverría 4-45, La Primavera, Ibarra – Ecuador	
<b>Email:</b>	<a href="mailto:amylucalc@yahoo.com">amylucalc@yahoo.com</a>	
<b>Teléfono fijo:</b>	062600548	0939972132

DATOS DE CONTACTO 2		
<b>Cédula de identidad:</b>	172014520-8	
<b>Apellidos y nombres:</b>	Velásquez Obando Lisbeth Katerine	
<b>Dirección:</b>	Alianza y Cuba, La Cruz, Cayambe – Ecuador	
<b>Email:</b>	<a href="mailto:kathe_lis85@yahoo.com">kathe_lis85@yahoo.com</a>	
<b>Teléfono fijo:</b>	022361402	0987336579

<b>DATOS DE LA OBRA</b>	
<b>Título:</b>	“Elaboración de vinagre a partir de chirimoya ( <i>Annona cherimola mill</i> ), que se produce en la zona de Urcuquí.”
<b>Autoras:</b>	Alemán Alemán Amanda Lucía, Velásquez Obando Lisbeth Katerine
<b>Fecha:</b>	
<b>Solo para trabajos de grado</b>	
<b>Programa:</b>	Pregrado
<b>Título por el que opta:</b>	Ing. Agroindustrial
<b>Director:</b>	Ing. Walter F. Quezada Moreno Msc.

## **2. AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD**

Nosotras, **Alemán Alemán Amanda Lucía**, con cédula de ciudadanía Nro.**100249867-1** y **Velásquez Obando Lisbeth Katerine**, con cédula de ciudadanía Nro. **172014520-8**; en calidad de autoras y titulares de los derechos patrimoniales de la obra o trabajo de grado descrito anteriormente, hacemos entrega del ejemplar respectivo en formato digital y autorizamos a la Universidad Técnica del Norte, la publicación de la obra en el Repositorio Digital Institucional y uso del archivo digital en la Biblioteca de la Universidad con fines académicos, para ampliar la disponibilidad del material y como apoyo a la educación, investigación y extensión; en concordancia con la Ley de Educación Superior Artículo 144.

### 3. CONSTANCIAS

Las autoras manifiestan que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto la obra es original y son los titulares de los derechos patrimoniales, por lo que asumen la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrán en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, 21 de Febrero del 2014

#### LAS AUTORAS:

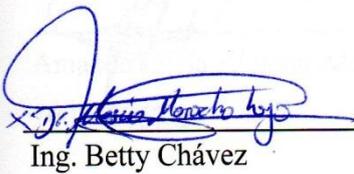


Alemán Alemán Amanda Lucía  
100249867-1



Velásquez Obando Lisbeth Katerine  
172014520-8

#### ACEPTACIÓN:



Ing. Betty Chávez

**JEFE DE BIBLIOTECA**



## UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

### CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

Nosotras, **Alemán Alemán Amanda Lucía**, con cédula de ciudadanía Nro. **100249867-1** y **Velásquez Obando Lisbeth Katerine**, con cédula de ciudadanía Nro. **172014520-8**; manifestamos la voluntad de ceder a la Universidad Técnica del Norte los derechos patrimoniales consagrados en la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador, artículos 4, 5 y 6, en calidad de autoras de la obra o trabajo de grado denominada **“ELABORACIÓN DE VINAGRE A PARTIR DE CHIRIMOYA (*Annona cherimola mill*)**, QUE SE PRODUCE EN LA ZONA DE URCUQUÍ” que ha sido desarrollada para optar por el título de **Ingenieras Agroindustriales** en la Universidad Técnica del Norte, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente. En nuestra condición de autoras nos reservamos los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Técnica del Norte.

  
Amanda Lucía Alemán Alemán  
100249867-1

  
Lisbeth Katerine Velásquez Obando  
172014520-8

Ibarra, 21 de Febrero del 2014

## REGISTRO BIBLIOGRÁFICO

Guía: FICAYA-UTN

Fecha: 30/11/12

**ALEMÁN ALEMÁN AMANDA LUCÍA, VELÁSQUEZ OBANDO LISBETH KATERINE.** “ELABORACIÓN DE VINAGRE A PARTIR DE CHIRIMOYA (*ANNONA CHERIMOLA MILL*), QUE SE PRODUCE EN LA ZONA DE URCUQUÍ” / TRABAJO DE GRADO. Ingenieras Agroindustriales Universidad Técnica del Norte. Carrera de Ingeniería Agroindustrial Ibarra. EC. Junio del 2013. 154p. 4 anexos.

**DIRECTOR: Ing. Walter F. Quezada Moreno Msc.**

El objetivo principal de la presente investigación fue, obtener vinagre a partir de chirimoya (*Annona cherimola mill*) que se produce en la zona de Urcuquí. Entre los objetivos específicos se realizó análisis físico-químico de la fruta madura y sobremadura, se determinó el volumen de vinagre iniciador (*Acetobacter aceti*) en el mosto alcohólico, para la elaboración de vinagre de chirimoya además se analizó la calidad del producto mediante análisis físico-químicos y sensoriales.

Fecha: 21 de Febrero del 2014



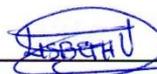
Ing. Walter F. Quezada Moreno Msc.

Director de Tesis



Alemán Alemán Amanda Lucía

Autora



Velásquez Obando Lisbeth Katerine

Autora

## **DEDICATORIA**

*A Dios, por haberme brindado la vida, haciéndome descubrir con sus maravillas obras, cuán grande puede ser el hombre, porque día a día llenó mi corazón y mi mente con la fortaleza necesaria para llegar a cumplir uno de mis tan anhelados sueños.*

*A la constancia, el trabajo y esfuerzo de mis padres Fernando Alemán y Lucía Alemán quienes con su esfuerzo y dedicación han logrado formar en mí una persona capaz de cumplir las metas propuestas y que mediante su apoyo incondicional fueron partícipes para la culminación de esta carrera universitaria.*

*También a mi esposo Carlos y mis amados hijos Jeremy y Jeimy, mi hermano Erick y mis queridos abuelitos Luis y Digna por todo el apoyo y cariño que me brindaron cada día. Finalmente a todas aquellas personas, que desinteresadamente colaboraron conmigo, para alcanzar tan ansiada meta con éxito.*

**AMANDA ALEMÁN**

## **DEDICATORIA**

*A mis PADRES BOLIVAR Y CARMEN por ser el principal cimiento para la construcción de mi vida profesional, pues en ellos tengo el espejo en el cual me quiero reflejar ya que sus virtudes infinitas y su gran corazón me llevan a admirarles cada día más.*

*A mi ESPOSO PAUL y mi preciosa HIJA BRENDITA SHANELL que han estado a mi lado dándome cariño, confianza y apoyo incondicional para seguir adelante y cumplir esta etapa en mi vida.*

*A mis hermanos CRISTIAN Y LORENA que han sido, son y serán parte fundamental en mi vida, por la confianza que pusieron en mí.*

**LISBETH VELÁSQUEZ**

## **AGRADECIMIENTO**

*A DIOS por haber bendecido nuestras vidas y guiado cada uno de nuestros pasos ya que gracias a él hemos podido alcanzar una meta que es la culminación de nuestra vida estudiantil.*

*A nuestras familias que son fuente de apoyo constante e incondicional durante nuestra carrera universitaria así como también al desarrollo de la presente tesis.*

*Un agradecimiento sincero al Ing. Walter Quezada, Director de Tesis, por su guía en el proyecto, paciencia y ayuda brindada durante la realización de esta tesis.*

*A la Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuaria y Ambientales de la Universidad Técnica del Norte, por brindarnos todos los conocimientos con el fin de alcanzar nuestra anhelada profesión.*

**LAS AUTORAS**

## Índice General

<b>Contenido</b>	<b>Paginas</b>
Resumen .....	xxiv
Summary.....	xxvi
CAPÍTULO I.....	1
INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Problema.....	1
1.2Justificación.....	3
1.3 Objetivos.....	4
1.3.1 Objetivo General.....	4
1.3.2 Objetivos específicos.....	4
1.4 HIPÓTESIS .....	4
CAPÍTULO II.....	5
MARCO TEÓRICO .....	5
2.1 La chirimoya.....	5
2.1.1 Origen.....	5
2.1.2 Clasificación taxonómica .....	6
2.1.3 Variedades .....	6
2.1.4 Valor nutricional.....	7
2.1.5 Propiedades y beneficios .....	8
2.1.6 Recomendaciones para mantener la calidad pos cosecha de la chirimoya.....	9
2.1.6.1 Cosecha y calidad .....	9
2.1.6.2Producción nacional de la chirimoya.....	10
2.1.6.3Exportacion de la chirimoya Ecuatoriana.....	10
2.3 Vino .....	11
2.3.1 Clasificación del vino .....	11
2.3.1.1. Por el color .....	11
2.3.2 Almacenamiento.....	11
2.4 Levaduras.....	12
2.4.1 Clasificación .....	13
2.4.1.1 Saccharomyces cerevisiae .....	13
2.4.1.2 Saccharomyces uvarum .....	13

2.4.2	Requerimientos nutricionales .....	13
2.5	Vinagre .....	14
2.5.1	Condiciones óptimas de fermentación acética.....	14
2.5.1	Características químicas .....	15
2.5.1.1	Valor de pH .....	15
2.5.1.2	Densidad .....	15
2.5.2	Tipos de vinagre .....	15
2.5.2.1	Vinagre blanco.....	15
2.5.2.2	Vinagre de frutas .....	15
2.5.2.3	Vinagre de malta.....	16
2.5.2.4	Vinagre de sidra o de manzana.....	16
2.5.2.5	Vinagre de arroz .....	16
2.5.2.6	Vinagre de jerez.....	16
2.5.2.7	Vinagre de miel .....	16
2.5.3	Beneficios del vinagre .....	16
2.5.4	Tipos de fermentación .....	17
2.5.4.1	Fermentación alcohólica.....	17
2.5.4.2	Fermentación acética .....	18
2.5.5	Aplicaciones y usos .....	19
CAPÍTULO III .....		20
MATERIALES Y MÉTODOS.....		20
3.1	Materiales .....	20
3.1.1	Materia prima e insumos .....	20
3.1.2	Equipos .....	20
3.2	Métodos .....	21
3.2.1	Localización y características del lugar de experimentación .....	21
3.3	Factores en estudio .....	22
3.3.1	Factores en estudio para el vino .....	22
3.3.1.1	Tratamientos para la elaboración del vino.....	23
3.3.1.2	Diseño Experimental para el vino .....	23
3.3.1.3	Análisis estadístico para el vino. ....	24
3.3.1.4	Análisis funcional para el vino .....	24

3.3.2 Factores en estudio para el vinagre.....	24
3.3.2.1 Tratamientos para el vinagre .....	25
3.3.2.2 Diseño Experimental para el vinagre.....	26
3.3.2.3 Análisis estadístico para el vinagre. ....	26
3.3.2.4 Análisis Funcional para el vinagre. ....	26
3.4 Variables cuantitativas evaluadas .....	27
3.4.1 Para materia prima.....	27
3.4.2Durante el proceso de fermentación alcohólica.....	27
3.4.3Durante el proceso de fermentación acética .....	27
3.4.4Para el producto terminado.....	27
3.4.5Descripción de las técnicas utilizadas en la investigación al producto terminado .....	28
3.4.5.1Determinación de sólidos solubles (°Brix) .....	28
3.4.5.2 Determinación del pH.....	29
3.4.5.3 Índice de penetración.....	29
3.4.5.4Determinación de la densidad .....	30
3.4.5.5Determinación del tiempo de fermentación alcohólica y acética .....	30
3.4.5.6 Determinación de la acidez total .....	31
3.4.5.7Determinación del grado alcohólico .....	32
3.4.5.8Determinación del rendimiento .....	32
3.4.5.9Determinación de la turbidez.....	32
3.4.6 Control de temperatura .....	33
3.4.6.1 Variables Cualitativas.....	33
3.5 Diagrama de bloques de elaboración de vino de pulpa de chirimoya. ....	34
3.6 Diagrama de bloques de elaboración de vino de chirimoya integral.....	35
3.7 Manejo específico del experimento.....	36
3.7.1 Descripción del estudio de maduración de la fruta.....	36
3.7.1.1 Materia prima .....	36
3.7.1.2 Recolección .....	36
3.7.1.3 Maduración de la chirimoya. ....	37
3.7.1.4 Identificación del grado de madurez .....	37
3.8 Descripción del proceso del vino.....	38
3.8.1Pesado de la materia prima.....	38

3.8.2Lavado y escurrido .....	38
3.8.3Extracción de la pulpa .....	38
3.8.4Acondicionamiento y corrección del mosto .....	39
3.8.5Esterilización y enfriamiento.....	39
3.8.6Activación de la levadura .....	41
3.8.7Fermentación alcohólica.....	41
3.8.7Trasiego y acondicionamiento del mosto alcohólico. ....	42
3.9 Diagrama de bloques para la elaboración del vinagre.....	43
3.9.1 Etapa de elaboración de vinagre.....	44
3.9.1.1 Acondicionamiento del mosto alcohólico. ....	44
3.9.1.2 Fermentación acética. ....	45
3.9.1.3 Filtrado .....	45
3.9.1.4Clarificación .....	46
3.9.1.5 Envasado – almacenado.....	46
CAPÍTULO IV .....	47
RESULTADOS Y DISCUSIONES .....	47
4.1 Características físico químicas. ....	47
4.1.1 Pruebas físicas de la chirimoya .....	47
4.1.2 Grado de madurez.....	48
4.2 El vino .....	50
4.2.1 Determinación del grado alcohólico a los 4 días durante el proceso de elaboración del vino.....	50
4.2.2Determinación del contenido de sólidos solubles (°Brix) a los 4 días durante el proceso de elaboración del vino. ....	52
4.2.3Determinación del pH a los 4 días durante el proceso de elaboración del vino. ....	53
4.2.4Determinación del grado alcohólico en el vino a los 8 días. ....	56
4.2.5 Determinación de sólidos solubles (°Brix) en el vino a los 8 días. ....	57
4.2.6 Determinación del pH en el vino a los 8 días. ....	59
4.2.7 Determinación de la acidez en el vino a los 8 días. ....	61
4.3 Análisis estadístico de las variables de vinagre.....	62
4.3.1 Determinación del grado alcohólico a los 8 días de la elaboración del vinagre.....	62

4.3.2 Determinación de los sólidos solubles (°Brix) a los 8 días de la elaboración de vinagre.....	63
4.3.3 Determinación del pH a los 8 días para la elaboración del vinagre. ....	65
4.3.4 Determinación de la acidez a los 8 días.....	68
4.3.5 Determinación de grado alcohólico a los 18 días.....	74
4.3.6 Determinación de sólidos solubles (°Brix) a los 18 días. ....	79
4.3.7 Determinación del pH a los 18 días.....	86
4.3.8 Determinación de la acidez a los 18 días.....	90
4.3.9 Determinación del grado alcohólico a los 28 días.....	94
4.3.10 Determinación del contenido de sólidos solubles (°Brix) a los 28 días.....	100
4.3.11 Determinación del pH a los 28 días.....	106
4.3.12 Determinación de acidez a los 28 días. ....	112
4.4 Análisis sensorial del producto terminado.....	117
4.5 Análisis de curvas de las variables evaluadas en el proceso de elaboración del vino..	118
4.7 Balance de masa del vinagre de pulpa chirimoya.....	123
4.8 Balance de masa del vinagre de chirimoya integral .....	125
4.9 Balance estequiométrico.....	126
4.10 Características físico-químicas de los tres mejores tratamientos. ....	128
CAPÍTULO V .....	129
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	129
5.1 Conclusiones.....	129
5.2 Recomendaciones .....	130
CAPÍTULO VI.....	131
BIBLIOGRAFÍA Y ANEXOS.....	131
6.1 Bibliografía.....	131
6.2 Anexos.....	134

## Índice de Tablas

<b>Tablas</b>	<b>Páginas</b>
Tabla 1. Clasificación Taxonómica de la chirimoya .....	6
Tabla 2. Composición química de la chirimoya en 100g de pulpa .....	8
Tabla 3. Producción nacional de la chirimoya .....	10
Tabla 4. Normas para almacenar un vino .....	12
Tabla 5. Tipos de fermentación .....	17
Tabla 6. Tratamientos evaluados para el (vino) .....	23
Tabla 7. Esquema de análisis de varianza ADEVA para el vino .....	24
Tabla 8. Tratamientos evaluados (vinagre) .....	25
Tabla 9. Esquema de análisis de varianza ADEVA para el vinagre.....	26
Tabla 10. Análisis químico de la chirimoya. ....	47
Tabla 11. Pruebas físicas de la chirimoya. ....	47
Tabla 12. Parámetros analizados durante los ocho días a partir de su cosecha.....	48
Tabla 13. Promedio de grado alcohólico a los cuatro días del proceso de elaboración del vino. ....	50
Tabla 14. Análisis de varianza para el grado alcohólico a los cuatro días del proceso de elaboración del vino.....	51
Tabla 15. Promedio de sólidos solubles (°Brix) a los cuatro días del proceso de elaboración del vino.....	52
Tabla 16. Análisis de sólidos solubles (°Brix) a los cuatro días del proceso de elaboración del vino.....	52
Tabla 17. Promedio de pH a los cuatro días del proceso de elaboración del vino. ....	53
Tabla 18. Análisis de pH a los cuatro días del proceso de elaboración del vino.....	54
Tabla 19. Prueba DMS para el factor B (Grado de madurez). ....	54
Tabla 20. Promedio del grado alcohólico a los ocho días en el vino. ....	56
Tabla 21. Análisis de la varianza para el grado alcohólico a los ocho días en el vino.....	56
Tabla 22. Promedio de sólidos solubles (°Brix) a los ocho días en el vino. ....	57
Tabla 23. Análisis de varianza para sólidos solubles (°Brix) a los ocho días en vino.....	57
Tabla 24. Prueba de DMS para factor A (Condición de la materia prima) .....	58
Tabla 25. Promedio de pH en el vino a los ocho días. ....	59
Tabla 26. Análisis de la varianza para el pH en el vino a los ocho días.....	60
Tabla 27. Prueba DMS para el factor B (Grado de madurez). ....	60

Tabla 28. Promedio de la acidez del vino a los ocho días. ....	61
Tabla 29. Análisis de la varianza para la acidez en el vino a los ocho días .....	61
Tabla 30. Análisis de la varianza para el grado alcohólico (%) a los 8 días de la elaboración del vinagre.....	62
Tabla 31. Análisis de la varianza para el contenido de sólidos solubles (°Brix) a los 8 días de la elaboración del vinagre.....	63
Tabla 32. Prueba DMS para el factor C (cepa de levaduras). ....	64
Tabla 33. Análisis de la varianza para el pH a los 8 días para la elaboración del vinagre.	65
Tabla 34. Prueba de Tukey para tratamientos. ....	66
Tabla 35. Prueba DMS para el factor A (Condición de la materia prima). ....	67
Tabla 36. Prueba DMS para el factor C (Cepa de levadura). ....	67
Tabla 37. Análisis de la varianza para la acidez a los 8 días para el vinagre. ....	68
Tabla 38. Prueba de Tukey para tratamientos. ....	69
Tabla 39. Prueba DMS para el factor A (Condición de la materia prima). ....	70
Tabla 40. Prueba DMS para el factor B (Grado de madurez). ....	70
Tabla 41. Prueba DMS para el factor D (Volumen de inóculo (Acetobacter aceti)). ....	71
Tabla 42. Análisis de la varianza para el grado alcohólico a los 18 días para el vinagre..	74
Tabla 43. Prueba de Tukey para tratamientos. ....	75
Tabla 44. Prueba DMS para el factor A (Condición de la materia prima). ....	76
Tabla 45. Prueba DMS para el factor B (Grado de madurez). ....	76
Tabla 46. Prueba DMS para el factor D (Volumen de inóculo (Acetobacter aceti)). ....	76
Tabla 47. Análisis de la varianza para el contenido de sólidos solubles a los 18 días. ....	80
Tabla 48. Prueba de Tukey para tratamientos. ....	81
Tabla 49. Prueba DMS para el factor A (Condición de la materia prima). ....	82
Tabla 50. Prueba DMS para el factor B (Grado de madurez). ....	82
Tabla 51. Prueba DMS para el factor C (Cepa de levadura). ....	82
Tabla 52. Prueba DMS para el factor D (Volumen de inóculo (Acetobacter aceti)). ....	83
Tabla 53. Análisis de la varianza para pH a los 18 días .....	87
Tabla 54. Prueba de Tukey para tratamientos. ....	88
Tabla 55. Prueba DMS para el factor A (Condición de la materia prima). ....	88
Tabla 56. Prueba DMS para el factor B (Grado de madurez). ....	89
Tabla 57. Prueba DMS para el factor D (Volumen de inóculo (Acetobacter aceti)). ....	89

Tabla 58. Análisis de la varianza para la acidez a los 18 días. ....	90
Tabla 59. Prueba de Tukey para tratamientos .....	91
Tabla 60. Prueba DMS para el factor A (Condición de la materia prima) .....	92
Tabla 61. Prueba DMS para el factor B (Grado de madurez) .....	92
Tabla 62. Prueba DMS para el factor D (Volumen de inóculo (Acetobacter aceti)) .....	93
Tabla 63. Análisis de la varianza para el grado alcohólico a los 28 días. ....	95
Tabla 64. Prueba de Tukey para tratamientos. ....	96
Tabla 65. Prueba DMS para el factor A (Condición de la materia prima). ....	97
Tabla 66. Prueba DMS para el factor C (Cepa de levaduras). ....	97
Tabla 67. Análisis de la varianza del contenido de sólidos solubles a los 28 días. ....	100
Tabla 68. Prueba de Tukey para tratamientos. ....	101
Tabla 69. Prueba DMS para el factor B (Grado de madurez). ....	102
Tabla 70. Prueba DMS para el factor C (Cepa de levadura). ....	102
Tabla 71. Prueba DMS para el factor D (Volumen de inoculo: vinagre iniciador (Acetobacter aceti)). ....	102
Tabla 72. Análisis de la varianza para pH a los 28 días. ....	107
Tabla 73. Prueba de Tukey para tratamientos .....	108
Tabla 74. Prueba DMS para el factor A (Condición de la materia prima). ....	109
Tabla 75. Prueba DMS para el factor C (Cepa de levadura). ....	109
Tabla 76. Prueba DMS para el factor D (Volumen de inóculo (Acetobacter aceti)) .....	109
Tabla 77. Análisis de la varianza para la acidez a los 28 días. ....	113
Tabla 78. Prueba de Tukey para tratamientos. ....	114
Tabla 79. Prueba DMS para el factor A (Condición de la materia prima). ....	115
Tabla 80. Prueba DMS para el factor B (Grado de madurez). ....	115
Tabla 81. Análisis de Friedman vinagre chirimoya. ....	118
Tabla 82. Características de los tres mejores tratamientos. ....	128
Tabla 83. Valores grado alcohólico a los 8 días de la elaboración del vinagre. ....	134
Tabla 84. Promedio de sólidos solubles a los 8 días de la elaboración del vinagre. ....	135
Tabla 85. Promedio del pH a los 8 días para la elaboración del vinagre. ....	136
Tabla 86. Promedio de acidez a los 8 días. ....	137
Tabla 87. Promedio de grado alcohólico a los 18 días. ....	138
Tabla 88. Promedio de sólidos solubles a los 18 días. ....	139

Tabla 89. Promedio de pH a los 18 días .....	140
Tabla 90. Promedio de acidez a los 18 días.....	141
Tabla 91. Promedio de grado alcohólico a los 28 días. ....	142
Tabla 92. Promedio de sólidos solubles a los 28 días. ....	143
Tabla 93. Promedio de sólidos solubles a los 28 días. ....	144
Tabla 94. Promedio de acidez a los 28 días.....	145

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

### Gráficos Páginas

Gráfico 1. Comportamiento del pH durante los ocho días a partir de su cosecha.....	49
Gráfico 2. Comportamiento del contenido de sólidos solubles durante los ocho días a partir de su cosecha.....	49
Gráfico 3. Comportamiento del índice de penetración durante los ocho días de almacenamiento.....	50
Gráfico 4. Interacción de los factores A (Condición de la materia prima) y B (Grado de madurez) en la variable pH para el vino.....	55
Gráfico 5. Interacción de los factores B (Grado de madurez) y C (Cepa de levadura) en la variable °Brix para el vino.....	58
Gráfico 6. Interacción de los factores A (Condición de la materia prima) y C (Cepa de levadura) en el contenido de sólidos solubles (°Brix) al inicio de la elaboración del vinagre.....	64
Gráfico 7. Comportamiento de las medias del contenido de pH a los 8 días.....	67
Gráfico 8. Interacción de los factores A (Condición de la materia prima) y B (Grado de madurez) en la variable acidez a los 8 días.....	71
Gráfico 9. Interacción de los factores A (Condición de la materia prima) y D (Volumen de inóculo (mosto que contiene la bacteria <i>Acetobacter aceti</i> )) en la variable acidez a los 8 días.....	72
Gráfico 10. Interacción de los factores C (Cepa de levadura) y D (Volumen de inóculo (Mosto que contiene la bacteria <i>Acetobacter aceti</i> )) en la variable acidez a los 8 días.....	73
Gráfico 11. Comportamiento de las medias de la variable acidez a los 8 días.....	73
Gráfico 12. Interacción de los factores A (Condición de la materia prima) y B (Grado de madurez) en la variable grado alcohólico 18 días.....	77
Gráfico 13. Interacción de los factores B (Grado de madurez) y C (Cepa de levadura) en la variable grado alcohólico a los 18 días.....	78
Gráfico 14. Comportamiento de las medias para el grado alcohólico 18 días.....	79
Gráfico 15. Interacción de los factores A (Condición de la materia prima) y B (Grado de madurez) en la cantidad de sólidos solubles (°Brix) a los 18 días.....	83
Gráfico 16. Interacción de los factores A (Condición de la materia prima) y C (Cepa de levadura) en el contenido de sólidos solubles (°Brix) a los 18 días.....	84
Gráfico 17. Interacción de los factores B (Grado de madurez) y C (Cepa de levadura) en la variable de sólidos solubles (°Brix) a los 18 días.....	85
Gráfico 18. Comportamiento de las medias de la variable de sólidos solubles (°Brix) a los 18 días.....	86

Gráfico 19. Comportamiento de las medias para el contenido de pH a los 18 días. ....	89
Gráfico 20. Interacción de los factores B (Grado de madurez), D (Volumen de inóculo: vinagre iniciador (Acetobacter aceti)) en la variable acidez a los 18 días. ....	93
Gráfico 21. Comportamiento de las medias de la variable acidez a los 18 días.....	94
Gráfico 22. Interacción de los factores A (Condición de la materia prima) y D (Volumen de inóculo (Acetobacter aceti)) en la variable grado alcohólico a los 28 días. ....	97
Gráfico 23. Interacción de los factores B (Grado de madurez), C (Cepa de levaduras) en la variable alcohol 28 días. ....	98
Gráfico 24. Interacción de los factores B (Grado de madurez), D (volumen de inóculo: vinagre iniciador (Acetobacter aceti)) en la variable alcohol 28 días. ....	99
Gráfico 25. Comportamiento de las medias de grado alcohólico a los 28 días. ....	99
Gráfico 26. Interacción de los factores A (Condición de la materia prima) y B (Grado de madurez) para el contenido de sólidos solubles a los 28 días. ....	103
Gráfico 27. Interacción de los factores A (Condición de la materia prima) y C (Cepa de levadura) en el contenido de sólidos solubles (°Brix) a los 28 días. ....	104
Gráfico 28. Interacción de los factores B (Grado de madurez) C (Cepa de levadura) para los sólidos solubles (°Brix) a los 28 días. ....	105
Gráfico 29. Comportamiento de las medias del contenido de sólidos solubles (°Brix) a los 28 días. ....	106
Gráfico 30. Interacción de los factores B (Grado de madurez), C (Cepa de levadura) en la variable pH a los 28 días.....	110
Gráfico 31. Interacción de los factores A (Condición de materia prima), D (Volumen de inóculo (Acetobacter aceti)) en el pH a los 28 días. ....	110
Gráfico 32. Interacción de los factores C (Cepa de levadura), D (Volumen de inóculo (Acetobacter aceti)) en el pH a los 28 días. ....	111
Gráfico 33. Comportamiento de las medias para el pH 28 días. ....	112
Gráfico 34. Interacción de los factores B (Grado de madurez) y C (Cepa de levadura) en la variable acidez a los 28 días. ....	115
Gráfico 35. Interacción de los factores B (Grado de madurez), D (Volumen de inóculo (Acetobacter aceti)) en la variable acidez a los 28 días.....	116
Gráfico 36. Comportamiento de las medias de la variable acidez a los 28 días.....	117
Gráfico 37. Grado alcohólico en el vino.....	118
Gráfico 38. Sólidos solubles en el vino. ....	119
Gráfico 39. pH en el vino. ....	119
Gráfico 40. Grado alcohólico en el vinagre.....	120
Gráfico 41. Sólidos solubles en el vinagre. ....	121

Gráfico 42. pH en el vinagre. ....	121
Gráfico 43. Acidez en el vinagre. ....	122

## Índice de Fotografías

<b>Fotografía</b>	<b>Páginas</b>
Fotografía 1. Refractómetro o brixómetro.....	28
Fotografía 2. pHmetro .....	29
Fotografía 3. Medición del índice de madurez.....	29
Fotografía 4. Densímetro.....	30
Fotografía 5. Fermentación alcohólica.....	30
Fotografía 6. Fermentación acética.....	31
Fotografía 7. Acidez total del producto.....	31
Fotografía 8. Refractómetro de alcohol para vinos.....	32
Fotografía 9. Turbidímetro .....	33
Fotografía 10. Cámara de fermentación.....	33
Fotografía 11. Chirimoya .....	36
Fotografía 12. Recolección de la chirimoya.....	37
Fotografía 13. Pesado de la fruta.....	38
Fotografía 14. Despulpado .....	39
Fotografía 15. Esterilización y enfriamiento del mosto.....	40
Fotografía 16. Fermentador artesanal.....	40
Fotografía 17. Activación de la levadura.....	41
Fotografía 18. Proceso de fermentación.....	41
Fotografía 19. Trasiago.....	42
Fotografía 20. Acondicionamiento del mosto e inoculación con vinagre iniciador (Acetobacter aceti).....	44
Fotografía 21. Proceso de acidificación del vino a vinagre y formación del velo blanquecino.....	45
Fotografía 22. Filtración.....	46
Fotografía 23. Envasado.....	46

## RESUMEN

El vinagre es un líquido ácido apto para el consumo humano, que es producido exclusivamente a partir de materias primas que contengan almidones y/o azúcares, por un doble proceso de fermentación, alcohólica y acética.

El objetivo principal de la investigación fue obtener vinagre a partir de chirimoya (*Annonacherimolamill*) que se produce en la zona de Urcuquí, utilizando factores de estudio como: condición de la materia prima: chirimoya integral y pulpa de chirimoya, grado de madurez de la fruta: madura y sobre-madura, cepa de levadura: *Saccharomyces cerevisiae uvarum* y *Saccharomyces cerevisiae sp*; durante los procesos de fermentación alcohólica y acética, el volumen de inóculo: vinagre iniciador (*Acetobacter aceti*), en la obtención de vinagre.

Se utilizó un diseño completamente al azar (D.C.A), con arreglo factorial  $A \times B \times C$  para el proceso de fermentación utilizando fruta de chirimoya integral y pulpa de chirimoya, madurez de la fruta madura, y sobre-madura y diferente cepa de levadura incorporada, *Saccharomyces cerevisiae uvarum* y *Saccharomyces cerevisiae sp.*, según los factores A, B y C, dando 8 tratamientos. Mientras que, para el proceso de acidificación se utilizó un diseño completamente al azar (D.C.A), con arreglo factorial  $A \times B \times C \times D$ , utilizando los tratamientos de los vinos, se establecieron 16 tratamientos, dando un total de 48 unidades experimentales, cuya unidad experimental en la fermentación fue 1,5 kg tanto para fruta madura y sobre-madura y para acidificación de un litro de mosto. Las variables estudiadas para determinar la condición de la fruta: madura y sobre-madura en la materia prima se consideró la experiencia del productor de chirimoya: en la selección de la fruta, tiempo de maduración, además mediante los análisis realizados de pH, sólidos solubles ( $^{\circ}$ Brix), índice de madurez.

Durante el proceso de fermentación alcohólica y acética, se evaluó el pH, sólidos solubles (°Brix), alcohol etílico y acidez. Para el producto terminado se evaluaron pH, °Brix, acidez total, alcohol etílico, turbidez, densidad y rendimiento al mejor tratamiento, que fueron comparados con los requisitos de vinagres según la norma Inen. Vinagre requisitos NTE INEN 2 296:2003. Así mismo, se realizó un análisis sensorial utilizando diez personas como degustadores, cuyas variables fueron: aspecto, olor, sabor, color y aceptabilidad.

Los resultados obtenidos permitieron establecer que todos los tratamientos son similares, sin embargo mediante medias se estableció que tanto en el análisis cuantitativo y cualitativo el mejor tratamiento fue el T8. Los tratamientos que se ajustaron según las normas establecidas fueron los tratamientos T1, T7 y el T8.

## SUMMARY

Vinegar is an acidic liquid suitable for human consumption, which is produced exclusively from raw materials containing starch and / or sugars, by a double fermentation, alcoholic and acetic.

The main objective of the research was obtained from vinegar cherimoya (*Annonacherimola*, Mill) that occurs in the Urcuquí study using factors such as raw material condition: comprehensive cherimoya pulp, maturity of Fruit: over-mature and mature yeast strain: *Saccharomyces cerevisiae* and *Saccharomyces cerevisiae uvarum* sp; during the processes of alcoholic and acetic fermentation, the volume of inoculum: vinegar initiator (wort containing the bacterium *Acetobacter aceti*), in obtaining vinegar.

We used a completely randomized design (CRD) with factorial arrangement AxBxC for the fermentation process using comprehensive cherimoya fruit custard apple pulp, fruit maturity mature and over-mature and incorporated different yeast strain, *Saccharomyces cerevisiae uvarum* sp and *Saccharomyces cerevisiae*. According to factors A, B and C, giving 8 treatments. While for the acidification process used a completely randomized design (CRD) with factorial arrangement AxBxCxD using wine treatments, 16 treatments were established, giving a total of 48 experimental units, the experimental unit in the fermentation 1,5 kg was both over-ripe fruit and mature and one liter of wort acidification. The variables studied to determine the condition of the fruit: over-mature and mature in the raw material is considered cherimoya producer experience: the selection of the fruit ripening time, and by the analyzes of pH, soluble solids (°Brix), and maturity index.

During alcoholic and acetic fermentation, the pH was assessed, soluble solids (°Brix), ethyl alcohol and acidity. For the finished product were evaluated pH, ° Brix, total

acidity, ethyl alcohol, turbidity, density, and performance improved treatment, which were compared with the requirements according to the standard vinegars NTE INEN 2 296:2003. Likewise, sensory analysis was performed using ten people as tasters, whose variables were: appearance, odor, taste, color and acceptability.

The results obtained allowed to establish that all treatments are similar, however using mean it was established that both the quantitative and qualitative analysis the best treatment was the T8. The treatments were adjusted according to the rules were the treatments T1, T7 and T8.

# CAPÍTULO I

## INTRODUCCIÓN

### 1.1 PROBLEMA

El cantón Urcuquí, ubicado dentro de la provincia de Imbabura, es una zona agrícola que produce una amplia gama de frutas dado el clima subtropical que posee. Una de esas frutas es la chirimoya, que tiene una producción casi sostenida durante todo el año, siendo los meses de enero a mayo las épocas de mayor sobreproducción. Durante el mencionado periodo los precios son bajos y no favorecen económicamente a los agricultores, por lo que genera pérdidas y un impacto ambiental negativo al sector.

De acuerdo con el INIAP (2007), se estima que un 65% de la producción no cuenta con las características óptimas para su comercialización en el mercado, entre ellas el tamaño de la chirimoya, perjudicando las ventas del agricultor. Además, de que existe poco conocimiento técnico en relación a la producción, sobre todo respecto a la prevención y tratamiento de enfermedades y plagas como la antracnosis y la mosca de la fruta, que merman los rendimientos del agricultor. Adicionalmente, la falta de una adecuada manipulación, en el embalaje y transporte de esta fruta delicada y rápidamente perecedera, perjudica la exportación de la chirimoya.

En ese contexto, la chirimoya ha sido una materia prima poco aprovechada industrialmente en la zona. Pese a sus cualidades exóticas únicamente se elaboran y comercializan helados y pulpas a pequeña escala, aplicando procedimientos tradicionales. Se detectó que existe un desconocimiento de procesos técnicos respecto de una mayor transformación agroindustrial que pudiera permitir una mejor opción económica y social para los productores.

Los aspectos antes mencionados han determinado que los agricultores abandonen sus cultivos, los cambien, o simplemente se dediquen a otra actividad productiva. De esta manera se

desaprovechan las bondades del clima y las cualidades nutricionales de la chirimoya; además, se deja de lado una alternativa productiva y ocupacional de interesante rentabilidad.

## 1.2 JUSTIFICACIÓN

La presente investigación surgió en razón de que la zona de Urcuquí dispone de un importante volumen de producción de chirimoya. Ello convierte a este sector en un espacio óptimo, desde el punto de vista comercial, para desarrollar actividades relacionadas con la producción, proceso y comercialización de la mencionada fruta.

El trabajo comprendió la elaboración de vinagre de chirimoya (*Anona cherimola*, Mill), con el fin de mejorar los ingresos de los productores quienes comercializan la fruta en fresco. Por otra parte, se pretendió fomentar el cultivo de este fruto, mediante el incremento de la superficie cultivada y de los rendimientos. Actualmente los niveles productivos están alrededor de 40 kilos/planta, según datos proporcionados por el INIAP (2007) y por los mismos agricultores de Urcuquí.

El vinagre es un saborizante y preservante natural cuyo uso en la industria de alimentos es amplio. Como conservante evitando el desarrollo de bacterias en los alimentos aumentando el tiempo de almacenamiento en anaquel de los productos elaborados. También es un agente medicinal cuyo consumo en la actualidad se ve afectado por la existencia, en el mercado, de vinagre artificial.

Durante la realización del trabajo se procuró obtener un vinagre con características organolépticas aceptables por parte del consumidor, que garantice su satisfacción. Este hecho apoya la tendencia que va ganando espacio actualmente, en el sentido de consumir alimentos sin riesgos para la salud.

Sin duda, con este estudio se ha contribuido al incremento de la información científica con datos referentes al proceso de fermentación alcohólica y acetificación del mosto de chirimoya. Se han determinado los parámetros óptimos para industrialización, que pueden ser considerados a futuro para desarrollar un proyecto a mayor escala, a partir de una fruta cuyo cultivo es relativamente fácil.

## 1.3 OBJETIVOS

### 1.3.1 Objetivo General

- Elaborar vinagre a partir de chirimoya (*Annonacherimolamill*) que se produce en la zona de Urcuquí.

### 1.3.2 Objetivos específicos

- Analizar las características físico-químicas y tiempo de madurez de la materia prima (chirimoya madura y sobre-madura)
- Determinar el volumen de vinagre iniciador (*Acetobacteraceti*) a partir de vino de chirimoya fermentada con cepas de levaduras (*Sacharomycesuvarum* y *Sacharomycescerevisiaesp.*) con una concentración de un gramo por un litro de mosto corregido.
- Analizar la calidad del producto terminado mediante un análisis sensorial, el contenido de sólidos solubles, pH, acidez, grado alcohólico para establecer el mejor tratamiento, al que se determinará rendimiento densidad y turbidez.

## 1.4 HIPÓTESIS

- **Hi:** La condición de la materia prima, el grado de madurez, la cepa de levaduras y el volumen de vinagre iniciador influyen significativamente en la producción de vinagre.
- **Ho:** La condición de la materia prima, el grado de madurez, la cepa de levaduras y volumen de vinagre iniciador no influye significativamente en la producción de vinagre.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1 LA CHIRIMOYA

*Annona* significa cosecha anual y *cherimola* o *cherimoya* viene del nombre quichua *chirimoya* que significa “semillas frías”. El nombre común de la *chirimoya* varía dependiendo de la región, en países anglosajones es *cherimoya*, en Perú se conoce como *chirimoyo*, en Venezuela se llama *chirmorriñón* y *chirimoya* en Bolivia, Colombia y Ecuador (Andrade, 2009).

La *chirimoya* (*Annonacherimolamill.*) es un árbol tropical cuyo fruto, de forma acorazonada, es considerado un manjar entre los nativos pobladores de los Andes desde tiempos prehistóricos. Este frutal, tiene origen en los valles interandinos comprendidos desde el sur del Ecuador hasta el norte de Chile.

Su mayor diversidad, se concentra en Ecuador y Perú, países en los que tanto las formas cultivadas como silvestres, se encuentran desde los 1.200 hasta los 2.000 msnm (IPGRI, 2003).

##### 2.1.1 Origen

El *Chirimoyo* es originario de África y América. Procede de los Andes, de Perú y Ecuador. Existen vestigios prehistóricos en los que se comprueba que la *Chirimoya* ya existía en esos tiempos. Los navegantes españoles la llevaron a África y de allí, la llevaron a Oriente.

Los conquistadores españoles la denominaron “manjar blanco” debido principalmente a su extraordinario sabor, aunque el nombre que recibe actualmente proviene del quechua *chirimuya* o “semillas frías”, ya que proviene de una zona de latitudes elevadas donde germina. (Delgado, 2005).

### 2.1.2 Clasificación taxonómica

La clasificación de la chirimoya, taxonómicamente se unifica así: (Profut, Dowes citado por (Cholota, 1999).

**Tabla 1.** Clasificación Taxonómica de la chirimoya

<b>Orden:</b>	Ranales
<b>Suborden:</b>	Magnolíneas
<b>Familia:</b>	Anonácea
<b>Género:</b>	Annona
<b>Especie:</b>	<i>Annonacherimolamill</i>

### 2.1.3 Variedades

Las variedades de chirimoya obtenidas por hibridación son numerosas; solo citamos las mas importantes por su facilidad de cultivo y buen rendimiento en frutos de buena calidad, es de cada una de ellas que se derivan la gran variedad de chirimoyas, existiendo en sectores como Urcuquí, una serie de cruces con el fin de obtener una chirimoya con las mejores características para su comercialización.

- **Variedad Impresa:** Es una variedad muy productiva por su fácil polinización, y en consecuencia por la gran cantidad de frutos que llegan a madurar, por lo que es el mas cultivado en España. Es un árbol poco resistente a la acción de los vientos.

Produce frutos de forma arriñonada o acorazonada, de peso comprendido entre 300 y 600 g, que maduran pronto. Su pulpa es jugosa y tiene sabor semiácido. La recolección empieza en septiembre y dura hasta diciembre, pudiendo continuar hasta febrero, marzo y abril.

La piel del fruto es de color verde amarillento en el estado de madurez, es fina, y de poco grosor, lo que hace a los frutos poco resistentes al transporte y al ataque de la mosca en la fruta. En España se cultiva una subvariedad comercial denominada “Blanca” o “Fino de Jete”.

- **Variedad Mammillaris:** Esta variedad tiene los frutos mas sabrosos y tempranos; su cosecha empieza a mediados de septiembre termina a finales de noviembre; su sabor, algo ácido, es muy aromático. Los frutos en desarrollo tienen

forma de piña, y en completo desarrollo o madurez, tronco-cónica o acorazonada. Durante el desarrollo del fruto, la piel esta fuertemente reticulada y con las protuberancias carperales muy marcadas; el fruto maduro tiene la piel lisa en su mayor parte, quedando sólo marcadas las protuberancias en la parte más cercana al pedúnculo.

El peso del fruto oscila entre 500 y 1000 g, y el grosor de su piel hace lo hace resistente a los ataques de la ceratitis. Esta variedad es la que presenta el menor porcentaje de semillas en proporción a su peso.

Requiere un abonado equilibrado de abonos potásicos con nitrogenados, de lo contrario se resquebraja la piel del fruto.

- **Variedad Tuberculata:** Muy tardía, se recolecta de noviembre a marzo. Forma globosa y peso comprendido entre 200 y 300 g. Piel de color verde oscuro, de grosor intermedio. Es muy resistente a los ataques de la mosca de la fruta, al igual que sus raíces al hongo *Phytophthora*.
- **Variedad Umbonata:** Madura de octubre a diciembre; tiene forma de piña y un peso de 300-500g. Piel fina y poco resistente al transporte. Sabor excelente, pero tiene numerosas semillas. Producción regular y poco resistente a los ataques de la mosca.
- **Loevis:** La piel de los frutos no tiene protuberancias, ni marcas. En todos los países que se cultivan chirimoyas tienen variedades que se han aclimatado. En España prácticamente se cultiva (el 90%) la variedad Fino de Jete, perteneciente al grupo Impresa. La otra variedad que se cultiva (5%) para uso comercial es la Campa. (Albiñana, L., 2005)

#### **2.1.4 Valor nutricional**

La chirimoya es una fruta dulce, debido a su alto contenido de azúcares y bajo en ácidos. Posee calcio y fósforo en cantidades moderadas, contiene vitamina A, también es rica fuente de tiamina, riboflavina y niacina.

Su contenido vitamínico, forma un complejo de gran valor antirraquítico que fortalece el sistema óseo por fijación de calcio. Es poderoso antiescorbútico y generador de energía (Cholota, 1999).

En hojas, tallos, corteza y semillas se han detectado compuestos cito tóxicos y alcaloides con uso farmacéutico y antimicrobiano; además de sus valiosas propiedades insecticidas (Mortón, Simeón et al., & Cortes et al.).

Córdova (1987) describe la siguiente composición química de la pulpa de chirimoya sin semillas en 100 g.

**Tabla 2.** Composición química de la chirimoya en 100g de pulpa

<b>Componente</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>
Calorías	cal	73,0
Agua	mg	77,1
Proteínas	mg	1,9
Grasa	mg	0,1
Carbohidratos	mg	18,2
Fibra	mg	2,0
Ceniza	mg	0,7
Calcio	mg	32,0
Fósforo	mg	37,0
Hierro	mg	0,5
Vitamina A	u.i.	0,0
Tiamina	mg	0,10
Riboflavina	mg	0,14
Niacina	mg	0,9
Ácido ascórbico	mg	5,0

Fuente: (Córdova, 1987)

### **2.1.5 Propiedades y beneficios**

La chirimoya, es una fruta que posee muchas y buenas propiedades, su consumo es muy bueno para la salud.

A los estudiantes les refuerza la memoria, igual que a las personas mayores, a las personas de mediana edad les tonifica, les estimula y les ayuda en el estrés diario.

Desde un punto de vista dietético y nutricional, se puede decir que se digiere sin ninguna dificultad debido a las poderosas enzimas que posee.

Es muy aconsejable su consumo en personas mayores, niños y mujeres embarazadas.

Los pediatras aconsejan hacer purés o zumos con su pulpa ya que posee mucho calcio, fósforo, hierro, potasio, magnesio, azúcares (entre un 5 y un 10% de su peso) y proteínas (16%).

También tiene vitaminas niacina, riboflavina, tianina, ácido fólico, ácido ascórbico, antioxidantes. Debido a la fibra que contiene, ayuda en el intestino arrastrando el colesterol malo.

Regula la flora intestinal por lo tanto es buena para los problemas de estreñimiento. El 65% de su peso corresponde a la pulpa blanca y aromática. Al tener muchos azúcares, no es aconsejable si se desea perder peso o si se padece de diabetes (Mogrovejo, 2009).

### **2.1.6 Recomendaciones para mantener la calidad pos cosecha de la chirimoya**

Kader y Arpaia (1999) sugieren las siguientes recomendaciones para mantener una adecuada calidad de la fruta luego de la cosecha:

#### **2.1.6.1 Cosecha y calidad**

- **Índices de cosecha de acuerdo al color**

El principal índice de madurez para la Chirimoya (*Annonacherimola*), Atemoya (*Annonacherimoya* X *A. squamosa*), Anona (*Annonasquamosa*), y "custardapple" (*Annonareticulata*) es el cambio de color de la cáscara de verde oscuro a verde claro o verde-amarillento.

Otros indicadores incluyen la aparición de un color cremoso entre segmentos de la cáscara, y una mayor suavidad en la superficie de los carpelos.

- **Índices de Calidad**

- ✓ Tamaño del fruto, color, ausencia de defectos y pudrición, firmeza (frutos *Annona* son relativamente blandos y deben ser manipulados con cuidado para minimizar magulladuras).
- ✓ Chirimoya, Atemoya y Anona tienen una concentración alta de azúcares (14-15% cuando la fruta esta madura) y acidez moderada (0.4-0.7% cuando

estámadura). Son una buena fuente de vitamina C (45-60 mg/100 g) y potasio (250-500 mg/100 g de la porción comestible).

### 2.1.6.2 Producción nacional de la chirimoya

A pesar de ser una fruta originaria del Ecuador, la chirimoya no ha logrado posicionarse en el mercado nacional ni internacional, el país que lidera su producción en España, a pesar de muchos esfuerzos por parte de las instituciones Ecuatorianas las cifras hasta el 2011 son bajas.

**Tabla 3.** Producción nacional de la chirimoya

<b>Año</b>	<b>Producción(Tm)</b>
2006	495,00
2007	486,00
2008	444,00
2009	135,00
2010	705,00
2011	310,00

**Fuente:** (Espac, 2011)

### 2.1.6.3 Exportación de la chirimoya Ecuatoriana

Como se mencionó anteriormente en la actualidad Ecuador no exporta chirimoya, cuando se busca datos de exportaciones de la misma, esta fruta se halla clasificada con el código 0810.90.20 y ahí es donde hay la confusión, ya que esos datos corresponden a la guanábana que sí es exportada.

No existe datos registrados en el INIAP, pero existen publicaciones de que se está investigando nuevas variedades que ayuden a los agricultores a emprender con futuras exportaciones (INIAP, 2012).

## 2.3 VINO

Vino es la bebida resultante de la fermentación alcohólica, completa o parcial de la uva o fruta fresca, estrujadas o no, o del mosto de uva o fruta. Su graduación alcohólica natural no será inferior a 8,5 % en volumen (Beltran, 2012).

### 2.3.1. Clasificación del vino

#### 2.3.1.1. Por el color

- **Vino dulce:** Es extraído del lagar antes de terminar la fermentación, mientras queda algo de azúcar.  
La fermentación es detenida añadiendo azufre o mediante un fino filtrado.
- **Vino espumoso:** El vino es sacado del lagar y embotellado antes de que la fermentación acabe por completo. Continúa después en la botella.
- **Vino seco:** Es el vino dejado en el lagar hasta su completa fermentación todo su azúcar se convierte en alcohol.
- **Vino rosado:** Es, básicamente vino blanco elaborado a partir de uvas tintas y al que se le da algo de color y sabor dejándolo un corto tiempo con los hollejos.
- **Vino de prensa:** El vino de prensa es muy oscuro, áspero y de sabor poco agradable. Se le mezcla con vino flor para lograr un producto equilibrado.
- **Vino flor:** El Vino de flor (alrededor de los 4/5 del total), sale del lugar sin necesidad de prensado, y va directamente a los barriles (Riambau, 1977).

#### 2.3.2 Almacenamiento

El vino no exige excesivos cuidados para su almacenaje pero tres resultan imprescindibles: Así, debe ser guardado, acostado e inmóvil y en un lugar oscuro y fresco.

**Tabla 4.** Normas para almacenar un vino

<b>Concepto</b>	<b>Consejo</b>
Temperatura de almacenaje	La temperatura ideal para conservar el vino es de 10° a 15° centígrados.
Temperatura invierno-verano	La temperatura mínima en invierno no debe ser inferior a 7° C y en verano no superior a los 20°
Fluctuación térmica	Los vinos han de estar protegidos de las oscilaciones térmicas, el máximo no ha de superar los 2° C de fluctuación diaria
Humedad relativa	Conviene que la humedad relativa del aire este entorno al 70 %.
Posición de almacenaje	Las botellas han de estar en posición horizontal, a poder ser con una pequeña inclinación de 5°
Botelleros	Los mejores botelleros son los de madera o los construidos con materiales que no conduzcan el calor.
La luz	Ha de evitarse en lo posible la luz, por ello es importante utilizar lámparas portátiles con filamento de carbón o luces frías indirectas.
Olores	Los vinos no soportan los olores extraños, pinturas, aromas de la cocina, chacinas, frutas, etc.
Ruidos y vibraciones	Los ruidos y las trepidaciones son enemigos declarados de los vinos.
Aireación	La aireación o ventilación del lugar donde se encuentren es un factor importante y necesario.

Fuente: (Grisales, 2012)

## **2.4LEVADURAS**

Las levaduras son organismos vivos unicelulares que pertenecen al reino de los hongos. Se alimentan de los azúcares provenientes de la malta, transformándolos en alcohol y CO<sub>2</sub> (gas) durante un proceso llamado fermentación que se realiza en ausencia de oxígeno(Hough, 2002).

La levadura contiene un promedio de 75% de agua y entre los constituyentes más importantes de la sustancia seca el 90 a 95% es materia orgánica, la cual tiene un 45% de carbohidratos 5% de materias grasas y 50% de materias nitrogenadas, siendo las más importantes en las nitrogenadas las proteínas y en menos cantidad las vitaminas, dentro de las materias inorgánicas que viene a ser en un 5 a 10% encontramos fósforo, potasio, sodio, magnesio, zinc, hierro, y azufre, y el contenido de materias grasas es de un 8% (Vicente, 1994).

La forma de las levaduras es muy variable y depende tanto de la especie como de las condiciones de cultivo. En condiciones normales se distinguen 4 tipos:

- *Saccharomyces cerevisiae* células redondeadas
- *Saccharomyces elípsoides* células eclípticas
- *Saccharomyces apiculatus* forma de limones
- *Saccharomyces uvarum* forma de salchichas

Palacios(1956) afirma que: el tamaño de las levaduras suele estar comprendido entre 5 y 8 micras.

#### **2.4.1 Clasificación**

Existen en la naturaleza numerosas especies de levadura, pero las de mayor interés industrial en el campo de las bebidas alcohólicas corresponden al género *Saccharomyces*; este género comprende 30 especies y 3 variedades que se distinguen por su acción fermentativa y su capacidad de asimilación de diversos azúcares.

Las levaduras utilizadas en la industria de bebidas fermentadas son:

##### **2.4.1.1 *Saccharomyces cerevisiae***

Gonzales (1978) "esta especie es típica de fermentación alta de la industria cervecera, sus colonias son blandas, húmedas y de color crema. Fermentan la galactosa, la sacarosa, la maltosa y la rafinosa, y no utiliza nitritos".

##### **2.4.1.2 *Saccharomyces uvarum***

De la Rosa(1998) "esta levadura se caracteriza por células frecuentemente grandes, alargadas y en forma de salchicha fermentan la glucosa, sacarosa, maltosa y rafinosa".

#### **2.4.2 Requerimientos nutricionales**

De las fuentes de carbono y energía que pueden emplear las levaduras figuran en primer lugar la glucosa y la sacarosa, aunque también pueden emplearse fructuosa, galactosa, maltosa y huero hidrolizado.

El nitrógeno asimilable debe administrarse en forma de amoniaco, urea o sales de amonio, aunque también se pueden emplear mezclas de aminoácidos. Ni el nitrato ni el nitrito pueden ser asimilados.

Según Carpenter(1979) manifiesta que, al analizar las levaduras afirma que estos microorganismos necesitan los elementos: carbono, hidrógeno, oxígeno, nitrógeno, fósforo, potasio, azufre, magnesio, hierro, zinc, manganeso, cobre y molibdeno.

## **2.5 VINAGRE**

Según la FAO/OMS, “el vinagre es un líquido ácido apto para el consumo humano, que es producido exclusivamente a partir de materias primas de origen agrícola que contengan almidones y/o azúcares, por un doble proceso de fermentación, alcohólica y acética”. Pueden contener cantidades determinadas de ácido acético, y otros ingredientes opcionales (hierbas, especias, sal), lo que será regulado por la Comisión del Codex Alimentarius, según el tipo de ingrediente, al objeto de obtener un aroma peculiar característico de cada tipo de vinagre (Durán, 2008).

El vinagre es uno de los condimentos y conservantes más antiguos que se conoce, que aporta aroma y sabor a los alimentos y mejora sus características de conservación. Suele tener un 5-6 % de ácido acético (pH 2,5 -3,5) y presenta un aroma suave frutal, característico de la materia prima de partida. Se utiliza en la cocina doméstica como aliño, en la fabricación de salsas (kétchup, mayonesa, dressings) y encurtidos (Llaguno, 1991).

### **2.5.1 Condiciones óptimas de fermentación acética.**

La fermentación acética puede ser definida como un proceso bioquímico, por el cual las bacterias acéticas oxidan al etanol contenido en el sustrato alcohólico a ácido acético, bajo estrictas condiciones de aerobiosis.

Las condiciones óptimas de fermentación se refieren a la ventaja de conocer la información acerca de la cinética de crecimiento bacteriano y de los procesos automatizados de fermentación.

Para que la fermentación acética ocurra se deben cumplir una serie de requisitos que incluyen el suministro de oxígeno, la temperatura óptima y las características de la materia prima. (Llaguno, 1991)

## **2.5.1 Características químicas**

### **2.5.1.1 Valor de pH**

El pH del vinagre está típicamente en la gama de 2 a 3.5, dependiendo de la concentración de ácido acético. El vinagre disponible en el comercio tiene generalmente un pH de cerca de 2(Labbe, 2007).

### **2.5.1.2 Densidad**

El vinagre tiene una densidad de aproximadamente 1,0056 g/cm<sup>3</sup>. El nivel de la densidad depende de la acidez del vinagre(Labbe, 2007).

## **2.5.2 Tipos de vinagre**

Existen muchos tipos de vinagres según el uso que se les vaya a dar y según la materia prima que se utilice para su elaboración. La principal diferencia entre uno y otro está en la concentración de ácido acético, sustancia que determina el carácter del producto.

### **2.5.2.1 Vinagre blanco**

Este vinagre, de un tono casi transparente, se destila antes de que todo el alcohol se haya convertido en ácido acético. Este proceso aumenta mucho el contenido en ácido acético, y a esto se debe el sabor fuerte y pronunciado. Se elaboran generalmente a partir de la caña de azúcar, el maíz o la melaza, y son los más empleados en la elaboración de encurtidos, salsas envasadas, etc. Además de usarse en la limpieza del hogar.

### **2.5.2.2 Vinagre de frutas**

Vinagre hecho de varias frutas por la fermentación alcohólica y subsiguiente acetificación. Aunque el jugo de manzana es el más usado para hacer vinagre en los Estados Unidos y otros países, hay muchos jugos de frutas satisfactorios como los de bananos, naranjas, piñas, zarzamora, etc. Cualquier fruta o vegetal que contenga bastante azúcar sirven para este propósito.

### **2.5.2.3 Vinagre de malta**

El vinagre de la malta es hecho por la cebada el malteado, haciendo el almidón en el grano dar vuelta a la maltosa. Es típicamente marrón clara en color, sabor ligeramente amargo con un fuerte aroma.

### **2.5.2.4 Vinagre de sidra o de manzana**

Se puede elaborar a partir de la pulpa de manzana o su zumo, cuyo azúcar se convierte primero en alcohol y posteriormente en ácido acético, o a partir de la sidra o mosto de manzana fermentado. De suave y delicado sabor. Se lo emplea en ensaladas y vinagretas. En medicina para el mal olor de las axilas.

### **2.5.2.5 Vinagre de arroz**

De sabor suave y algo dulce y con un color que oscila entre el blanco, dorado pálido o rojizo. Típico de la gastronomía japonesa, en el sushi.

### **2.5.2.6 Vinagre de jerez**

Se obtiene de vinos de jerez, es fuerte y tiene color marrón caoba, requiere una maduración larga (12 años en toneles de madera). Es ideal para consumirse en vinagretas y aliños de ensaladas así como saborizante de diferentes alimentos.

### **2.5.2.7 Vinagre de miel**

El vinagre hecho de la miel es raro, aunque los vinagres disponibles en el comercio de la miel se producen en Italia y en Francia.

## **2.5.3 Beneficios del vinagre**

Cherez(2005). Los beneficios del vinagre son:

- No contiene sal, no contiene grasa y tiene cero calorías.
- Eficaz desintoxicante y útil agente para purificar la sangre.
- Alivia dolores producidos por la artritis y osteoporosis.
- Ayuda a un adecuado balance del peso corporal
- Estabiliza los niveles de azúcar en la sangre.
- Neutraliza el mal olor.

- Elimina la contaminación bacterial de los alimentos.
- Es un versátil producto para limpiar variados materiales y es usado como remedio casero para la prevención de enfermedades.

### 2.5.4 Tipos de fermentación

**Tabla 5.** Tipos de fermentación

Tipo de fermentación	Microorganismo implicado	Sustrato	Producto	Alimento
Alcohólica	Levadura	Azúcar	Etanol y CO <sub>2</sub>	Vino, cerveza
Acética	Bacteria	Alcohol	Ácido acético	Vinagre

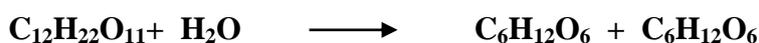
**Fuente:** López(2005).

#### 2.5.4.1 Fermentación alcohólica

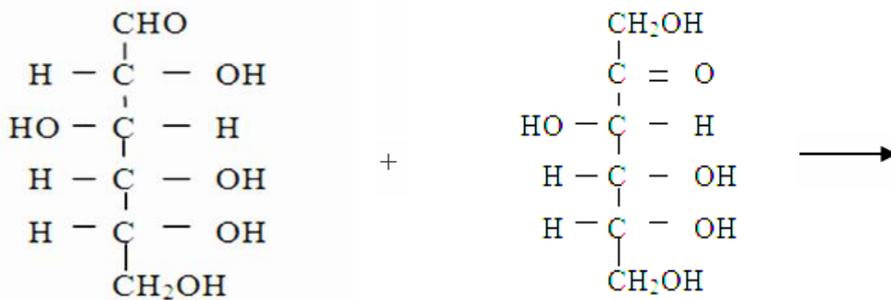
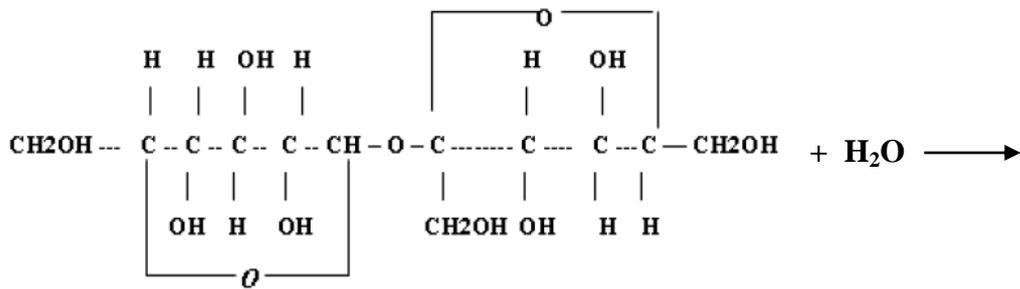
Es un proceso biológico de fermentación en ausencia de O<sub>2</sub>, originado por la actividad de algunos microorganismos que procesan los hidratos de carbono (Glucosa, Fructosa, Sacarosa, Almidón, etc.) para obtener como productos finales un alcohol en forma de Etanol.

La fermentación alcohólica tiene como finalidad biológica proporcionar energía anaeróbica a los microorganismos unicelulares (levaduras) en ausencia de oxígeno para ello disociar las moléculas de glucosa y obtener la energía necesaria para sobrevivir, produciendo el alcohol y CO<sub>2</sub> como desechos consecuencia de la fermentación (Vazquez, 2007).

La fermentación alcohólica es un proceso anaerobio en el que las levaduras y algunas bacterias, desdoblan el azúcar de sacarosa a glucosa y fructosa que es un azúcar simple conocidos como monosacáridos y de este por efecto de la levadura a alcohol, en este caso etanol y anhídrido carbónico, tal como muestran las ecuaciones:

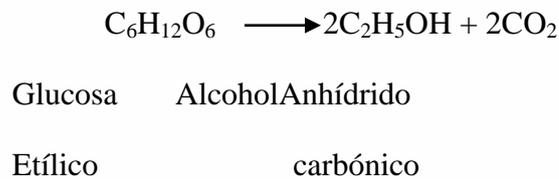


Sacarosa+Agua      D-Glucosa + D- Fructosa



La dextrosa o glucosa, tiene un grupo aldehído, que es el hexano pentanol-al, mientras que la levulosa o fructosa es un hexano pentanol – ona, tiene un grupo cétonico.

De ahí la diferencia del poder edulcorante entre estos dos monosacáridos de igual formula condensada y masa molecular.

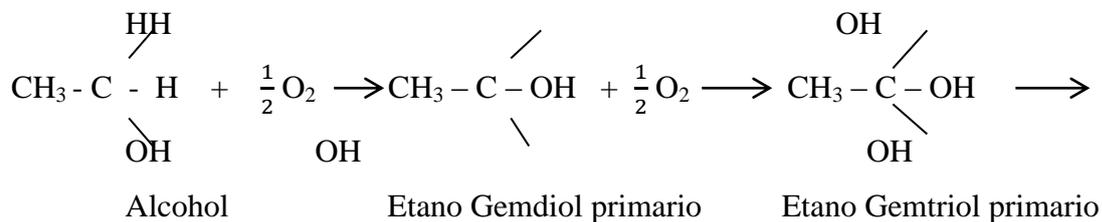


#### 2.5.4.2 Fermentación acética

Es la conversión de alcohol a través de una fermentación alcohólica en ácido acético y agua. Se lleva a cabo en presencia de oxígeno.

Esta fermentación acética es la segunda que se realiza para obtener como producto final el vinagre, es de tipo oxidativa, en las soluciones diluidas de etanol se da la oxidación mediante bacterias acéticas y oxígeno disuelto, a ácido acético y agua (Hernández, 2003).

La reacción que ocurre es:



Agua    Ácido acético

### 2.5.5 Aplicaciones y usos

El ácido acético es utilizado como un conservante previniendo el crecimiento de las bacterias y los hongos. Así mismo, es agregado en la mayonesa para incrementar el efecto de inactivación contra la salmonella. Muestra su mayor actividad a niveles bajos de pH. Adicionalmente, puede ser utilizado como sustancia amortiguadora o 'buffer' en los alimentos ácidos, o como un componente aromático en algunos productos

En apicultura es utilizado para el control de las larvas y huevos de las polillas de la cera, enfermedad denominada Galleriosis, que destruyen los panales de cera que las abejas melíferas obran para criar o acumular la miel. Sus aplicaciones en la industria química van muy ligadas a sus sales aniónicas, como son el acetato de vinilo o el acetato de celulosa (base para la fabricación de rayón, celofán). Resultado de la oxidación del alcohol etílico a ácido o fermentación acética. Su fórmula es:  $\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}$ . Junto con los ácidos propiónico, butírico y sulfúrico compone la acidez volátil del vino.

No produce efectos colaterales, ya que es un compuesto natural de todas las células corporales. Solamente debe ser evitado por aquellas personas que sufren de intolerancia al vinagre (casos muy raros)(Torres, 1990).

## **CAPÍTULO III**

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1 MATERIALES**

En la elaboración de la investigación se utilizó materiales de proceso, laboratorio, equipos e insumos.

##### **3.1.1 Materia prima e insumos**

- ✓ Chirimoya madura y sobre madura
- ✓ Azúcar
- ✓ Levadura
- ✓ Inóculo o vinagre iniciador (*Acetobacter aceti*).
- ✓ Gelatina sin sabor.

##### **3.1.2 Equipos**

- ✓ pH-metro
- ✓ Turbidímetro
- ✓ Refractómetro
- ✓ Densímetro
- ✓ Penetrómetro
- ✓ Bomba para traspaso de fluidos
- ✓ Equipo de oxigenación
- ✓ Equipo de fermentación alcohólica
- ✓ Equipo de fermentación acética

## **Materiales.**

- ✓ Cocineta
- ✓ Envases de acero inoxidable, plástico y vidrio
- ✓ Botellas de plástico con tapa
- ✓ Algodón, embudo
- ✓ Licuadora
- ✓ Balanza
- ✓ Agitador
- ✓ Filtros
- ✓ Cuchillo
- ✓ Lienzo
- ✓ Vasos de precipitación, probetas
- ✓ Mangueras y tubos plásticos

## **3.2 MÉTODOS**

### **3.2.1 Localización y características del lugar de experimentación**

La investigación y los análisis se realizaron en el Laboratorio de azúcares de la Universidad Técnica del Norte, ubicado en la Ciudadela San Andrés en la Parroquia de El Sagrario.

Según el Departamento de Meteorología de la Dirección de Aviación Civil Aeropuerto Militar Atahualpa de la ciudad de Ibarra, este lugar consta de las siguientes características.

<b>Provincia:</b>	Imbabura
<b>Cantón:</b>	Ibarra
<b>Parroquia:</b>	El Sagrario

### **Características climáticas:**

<b>Temperatura:</b>	20 °C
<b>Altitud:</b>	2250 m.s.n.m.
<b>Humedad relativa:</b>	73 %
<b>Pluviosidad:</b>	50,3 mm / año
<b>Latitud:</b>	0° 20' Norte
<b>Longitud:</b>	78° 08' Oeste

### **3.3 FACTORES EN ESTUDIO**

Para la presente investigación se realizón dos fases:

Para la elaboración del vino

Para obtener el vinagre

#### **3.3.1 Factores en estudio para el vino**

##### **Factor A (Condición de la Materia Prima)**

A1= Chirimoya integral

A2= Pulpa de chirimoya

##### **Factor B (Grado de madurez)**

B1= Maduras

B2= Sobre-maduras

##### **Factor C(Cepa de levaduras)**

C1= *Saccharomycescerevisiae uvarum* 1g/litro mosto corregido.

C2= *Saccharomycescerevisiaesp.* 1g/litro mosto corregido.

### 3.3.1.1 Tratamientos para la elaboración del vino

Para el proceso de fermentación se realizó con fruta: integral, pulpa; fruta: madura y sobre madura y diferente cepa de levadura.

**Tabla 6.** Tratamientos evaluados para el (vino)

N°	TRAT	COMBINACIONES
T1	A1B1C1	Chirimoya integral, maduras, <i>Saccharomyces cerevisiae uvarum</i>
T2	A1B1C2	Chirimoya integral, maduras, <i>Saccharomyces cerevisiaesp</i>
T3	A1B2C1	Chirimoya integral, sobre-maduras, <i>Saccharomyces uvarum</i>
T4	A1B2C2	Chirimoya integral, sobre maduras, <i>Saccharomycescerevisiaesp</i>
T5	A2B1C1	Pulpa de chirimoya, maduras, <i>Saccharomyces cerevisiae uvarum</i>
T6	A2B1C2	Pulpa de chirimoya, maduras, <i>Saccharomyces cerevisiaesp</i>
T7	A2B2C1	Pulpa de chirimoya, sobre-maduras, <i>Saccharomyces cerevisiae uvarum</i>
T8	A2B2C2	Pulpa de chirimoya, sobre maduras, <i>Saccharomycescerevisiaesp</i>

### 3.3.1.2 Diseño Experimental para el vino

Para la primera fase de este estudio se realizó un Diseño Completamente al Azar con arreglo factorial AxBxC, donde: A es Condición de la materia prima, B es el Grado de madurez de la chirimoya y C es la cepa de levadura, con 8 tratamientos y tres repeticiones con un total de 24 unidades experimentales.

### 3.3.1.3 Análisis estadístico para el vino.

**Tabla 7.** Esquema de análisis de varianza ADEVA para el vino

<b>FUENTE DE VARIACIÓN</b>	<b>GRADOS DE LIBERTAD</b>
Total	23
Tratamientos	7
Factor A	1
Factor B	1
Factor C	1
Interacción (AxB)	1
Interacción (AxC)	1
Interacción (BxC)	1
Interacción (AxBxC)	1
Error Experimental.	16

### 3.3.1.4 Análisis funcional para el vino

Cuando se detectó diferencia significativa al 1 y al 5% entre tratamientos y factores se realizó Tukey para tratamientos y DMS para factores

### 3.3.2 Factores en estudio para el vinagre

#### **Factor A (Condición de la Materia Prima)**

A1= Chirimoya integral

A2= Pulpa de chirimoya

#### **Factor B (Grado de madurez)**

B1= Maduras

B2= Sobre-maduras

#### **Factor C(Cepa de levaduras)**

C1= *Saccharomyces cerevisiae uvarum* 1g/litro mosto corregido.

C2= *Saccharomyces cerevisiae sp.* 1g/litro mosto corregido.

**Factor D (Volumen de inóculo) vinagre iniciador (*Acetobacter aceti*).**

**D1:** 300 ml / litro de mosto alcohólico.

**D2:** 100 ml/ litro de mosto alcohólico.

**3.3.2.1 Tratamientos para el vinagre**

Para el proceso de fermentación se realizó con chirimoya integral, pulpa de chirimoya; madura y sobre-madura y diferente cepa de levadura.

**Tabla 8.** Tratamientos evaluados (vinagre)

N°	TRAT	COMBINACIÓN
T1	A1B1C1D1	Chirimoya integral, maduras, <i>Saccharomyces cerevisiae uvarum</i> , 300 ml/litro de mosto alcohólico.
T2	A1B1C1D2	Chirimoya integral, maduras, <i>Saccharomyces cerevisiae uvarum</i> , 100 ml/litro de mosto alcohólico.
T3	A1B2C1D1	Chirimoya integral, sobre-maduras, <i>Saccharomyces cerevisiae uvarum</i> , 300 ml/litro de mosto alcohólico.
T4	A1B2C1D2	Chirimoya integral, sobre-maduras, <i>Saccharomyces cerevisiae uvarum</i> , 100 ml/litro de mosto alcohólico.
T5	A2B1C1D1	Pulpa de chirimoya, maduras, <i>Saccharomyces cerevisiae uvarum</i> , 300 ml/litro de mosto alcohólico.
T6	A2B1C1D2	Pulpa de chirimoya, maduras, <i>Saccharomyces cerevisiae uvarum</i> , 100 ml/litro de mosto alcohólico.
T7	A2B2C1D1	Pulpa de Chirimoya, Sobre-maduras, <i>Saccharomyces cerevisiae uvarum</i> , 300 ml/litro de mosto alcohólico.
T8	A2B2C1D2	Pulpa de chirimoya, sobre-maduras, <i>Saccharomyces cerevisiae uvarum</i> , 100 ml/litro de mosto alcohólico.
T9	A1B1C2D1	Chirimoya integral, maduras, <i>Saccharomyces cerevisiae sp</i> , 300 ml/litro de mosto alcohólico de vinagre iniciador
T10	A1B1C2D2	Chirimoya integral, maduras, <i>Saccharomyces cerevisiae sp</i> , 100 ml/litro de mosto alcohólico.
T11	A1B2C2D1	Chirimoya integral, sobre-maduras, <i>Saccharomyces cerevisiae sp</i> , 300 ml/litro de mosto alcohólico.
T12	A1B2C2D2	Chirimoya integral, sobre-maduras, <i>Saccharomyces cerevisiae sp</i> , 100 ml/litro de mosto alcohólico.
T13	A2B1C2D1	Pulpa de chirimoya, maduras, <i>Saccharomyces cerevisiae sp</i> , 300 ml/litro de mosto alcohólico.
T14	A2B1C2D2	Pulpa de chirimoya, maduras, <i>Saccharomyces cerevisiae sp</i> , 100 ml/litro de mosto alcohólico.
T15	A2B2C2D1	Pulpa de chirimoya, sobre-maduras, <i>Saccharomyces cerevisiae sp</i> , 300 ml/litro de mosto alcohólico.
T16	A2B2C2D2	Pulpa de chirimoya, sobre-maduras, <i>Saccharomyces cerevisiae sp</i> , 100 ml/litro de mosto alcohólico.

### 3.3.2.2 Diseño Experimental para el vinagre

Para la segunda fase de esta investigación se realizó un Diseño Completamente al Azar, con arreglo factorial  $A \times B \times C \times D$ , donde: **A** es la condición de la materia prima, **B** el grado de madurez de la chirimoya, **C** es la cepa de levadura *Saccharomyces uvarum* y *Saccharomyces cerevisiae*, **D** es el volumen de inóculo: vinagre iniciador (*Acetobacter aceti*), con 16 tratamientos y tres repeticiones con un total de 48 unidades experimentales.

### 3.3.2.3 Análisis estadístico para el vinagre.

**Tabla 9.** Esquema de análisis de varianza ADEVA para el vinagre

FUENTE DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD
Total	47
Tratamientos	15
Factor A	1
Factor B	1
Factor C	1
Factor D	1
Interacción (AxB)	1
Interacción (AxC)	1
Interacción (AxD)	1
Interacción (BxC)	1
Interacción (BxD)	1
Interacción (CxD)	1
Interacción (AxBxC)	1
Interacción (AxBxD)	1
Interacción (AxCxD)	1
Interacción (BxCxD)	1
Interacción (AxBxCxD)	1
Error Experimental.	32

### 3.3.2.4 Análisis Funcional para el vinagre.

Cuando se detectó diferencia significativa al 1 y al 5% entre tratamientos y factores se realizó Tukey para tratamientos y DMS para factores.

### **3.4 VARIABLES CUANTITATIVAS EVALUADAS**

#### **3.4.1 Para materia prima.**

Primeramente para establecer el grado de madurez, se consideró la experiencia de los productores de chirimoya, para diferenciar la fruta madura de la sobre madura.

- ✓ Tiempo de maduración
- ✓ Sólidos solubles
- ✓ pH en la maduración
- ✓ Grado de madurez
- ✓ Índice de penetración

#### **3.4.2 Durante el proceso de fermentación alcohólica**

- ✓ Sólidos solubles en la solución o °Brix
- ✓ pH
- ✓ Grado alcohólico.
- ✓ Acidez.

#### **3.4.3 Durante el proceso de fermentación acética**

- ✓ Sólidos solubles en la solución o °Brix
- ✓ pH
- ✓ Grado alcohólico.
- ✓ Acidez.

#### **3.4.4 Para el producto terminado**

- ✓ Sólidos solubles
- ✓ pH
- ✓ Acidez total
- ✓ Grado alcohólico.
- ✓ Turbidez al mejor tratamiento
- ✓ Densidad al mejor tratamiento
- ✓ Rendimiento en vinagre al mejor tratamiento

A cada uno de los tratamientos se realizó los análisis de pH, sólidos solubles, acidez, grado alcohólico y turbidez, mientras que la densidad y rendimiento se realizó al mejor tratamiento según el análisis sensorial y se comparó con los requisitos de la norma INEN 2 296:2003vinagre requisitos para vinagre.

#### **Variables cualitativas**

- ✓ Olor
- ✓ Sabor
- ✓ Color
- ✓ Aceptabilidad

Para determinar su significancia estadística de cada una de estas variables se realizó la prueba de FRIEDMAN.

### **3.4.5 Descripción de las técnicas utilizadas en la investigación al productoterminado**

#### **3.4.5.1 Determinación de sólidos solubles (°Brix)**

Esta variable se realizó para determinar cómo va cambiado la concentración de sólidos solubles en la fruta durante el proceso de maduración y sobre-maduración, en la extracción de la pulpa, en el mosto y en los proceso de fermentación alcohólica y acética.Finalmente en el producto terminado.



**Fotografía 1.** Refractómetro o brixómetro

### 3.4.5.2 Determinación del pH

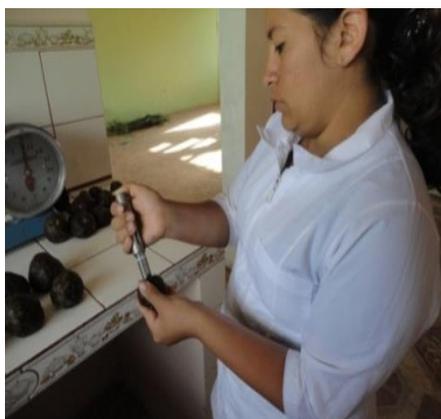
Con este análisis, se determinó, la concentración de pH en la fruta, en la extracción de la pulpa, el proceso y en el producto terminado. Para determinar esta variable se utilizó un pHmetro digital debidamente calibrado, mediante la Norma NTE INEN 2 296, la cual nos indica que un vinagre para que sea de calidad tiene que tener un valor de 2,3 y máximo de 2,8.



**Fotografía 2.** pHmetro

### 3.4.5.3 Índice de penetración

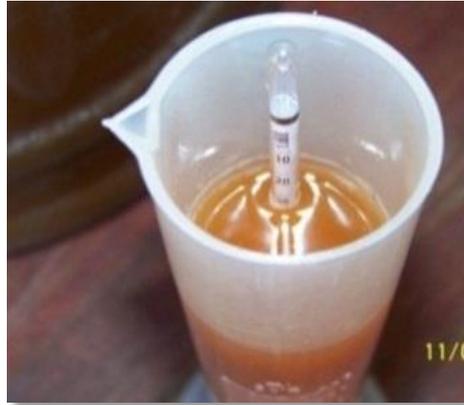
El índice de penetración en las frutas se determinó mediante un penetrómetro. Este método se fundamenta en sujetar firmemente la fruta y apoyarla contra una superficie fija y dura en el momento de efectuar la medición, de manera que se pueda aplicar correctamente la presión con el penetrómetro. Se estableció el índice de penetración en los dos grados de madurez: madura y sobre-madura de la chirimoya.



**Fotografía 3.** Medición del índice de madurez.

#### **3.4.5.4 Determinación de la densidad**

Se midió utilizando un densímetro previamente calibrado de escala mayor a 1 g/cm<sup>3</sup>. Esta variable se realizó al mejor tratamiento.



**Fotografía 4.** Densímetro

#### **3.4.5.5 Determinación del tiempo de fermentación alcohólica y acética**

Para determinar esta variable y obtener un vino de calidad se dejó reposar un tiempo de 8 días.



**Fotografía 5.** Fermentación alcohólica.

La fermentación acética es la conversión del etanol, producido en la etapa previa, en ácido acético y agua que se lleva a cabo en presencia de oxígeno esta etapa se desarrolló durante el tiempo de 28 días.



**Fotografía 6.** Fermentación acética.

#### **3.4.5.6 Determinación de la acidez total**

La acidez en vinos y mostos puede ser determinada mediante diversos métodos de laboratorio. Sin embargo, la volumetría, o titulación ácido base, es la más adecuada para nuestros fines. Este método se fundamenta en el cambio de color que sufre un indicador que está en medio ácido cuando es neutralizado con una base. Conociendo el volumen de base empleado, se podrá calcular el volumen de ácido en la muestra.

Para el caso del vinagre la norma NTE INEN 2 296:2003, exige como mínimo de 4 a 6 en acidez total, (como ácido acético), % m/v, además se determinó al final de la fermentación alcohólica, durante la fermentación acética y al producto terminado.



**Fotografía 7.** Acidez total del producto.

### 3.4.5.7 Determinación del grado alcohólico

Se la evaluó en el proceso: al intermedio y final de la fermentación alcohólica del mosto y durante el proceso de fermentación acética.

Al producto terminado, esto se determinó con un alcoholímetro debidamente calibrado, por el método del vino-metro y el alcoholímetro (únicos para vinos). El análisis de esta variable es fundamental ya que nos permitió determinar la eficiencia de cada una de las cepas de levadura en el proceso de fermentación del vino.



Fotografía 8. Refractómetro de alcohol para vinos.

### 3.4.5.8 Determinación del rendimiento

El rendimiento de los productos obtenidos de la chirimoya: madura y sobre-madura en vino y vinagre. Se estableció mediante una balanza comercial con la finalidad de cuantificar los productos finales obtenidos de vino y vinagre. Se calculó de acuerdo a la siguiente fórmula, que se indica a continuación y se determinó a los mejores tratamientos.

$$\%R = \frac{\text{Masa final}}{\text{Masa inicial}} \times 100$$

### 3.4.5.9 Determinación de la turbidez

La turbidez se la determinó al mejor tratamiento en vinagre, se realizó utilizando un turbidímetro de marca HANNA.

Este equipo mide el grado de turbidez en grados NTU o FTU.



**Fotografía 9.** Turbidímetro

### **3.4.6 Control de temperatura**

La temperatura fue controlada durante la fermentación alcohólica y acética, para lo cual se utilizó un cartón que en su interior fue forrado con láminas de espuma flex, en el cual colocamos un foco de 60w para mantener a una temperatura constante de 25°C para la elaboración de vino y en la fermentación acética en el vinagre se utilizó un foco de 100w con el que se obtuvo una temperatura constante de 30°C.

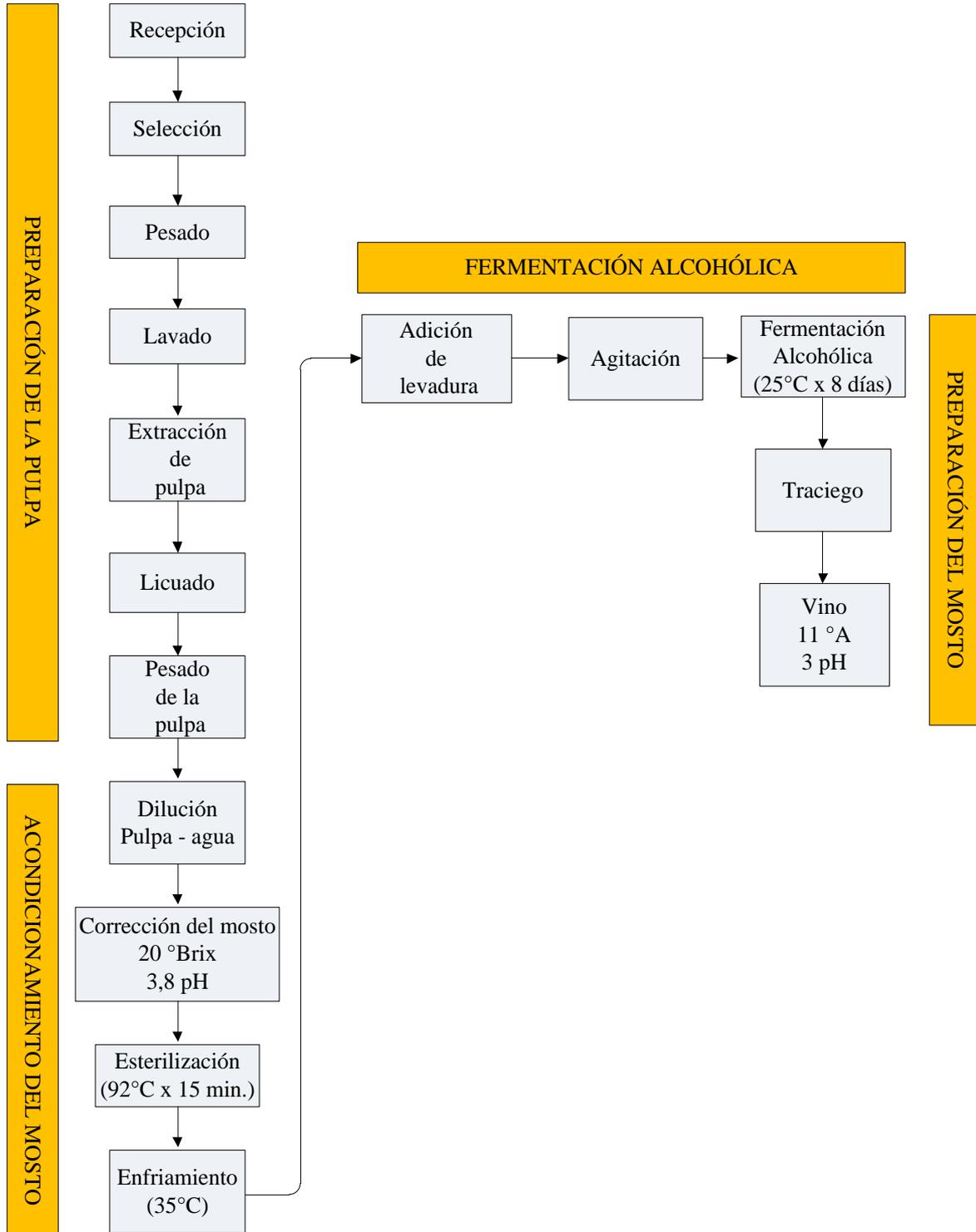


**Fotografía 10.** Cámara de fermentación.

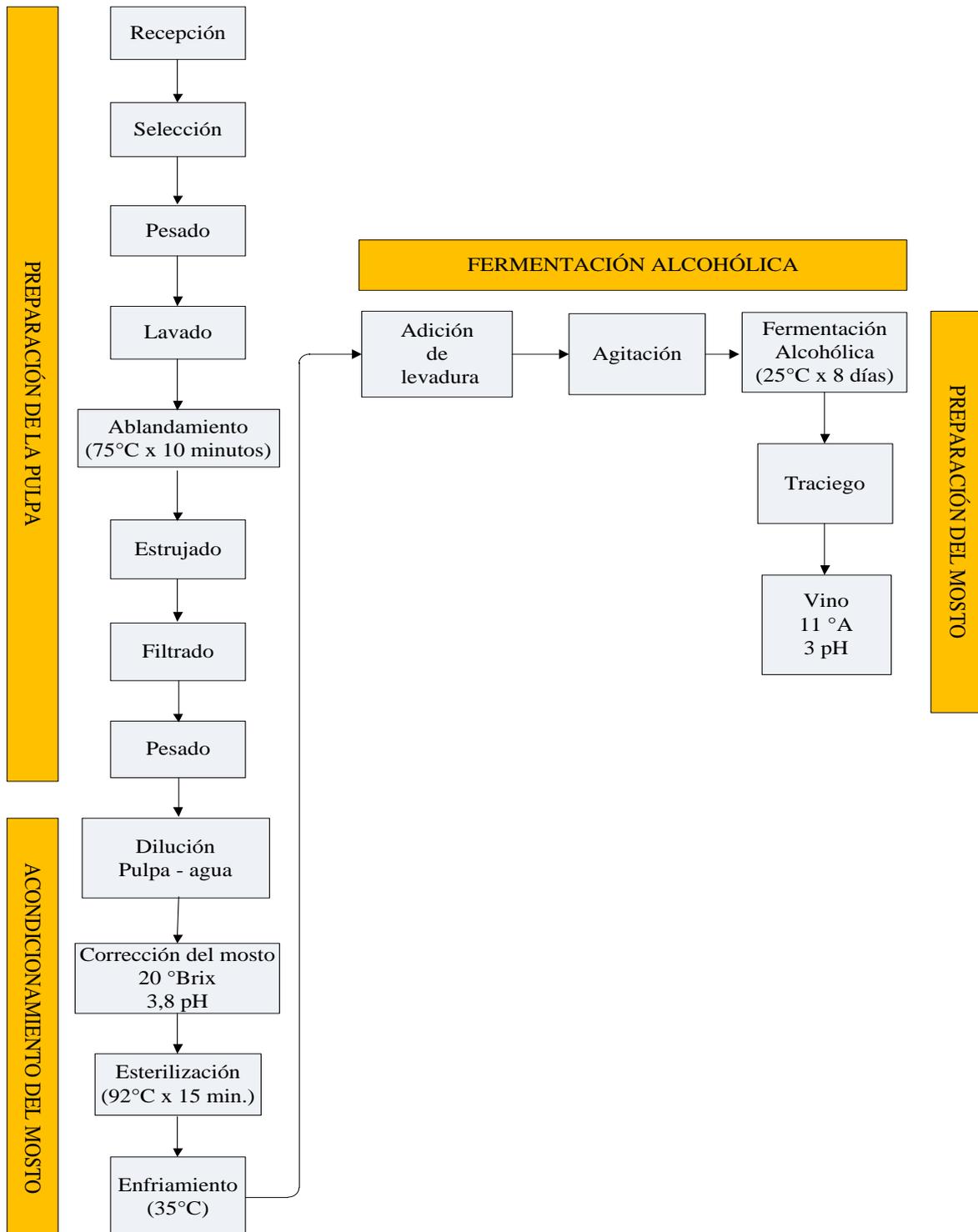
#### **3.4.6.1 Variables Cualitativas.**

El color, olor, sabor, y la aceptabilidad para este análisis sensorial se realizó con un panel de diez degustadores, conformado por estudiantes de la Carrera de Ingeniería Agroindustrial. Luego de realizar el análisis sensorial se efectuó la tabulación de los datos obtenidos, mediante los cuales se determinó los tres mejores tratamientos, los mismos que fueron realizados los análisis físico-químicos. Estos resultados se comprobarán de acuerdo a los requisitos establecidos de la norma INEN NTE 2 296:2003 Vinagre requisitos.

### 3.5 DIAGRAMA DE BLOQUES DE ELABORACIÓN DE VINO DE PULPA DE CHIRIMOYA.



### 3.6 DIAGRAMA DE BLOQUES DE ELABORACIÓN DE VINO DE CHIRIMOYA INTEGRAL.



### **3.7 MANEJO ESPECÍFICO DEL EXPERIMENTO.**

#### **3.7.1 Descripción del estudio de maduración de la fruta.**

##### **3.7.1.1 Materia prima**

La materia prima a utilizarse en el experimento fue recolectada en la zona de Urcuquí. Las cepas de levaduras para la fermentación alcohólica, se adquirió a proveedores que expenden este insumo en Cuenca y en Levapan en Ibarra. La calidad de la materia prima se evaluó según características al tacto y visual, siempre considerando el buen estado. La fruta utilizada en la investigación, se la consideró a criterios de la experiencia de los propios productores.



**Fotografía 11.** Chirimoya

##### **3.7.1.2 Recolección**

La recolección de la fruta se la realizó manualmente en cajas, colocadas alrededor del árbol en donde se van depositando los frutos directamente.

Para la recolección se tomó en cuenta su aspecto exterior que debe presentar un color verde pálido, con hendiduras estiradas y poco pronunciadas, con el fin que durante el proceso de almacenamiento logre un estado óptimo de maduración, donde se produce un leve oscurecimiento de su piel y debe ceder a una suave presión de los dedos, indicando el momento idóneo para su consumo.



**Fotografía 12.** Recolección de la chirimoya.

### **3.7.1.3 Maduración de la chirimoya.**

Una vez recolectada la chirimoya fue recolectada y seleccionada (tamaño, color y que no contenga defectos), para la maduración con la finalidad de establecer su grado de madurez: madura y sobre-madura. Las condiciones del ambiente para la madurez de la chirimoya se las realizó en el laboratorio donde la temperatura en la mañana alcanzó hasta 22.8°C, al medio día 25°C y por la tarde los 22°C.

### **3.7.1.4 Identificación del grado de madurez**

El principal índice de madurez de la chirimoya, es el cambio de color de la cáscara de verde oscuro a verde claro o verde amarillento. Por lo que se procedió a tomar datos de pH y sólidos solubles (°Brix) y el índice de madurez utilizando el penetrómetro durante el proceso de almacenamiento, desde el primer día hasta el octavo.

La materia prima madura y sobre-madura, fue utilizada en el proceso de elaboración de vino y vinagre, de acuerdo a los factores en estudio

Finalmente, cuando las chirimoyas alcanzaron su estado de madurez total (sin presencia de color verde oscuro), se la consideró como fruta madura y sobre-madura. Esta fruta se utilizó para el proceso de elaboración de vino y vinagre.

## **3.8 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DEL VINO**

### **3.8.1 Pesado de la materia prima**

Se utilizó una balanza mecánica de capacidad de 20 kg, con el objetivo de determinar la cantidad de masa necesaria para la investigación, lo cual permitió un balance de materiales que permitió obtener información para determinar el rendimiento, tanto en el vino como en el vinagre según los tratamientos propuestos.



**Fotografía 13.** Pesado de la fruta

### **3.8.2 Lavado y escurrido**

El lavado se efectúa con agua clorada, para esto se utilizó una solución de hipoclorito de sodio al 5,1%. Se agregó una gota de cloro por cada litro de agua a desinfectar. Con la finalidad de asegurarnos que una vez efectuado el lavado no se quede ninguna carga microbiana.

### **3.8.3 Extracción de la pulpa**

La extracción de la pulpa consistió en retirar la parte no comestible como es la cáscara, semillas y el corazón. Una vez obtenida la pulpa se licuo utilizando agua a 70°C para evitar el ennegrecimiento de la pulpa. Para nuestra investigación se utilizó aproximadamente 200 ml de agua por 1 kg de pulpa de chirimoya, con el fin de tener una mezcla homogénea. Para la elaboración de vinagre con chirimoya integral se realizó un ablandado con agua a 75°C durante 10 minutos, estrujado de la fruta, luego se procedió a retirar las semillas para seguir

a la dilución de fruta integral – agua y poder continuar con el proceso de elaboración del vinagre.



**Fotografía 14.** Despulpado

#### **3.8.4 Acondicionamiento y corrección del mosto**

Para iniciar con el proceso de elaboración del vino para posteriormente obtener vinagre, primeramente realizamos la corrección del mosto, que consiste con la dilución de la pulpa obtenida (un litro) en agua hervida fría, en una relación de dos y medio litros de agua/ un litro de pulpa, lo que disminuye el contenido de sólidos solubles y acidez, e incluso, a veces lo corrige.

Para corregir los °Brix se agregó aproximadamente 700 gramos de azúcar hasta alcanzar los 20 °Brix, una vez corregido se colocó en un balde plástico de cinco litros para luego iniciar el proceso de esterilización.

#### **3.8.5 Esterilización y enfriamiento**

Una vez preparado el mosto, lo colocamos en una olla en la que posteriormente, se realizó la esterilización del mosto a una temperatura de 92°C por 15 minutos, esto se realizó con la finalidad de eliminar los microorganismos patógenos presentes en el mosto. Una vez concluida la esterilización se procedió al enfriamiento del mosto a una temperatura de 35°C, a baño maría inverso (o frío) utilizando una tina plástica con agua fría. Una vez enfriado el mosto corregido se colocó en los fermentadores artesanales.



**Fotografía 15.** Esterilización y enfriamiento del mosto.

➤ **Construcción del fermentador artesanal**

Se usó envases de plástico de 5 litros, los cuales fueron debidamente desinfectados con agua hervida, en la tapa se colocó una trampa de fermentación.

La trampa de fermentación consta de dos orificios en el centro de la tapa por donde pasa dos mangueras de 5 mm de diámetro. La una manguera se dirige hasta un vaso que contiene una solución de agua y 20g de bisulfito de sodio. Sustancia que se empleó para evitar contaminaciones del mosto corregido con otras bacterias. La segunda manguera se colocó con el objetivo de tomar análisis diarios para evaluar el consumo de grados brix, pH y grado alcohólico.



**Fotografía 16.** Fermentador artesanal.

### 3.8.6 Activación de la levadura

Para la activación de la levadura se colocó en un vaso de precipitación de 250 ml, seguido se tomó 200 ml mosto, 50 ml de agua hervida a 35°C y 15 gramos de azúcar, a ello se adiciono la levadura (un gramo/litro de mosto corregido). Agitando suavemente con una cuchara y cubrimos la mezcla, la cual reposo por 15 a 20 minutos. La activación se notará por la formación de burbujas en la superficie.



**Fotografía 17.** Activación de la levadura.

### 3.8.7 Fermentación alcohólica.

Se agregó la levadura activada al mosto corregido. Para iniciar la fermentación alcohólica, agitamos con una paleta, cerramos el envase herméticamente, dejamos en reposo durante 8 días con el fin de que se transforme el azúcar en vino a una temperatura de 25°C, durante este periodo se controló los °Brix, grado alcohólico, pH y al final la acidez.



**Fotografía 18.** Proceso de fermentación.

### **3.8.7 Trasiego y acondicionamiento del mosto alcohólico.**

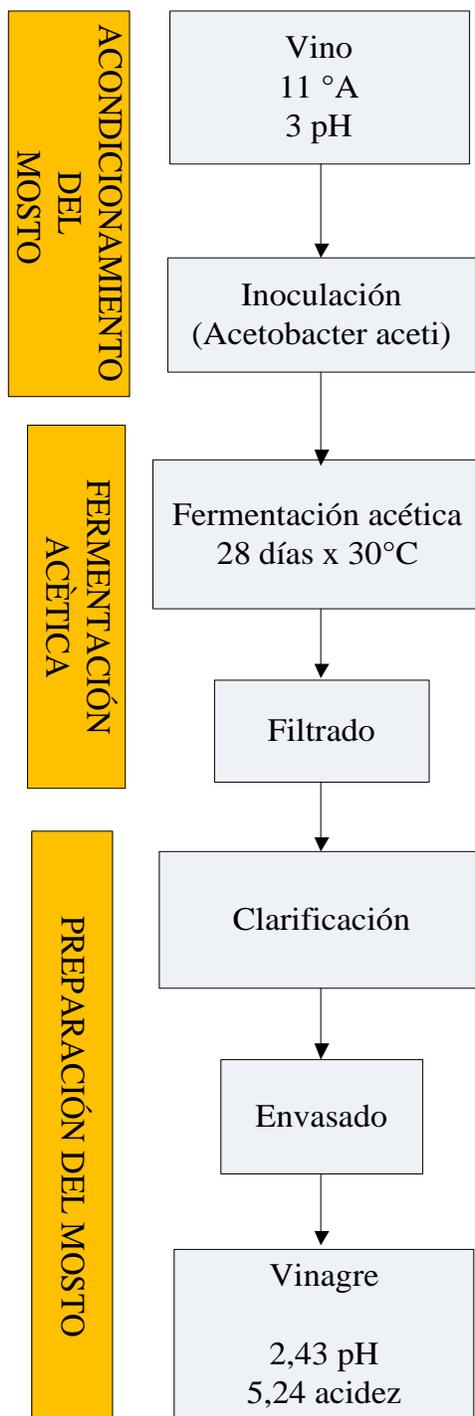
Transcurrido los ocho días de fermentación alcohólica y obtenido los parámetros de referencia de grado alcohólico y pH, se procedió al trasiego mediante el uso de una manguera como sifón un lienzo y otro recipiente esterilizado, con el propósito de separar el mosto alcohólico de los residuos de la levadura y los sólidos de la fruta precipitada que quedan al fondo del recipiente.

El mosto alcohólico ya sin residuos de levadura ni sólidos de frutas, regresó a su envase original, debidamente limpio y esterilizado para proceder a la fermentación acética.



**Fotografía 19.** Trasiego.

### 3.9 DIAGRAMA DE BLOQUES PARA LA ELABORACIÓN DEL VINAGRE.



### 3.9.1 Etapa de elaboración de vinagre.

#### 3.9.1.1 Acondicionamiento del mosto alcohólico.

El acondicionamiento del mosto alcohólico se fundamenta en la corrección del alcohol y acidez; en nuestra investigación no fue necesario realizar la corrección de alcohol debido a que se obtuvo un vino con 11 grados de alcohol, que se encuentran dentro de los parámetros óptimos para la producción de vinagre.

##### ➤ Inoculación

Para la inoculación y corregir la acidez, se añadió al mosto alcohólico, vinagre iniciador (*Acetobacter aceti*), que se adquirió en la provincia de Manabí, para lo cual se incorporó en relación de 1:0,3 (1000 ml de mosto alcohólico corregido y 300 ml de vinagre iniciador (*Acetobacter aceti*) y 1:0,1 (1000 ml mosto alcohólico corregido y 100 ml vinagre de iniciador (*Acetobacter aceti*), esto se realizó de acuerdo a los factores en estudio.

Una vez acondicionado el mosto alcohólico se colocó en envases con capacidad de 4 litros previamente esterilizados en los cuales se colocó aproximadamente un litro para cada tratamiento. La acidez del mosto para iniciar el proceso de acidificación fue de 2.68%, por lo que se utilizó vinagre iniciador (*Acetobacter aceti*) con un 5% de acidez. Posteriormente se inicia el proceso de transformación del alcohol a ácido acético.



**Fotografía 20.** Acondicionamiento del mosto e inoculación con vinagre iniciador (*Acetobacter aceti*).

### 3.9.1.2 Fermentación acética.

Una vez inoculado el mosto se realizó una oxigenación para inducir la fermentación aerobia de la bacteria *Acetobacter aceti*, para el proceso de fermentación acética se dejó reposar durante 28 días, a una temperatura 30°C; en los cuales cada 10 días se controló cada una de las variables: °Brix, pH, grado alcohólico y acidez, con el fin de alcanzar según los requisitos según la norma NTE INEN 2 296:2003. Vinagre requisitos. Durante este lapso de tiempo los tratamientos estuvieron tapados con un lienzo que evito el contacto con insectos que podrían perjudicar a los tratamientos pero que permitieron el paso del oxígeno en contacto directo con el ambiente. Después de quince días aproximadamente, de haber iniciado la fermentación acética apareció un velo blanquecino en la superficie, a partir de ese momento la acidez comenzó a incrementarse, hasta alcanzar un 5% durante los días restantes. Este porcentaje de acidez en el vinagre es apto para el consumo humano.



**Fotografía 21.** Proceso de acidificación del vino a vinagre y formación del velo blanquecino.

### 3.9.1.3 Filtrado

Una vez cumplidos los parámetros necesarios de acidez y pH durante el proceso de oxidación, se procedió a filtrar el vinagre con el propósito de eliminar toda cantidad de sedimentos, siendo indispensable para obtener un producto puro, para lo cual se usó un lienzo, de esta manera el producto final de la oxidación, es el vinagre con características

organolépticas adecuadas de sabor, color, olor y apariencia líquida. El uso de una bomba fue además indispensable para este proceso para obtener una mejor filtración.



**Fotografía 22.** Filtración

#### **3.9.1.4 Clarificación**

Para la clarificación se utilizó gelatina sin sabor disuelta en 5 ml agua a 45°C, con la finalidad de eliminar los sedimentos, se incorporó 0,2 g por cada tratamiento.

#### **3.9.1.5 Envasado – almacenado**

El envasado del vinagre se realizó en botellas plásticas previamente esterilizadas de capacidad de 250 ml, el envasado se realizó según los tratamientos propuestos en la investigación. Finalmente se realizaron los análisis físico-químicos (°Brix, pH, grado alcohólico, acidez) a todos los tratamientos y se determinó así, los mejores tratamientos, a los cuales, se realizó análisis sensoriales (olor, sabor, color, aceptabilidad) y físico-químicos (°Brix, pH, grado alcohólico, acidez total, turbidez) a los cuales, se los almacenó en un lugar seco y limpio, protegiéndolos del sol.



**Fotografía 23.** Envasado

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIONES

#### 4.1 CARACTERÍSTICAS FÍSICO QUÍMICAS.

Tabla 10. Análisis químico de la chirimoya.

Parámetro analizado (en porción comestible)	Unidad	Resultado		Método de ensayo
		Madura	Sobre-madura	
Contenido acuoso	%	76,54	76,35	AOAC 925.10
Fibra	%	1,80	1,60	AOAC 985.29
Densidad aparente (pulpa)	-----	1,109	1,094	AOAC 932.14C
Carbohidratos totales	%	21,52	19,40	Calculo

Analizadas las características químicas se observó mayor porcentaje de: contenido acuoso, fibra, carbohidratos totales en la chirimoya madura, de la sobre-madura esto debido al tiempo de almacenamiento que se le dio a la fruta.

##### 4.1.1 Pruebas físicas de la chirimoya

Tabla 11. Pruebas físicas de la chirimoya.

PARAMETRO	Unidad	MADURA	SOBRE-MADURA
Diámetro	cm	7,59	7,54
Peso	g	355,67	355,34
Volumen	ml	119,43	117,54

De acuerdo a las pruebas físicas se determinó que el diámetro en la chirimoya madura es mayor que en la sobre-madura debido a que comienza a sufrir una deformación en su estructura.

En cuanto al peso la fruta sobre-madura es menor debido a la pérdida de agua y para el volumen la chirimoya sobre-madura es menor debido a su deterioro.

Esto se realizó por el método de desplazamiento del agua; que consistió en medir el volumen del líquido desplazado (agua) por la chirimoya; es decir la diferencia entre el nivel alcanzado por el líquido solo y con la fruta sumergida, la diferencia de ambas medidas nos dio el volumen de la chirimoya.

#### 4.1.2 Grado de madurez.

El grado de madurez es la variable dependiente del índice de penetración, °Brix y pH cuyos valores se indican en el siguiente cuadro.

**Tabla 12.** Parámetros analizados durante los ocho días a partir de su cosecha

Día	Parámetros Analizados								
	Ph			°Brix			Índice de penetración (kg/cm <sup>2</sup> )		
	FR	M	SM	FR	M	SM	FR	M	SM
1	3,89			10,50			4,00		
2	3,96			11,70			3,50		
3	4,64			11,90			3,25		
4	4,78			12,40			2,80		
5		4,86			13,50			1,75	
6		4,96			13,90			1,25	
7			5,65			14,30			0,75
8			5,79			14,80			0,25

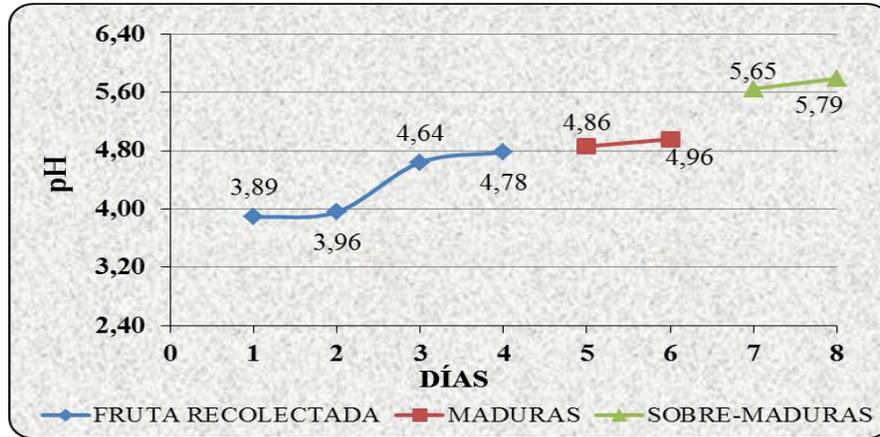
FR: Fruta recolectada

M: Fruta madura

SM: Fruta sobre-madura

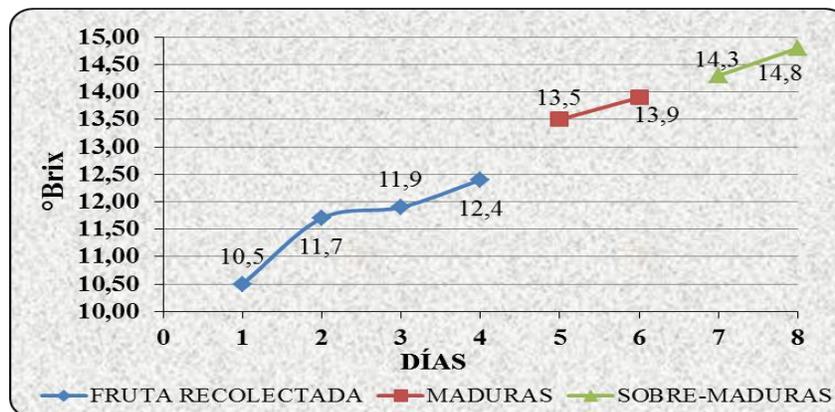
Los datos de la tabla 11, indican que la materia prima cosechada desde el primer día hasta el cuarto día, tanto el pH como los °Brix incrementan, mientras que el grado de madurez que se conoce como: Índice de penetración industrial va disminuyendo, de 4 a 2,80 en los

cuatro primero días, en el quinto y sexto día 1,75 y 1.25 para fruta madura y fruta sobre-madura entre el séptimo y octavo día 1,25 a 0,25.



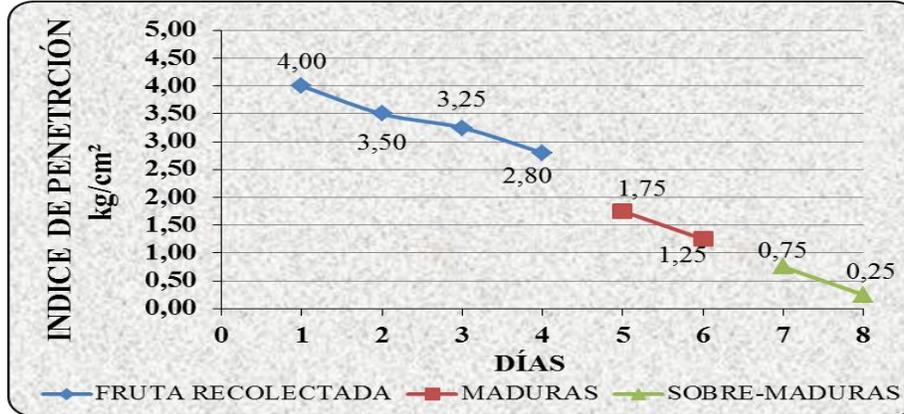
**Gráfico 1.** Comportamiento del pH durante los ocho días a partir de su cosecha.

Al graficar el comportamiento del pH durante los ocho días a partir de su cosecha se pudo observar un incremento, conforme va aumentando los días esto se debe a que la fruta aumenta el contenido acuoso por su grado de maduración.



**Gráfico 2.** Comportamiento del contenido de sólidos solubles durante los ocho días a partir de su cosecha.

Al graficar el comportamiento a los ocho días de a partir de su cosecha se observó que el contenido de sólidos solubles a partir de su cosecha la fruta presentó un incremento mientras van pasando los días de almacenamiento.



**Gráfico 3.** Comportamiento del índice de penetración durante los ocho días de almacenamiento.

Según se observa en el gráfico 3, el índice de penetración disminuye debido a su condición de maduración de día a día.

## 4.2 EL VINO

### 4.2.1 Determinación del grado alcohólico a los 4 días durante el proceso de elaboración del vino.

**Tabla 13.** Promedio de grado alcohólico a los cuatro días del proceso de elaboración del vino.

Nº	TRAT/REP.	I	II	III	SUMA	MEDIA
T1	A1B1C1	6,5000	6,0000	6,1000	<b>18,6000</b>	6,2000
T2	A1B1C2	6,0000	6,5000	5,9000	<b>18,4000</b>	6,1333
T3	A1B2C1	6,2000	6,0000	6,1000	<b>18,3000</b>	6,1000
T4	A1B2C2	6,0000	6,5000	5,8000	<b>18,3000</b>	6,1000
T5	A2B1C1	6,2000	6,0000	6,5000	<b>18,7000</b>	6,2333
T6	A2B1C2	6,0000	6,5000	6,2000	<b>18,7000</b>	6,2333
T7	A2B2C1	6,5000	6,0000	5,9000	<b>18,4000</b>	6,1333
T8	A2B2C2	6,0000	6,0000	6,1000	<b>18,1000</b>	6,0333
	<b>SUMA</b>	<b>49,4000</b>	<b>49,5000</b>	<b>48,6000</b>	<b>147,5000</b>	6,1458

**Tabla 14.** Análisis de varianza para el grado alcohólico a los cuatro días del proceso de elaboración del vino

<b>F.V.</b>	<b>G.L.</b>	<b>S.C</b>	<b>C.M</b>	<b>F. Cal.</b>	<b>F.T 1%</b>	<b>F. 5%</b>
<b>Total</b>	23	1,1996				
<b>Tratamientos</b>	7	0,1063	0,0152	0,2221 <sup>NS</sup>	4,0300	2,660
<b>FA (Condición materia prima)</b>	1	0,0038	0,0038	0,0549 <sup>NS</sup>	8,5300	4,490
<b>FB (Grado de madurez)</b>	1	0,0704	0,0704	1,0305 <sup>NS</sup>	8,5300	4,490
<b>FC (Cepa de levaduras)</b>	1	0,0104	0,0104	0,1524 <sup>NS</sup>	8,5300	4,490
<b>I (AxB)</b>	1	0,0104	0,0104	0,1524 <sup>NS</sup>	8,5300	4,490
<b>I (AxC)</b>	1	0,0004	0,0004	0,0061 <sup>NS</sup>	8,5300	4,490
<b>I (BxC)</b>	1	0,0004	0,0004	0,0061 <sup>NS</sup>	8,5300	4,490
<b>I (AxBxC)</b>	1	0,0104	0,0104	0,1524 <sup>NS</sup>	8,5300	4,490
<b>ERROR EXP.</b>	16	1,0933	0,0683			

**CV=** 4,2534%

**NS:** No significativo

**\*:** Significativo

**\*\*:** Altamente significativo

Analizada la varianza para el grado alcohólico a los cuatro días del proceso de elaboración del vino, se observa que no existe significación estadística para tratamientos, factores e interacciones.

Lo que determina que todos los tratamientos están dentro del mismo rango y no es necesario realizar pruebas estadísticas.

**4.2.2 Determinación del contenido de sólidos solubles(°Brix) a los 4 días durante el proceso de elaboración del vino.**

**Tabla 15.** Promedio de sólidos solubles (°Brix) a los cuatro días del proceso de elaboración del vino.

Nº	TRAT/REP.	I	II	III	SUMA	MEDIA
T1	A1B1C1	14,000	13,000	13,000	<b>40,000</b>	13,333
T2	A1B1C2	13,000	14,000	13,500	<b>40,500</b>	13,500
T3	A1B2C1	14,200	14,000	13,800	<b>42,000</b>	14,000
T4	A1B2C2	13,800	13,600	13,500	<b>40,900</b>	13,633
T5	A2B1C1	13,600	14,000	14,100	<b>41,700</b>	13,900
T6	A2B1C2	14,000	13,400	13,800	<b>41,200</b>	13,733
T7	A2B2C1	13,800	14,000	14,000	<b>41,800</b>	13,933
T8	A2B2C2	13,400	13,200	13,600	<b>40,200</b>	13,400
	<b>SUMA</b>	<b>109,800</b>	<b>109,200</b>	<b>109,300</b>	<b>328,300</b>	13,679

**Tabla 16.** Análisis de sólidos solubles (°Brix) a los cuatro días del proceso de elaboración del vino.

F.V.	G.L.	S.C	C.M	F. Cal.	F.T 1%	F. 5%
<b>Total</b>	23	3,080				
<b>Tratamientos</b>	7	1,353	0,193	1,791 <sup>NS</sup>	4,030	2,660
<b>FA (Condición materia prima)</b>	1	0,094	0,094	0,869 <sup>NS</sup>	8,530	4,490
<b>FB (Grado de madurez)</b>	1	0,094	0,094	0,869 <sup>NS</sup>	8,530	4,490
<b>FC (Cepa de levaduras)</b>	1	0,304	0,304	2,815 <sup>NS</sup>	8,530	4,490
<b>I (AxB)</b>	1	0,454	0,454	4,205 <sup>NS</sup>	8,530	4,490
<b>I (AxC)</b>	1	0,094	0,094	0,869 <sup>NS</sup>	8,530	4,490
<b>I (BxC)</b>	1	0,304	0,304	2,815 <sup>NS</sup>	8,530	4,490
<b>I (AxBxC)</b>	1	0,010	0,010	0,097 <sup>NS</sup>	8,530	4,490
<b>ERROR EXP.</b>	16	1,727	0,108			

CV= 2,402%

NS: No significativo

\*: Significativo

\*\*: Altamente significativo

Analizada la varianza para el contenido de sólidos solubles a los cuatro días del proceso de elaboración del vino, se observa que no existe significación estadística para tratamientos, factores e interacciones.

Lo que determina que todos los tratamientos están dentro del mismo rango y no es necesario realizar pruebas estadísticas.

#### 4.2.3 Determinación del pH a los 4 días durante el proceso de elaboración del vino.

**Tabla 17.** Promedio de pH a los cuatro días del proceso de elaboración del vino.

Nº	TRAT/REPT.	I	II	III	SUMA	MEDIA
<b>T1</b>	A1B1C1	3,830	3,730	3,700	<b>11,260</b>	3,753
<b>T2</b>	A1B1C2	3,800	3,780	3,790	<b>11,370</b>	3,790
<b>T3</b>	A1B2C1	3,820	3,840	3,710	<b>11,370</b>	3,790
<b>T4</b>	A1B2C2	3,780	3,750	3,680	<b>11,210</b>	3,737
<b>T5</b>	A2B1C1	3,700	3,720	3,730	<b>11,150</b>	3,717
<b>T6</b>	A2B1C2	3,740	3,730	3,700	<b>11,170</b>	3,723
<b>T7</b>	A2B2C1	3,820	3,800	3,800	<b>11,420</b>	3,807
<b>T8</b>	A2B2C2	3,800	3,820	3,790	<b>11,410</b>	3,803
	<b>TOTAL</b>	<b>30,290</b>	<b>30,170</b>	<b>29,900</b>	<b>90,360</b>	3,765

**Tabla 18.** Análisis de pH a los cuatro días del proceso de elaboración del vino.

<b>F.V.</b>	<b>G.L.</b>	<b>S.C</b>	<b>C.M</b>	<b>F. Cal.</b>	<b>F.T 1%</b>	<b>F. 5%</b>
<b>Total</b>	23	0,055				
<b>Tratamientos</b>	7	0,028	0,004	2,440 <sup>NS</sup>	4,030	2,660
<b>FA (Condición materia prima)</b>	1	0,000	0,000	0,090 <sup>NS</sup>	8,530	4,490
<b>FB (Grado de madurez)</b>	1	0,009	0,009	5,303 <sup>*</sup>	8,530	4,490
<b>FC (Cepa de levaduras)</b>	1	0,000	0,000	0,040 <sup>NS</sup>	8,530	4,490
<b>I (AxB)</b>	1	0,013	0,013	7,860 <sup>*</sup>	8,530	4,490
<b>I (AxC)</b>	1	0,000	0,000	0,090 <sup>NS</sup>	8,530	4,490
<b>I (BxC)</b>	1	0,004	0,004	2,256 <sup>NS</sup>	8,530	4,490
<b>I (AxBxC)</b>	1	0,002	0,002	1,444 <sup>NS</sup>	8,530	4,490
<b>ERROR EXP.</b>	16	0,027	0,002			

**CV=** 1,083%

**NS:** No significativo

**\*:** Significativo

**\*\*:** Altamente significativo

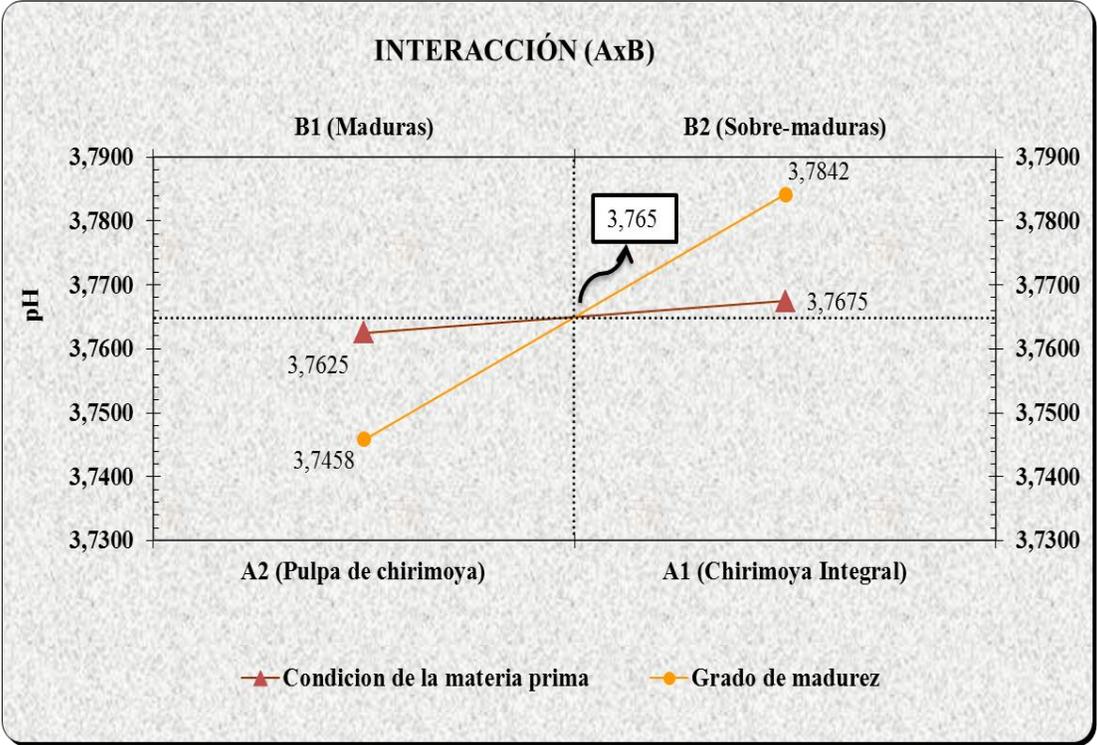
Analizada la varianza para el pH a los cuatro días del proceso de elaboración del vino, se detectó que existe significación estadística para el factor B (Grado de madurez), y la interacción AxB por lo que se considera que el grado de madurez influye en el pH a los cuatro días del proceso de elaboración del vino.

Al existir significación estadística se procedió a realizar la prueba de DMS para el factor B y la gráfica para la interacción AxB.

**Tabla 19.** Prueba DMS para el factor B (Grado de madurez).

<b>FACTORES</b>	<b>MEDIAS</b>	<b>RANGOS</b>
<b>B2</b>	3,784	<b>a</b>
<b>B1</b>	3,746	<b>b</b>

Al realizar DMS para el factor B (Grado de madurez), se observa que el nivel B1 (madura), B2 (sobre-madura), poseen rangos diferentes, esto se debe a que el pH final varía de acuerdo al grado de madurez de la fruta.



**Gráfico 4.** Interacción de los factores A (Condición de la materia prima) y B (Grado de madurez) en la variable pH para el vino.

Al graficar la interacción A (Condición de la materia prima) y B (Grado de madurez) para el vino, nos damos cuenta que con A2 (pulpa de chirimoya) y B1 (maduras) se obtuvo como contenido de pH óptimo de 3,765.

Esto indica que la condición de la materia prima y el grado de madurez influyen en las características del vino.

#### 4.2.4 Determinación del grado alcohólico en el vino a los 8 días.

**Tabla 20.** Promedio del grado alcohólico a los ocho días en el vino.

Nº	TRAT/REP.	I	II	III	SUMA	MEDIA
T1	A1B1C1	11,000	11,000	12,000	<b>34,000</b>	11,333
T2	A1B1C2	10,500	11,500	10,000	<b>32,000</b>	10,667
T3	A1B2C1	10,500	11,000	12,000	<b>33,500</b>	11,167
T4	A1B2C2	11,000	11,000	11,000	<b>33,000</b>	11,000
T5	A2B1C1	10,000	11,000	11,000	<b>32,000</b>	10,667
T6	A2B1C2	11,000	11,500	11,000	<b>33,500</b>	11,167
T7	A2B2C1	11,000	12,000	11,000	<b>34,000</b>	11,333
T8	A2B2C2	11,000	10,000	11,000	<b>32,000</b>	10,667
	<b>SUMA</b>	<b>86,000</b>	<b>89,000</b>	<b>89,000</b>	<b>264,000</b>	11,000

**Tabla 21.** Análisis de la varianza para el grado alcohólico a los ocho días en el vino.

F.V.	G.L.	S.C	C.M	F. Cal.	F.T 1%	F. 5%
<b>Total</b>	23	7,0000				
<b>Tratamientos</b>	7	1,8333	0,2619	0,8111 <sup>NS</sup>	4,0300	2,6600
<b>FA (Condición materia prima)</b>	1	0,0417	0,0417	0,1290 <sup>NS</sup>	8,5300	4,4900
<b>FB (Grado de madurez)</b>	1	0,0417	0,0417	0,1290 <sup>NS</sup>	8,5300	4,4900
<b>FC (Cepa de levaduras)</b>	1	0,3750	0,3750	1,1613 <sup>NS</sup>	8,5300	4,4900
<b>I (AxB)</b>	1	0,0000	0,0000	0,0000 <sup>NS</sup>	8,5300	4,4900
<b>I (AxC)</b>	1	0,1667	0,1667	0,5161 <sup>NS</sup>	8,5300	4,4900
<b>I (BxC)</b>	1	0,1667	0,1667	0,5161 <sup>NS</sup>	8,5300	4,4900
<b>I (AxBxC)</b>	1	1,0417	1,0417	3,2258 <sup>NS</sup>	8,5300	4,4900
<b>ERROR EXP.</b>	16	5,1667	0,3229			

$$CV = 5,1660\%$$

NS: No significativo

\*: Significativo

\*\*: Altamente significativo

Analizada la varianza para el grado alcohólico en el vino, se observa que no existe significación estadística para tratamientos, factores e interacciones. Lo que determina que

todos los tratamientos están dentro del mismo rango y no es necesario realizar pruebas estadísticas. Y se encuentran dentro del rango de elaboración de vinos de acuerdo a la norma INEN 372.

#### 4.2.5 Determinación de sólidos solubles (°Brix) en el vino a los 8 días.

**Tabla 22.** Promedio de sólidos solubles (°Brix) a los ocho días en el vino.

Nº	TRAT/REP.	I	II	III	SUMA	MEDIA
T1	A1B1C1	8,0000	8,0000	8,0000	<b>24,0000</b>	8,0000
T2	A1B1C2	8,6000	8,2000	8,1000	<b>24,9000</b>	8,3000
T3	A1B2C1	8,0000	9,2000	8,5000	<b>25,7000</b>	8,5667
T4	A1B2C2	8,0000	7,8000	8,6000	<b>24,4000</b>	8,1333
T5	A2B1C1	8,0000	8,0000	8,0000	<b>24,0000</b>	8,0000
T6	A2B1C2	8,4000	8,2000	7,9000	<b>24,5000</b>	8,1667
T7	A2B2C1	8,0000	7,6000	8,2000	<b>23,8000</b>	7,9333
T8	A2B2C2	7,8000	7,6000	7,4000	<b>22,8000</b>	7,6000
	<b>SUMA</b>	<b>64,8000</b>	<b>64,6000</b>	<b>64,7000</b>	<b>194,1000</b>	8,0875

**Tabla 23.** Análisis de varianza para sólidos solubles (°Brix) a los ocho días en vino.

F.V.	G.L.	S.C	C.M	F. Cal.	F.T 1%	F. 5%
<b>Total</b>	23	3,2862				
<b>Tratamientos</b>	7	1,6796	0,2399	2,3894 <sup>NS</sup>	4,0300	2,6600
<b>FA (Condición materia prima)</b>	1	0,6337	0,6337	6,3112 <sup>*</sup>	8,5300	4,4900
<b>FB (Grado de madurez)</b>	1	0,0204	0,0204	0,2033 <sup>NS</sup>	8,5300	4,4900
<b>FC (Cepa de levaduras)</b>	1	0,0337	0,0337	0,3361 <sup>NS</sup>	8,5300	4,4900
<b>I (AxB)</b>	1	0,4004	0,4004	3,9876 <sup>NS</sup>	8,5300	4,4900
<b>I (AxC)</b>	1	0,0004	0,0004	0,0041 <sup>NS</sup>	8,5300	4,4900
<b>I (BxC)</b>	1	0,5704	0,5704	5,6805 <sup>*</sup>	8,5300	4,4900
<b>I (AxBxC)</b>	1	0,0204	0,0204	0,2033 <sup>NS</sup>	8,5300	4,4900
<b>ERROR EXP.</b>	16	1,6067	0,1004			

CV= 3,9182%

NS: No significativo

\*: Significativo

\*\* : Altamente significativo

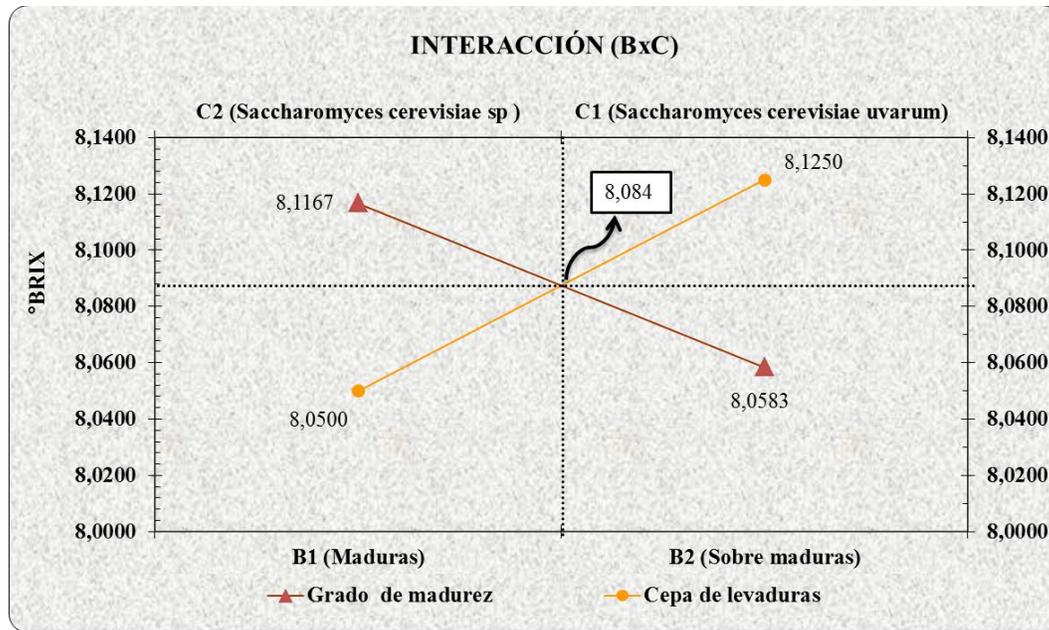
Analizada la varianza para el contenido de sólidos solubles(°Brix)en el vino, se detectó que existe significación estadística para el factor A (Condición materia prima) y la interacción BxC.Por lo que se considera que los °Brix a los ocho días influyen en la elaboración del vino Al existir significación estadística se procedió a realizar la prueba de DMS para el factor A.

Al existir diferencia significativa DMS para el factor A y la interacción BxC, se realizó la gráfica.

**Tabla 24.** Prueba de DMS para factor A (Condición de la materia prima)

NIVEL	MEDIAS	RANGO
A1	8,2500	a
A2	7,9250	b

Al realizar el análisis de DMS para el factor A (condición de la materia prima) se observa que existen dos rangos con un comportamiento diferente, ya que la condición de la materia prima donde A2 (pulpa de chirimoya) corresponde al rango “b”, es decir es la mejor media.



**Gráfico 5.** Interacción de los factores B (Grado de madurez) y C (Cepa de levadura) en la variable °Brix para el vino.

Al graficar la interacción B (Grado de madurez) y C (Cepa de levaduras) para el vino, nos damos cuenta que con B2 (sobre-maduras) y C1 (*Saccharomyces cerevisiae uvarum*) y se obtiene como contenido de sólidos solubles(°Brix) óptimo de 8,084°Brix.

En la interacción de los factores de la gráfica nos indicó que el Grado de madurez de la chirimoya y la cepa de levadura influyen en las características del vino; es decir con la fruta sobre-madura y la cepa de levadura adecuada, mejores serán las características finales del vino.

#### 4.2.6 Determinación del pH en el vino a los 8 días.

**Tabla 25.** Promedio de pH en el vino a los ocho días.

N°	TRAT/REPT.	I	II	III	SUMA	MEDIA
T1	A1B1C1	3,580	3,600	3,400	<b>10,580</b>	3,527
T2	A1B1C2	3,650	3,620	3,500	<b>10,770</b>	3,590
T3	A1B2C1	3,680	3,700	3,650	<b>11,030</b>	3,677
T4	A1B2C2	3,600	3,580	3,550	<b>10,730</b>	3,577
T5	A2B1C1	3,560	3,580	3,600	<b>10,740</b>	3,580
T6	A2B1C2	3,600	3,540	3,500	<b>10,640</b>	3,547
T7	A2B2C1	3,700	3,660	3,600	<b>10,960</b>	3,653
T8	A2B2C2	3,680	3,700	3,570	<b>10,950</b>	3,650
	<b>SUMA</b>	<b>29,050</b>	<b>28,980</b>	<b>28,370</b>	<b>86,400</b>	<b>3,600</b>

**Tabla 26.** Análisis de la varianza para el pH en el vino a los ocho días.

F.V.	G.L.	S.C	C.M	F. Cal.	F.T 1%	F. 5%
<b>Total</b>	23	0,122				
<b>Tratamientos</b>	7	0,061	0,009	2,336 <sup>NS</sup>	4,030	2,660
<b>FA (Condición materia prima)</b>	1	0,001	0,001	0,359 <sup>NS</sup>	8,530	4,490
<b>FB (Grado de madurez)</b>	1	0,037	0,037	9,796 <sup>**</sup>	8,530	4,490
<b>FC (Cepa de levaduras)</b>	1	0,002	0,002	0,537 <sup>NS</sup>	8,530	4,490
<b>I (AxB)</b>	1	0,001	0,001	0,160 <sup>NS</sup>	8,530	4,490
<b>I (AxC)</b>	1	0,000	0,000	0,000 <sup>NS</sup>	8,530	4,490
<b>I (BxC)</b>	1	0,007	0,007	1,774 <sup>NS</sup>	8,530	4,490
<b>I (AxBxC)</b>	1	0,014	0,014	3,729 <sup>NS</sup>	8,530	4,490
<b>ERROR EXP.</b>	16	0,060	0,004			

CV= 1,703%

NS: No significativo

\* : Significativo

\*\* : Altamente significativo

Analizada la varianza para el contenido de sólidos solubles en el vino, se detectó que existe alta significación estadística para el factor B (Grado de madurez). Por lo que se considera que el pH influye en la elaboración del vino.

Al existir significación se procedió a realizar las pruebas correspondientes: DMS para el factor B.

**Tabla 27.** Prueba DMS para el factor B (Grado de madurez).

FACTORES	MEDIAS	RANGOS
<b>B2</b>	3,639	a
<b>B1</b>	3,561	b

Al realizar DMS para el factor B (Grado de madurez), se observa que el nivel B1 (madura), B2 (sobre-madura), poseen rangos diferentes, esto se debe a que el pH varía de acuerdo al grado de madurez siendo la mejor media la correspondiente a B1, ya que el valor más bajo es el mejor.

#### 4.2.7 Determinación de la acidez en el vino a los 8 días.

**Tabla 28.** Promedio de la acidez del vino a los ocho días.

Nº	TRAT/REP.	I	II	III	SUMA	MEDIA
T1	A1B1C1	2,6800	2,6300	2,6000	<b>7,9100</b>	2,6367
T2	A1B1C2	2,6100	2,6100	2,6300	<b>7,8500</b>	2,6167
T3	A1B2C1	2,6300	2,6900	2,6400	<b>7,9600</b>	2,6533
T4	A1B2C2	2,6400	2,7000	2,6600	<b>8,0000</b>	2,6667
T5	A2B1C1	2,6700	2,6200	2,6100	<b>7,9000</b>	2,6333
T6	A2B1C2	2,5900	2,6400	2,6200	<b>7,8500</b>	2,6167
T7	A2B2C1	2,6200	2,6700	2,6000	<b>7,8900</b>	2,6300
T8	A2B2C2	2,6800	2,6600	2,6300	<b>7,9700</b>	2,6567
	<b>SUMA</b>	<b>21,1200</b>	<b>21,2200</b>	<b>20,9900</b>	<b>63,3300</b>	2,6388

**Tabla 29.** Análisis de la varianza para la acidez en el vino a los ocho días

F.V.	G.L.	S.C	C.M	F. Cal.	F.T 1%	F. 5%
<b>Total</b>	23	0,0219				
<b>Tratamientos</b>	7	0,0072	0,0010	1,1214 <sup>NS</sup>	4,0300	2,6600
<b>FA (Condición materia prima)</b>	1	0,0005	0,0005	0,5500 <sup>NS</sup>	8,5300	4,4900
<b>FB (Grado de madurez)</b>	1	0,0040	0,0040	4,3682 <sup>NS</sup>	8,5300	4,4900
<b>FC (Cepa de levaduras)</b>	1	0,0000	0,0000	0,0045 <sup>NS</sup>	8,5300	4,4900
<b>I (AxB)</b>	1	0,0003	0,0003	0,3682 <sup>NS</sup>	8,5300	4,4900
<b>I (AxC)</b>	1	0,0001	0,0001	0,1136 <sup>NS</sup>	8,5300	4,4900
<b>I (BxC)</b>	1	0,0022	0,0022	2,4045 <sup>NS</sup>	8,5300	4,4900
<b>I (AxBxC)</b>	1	0,0000	0,0000	0,0409 <sup>NS</sup>	8,5300	4,4900
<b>ERROR EXP.</b>	16	0,0147	0,0009			

CV= 1,1474%

NS: No significativo

\*: Significativo

\*\*: Altamente significativo

Analizada la varianza para la acidez en el vino, se observa que no existe significación estadística para tratamientos, factores e interacciones. Lo que determina que todos los tratamientos están dentro del mismo rango y no es necesario realizar pruebas estadísticas.

#### 4.3ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LAS VARIABLES DE VINAGRE

##### 4.3.1 Determinación del grado alcohólico a los 8 días de la elaboración del vinagre.

Los datos que se utilizó para los cálculos se encuentran en el anexo1.

**Tabla 30.** Análisis de la varianza para el grado alcohólico (%) a los 8 días de la elaboración del vinagre.

F.V.	G.L.	S.C	C.M	F. Cal.	F.T 1%	F. 5%
<b>Total</b>	47	20,250				
<b>Tratamientos</b>	15	9,417	0,628	1,854 <sup>NS</sup>	2,620	1,970
<b>FA (Condición materia prima)</b>	1	1,333	1,333	3,938 <sup>NS</sup>	7,500	4,150
<b>FB (Grado de madurez)</b>	1	0,083	0,083	0,246 <sup>NS</sup>	7,500	4,150
<b>FC (Cepa de levaduras)</b>	1	0,521	0,521	1,538 <sup>NS</sup>	7,500	4,150
<b>FD (Volumen de inóculo)</b>	1	0,021	0,021	0,062 <sup>NS</sup>	7,500	4,150
<b>I (AxB)</b>	1	1,333	1,333	3,938 <sup>NS</sup>	7,500	4,150
<b>I (AxC)</b>	1	0,521	0,521	1,538 <sup>NS</sup>	7,500	4,150
<b>I (AxD)</b>	1	0,188	0,188	0,554 <sup>NS</sup>	7,500	4,150
<b>I (BxC)</b>	1	1,021	1,021	3,015 <sup>NS</sup>	7,500	4,150
<b>I (BxD)</b>	1	0,021	0,021	0,062 <sup>NS</sup>	7,500	4,150
<b>I (CxD)</b>	1	0,750	0,750	2,215 <sup>NS</sup>	7,500	4,150
<b>I (AxBxC)</b>	1	1,021	1,021	3,015 <sup>NS</sup>	7,500	4,150
<b>I (AxBxD)</b>	1	0,187	0,187	0,554 <sup>NS</sup>	7,500	4,150
<b>I (AxCxD)</b>	1	1,333	1,333	3,938 <sup>NS</sup>	7,500	4,150
<b>I (BxCxD)</b>	1	0,750	0,750	2,215 <sup>NS</sup>	7,500	4,150
<b>I (AxBxCxD)</b>	1	0,333	0,333	0,985 <sup>NS</sup>	7,500	4,150
<b>ERROR EXP.</b>	32	10,833	0,339			

CV= 11,935%

NS: No significativo

\* : Significativo

\*\* : Altamente significativo

Analizada la varianza para el porcentaje de alcohol a los 8 días de la elaboración del vinagre, se observa que no existe significación estadística para tratamientos, factores e interacciones. Lo que determina que todos los tratamientos están dentro del mismo rango y no es necesario realizar pruebas estadísticas.

#### 4.3.2 Determinación de los sólidos solubles(°Brix) a los 8 días de la elaboración de vinagre.

Los datos que se utilizó para los cálculos se encuentran en el anexo1.

**Tabla 31.** Análisis de la varianza para el contenido de sólidos solubles (°Brix) a los 8 días de la elaboración del vinagre.

F.V.	G.L.	S.C	C.M	F. Cal.	F.T 1%	F. 5%
<b>Total</b>	47	4,6731				
<b>Tratamientos</b>	15	2,0798	0,1387	1,7109 <sup>NS</sup>	2,6200	1,9700
<b>FA (Condición materia prima)</b>	1	0,2552	0,2552	3,1491 <sup>NS</sup>	7,5000	4,1500
<b>FB (Grado de madurez)</b>	1	0,1519	0,1519	1,8740 <sup>NS</sup>	7,5000	4,1500
<b>FC (Cepa de levaduras)</b>	1	0,4219	0,4219	5,2057 <sup>*</sup>	7,5000	4,1500
<b>FD (Volumen de inóculo)</b>	1	0,0102	0,0102	0,1260 <sup>NS</sup>	7,5000	4,1500
<b>I (AxB)</b>	1	0,2269	0,2269	2,7995 <sup>NS</sup>	7,5000	4,1500
<b>I (AxC)</b>	1	0,5419	0,5419	6,6864 <sup>*</sup>	7,5000	4,1500
<b>I (AxD)</b>	1	0,0752	0,0752	0,9280 <sup>NS</sup>	7,5000	4,1500
<b>I (BxC)</b>	1	0,1102	0,1102	1,3599 <sup>NS</sup>	7,5000	4,1500
<b>I (BxD)</b>	1	0,1519	0,1519	1,8740 <sup>NS</sup>	7,5000	4,1500
<b>I (CxD)</b>	1	0,0169	0,0169	0,2082 <sup>NS</sup>	7,5000	4,1500
<b>I (AxBxC)</b>	1	0,0002	0,0002	0,0026 <sup>NS</sup>	7,5000	4,1500
<b>I (AxBxD)</b>	1	0,0169	0,0169	0,2082 <sup>NS</sup>	7,5000	4,1500
<b>I (AxCxD)</b>	1	0,0002	0,0002	0,0026 <sup>NS</sup>	7,5000	4,1500
<b>I (BxCxD)</b>	1	0,0752	0,0752	0,9280 <sup>NS</sup>	7,5000	4,1500
<b>I (AxBxCxD)</b>	1	0,0252	0,0252	0,3111 <sup>NS</sup>	7,5000	4,1500
<b>ERROR EXP.</b>	32	2,5933	0,0810			

CV= 5,7876%

NS: No significativo

\* : Significativo

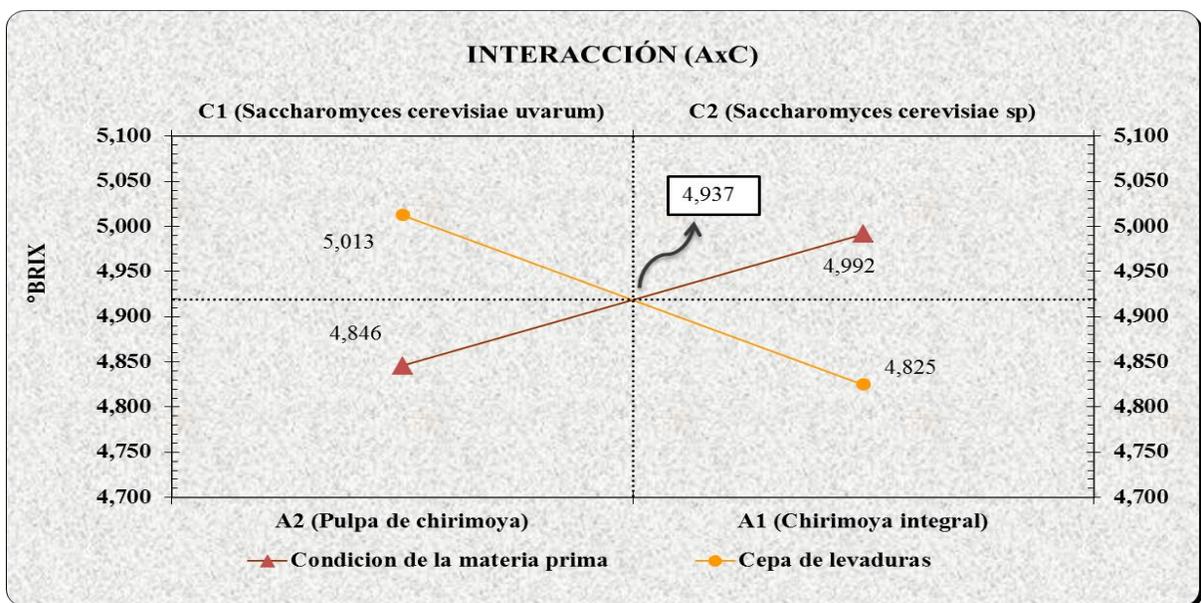
\*\* : Altamente significativo

Analizada la varianza para el contenido de sólidos solubles a los ocho días de la elaboración del vinagre, se detectó significación estadística para el factor C (Cepa de levaduras) y la interacción AxC. Al existir diferencia significativa se procedió a realizar DMS para el factor C y la gráfica de la interacción.

**Tabla 32.** Prueba DMS para el factor C (cepa de levaduras).

NIVEL	MEDIAS	RANGOS
C1	5,013	a
C2	4,825	b

Al realizar DMS para el factor C(cepa de levaduras), se observa que el nivel C2 (*Saccharomyces cerevisiae* sp. 1g/litro mosto), C1(*Saccharomyces cerevisiae uvarum* 1g/litro mosto), poseen rangos diferentes, esto se debe a que los °Brix varían de acuerdo a la cepa de levadura adicionada. Considerando la mejor media la del nivel C2 que posee rango “b”.



**Gráfico 6.** Interacción de los factores A (Condición de la materia prima) y C (Cepa de levadura) en el contenido de sólidos solubles (°Brix) al inicio de la elaboración del vinagre.

Al graficar la interacción A (Condición de la materia prima) y C (Cepa de levadura) para el contenido de sólidos solubles(°Brix), nos damos cuenta que con A1 (chirimoya integral) y C2 (*Saccharomyces cerevisiaesp.*) se obtiene como contenido como óptimo de 4,937 °Brix. Esto indica que la condición de la materia prima y cepa de levaduras influyen en las características iniciales para la elaboración del vinagre.

#### 4.3.3 Determinación del pH a los 8 días para la elaboración del vinagre.

Los datos que se utilizó para los cálculos se encuentran en el anexo1.

**Tabla 33.** Análisis de la varianza para el pH a los 8 días para la elaboración del vinagre.

F.V.	G.L.	S.C	C.M	F. Cal.	F.T 1%	F. 5%
<b>Total</b>	47	0,409				
<b>Tratamientos</b>	15	0,285	0,019	4,913 **	2,620	1,970
<b>FA (Condición materia prima)</b>	1	0,200	0,200	51,778 **	7,500	4,150
<b>FB (Grado de madurez)</b>	1	0,002	0,002	0,623 <sup>NS</sup>	7,500	4,150
<b>FC (Cepa de levaduras)</b>	1	0,049	0,049	12,778 **	7,500	4,150
<b>FD (Volumen de inóculo)</b>	1	0,001	0,001	0,364 <sup>NS</sup>	7,500	4,150
<b>I (AxB)</b>	1	0,008	0,008	1,940 <sup>NS</sup>	7,500	4,150
<b>I (AxC)</b>	1	0,000	0,000	0,034 <sup>NS</sup>	7,500	4,150
<b>I (AxD)</b>	1	0,000	0,000	0,078 <sup>NS</sup>	7,500	4,150
<b>I (BxC)</b>	1	0,000	0,000	0,078 <sup>NS</sup>	7,500	4,150
<b>I (BxD)</b>	1	0,001	0,001	0,138 <sup>NS</sup>	7,500	4,150
<b>I (CxD)</b>	1	0,002	0,002	0,552 <sup>NS</sup>	7,500	4,150
<b>I (AxBxC)</b>	1	0,002	0,002	0,485 <sup>NS</sup>	7,500	4,150
<b>I (AxBxD)</b>	1	0,000	0,000	0,054 <sup>NS</sup>	7,500	4,150
<b>I (AxCxD)</b>	1	0,014	0,014	3,623 <sup>NS</sup>	7,500	4,150
<b>I (BxCxD)</b>	1	0,004	0,004	0,950 <sup>NS</sup>	7,500	4,150
<b>I (AxBxCxD)</b>	1	0,001	0,001	0,216 <sup>NS</sup>	7,500	4,150
<b>ERROR EXP.</b>	32	0,124	0,004			
<b>CV=</b>						2,272%

NS: No significativo

\*: Significativo

\*\* : Altamente significativo

Al analizar la varianza de pH, se observa que existe alta significación estadística para tratamientos para el factor A (Condición de la materia prima) y para el factor C (Cepa de levaduras). Por lo que se considera el pH a los 8 días influye en la elaboración del vinagre. Al existir diferencia significativa se procedió a realizar las pruebas de Tukey para tratamientos y DMS para el factor A y C.

**Tabla 34.** Prueba de Tukey para tratamientos.

TRATAMIENTOS	MEDIAS	RANGOS	
T11	<b>A1B2C2D1</b>	2,863	a
T12	<b>A1B2C2D2</b>	2,863	a
T15	<b>A2B2C2D1</b>	2,843	a
T9	<b>A1B1C2D1</b>	2,783	a
T10	<b>A1B1C2D2</b>	2,773	a
T16	<b>A2B2C2D2</b>	2,770	a
T14	<b>A2B1C2D2</b>	2,767	a
T13	<b>A2B1C2D1</b>	2,747	a
T8	<b>A2B2C1D2</b>	2,727	a
T4	<b>A1B2C1D2</b>	2,720	a
T7	<b>A2B2C1D1</b>	2,697	a
T1	<b>A1B1C1D1</b>	2,670	b
T3	<b>A1B2C1D1</b>	2,667	b
T5	<b>A2B1C1D1</b>	2,667	b
T6	<b>A2B1C1D2</b>	2,620	c
T2	<b>A1B1C1D2</b>	2,610	c

Al realizar la prueba de tukey se observó que los tratamientos: T2 (chirimoya integral – maduras – *Saccharomyces cerevisiae uvarum* – 100 ml/litro de mosto alcohólico), T6(pulpa de chirimoya – maduras – *Saccharomyces cerevisiae uvarum* – 100 ml/litro de mosto alcohólico), se encuentran dentro de un mismo rango (c), es decir que su comportamiento estadístico es igual siendo los mejores tratamientos, siendo este un valor de pH a los 8 días conveniente para empezar con la elaboración del vinagre.

**Tabla 35.** Prueba DMS para el factor A (Condición de la materia prima).

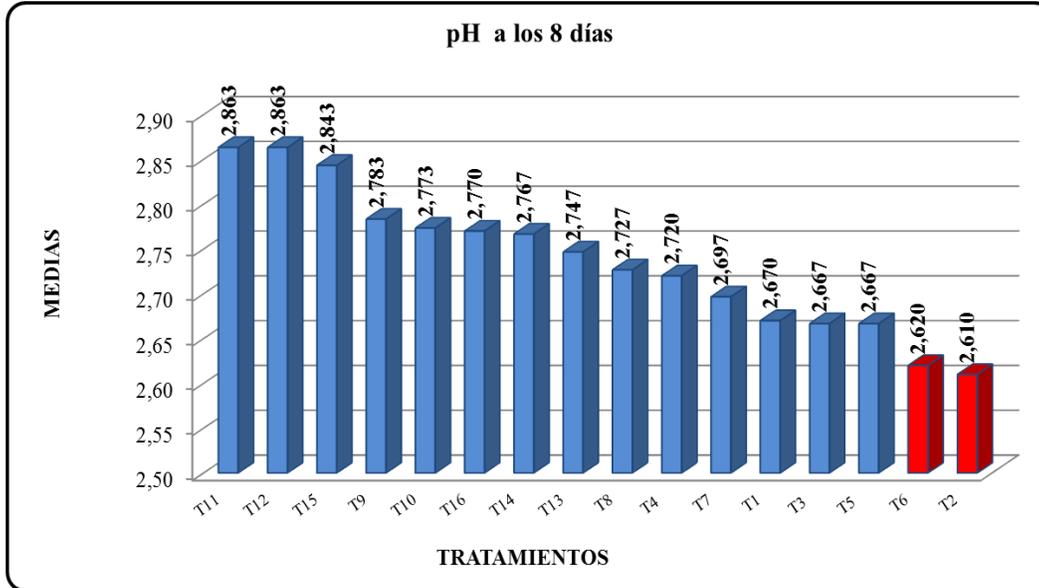
NIVEL	MEDIAS	RANGOS
A2	2,801	a
A1	2,672	b

Al realizar DMS para el factor A (Condición de la materia prima), se observa que el nivel A1 (chirimoya integral), A2 (pulpa de chirimoya), poseen rangos diferentes, esto se debe a que el pH varía de acuerdo a la condición de la materia prima, siendo el mejor A1

**Tabla 36.** Prueba DMS para el factor C (Cepa de levadura).

NIVEL	MEDIAS	RANGOS
C2	2,769	a
C1	2,705	b

Al realizar DMS para el factor C (cepa de levadura), se observa que el nivel C1 (*Saccharomyces cerevisiae uvarum*), C2 (*Saccharomyces cerevisiae sp*), poseen rangos diferentes, esto se debe a que el pH a los 8 días varían de acuerdo a la cepa de levadura, siendo el mejor C1.



**Gráfico 7.** Comportamiento de las medias del contenido de pH a los 8 días

Al graficar las medias, se pudo observar que los mejores tratamientos fueron: T2 y T6. Es decir que estos valores de pH a los 8 días son los más adecuados para la elaboración de vinagre.

#### 4.3.4 Determinación de la acidez a los 8 días.

Los datos que se utilizó para los cálculos se encuentran en el anexo1.

Tabla 37. Análisis de la varianza para la acidez a los 8 días para el vinagre.

F.V.	G.L.	S.C	C.M	F. Cal.	F.T 1%	F. 5%
<b>Total</b>	47	4,708				
<b>Tratamientos</b>	15	4,005	0,267	12,143 **	2,620	1,970
<b>FA (Condición materia prima)</b>	1	0,711	0,711	32,318 **	7,500	4,150
<b>FB (Grado de madurez)</b>	1	1,074	1,074	48,850 **	7,500	4,150
<b>FC (Cepa de levaduras)</b>	1	0,090	0,090	4,100 <sup>NS</sup>	7,500	4,150
<b>FD (Volumen de inóculo)</b>	1	0,108	0,108	4,926 <sup>NS</sup>	7,500	4,150
<b>I (Ax B)</b>	1	1,519	1,519	69,109 **	7,500	4,150
<b>I (Ax C)</b>	1	0,019	0,019	0,873 <sup>NS</sup>	7,500	4,150
<b>I (Ax D)</b>	1	0,116	0,116	5,278 *	7,500	4,150
<b>I (Bx C)</b>	1	0,003	0,003	0,137 <sup>NS</sup>	7,500	4,150
<b>I (Bx D)</b>	1	0,082	0,082	3,715 <sup>NS</sup>	7,500	4,150
<b>I (Cx D)</b>	1	0,094	0,094	4,259 *	7,500	4,150
<b>I (Ax Bx C)</b>	1	0,042	0,042	1,911 <sup>NS</sup>	7,500	4,150
<b>I (Ax Bx D)</b>	1	0,042	0,042	1,911 <sup>NS</sup>	7,500	4,150
<b>I (Ax Cx D)</b>	1	0,019	0,019	0,873 <sup>NS</sup>	7,500	4,150
<b>I (Bx Cx D)</b>	1	0,082	0,082	3,715 <sup>NS</sup>	7,500	4,150
<b>I (Ax Bx Cx D)</b>	1	0,004	0,004	0,167 <sup>NS</sup>	7,500	4,150
<b>ERROR EXP.</b>	32	0,704	0,022			
<b>CV=</b>			4,664%			

NS: No significativo

\*: Significativo

\*\* : Altamente significativo

Al analizar la varianza, se observa que existió alta significación estadística para tratamientos, el factor A (Condición de la materia prima), el factor B (Grado de madurez), la interacción AxB (Condición de la materia prima – Grado de madurez), como también existió significación estadística para la interacción AxD (Condición de la materia prima – Volumen de inóculo(*Acetobacter aceti*)) y CxD (Cepa de levaduras -Volumen de inóculo(*Acetobacter aceti*)). Por lo que se considera acidez a los 8 días influye en la elaboración del vinagre.

Al existir diferencia significativa se procedió a realizar las pruebas de Tukey para tratamientos y DMS para el factor A,B las interacciones AxB, AxD y CxD, se realizaron gráficas.

**Tabla 38.** Prueba de Tukey para tratamientos.

TRATAMIENTOS	MEDIAS	RANGOS	
T12	<b>A1B2C2D2</b>	3,743	a
T10	<b>A1B1C2D2</b>	3,730	a
T9	<b>A1B1C2D1</b>	3,530	a
T11	<b>A1B2C2D1</b>	3,510	a
T7	<b>A2B2C1D1</b>	3,247	b
T2	<b>A1B1C1D2</b>	3,213	b
T14	<b>A2B1C2D2</b>	3,160	b
T6	<b>A2B1C1D2</b>	3,153	b
T5	<b>A2B1C1D1</b>	3,070	b
T1	<b>A1B1C1D1</b>	3,047	c
T4	<b>A1B2C1D2</b>	2,983	c
T16	<b>A2B2C2D2</b>	2,957	c
T15	<b>A2B2C2D1</b>	2,900	c
T13	<b>A2B1C2D1</b>	2,877	c
T3	<b>A1B2C1D1</b>	2,873	c
T8	<b>A2B2C1D2</b>	2,873	c

Al realizar la prueba de tukey se observó que los tratamientos fueron: T8 (pulpa de chirimoya, sobre-maduras, *Saccharomyces cerevisiae uvarum*, 100 ml/ litro de mosto

alcohólico), T3 (chirimoya integral, sobre-maduras, *Saccharomyces cerevisiae uvarum*, 300 ml/litro de mosto alcohólico), T13 (pulpa de chirimoya, maduras, *Saccharomyces cerevisiae sp*, 300 ml/litro de mosto alcohólico), T15 (pulpa de chirimoya, sobre-maduras, *Saccharomyces cerevisiae sp*, 300 ml / litro de mosto alcohólico), T16 (pulpa de chirimoya, sobre-maduras, *Saccharomyces cerevisiae sp*, 100 ml/ litro de mosto alcohólico), T4 (chirimoya integral, sobre-maduras, *Saccharomyces cerevisiae uvarum*, 100 ml/ litro de mosto alcohólico), T1 (chirimoya integral, maduras, *Saccharomyces cerevisiae uvarum*, 300 ml/ litro de mosto alcohólico), se encuentran dentro de un mismo rango (c), es decir que su comportamiento estadístico es igual siendo los mejores tratamientos.

**Tabla 39.** Prueba DMS para el factor A (Condición de la materia prima).

<b>NIVEL</b>	<b>MEDIAS</b>	<b>RANGOS</b>
<b>A1</b>	3,301	a
<b>A2</b>	3,058	<b>b</b>

Al realizar DMS para el factor A (Condición de la materia prima), se observa que el nivel A2 (pulpa de chirimoya), A1 (chirimoya integral) poseen rangos diferentes, esto se debe a que la acidez a los 8 días varía de acuerdo a la condición de la materia prima.

**Tabla 40.** Prueba DMS para el factor B (Grado de madurez).

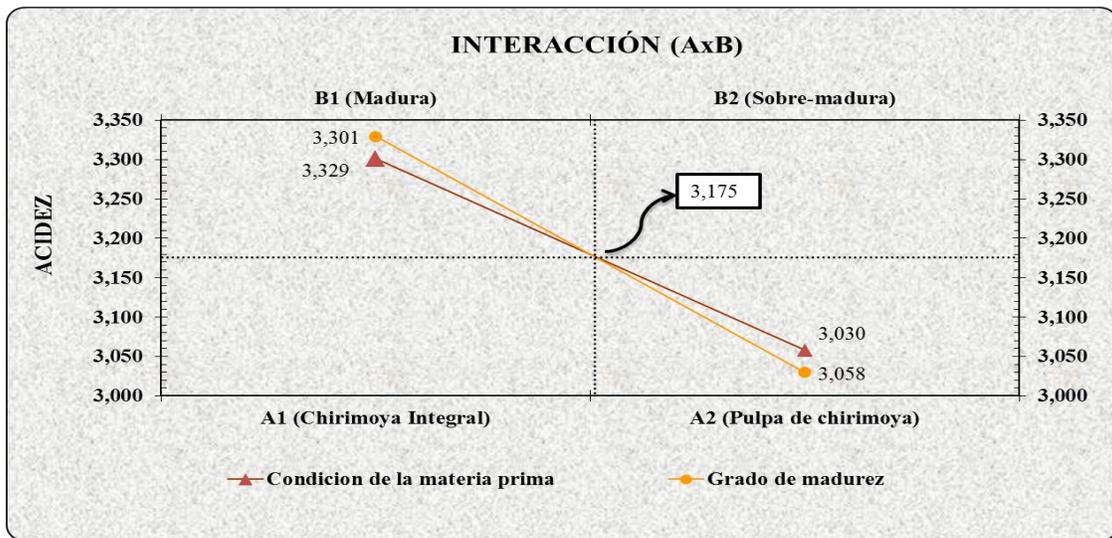
<b>NIVEL</b>	<b>MEDIAS</b>	<b>RANGOS</b>
<b>B1</b>	3,329	a
<b>B2</b>	3,030	<b>b</b>

Al realizar DMS para el factor B (Grado de madurez), se observa que el nivel B2 (sobremadura), B1 (madura), poseen rangos diferentes, esto se debe a que la acidez a los 8 días varían de acuerdo al grado de madurez.

**Tabla 41.** Prueba DMS para el factor D (Volumen de inóculo (*Acetobacter aceti*)).

NIVEL	MEDIAS	RANGOS
D1	3,227	a
D2	3,132	b

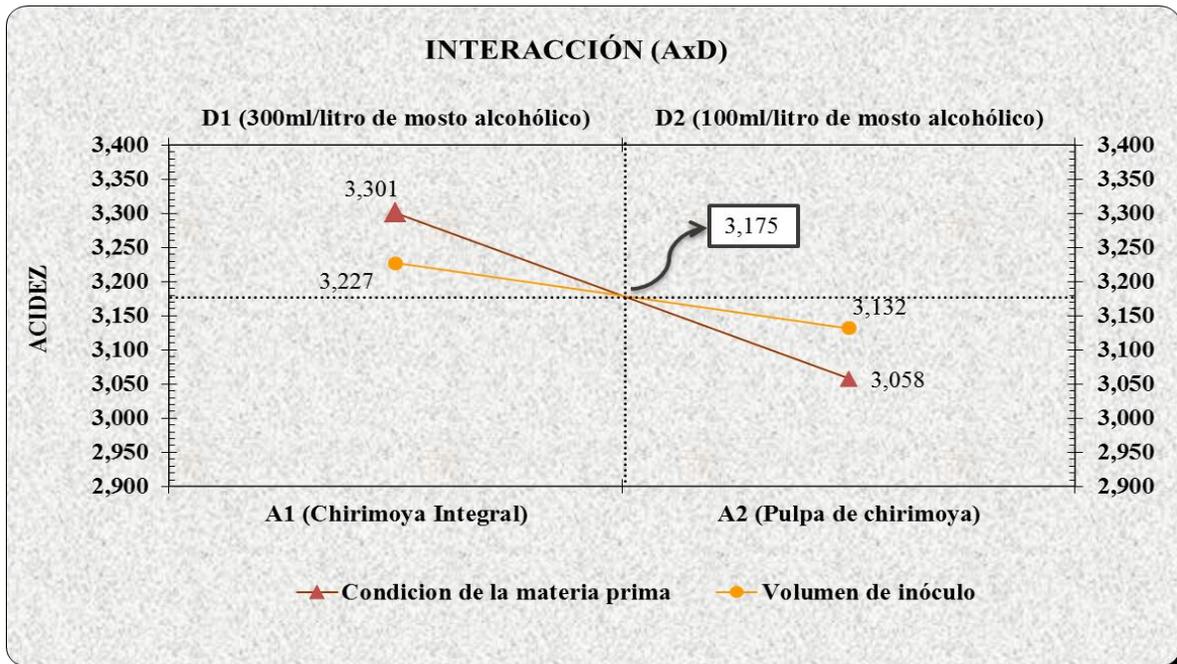
Al realizar DMS para el factor D (Volumen de inóculo (*Acetobacter aceti*))se observa que el nivel D2 (100 ml / litro de mosto alcohólico), D1 (300 ml / litro de mosto alcohólico), poseen rangos diferentes, esto se debe a que la acidez a los 8 días varían de acuerdo al volumen de inóculo (*Acetobacter aceti*).



**Gráfico 8.** Interacción de los factores A (Condición de la materia prima) y B (Grado de madurez) en la variable acidez a los 8 días.

Al graficar la interacción para la variable acidez inicial, nos damos cuenta que con A2 (pulpa de chirimoya) y B2 (sobre-madura) se obtendrá una mejor acidez. La interacción de los factores en estudio indican que la condición de la materia prima y el grado de madurez influyen en las características iniciales del vinagre; es decir que la condición de la materia prima y el grado de madurez, mejores serán las características finales del vinagre. Se observa que en la chirimoya integral y la fruta madura tienden a mantenerse, con un punto

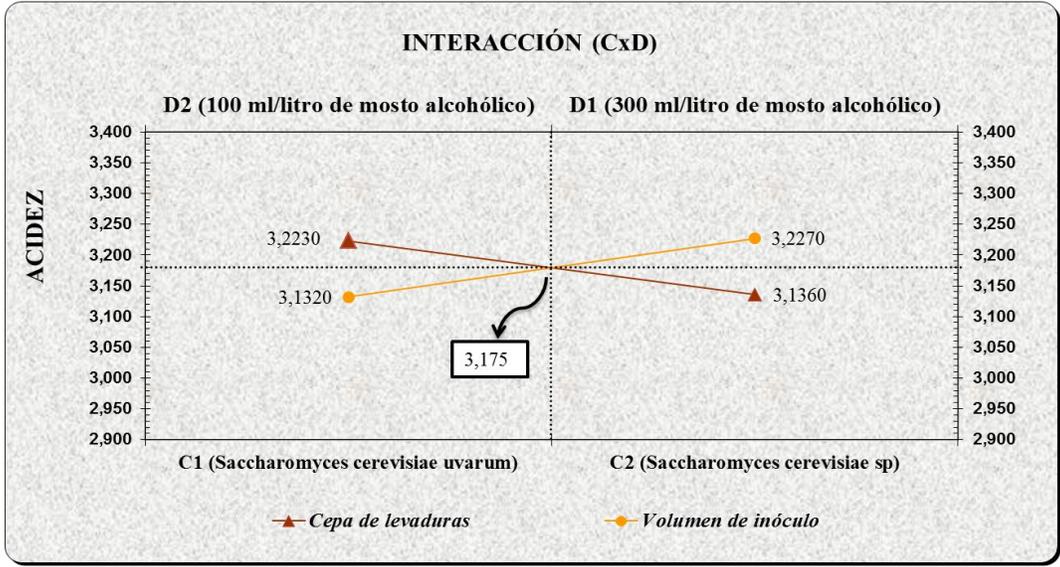
óptimo de 3,175 de acidez manifestando que se evitaría cambios excesivos en el producto terminado, si el proceso se realiza con valores de acidez inicial mayores al punto de la intersección.



**Gráfico 9.** Interacción de los factores A (Condición de la materia prima) y D (Volumen de inóculo (mosto que contiene la bacteria *Acetobacter aceti*)) en la variable acidez a los 8 días.

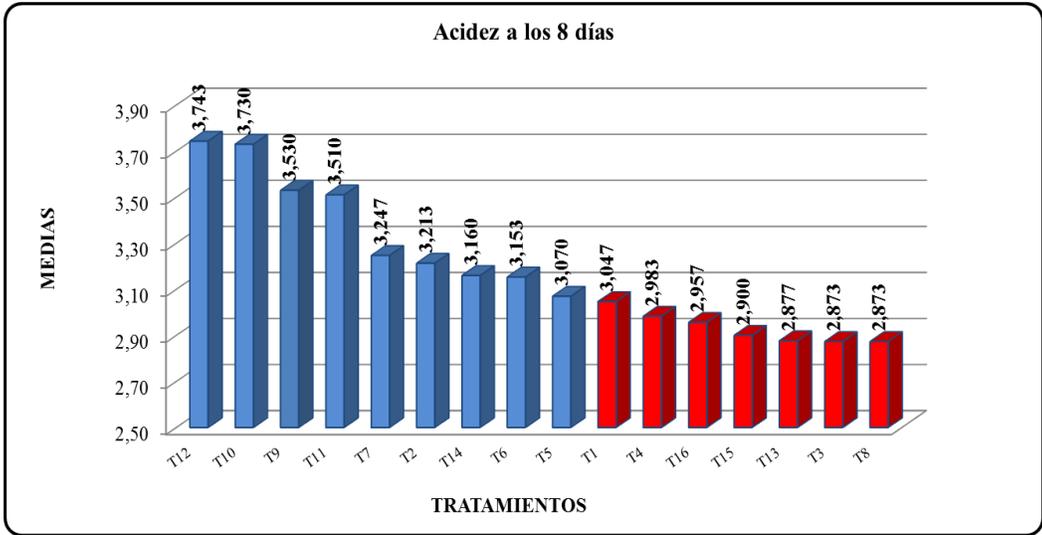
Al graficar la interacción, nos damos cuenta que con A2 (pulpa de chirimoya) y D2 (100 ml/litro de mosto alcohólico) se obtendrá un mejor vinagre.

Las mejores características finales del vinagre. Con un punto óptimo de 3,175 de acidez manifestando que se evitaría cambios excesivos en el producto terminado, si el proceso se realiza con valores de acidez inicial mayores al punto de la intersección.



**Gráfico 10.** Interacción de los factores C (Cepa de levadura) y D (Volumen de inóculo (Mosto que contiene la bacteria Acetobacter aceti)) en la variable acidez a los 8 días.

Al realizar la interacción para la variable acidez a los 8 días, nos damos cuenta que con C1 (*Saccharomyces cerevisiae uvarum*) y D2 (100 ml/litro de mosto alcohólico) se obtendrá una mejor acidez, tienden a mantenerse, con un punto óptimo de 3,175 de acidez manifestando que se evitaría cambios excesivos en el producto terminado, si el proceso se realiza con valores de acidez a los 8 días mayores al punto de la intersección.



**Gráfico 11.** Comportamiento de las medias de la variable acidez a los 8 días

Al graficar las medias, se considera que para esta variable el T8, T3, T13, T15, T16, T4 y T1 fueron los mejores tratamientos. Es decir que estos valores de acidez son los más adecuados para la elaboración de vinagre.

#### 4.3.5 Determinación de grado alcohólico a los 18 días.

Los datos que se utilizó para los cálculos se encuentran en el anexo1.

**Tabla 42.** Análisis de la varianza para el grado alcohólico a los 18 días para el vinagre.

F.V.	G.L.	S.C	C.M	F. Cal.	F.T 1%	F. 5%
<b>Total</b>	47	0,899				
<b>Tratamientos</b>	15	0,748	0,050	10,524 **	2,620	1,970
<b>FA (Condición materia prima)</b>	1	0,514	0,514	108,440 **	7,500	4,150
<b>FB (Grado de madurez)</b>	1	0,088	0,088	18,577 **	7,500	4,150
<b>FC (Cepa de levaduras)</b>	1	0,000	0,000	0,025 <sup>NS</sup>	7,500	4,150
<b>FD (Volumen de inóculo)</b>	1	0,024	0,024	4,989 *	7,500	4,150
<b>I (AxB)</b>	1	0,041	0,041	8,561 **	7,500	4,150
<b>I (AxC)</b>	1	0,015	0,015	3,216 <sup>NS</sup>	7,500	4,150
<b>I (AxD)</b>	1	0,002	0,002	0,357 <sup>NS</sup>	7,500	4,150
<b>I (BxC)</b>	1	0,028	0,028	5,868 *	7,500	4,150
<b>I (BxD)</b>	1	0,003	0,003	0,619 <sup>NS</sup>	7,500	4,150
<b>I (CxD)</b>	1	0,004	0,004	0,832 <sup>NS</sup>	7,500	4,150
<b>I (AxBxC)</b>	1	0,000	0,000	0,025 <sup>NS</sup>	7,500	4,150
<b>I (AxBxD)</b>	1	0,005	0,005	0,951 <sup>NS</sup>	7,500	4,150
<b>I (AxCxD)</b>	1	0,006	0,006	1,355 <sup>NS</sup>	7,500	4,150
<b>I (BxCxD)</b>	1	0,019	0,019	3,928 <sup>NS</sup>	7,500	4,150
<b>I (AxBxCxD)</b>	1	0,001	0,001	0,120 <sup>NS</sup>	7,500	4,150
<b>ERROR EXP.</b>	32	0,152	0,005			

CV= 2,651%

NS: No significativo

\* : Significativo

\*\* : Altamente significativo

Al analizar la varianza, se observa que existió alta significación estadística para tratamientos, el factor A (Condición de la materia prima), el factor B (Grado de madurez) y la interacción AxB (Condición de la materia prima – Grado de madurez).

Y existió significación estadística para el factor D (Volumen de inóculo(*Acetobacter aceti*)) y la interacción BxC (Grado de madurez – Cepa de levaduras).

Al existir diferencia significativa se procedió a realizar las pruebas de Tukey para tratamientos y DMS para el factor A, B y D y las interacciones AxB y BxC, se realizaron gráficas.

**Tabla 43.** Prueba de Tukey para tratamientos.

TRATAMIENTOS		MEDIAS	RANGOS
T12	<b>A1B2C2D2</b>	2,835	a
T9	<b>A1B1C2D1</b>	2,795	a
T10	<b>A1B1C2D2</b>	2,760	a
T16	<b>A2B2C2D2</b>	2,700	a
T11	<b>A1B2C2D1</b>	2,695	a
T15	<b>A2B2C2D1</b>	2,645	b
T14	<b>A2B1C2D2</b>	2,615	b
T2	<b>A1B1C1D2</b>	2,565	b
T13	<b>A2B1C2D1</b>	2,550	b
T1	<b>A1B1C1D1</b>	2,525	b
T4	<b>A1B2C1D2</b>	2,515	b
T7	<b>A2B2C1D1</b>	2,505	b
T6	<b>A2B1C1D2</b>	2,490	b
T8	<b>A2B2C1D2</b>	2,465	c
T5	<b>A2B1C1D1</b>	2,455	c
T3	<b>A1B2C1D1</b>	2,420	c

Al realizar la prueba de tukey se observó que los tratamientos: T3. (chirimoya integral, sobre-maduras, *Saccharomyces cerevisiae uvarum*, 300 ml/litro de mosto alcohólico), T5 (pulpa de chirimoya, maduras, *Saccharomyces cerevisiae uvarum*, 300 ml/litro de mosto),

T8 (pulpa de chirimoya, sobre-maduras, *Saccharomyces cerevisiae uvarum*, 100 ml/litro de mosto alcohólico), se encuentran dentro de un mismo rango (c), es decir que su comportamiento estadístico es igual siendo los mejores tratamientos, siendo este un valor de grado alcohólico a los 18 días conveniente para el vinagre.

**Tabla 44.** Prueba DMS para el factor A (Condición de la materia prima).

<b>FACTORES</b>	<b>MEDIAS</b>	<b>RANGOS</b>
<b>A2</b>	2,699	<b>a</b>
<b>A1</b>	2,493	<b>b</b>

Al realizar DMS para el factor A (Condición de la materia prima) se observa que el nivel A1 (pulpa de chirimoya), A2 (chirimoya integral), poseen rangos diferentes, donde el grado alcohólico a los 18 días el valor más bajo es el mejor.

**Tabla 45.** Prueba DMS para el factor B (Grado de madurez).

<b>FACTORES</b>	<b>MEDIAS</b>	<b>RANGOS</b>
<b>B1</b>	2,639	<b>a</b>
<b>B2</b>	2,553	<b>b</b>

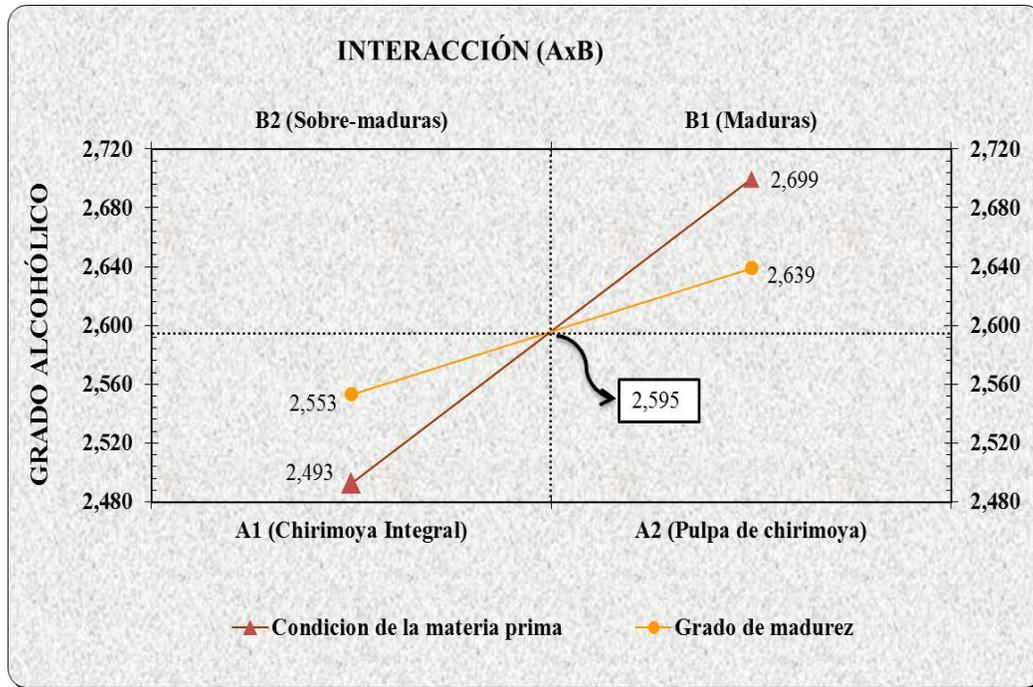
Al realizar DMS para el factor B (Grado de madurez) se observa que el nivel B2 (sobre-maduras), B1 (maduras), poseen rangos diferentes, esto se debe a que el grado de alcohólico a los 18 días varían de acuerdo al grado de madurez donde como mejor valor es el más bajo.

**Tabla 46.** Prueba DMS para el factor D (Volumen de inóculo (*Acetobacter aceti*)).

<b>FACTORES</b>	<b>MEDIAS</b>	<b>RANGOS</b>
<b>D2</b>	2,618	<b>a</b>
<b>D1</b>	2,574	<b>b</b>

Al realizar DMS para el factor D (Volumen de inóculo (*Acetobacter aceti*)), se observa que el nivel D1 (300 ml/litro de mosto alcohólico), D2 (100 ml/litro de mosto alcohólico),

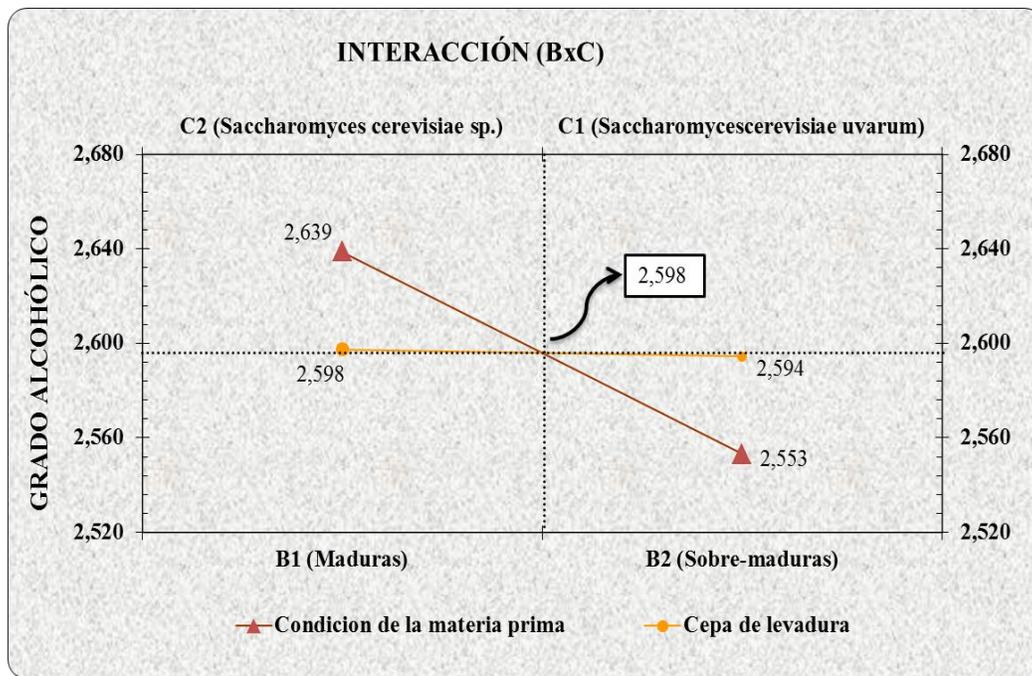
poseen rangos diferentes, esto se debe a que el grado de alcohólico a los 18 días es el valor más bajo siendo el mejor.



**Gráfico 12.** Interacción de los factores A (Condición de la materia prima) y B (Grado de madurez) en la variable grado alcohólico 18 días.

Al realizar la interacción AxB para el grado alcohólico a los 18 días, nos damos cuenta que con A1 (chirimoya integral) y B2 (sobre-maduras) se obtendrá un mejor grado alcohólico. Esto nos indicó que la condición de la materia prima y el grado de madurez influyen en las características del vinagre; es decir con una condición y grado de madurez adecuado, mejores serán las características finales del vinagre.

Se observa que en la chirimoya integral y la cepa *Saccharomyces cerevisiae* sp, tienden a mantenerse, con un punto óptimo de 2,595 de grado alcohólico a 18 días.

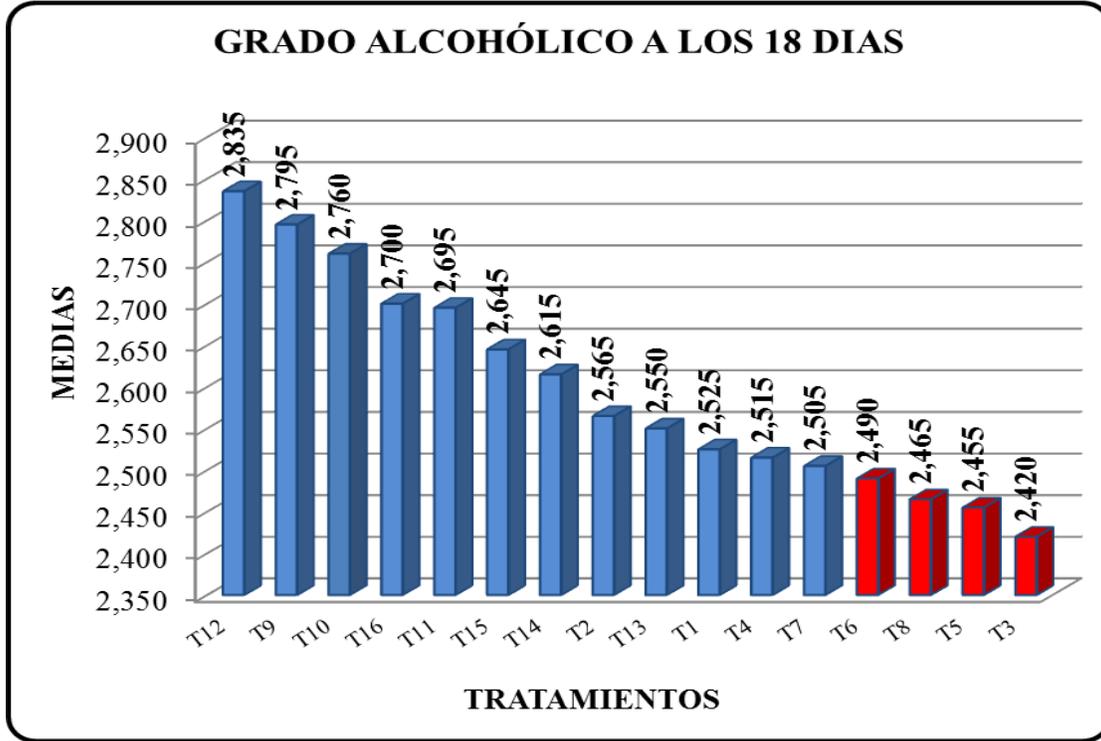


**Gráfico 13.** Interacción de los factores B (Grado de madurez) y C (Cepa de levadura) en la variable grado alcohólico a los 18 días.

Al realizar la interacción, nos damos cuenta que con B2 (sobre-maduras) y C1 (*Saccharomyces cerevisiae uvarum*) se obtendrá un mejor vinagre.

La interacción de los factores en estudio mostró que la condición de la materia prima y la cepa de levadura influyen en las características iniciales del vinagre; es decir con una condición de materia prima y una cepa adecuada, mejores serán las características finales del vinagre.

Se observa que en la chirimoya integral y *Saccharomyces cerevisiae uvarum*, tienden a mantenerse, con un punto óptimo de grado alcohólico de 2,598 cepas de levadura manifestando que se evitaría cambios excesivos en el producto terminado.



**Gráfico 14.** Comportamiento de las medias para el grado alcohólico 18 días.

Al graficar las medias, se puede apreciar considera que el grado alcohólico a los 18 días los mejores tratamientos fueron: T3, T5, T8.

Es decir que estos valores son los más adecuados para la elaboración de vinagre.

#### **4.3.6 Determinación de sólidos solubles(°Brix)a los 18 días.**

Los datos que se utilizó para los cálculos se encuentran en el anexo1.

**Tabla 47.** Análisis de la varianza para el contenido de sólidos solubles a los 18 días.

F.V.	G.L.	S.C	C.M	F. Cal.	F. 1%	F.T 5%
<b>Total</b>	47	6,930				
<b>Tratamientos</b>	15	5,823	0,388	11,225 **	2,664	1,992
<b>FA (Condición materia prima)</b>	1	0,422	0,422	12,199 **	7,510	4,152
<b>FB (Grado de madurez)</b>	1	0,200	0,200	5,789 *	7,510	4,152
<b>FC (Cepa de levaduras)</b>	1	0,152	0,152	4,392 *	7,510	4,152
<b>FD (Volumen de inóculo)</b>	1	0,175	0,175	5,066 *	7,510	4,152
<b>I (AxB)</b>	1	1,435	1,435	41,500 **	7,510	4,152
<b>I (AxC)</b>	1	0,227	0,227	6,560 *	7,510	4,152
<b>I (AxD)</b>	1	0,047	0,047	1,355 <sup>NS</sup>	7,510	4,152
<b>I (BxC)</b>	1	2,125	2,125	61,452 **	7,510	4,152
<b>I (BxD)</b>	1	0,017	0,017	0,488 <sup>NS</sup>	7,510	4,152
<b>I (CxD)</b>	1	0,060	0,060	1,741 <sup>NS</sup>	7,510	4,152
<b>I (AxBxC)</b>	1	0,017	0,017	0,492 <sup>NS</sup>	7,510	4,152
<b>I (AxBxD)</b>	1	0,725	0,725	20,964 **	7,510	4,152
<b>I (AxCxD)</b>	1	0,075	0,075	2,169 <sup>NS</sup>	7,510	4,152
<b>I (BxCxD)</b>	1	0,035	0,035	1,012 <sup>NS</sup>	7,510	4,152
<b>I (AxBxCxD)</b>	1	0,110	0,110	3,181 <sup>NS</sup>	7,510	4,152
<b>ERROR EXP.</b>	32	1,107	0,035			

CV= 4,012%

NS: No significativo

\*: Significativo

\*\*: Altamente significativo

En el análisis de varianza, se observa que existe alta significación estadística para tratamientos, el factor A (Condición de la materia prima), la interacción AxB (Condición de la materia prima – Grado de madurez), BxC (Grado de madurez – Cepa de levaduras), la interacción AxBxD (Condición de la materia prima – Grado de madurez - Volumen de inóculo (*Acetobacter aceti*)), también existe significación estadística para el factor B (Grado de madurez), el factor C (Cepa de levadura), el factor D (Volumen de inóculo

(*Acetobacter aceti*)), AxC (Condición de la materia prima – Cepa de levadura). Por lo que se considera la acidez inicial influye en la elaboración del vinagre.

Al existir diferencia significativa se procedió a realizar las pruebas de Tukey para tratamientos y DMS para los factores A, B, C y D las interacciones AxB, AxC y BxC, se realizaron gráficas.

**Tabla 48.** Prueba de Tukey para tratamientos.

TRATAMIENTOS		MEDIAS	RANGOS
T6	<b>A2B1C1D2</b>	5,3000	a
T12	<b>A1B2C2D2</b>	5,1000	a
T5	<b>A2B1C1D1</b>	5,0667	a
T14	<b>A2B1C2D2</b>	4,9000	a
T15	<b>A2B2C2D1</b>	4,8333	a
T1	<b>A1B1C1D1</b>	4,8000	a
T2	<b>A1B1C1D2</b>	4,7000	b
T4	<b>A1B2C1D2</b>	4,6667	b
T16	<b>A2B2C2D2</b>	4,6333	b
T13	<b>A2B1C2D1</b>	4,6000	b
T3	<b>A1B2C1D1</b>	4,5000	b
T11	<b>A1B2C2D1</b>	4,3333	c
T7	<b>A2B2C1D1</b>	4,3000	c
T8	<b>A2B2C1D2</b>	4,2000	c
T9	<b>A1B1C2D1</b>	4,1667	c
T10	<b>A1B1C2D2</b>	4,0667	c

Según muestra Tukey observa que los tratamientos: T10 (chirimoya integral – maduras – *Saccharomyces cerevisiae sp* – 100 ml / litro de mosto alcohólico), T9 (chirimoya integral – maduras – *Saccharomyces cerevisiae sp* – 300 ml/litro de mosto alcohólico), T8 (pulpa de chirimoya –sobre-maduras – *Saccharomyces cerevisiae uvarum* – 100 ml / litro de mosto alcohólico), T7 (pulpa de chirimoya – sobre-maduras – *Saccharomyces cerevisiae uvarum* – 300 ml / litro de mosto alcohólico), T11 ( chirimoya integral – sobre-maduras - *Saccharomyces cerevisiae sp* – 300 ml / litro de mosto alcohólico), se encuentran dentro de

un mismo rango (c), es decir que su comportamiento estadístico es igual siendo los mejores tratamientos ya que poseen una media que varía de 4,3333 a 4,0667 respectivamente, siendo estos valores de sólidos solubles los adecuados a los 18 días conveniente para el vinagre.

**Tabla 49.** Prueba DMS para el factor A (Condición de la materia prima).

NIVEL	MEDIAS	RANGO
A2	4,7292	a
A1	4,5417	b

Al realizar DMS para el factor A (Condición de la materia prima), se observa que el nivel A1 (chirimoya integral), A2 (pulpa de chirimoya), poseen rangos diferentes, esto se debe a que el contenido de sólidos solubles a los 18 días varía de acuerdo a la condición de la fruta.

**Tabla 50.** Prueba DMS para el factor B (Grado de madurez).

NIVEL	MEDIAS	RANGO
B2	2,7417	a
B1	2,6871	b

Al realizar DMS para el factor B (Grado de madurez), se observa que el nivel B1 (maduras), B2 (sobre-maduras), poseen rangos diferentes, esto se debe a que el contenido de sólidos solubles 18 días varían de acuerdo al grado de madurez.

**Tabla 51.** Prueba DMS para el factor C (Cepa de levadura).

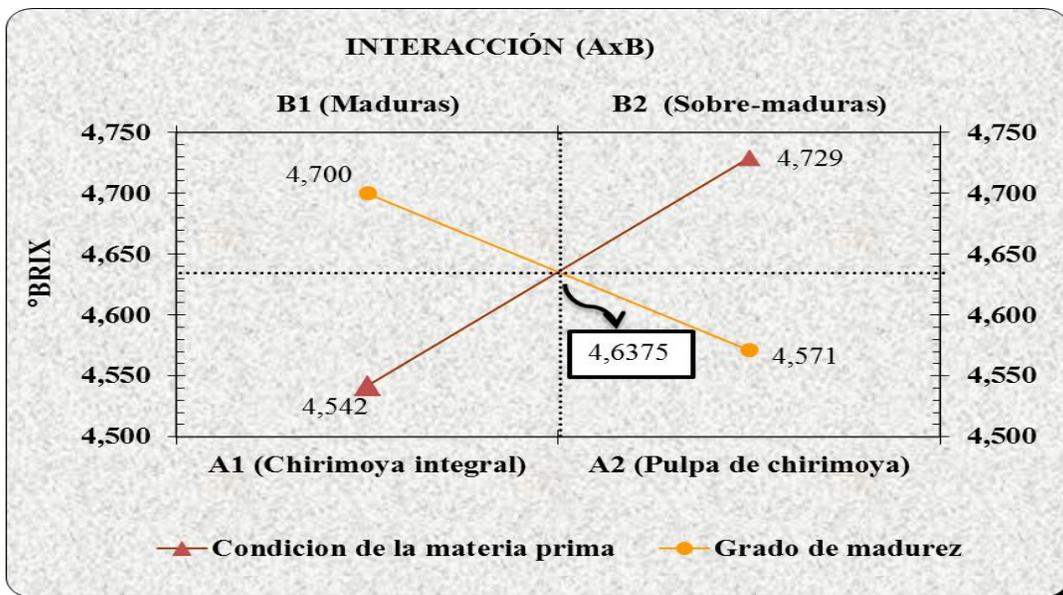
NIVEL	MEDIAS	RANGO
C1	4,6917	a
C2	4,5792	b

Al realizar DMS para el factor C (Cepa de levadura), se observa que el nivel C2 (*Saccharomyces cerevisiae* sp), C1 (*Saccharomyces cerevisiae uvarum*), poseen rangos diferentes, esto se debe a que el contenido de sólidos solubles a los 18 días varían de acuerdo a la cepa de levadura utilizada.

**Tabla 52.** Prueba DMS para el factor D (Volumen de inóculo (*Acetobacter aceti*)).

NIVEL	MEDIAS	RANGO
D1	4,6958	a
D2	4,5750	b

Al realizar DMS para el factor D (Volumen de inóculo (*Acetobacter aceti*)), se observa que el nivel D2 (100 ml / litro de mosto alcohólico), D1 (300 ml / litro de mosto alcohólico), poseen rangos diferentes, esto se debe a que el contenido de sólidos solubles a los 18 días varían de acuerdo al volumen de inóculo (*Acetobacter aceti*).

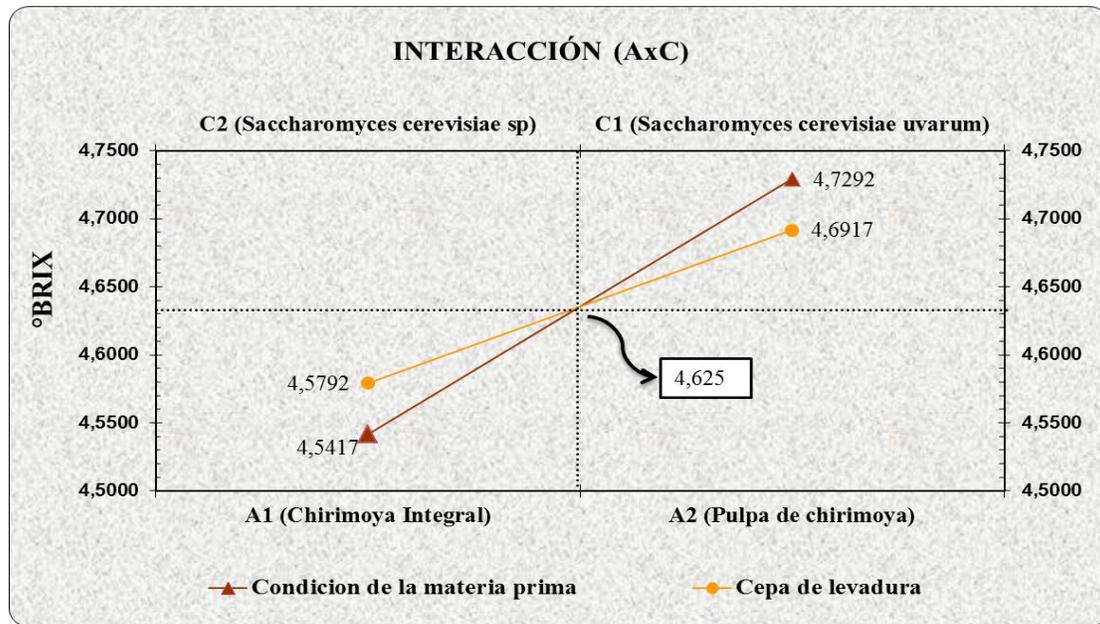


**Gráfico 15.** Interacción de los factores A (Condición de la materia prima) y B (Grado de madurez) en la cantidad de sólidos solubles (°Brix) a los 18 días.

Al realizar la interacción, nos damos cuenta que con A1 (chirimoya integral) y B1 (maduras) se obtendrá un mejor vinagre.

La interacción de los factores en estudio revela que la condición de la materia prima y el grado de madurez influyen en las características del vinagre; es decir con una condición de materia prima y un grado de madurez adecuado, mejor serán las características finales del vinagre.

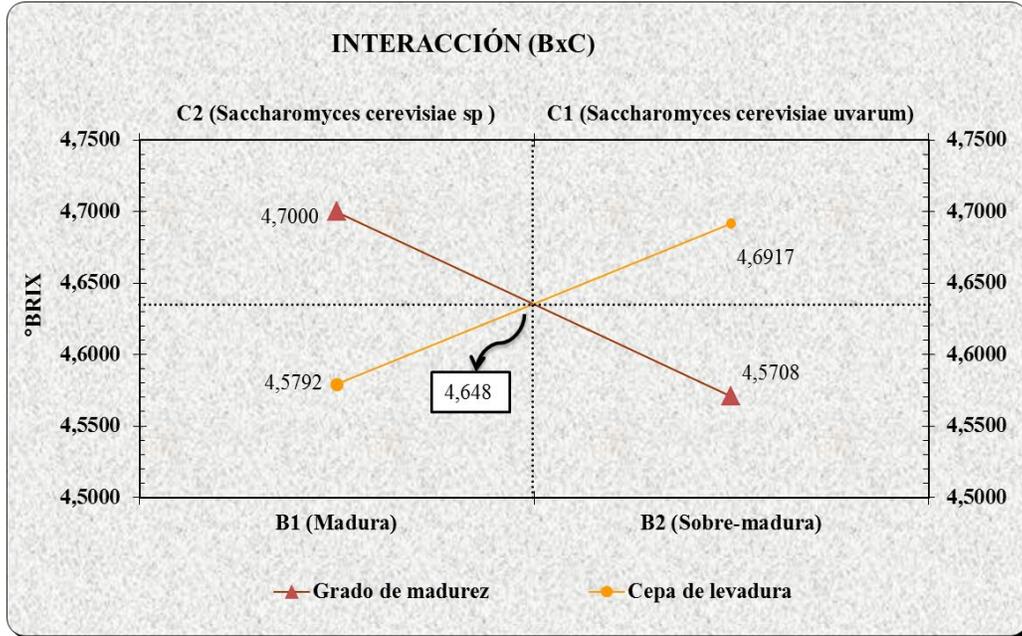
Se observa que en la chirimoya integral y el grado de madurez madura, tienden a mantenerse, con un punto óptimo de 4,6375 °Brix a 18 días manifestando que se evitaría cambios excesivos en el producto terminado, si el proceso se realiza con valores mayores al punto de la intersección.



**Gráfico 16.** Interacción de los factores A (Condición de la materia prima) y C (Cepa de levadura) en el contenido de sólidos solubles (°Brix) a los 18 días.

Al realizar la interacción, nos damos cuenta que con A1 (chirimoya integral) y C2 (*Saccharomyces cerevisiae* sp) se obtuvo un mejor grado °Brix.

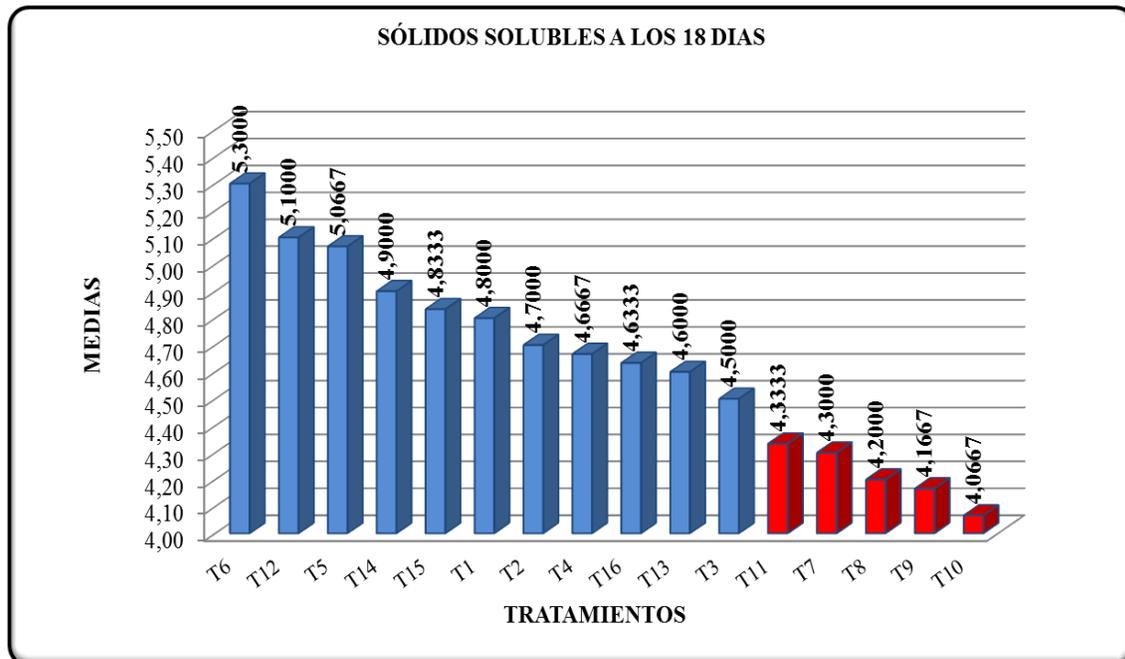
Se observa que en la chirimoya integral y la cepa de levadura *Saccharomyces cerevisiae* sp, tienden a mantenerse, con un punto óptimo de 4,625 °Brix a 18 días manifestando que se evitaría cambios excesivos en el producto terminado.



**Gráfico 17.** Interacción de los factores B (Grado de madurez) y C (Cepa de levadura) en la variable de sólidos solubles (°Brix) a los 18 días.

Al graficar la interacción, nos damos cuenta que con B1 (maduras) y C2 (*Saccharomyces cerevisiae* sp) se obtendrá un mejor vinagre.

Se observa que la *Saccharomyces cerevisiae* sp y el grado de madurez maduras, tienden a mantenerse, con un punto óptimo de 4,6480 °Brix de sólidos solubles a los 18 días de elaboración manifestando que se evitaría cambios excesivos en el producto terminado, si el proceso se realiza con valores de °Brix mayores al punto de la intersección.



**Gráfico 18.** Comportamiento de las medias de la variable de sólidos solubles (°Brix) a los 18 días.

Al graficar las medias, se considera que la cantidad de sólidos solubles a los 18 días: T10, T9, T8, T7, T11 son los mejores tratamientos.

Es decir que estos valores de sólidos solubles a los 18 días son los más adecuados para la elaboración de vinagre.

#### **4.3.7 Determinación del pH a los 18 días.**

Los datos que se utilizó para los cálculos se encuentran en el anexo 1.

**Tabla 53.** Análisis de la varianza para pH a los 18 días

F.V.	G.L.	S.C	C.M	F. Cal.	F.T 1%	F. 5%
<b>Total</b>	47	0,899				
<b>Tratamientos</b>	15	0,748	0,050	10,524 **	2,620	1,970
<b>FA (Condición materia prima)</b>	1	0,514	0,514	108,440 **	7,500	4,150
<b>FB (Grado de madurez)</b>	1	0,137	0,137	28,942 **	7,500	4,150
<b>FC (Cepa de levaduras)</b>	1	0,000	0,000	0,025 <sup>NS</sup>	7,500	4,150
<b>FD (Volumen de inóculo)</b>	1	0,024	0,024	4,989 *	7,500	4,150
<b>I (AxB)</b>	1	0,016	0,016	3,445 <sup>NS</sup>	7,500	4,150
<b>I (AxC)</b>	1	0,015	0,015	3,216 <sup>NS</sup>	7,500	4,150
<b>I (AxD)</b>	1	0,002	0,002	0,357 <sup>NS</sup>	7,500	4,150
<b>I (BxC)</b>	1	0,009	0,009	1,830 <sup>NS</sup>	7,500	4,150
<b>I (BxD)</b>	1	0,000	0,000	0,080 <sup>NS</sup>	7,500	4,150
<b>I (CxD)</b>	1	0,004	0,004	0,832 <sup>NS</sup>	7,500	4,150
<b>I (AxBxC)</b>	1	0,007	0,007	1,505 <sup>NS</sup>	7,500	4,150
<b>I (AxBxD)</b>	1	0,000	0,000	0,009 <sup>NS</sup>	7,500	4,150
<b>I (AxCxD)</b>	1	0,006	0,006	1,355 <sup>NS</sup>	7,500	4,150
<b>I (BxCxD)</b>	1	0,004	0,004	0,832 <sup>NS</sup>	7,500	4,150
<b>I (AxBxCxD)</b>	1	0,009	0,009	2,004 <sup>NS</sup>	7,500	4,150
<b>ERROR EXP.</b>	32	0,152	0,005			

CV= 2,651%

NS: No significativo

\* : Significativo

\*\* : Altamente significativo

Al analizar la varianza, se observó que existe alta significación estadística para tratamientos, el factor A (Condición de la materia prima), el factor B (Grado de madurez), y significativo para el factor D (Volumen de inóculo (*Acetobacter aceti*)).

Al existir diferencia significativa se procedió a realizar las pruebas de Tukey para tratamientos y DMS para factores A, B y D.

**Tabla 54.** Prueba de Tukey para tratamientos.

TRATAMIENTOS		MEDIAS	RANGOS
T12	A1B2C2D2	2,835	a
T9	A1B1C2D1	2,795	a
T10	A1B1C2D2	2,760	a
T16	A2B2C2D2	2,700	a
T11	A1B2C2D1	2,695	a
T15	A2B2C2D1	2,645	b
T14	A2B1C2D2	2,615	b
T2	A1B1C1D2	2,565	b
T13	A2B1C2D1	2,550	b
T1	A1B1C1D1	2,525	b
T4	A1B2C1D2	2,515	b
T3	A1B2C1D1	2,505	b
T6	A2B1C1D2	2,490	b
T8	A2B2C1D2	2,465	c
T5	A2B1C1D1	2,455	c
T7	A2B2C1D1	2,420	c

Al realizar la prueba de tukey; se observa que los tratamientos: T7 (pulpa de chirimoya – maduras – *Saccharomyces cerevisiae sp* – 300 ml/litro de mosto alcohólico), T5 (pulpa de chirimoya – maduras – *Saccharomyces cerevisiae uvarum* - 300 ml/litro de mosto alcohólico), T8 (pulpa de chirimoya, sobre-maduras, *Saccharomyces cerevisiae sp*, - 100 ml/ litro de mosto alcohólico) se encuentran dentro de un mismo rango (d), siendo los mejores tratamientos de pH a los 18 días conveniente durante la elaboración del vinagre.

**Tabla 55.** Prueba DMS para el factor A (Condición de la materia prima).

NIVEL	MEDIAS	RANGOS
A1	2,699	a
A2	2,493	b

Al realizar DMS para el factor A (Condición de la materia prima), se observa que el nivel A2 (pulpa de chirimoya), A1 (chirimoya integral), poseen rangos diferentes, siendo el

mejor el nivel A2, esto se debe a que el pH 18 días varía de acuerdo a la condición de la materia prima.

**Tabla 56.** Prueba DMS para el factor B (Grado de madurez).

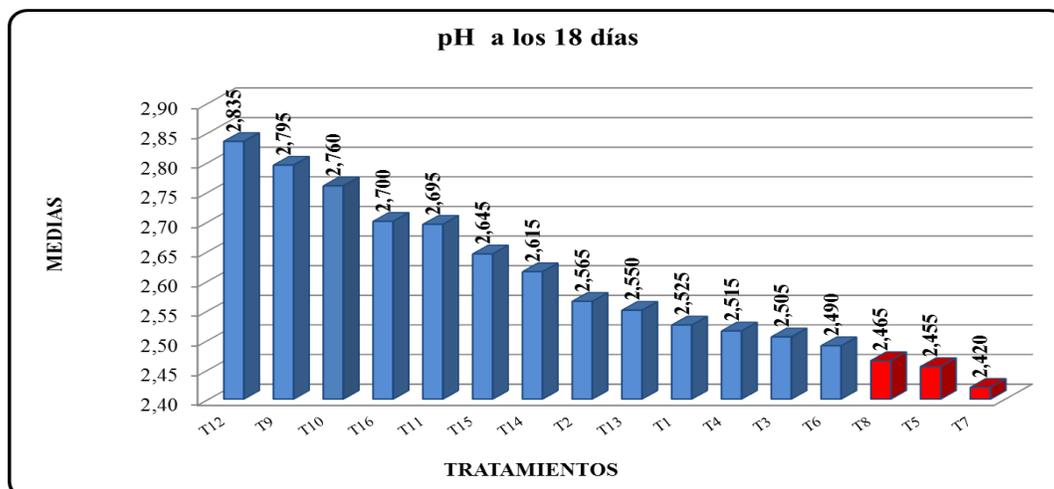
NIVEL	MEDIAS	RANGO
<b>B1</b>	2,6279	a
<b>B2</b>	2,5813	<b>b</b>

Al realizar DMS para el factor B (Grado de madurez), se observa que el nivel B2 (sobremadura), B1 (madura), poseen rangos diferentes, esto se debe a que el pH a 18 días varían de acuerdo a la cepa de levadura adicionada.

**Tabla 57.** Prueba DMS para el factor D (Volumen de inóculo (*Acetobacter aceti*)).

NIVEL	MEDIAS	RANGOS
<b>D2</b>	2,618	a
<b>D1</b>	2,574	<b>b</b>

Al realizar DMS para el factor D (Volumen de inóculo(*Acetobacter aceti*)), se observa que el nivel D1 (300 ml/litro de mosto alcohólico), D2 (100 ml/litro de mosto alcohólico), poseen rangos diferentes, esto se debe a que el pH a 18 días varían de acuerdo al volumen de inóculo.



**Gráfico 19.** Comportamiento de las medias para el contenido de pH a los 18 días.

Al graficar las medias de los tratamientos, se considera que para el pH a los 18 días el: T7, T5, T8, son los mejores tratamientos. Es decir que el pH a los 18 días son los más adecuados para la elaboración de vinagre.

#### 4.3.8 Determinación de la acidez a los 18 días.

Los datos que se utilizó para los cálculos se encuentran en el anexo1.

**Tabla 58.** Análisis de la varianza para la acidez a los 18 días.

F.V.	G.L.	S.C	C.M	F. Cal.	F. 1%	F.T 5%
<b>Total</b>	47	4,014				
<b>Tratamientos</b>	15	3,071	0,205	6,941 **	2,664	1,992
<b>FA (Condición materia prima)</b>	1	1,806	1,806	61,225 **	7,510	4,152
<b>FB (Grado de madurez)</b>	1	0,596	0,596	20,218 **	7,510	4,152
<b>FC (Cepa de levaduras)</b>	1	0,009	0,009	0,298 <sup>NS</sup>	7,510	4,152
<b>FD (Volumen de inóculo)</b>	1	0,146	0,146	4,960 *	7,510	4,152
<b>I (AxB)</b>	1	0,012	0,012	0,397 <sup>NS</sup>	7,510	4,152
<b>I (AxC)</b>	1	0,005	0,005	0,184 <sup>NS</sup>	7,510	4,152
<b>I (AxD)</b>	1	0,001	0,001	0,016 <sup>NS</sup>	7,510	4,152
<b>I (BxC)</b>	1	0,076	0,076	2,577 <sup>NS</sup>	7,510	4,152
<b>I (BxD)</b>	1	0,248	0,248	8,408 **	7,510	4,152
<b>I (CxD)</b>	1	0,031	0,031	1,034 <sup>NS</sup>	7,510	4,152
<b>I (AxBxC)</b>	1	0,051	0,051	1,729 <sup>NS</sup>	7,510	4,152
<b>I (AxBxD)</b>	1	0,002	0,002	0,068 <sup>NS</sup>	7,510	4,152
<b>I (AxCxD)</b>	1	0,001	0,001	0,034 <sup>NS</sup>	7,510	4,152
<b>I (BxCxD)</b>	1	0,084	0,084	2,848 <sup>NS</sup>	7,510	4,152
<b>I (AxBxCxD)</b>	1	0,002	0,002	0,068 <sup>NS</sup>	7,510	4,152
<b>ERROR EXP.</b>	32	0,944	0,030			

CV= 3,219%

NS: No significativo

\*: Significativo

\*\* : Altamente significativo

Al analizar la varianza, se observa que existe alta significación estadística para tratamientos, el factor A (Condición de la materia prima), el factor B (Grado de madurez), el factor D (Volumen de inóculo:vinagre iniciador(*Acetobacter aceti*))y la interacción BxD (Grado de madurez – Volumen de inóculo:vinagre iniciador(*Acetobacter aceti*)). Por lo que se considera la acidez influye en la elaboración del vinagre. Al existir diferencia significativa se procedió a realizar las pruebas de Tukey para tratamientos y DMS para los factores A, B y D y la interacción BxD, se realizó gráfica.

**Tabla 59.** Prueba de Tukey para tratamientos

	<b>TRATAMIENTOS</b>	<b>MEDIAS</b>	<b>RANGOS</b>
T5	<b>A2B1C1D1</b>	4,5633	<b>a</b>
T16	<b>A2B2C2D2</b>	4,5200	<b>a</b>
T1	<b>A1B1C1D1</b>	4,5100	<b>a</b>
T2	<b>A1B1C1D2</b>	4,4750	<b>a</b>
T15	<b>A2B2C2D1</b>	4,4700	<b>a</b>
T7	<b>A2B2C1D1</b>	4,4500	<b>a</b>
T8	<b>A2B2C1D2</b>	4,4433	<b>a</b>
T14	<b>A2B1C2D2</b>	4,4133	<b>a</b>
T13	<b>A2B1C2D1</b>	4,4000	<b>a</b>
T6	<b>A2B1C1D2</b>	4,3467	<b>a</b>
T9	<b>A1B1C2D1</b>	4,3367	<b>a</b>
T12	<b>A1B2C2D2</b>	4,2667	<b>a</b>
T4	<b>A1B2C1D2</b>	4,2567	<b>a</b>
T11	<b>A1B2C2D1</b>	4,2500	b
T3	<b>A1B2C1D1</b>	4,2333	b
T10	<b>A1B1C2D2</b>	4,1333	b

Al realizar la prueba de Tukey; se observa que los tratamientos: T5 (pulpa de chirimoya – maduras – *Saccharomyces cerevisiae uvarum* –300 ml/litro de mosto alcohólico), T16 (pulpa de chirimoya, sobre-maduras, *Saccharomyces cerevisiae sp*, 100 ml/ litro de mosto alcohólico), T1 (chirimoya integral, maduras, *Saccharomyces cerevisiae uvarum*, 300 ml/ litro de mosto alcohólico), T2 (chirimoya integral, sobre-maduras, *Saccharomyces cerevisiae uvarum*, 100 ml/ litro de mosto alcohólico), T15 (pulpa de chirimoya – sobre-

maduras – *Saccharomyces cerevisiae sp.* – 300 ml/litro de mosto alcohólico), T7 (pulpa de chirimoya, maduras, *Saccharomyces cerevisiae sp.*, 300 ml / litro de mosto alcohólico), T8 (pulpa de chirimoya, sobre-maduras, *Saccharomyces cerevisiae sp.*, 100 ml/ litro de mosto alcohólico), T14 (pulpa de chirimoya, sobre-maduras, *Saccharomyces cerevisiae uvarum*, 100 ml/ litro de mosto alcohólico), T13 (pulpa de chirimoya, maduras, *Saccharomyces cerevisiae uvarum*, 300 ml / litro de mosto alcohólico), T6 (pulpa de chirimoya, sobre-maduras, *Saccharomyces cerevisiae uvarum*, 100 ml/ litro de mosto alcohólico), T9 (chirimoya integral, maduras, *Saccharomyces cerevisiae uvarum*, 300 ml / litro de mosto alcohólico), T12 (chirimoya integral, sobre-maduras, *Saccharomyces cerevisiae sp.*, 100 ml/ litro de mosto alcohólico), T4 (chirimoya integral, sobre-maduras, *Saccharomyces cerevisiae sp.*, 100 ml/ litro de mosto alcohólico) es decir que su comportamiento estadístico es igual siendo los mejores tratamientos ya que poseen una media que varía de 4,5633 a 4,2567 respectivamente, siendo este un valor de acidez a los 18 días conveniente para el vinagre.

**Tabla 60.** Prueba DMS para el factor A (Condición de la materia prima)

NIVEL	MEDIAS	RANGO
A2	4,4508	a
A1	4,3077	b

Al realizar DMS para el factor A (Condición de la materia prima), se observa que el nivel A2 (pulpa de chirimoya), A1 (chirimoya integral), poseen rangos diferentes, esto se debe a que la acidez a los 18 días varía de acuerdo a la condición de la materia prima.

**Tabla 61.** Prueba DMS para el factor B (Grado de madurez)

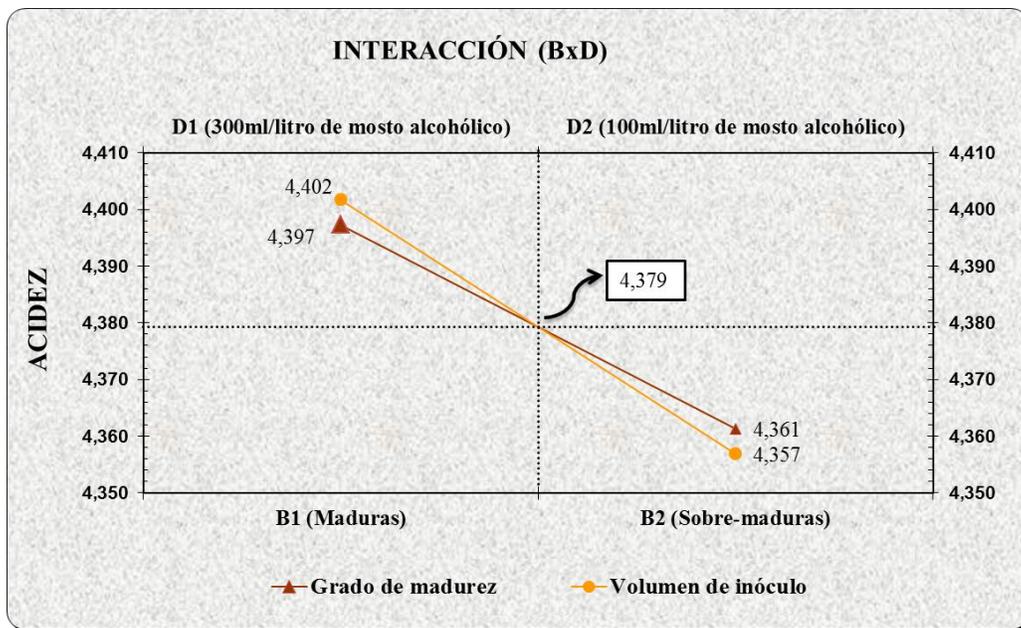
NIVEL	MEDIAS	RANGO
B1	4,3973	a
B2	4,3613	b

Al realizar DMS para el factor B (Grado de madurez.), se observa que el nivel B1 (maduras), B2 (sobre-maduras), poseen rangos diferentes, esto se debe a que la acidez a los 18 días varían de acuerdo al grado de madurez.

**Tabla 62.** Prueba DMS para el factor D (Volumen de inóculo (*Acetobacter aceti*))

NIVEL	MEDIAS	RANGO
D1	4,4017	a
D2	4,3569	b

Al realizar DMS para el factor D (Volumen de inóculo (*Acetobacter aceti*)), se observa que el nivel D1 (300 ml/ litro de mosto alcohólico), D2 (100 ml/ litro de mosto alcohólico), poseen rangos diferentes, esto se debe a que la acidez a los 18 días varían de acuerdo al (Volumen de inóculo(*Acetobacter aceti*)).

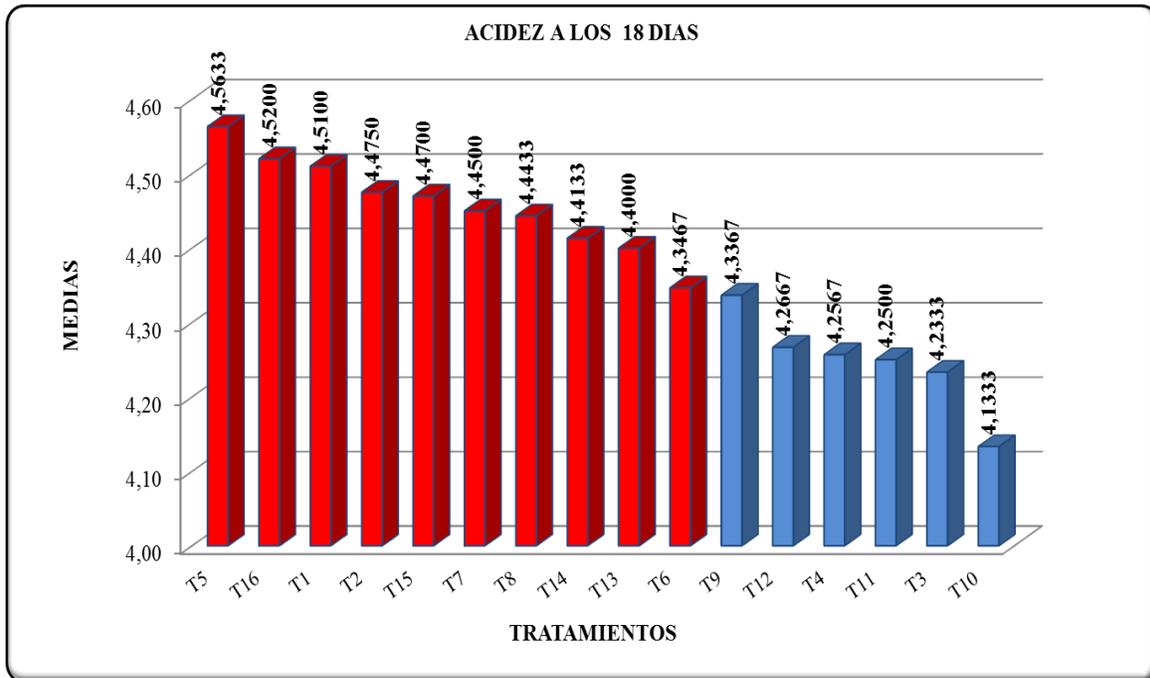


**Gráfico 20.** Interacción de los factores B (Grado de madurez), D (Volumen de inóculo: vinagre iniciador (*Acetobacter aceti*)) en la variable acidez a los 18 días.

Al realizar la interacción, nos damos cuenta que con B2 (sobre-madura) y D2 (100 ml/litro de mosto alcohólico) se obtuvo una mejor acidez.

La interacción de los factores nos indican que el grado de madurez y el volumen de inóculo:vinagre iniciador(bacteria *Acetobacter aceti*),influyen en las características iniciales del vinagre; es decir con un grado de sobre madura y un volumen de inóculo:vinagre iniciador(*Acetobacter aceti*))mejores serán las características finales del vinagre.Se observa

que el estado sobre maduro y el volumen de inóculo:vinagre iniciador(*Acetobacter aceti*), tienden a mantenerse, con un punto óptimo de 4,379 de acidez manifestando que se evitaría cambios excesivos en el producto terminado.



**Gráfico 21.** Comportamiento de las medias de la variable acidez a los 18 días.

Al graficar las medias, se considera que para la acidez a los 18 días el: T5, T16, T1, T2, T15, T7, T8, T14, T13, T6, T9, T12, T4 son los mejores tratamientos.

Es decir que estos valores de acidez a los 18 días son los más adecuados para la elaboración de vinagre.

#### 4.3.9 Determinación del grado alcohólico a los 28 días.

Los datos que se utilizó para los cálculos se encuentran en el anexo1.

**Tabla 63.** Análisis de la varianza para el grado alcohólico a los 28 días.

F.V.	G.L.	S.C	C.M	F. Cal.	F.T 1%	F. 5%
<b>Total</b>	47	0,793				
<b>Tratamientos</b>	15	0,714	0,048	19,349 **	2,620	1,970
<b>FA (Condición materia prima)</b>	1	0,052	0,052	21,000 **	7,500	4,150
<b>FB (Grado de madurez)</b>	1	0,009	0,009	3,857 NS	7,500	4,150
<b>FC (Cepa de levaduras)</b>	1	0,128	0,128	51,857 **	7,500	4,150
<b>FD (Volumen de inóculo)</b>	1	0,000	0,000	0,048 NS	7,500	4,150
<b>I (AxB)</b>	1	0,009	0,009	3,857 NS	7,500	4,150
<b>I (AxC)</b>	1	0,000	0,000	0,048 NS	7,500	4,150
<b>I (AxD)</b>	1	0,034	0,034	13,762 **	7,500	4,150
<b>I (BxC)</b>	1	0,128	0,128	51,857 **	7,500	4,150
<b>I (BxD)</b>	1	0,042	0,042	17,190 **	7,500	4,150
<b>I (CxD)</b>	1	0,001	0,001	0,429 NS	7,500	4,150
<b>I (AxBxC)</b>	1	0,160	0,160	65,190 **	7,500	4,150
<b>I (AxBxD)</b>	1	0,062	0,062	25,190 **	7,500	4,150
<b>I (AxCxD)</b>	1	0,006	0,006	2,333 NS	7,500	4,150
<b>I (BxCxD)</b>	1	0,009	0,009	3,857 NS	7,500	4,150
<b>I (AxBxCxD)</b>	1	0,073	0,073	29,762 **	7,500	4,150
<b>ERROR EXP.</b>	32	0,079	0,002			

CV= 4,055%

NS: No significativo

\*: Significativo

\*\*: Altamente significativo

Al analizar la varianza, se observó que existe alta significación estadística para tratamientos, el factor C (Cepa de levadura), el factor DVolumen de inóculo: vinagre iniciador (*Acetobacter aceti*), la interacción AxD (Condición de la materia prima – Volumen de inóculo:vinagre iniciador(*Acetobacter aceti*)), BxC (Grado de madurez – Volumen de inóculo:vinagre iniciador(*Acetobacter aceti*)), BxD (Grado de madurez – volumen de inóculo:vinagre iniciador(*Acetobacter aceti*)), la interacción AxBxC (Condición de la materia prima – Grado de madurez – Cepa de levaduras), AxCxD (Condición de la materia prima – Cepa de levadura- Volumen de inóculo:vinagre

iniciador(*Acetobacter aceti*))y AxBxCxD (Condición de la materia prima – Grado de madurez - Cepa de levaduras –Volumen de inóculo:vinagre iniciador(*Acetobacter aceti*)). Por lo que se considera que el grado alcohólico a los 28 días influye en la elaboración del vinagre. Al existir diferencia significativa se procedió a realizar las pruebas de Tukey para tratamientos y DMS para el factor C y D y las interacciones AxD, BxC y BxD, se realizaron gráficas.

**Tabla 64.** Prueba de Tukey para tratamientos.

TRATAMIENTOS	MEDIAS	RANGOS	
T5	A2B1C1D1	1,400	a
T9	A1B1C2D1	1,375	a
T2	A1B1C1D2	1,325	a
T4	A1B2C1D2	1,300	a
T13	A2B1C2D1	1,300	a
T14	A2B1C2D2	1,300	a
T3	A1B2C1D1	1,250	a
T6	A2B1C1D2	1,250	a
T10	A1B1C2D2	1,250	a
T15	A2B2C2D1	1,250	a
T12	A1B2C2D2	1,200	b
T11	A1B2C2D1	1,200	b
T16	A2B2C2D2	1,175	b
T1	A1B1C1D1	1,000	c
T7	A2B2C1D1	1,000	c
T8	A2B2C1D2	1,000	c

Según muestra Tukey para tratamientos; se observa que los tratamientos: T8 (pulpa de chirimoya – sobre-maduras – *Saccharomyces cerevisiae uvarum*–100 ml/ litro de mosto alcohólico), T7 (pulpa de chirimoya – sobre-maduras – *Saccharomyces cerevisiae uvarum* –300 ml / litro de mosto alcohólico), T1 (chirimoya integral – maduras – *Saccharomyces scerevisiae uvarum*, 300 ml/ litro de mosto alcohólico) se encuentran dentro de un mismo rango (c), es decir que su comportamiento estadístico es igual siendo los mejores

tratamientos, siendo este un valor de grado alcohólico a los 28 días conveniente para el vinagre.

**Tabla 65.** Prueba DMS para el factor A (Condición de la materia prima).

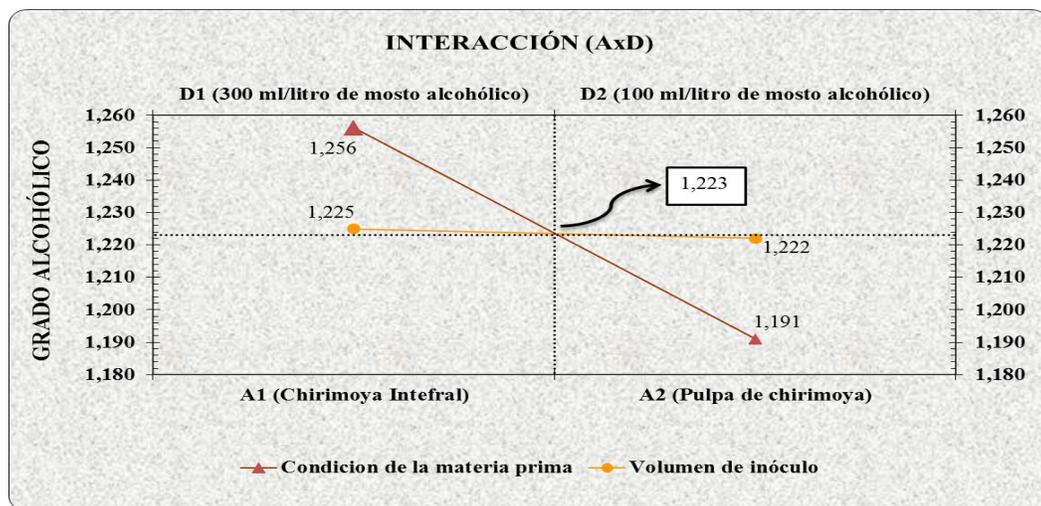
NIVEL	MEDIAS	RANGOS
<b>A1</b>	1,256	a
<b>A2</b>	1,191	<b>b</b>

Al realizar DMS para el factor A (Condición de la materia prima), se observa que el nivel A2 (chirimoya integral), A1 (pulpa de chirimoya), poseen rangos diferentes, esto se debe a que el alcohol a los 28 días el mejor es la chirimoya integral.

**Tabla 66.** Prueba DMS para el factor C (Cepa de levaduras)

NIVEL	MEDIAS	RANGOS
<b>C2</b>	1,275	a
<b>C1</b>	1,172	<b>b</b>

Al realizar DMS para el factor C (Cepa de levaduras), se observa que el nivel C1 (*Saccharomyces cerevisiae uvarum*), C2 (*Saccharomyces cerevisiae sp*), poseen rangos diferentes, esto se debe a que el grado alcohólico a los 28 días varían de acuerdo a la cepa de levadura.

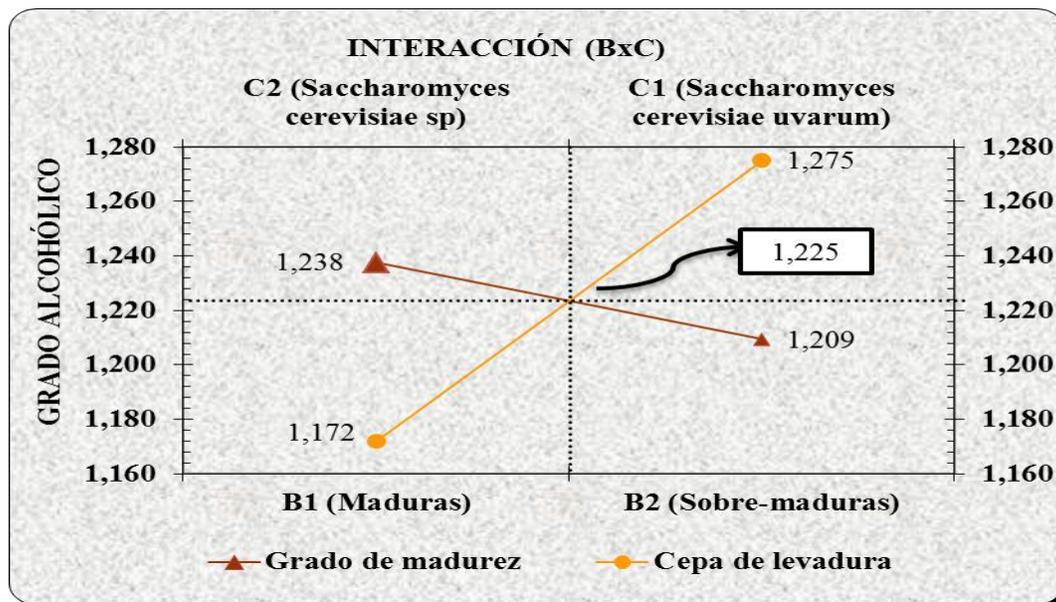


**Gráfico 22.** Interacción de los factores A (Condición de la materia prima) y D (Volumen de inóculo (Acetobacter aceti)) en la variable grado alcohólico a los 28 días.

Al realizar la interacción, nos damos cuenta que con A2 (pulpa de chirimoya) y D2 (100 ml/ litro de mosto alcohólico) se obtendrá un mejor vinagre.

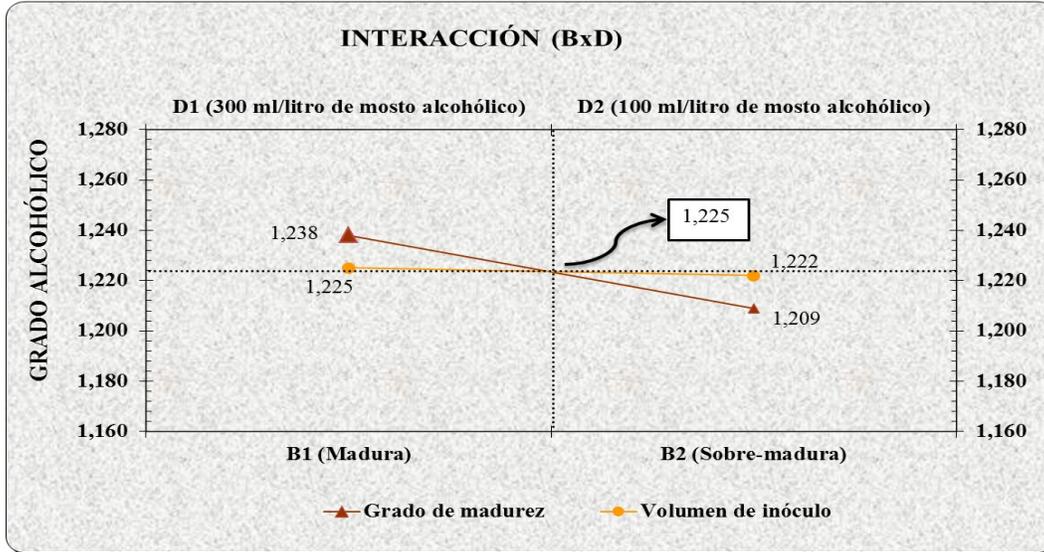
La interacción de los factores en estudio nos indica que la condición de la materia prima y el volumen de inóculo (*Acetobacter aceti*) influyen en las características del vinagre.

Se observa que la pulpa de chirimoya y 100 ml/ litro de mosto alcohólico tienden a mantenerse, con un punto óptimo de 1,223 de grado alcohólico a los 28 días.



**Gráfico 23.** Interacción de los factores B (Grado de madurez), C (Cepa de levaduras) en la variable alcohol 28 días.

Al realizar la interacción para el grado alcohólico a los 28 días de elaboración de vinagre, nos damos cuenta que con B2 (sobre-madura) y C1 (*Saccharomyces cerevisiae uvarum*) se obtendrá un mejor vinagre con un punto óptimo de 1,225 de grado alcohólico para un vinagre adecuado.



**Gráfico 24.** Interacción de los factores B (Grado de madurez), D (volumen de inóculo: vinagre iniciador (*Acetobacter aceti*)) en la variable alcohol 28 días.

Al realizar la interacción para el grado alcohólico a los 28 días de elaboración de vinagre, nos damos cuenta que con B2 (sobre-madura) y D2 (100 ml/litro de mostro alcohólico) se obtendrá un mejor vinagre. Se observa que el estado sobre-madura y un volumen de vinagre iniciador de 750 ml/litro de mostro alcohólico), tienden a mantenerse, con un punto óptimo de 1,225 de grado alcohólico a los 28 días.



**Gráfico 25.** Comportamiento de las medias de grado alcohólico a los 28 días.

Al graficar las medias, se considera que para el grado alcohólico a los 28 días el: T8, T7, T1, son los mejores tratamientos. Es decir que estos valores de grado alcohólico a los 28 días son los más adecuados para la elaboración de vinagre.

#### 4.3.10 Determinación del contenido de sólidos solubles (°Brix) a los 28 días.

Los datos que se utilizó para los cálculos se encuentran en el anexo1.

**Tabla 67.** Análisis de la varianza del contenido de sólidos solubles a los 28 días.

F.V.	G.L.	S.C	C.M	F. Cal.	F. 1%	F.T 5%
<b>Total</b>	47	4,453				
<b>Tratamientos</b>	15	3,553	0,237	8,422 **	2,664	1,992
<b>FA (Condición materia prima)</b>	1	0,047	0,047	1,667 <sup>NS</sup>	7,510	4,152
<b>FB (Grado de madurez)</b>	1	0,227	0,227	8,067 **	7,510	4,152
<b>FC (Cepa de levaduras)</b>	1	0,422	0,422	15,000 **	7,510	4,152
<b>FD (Volumen de inóculo)</b>	1	0,152	0,152	5,400 *	7,510	4,152
<b>I (AxB)</b>	1	0,827	0,827	29,400 **	7,510	4,152
<b>I (AxC)</b>	1	0,227	0,227	8,067 **	7,510	4,152
<b>I (AxD)</b>	1	0,047	0,047	1,667 <sup>NS</sup>	7,510	4,152
<b>I (BxC)</b>	1	0,677	0,677	24,067 **	7,510	4,152
<b>I (BxD)</b>	1	0,017	0,017	0,600 <sup>NS</sup>	7,510	4,152
<b>I (CxD)</b>	1	0,017	0,017	0,600 <sup>NS</sup>	7,510	4,152
<b>I (AxBxC)</b>	1	0,422	0,422	15,004 **	7,510	4,152
<b>I (AxBxD)</b>	1	0,002	0,002	0,071 <sup>NS</sup>	7,510	4,152
<b>I (AxCxD)</b>	1	0,227	0,227	8,071 **	7,510	4,152
<b>I (BxCxD)</b>	1	0,017	0,017	0,604 <sup>NS</sup>	7,510	4,152
<b>I (AxBxCxD)</b>	1	0,227	0,227	8,071 **	7,510	4,152
<b>ERROR EXP.</b>	32	0,900	0,028			

CV= 4,109%

NS: No significativo

\*: Significativo

\*\* : Altamente significativo

Al analizar la varianza, se observó que existe alta significación estadística para tratamientos, el factor B (Grado de madurez), el factor C (Cepa de levadura), D (Volumen de inóculo: vinagre iniciador (*Acetobacter aceti*)), la interacción AxB (Condición de la materia prima – Grado de madurez), AxC (Condición de la materia prima – Cepa de levadura), la interacción BxC (grado de madurez – Cepa de levadura), AxBxC (Condición de la materia prima – Grado de madurez – Cepa de levaduras), y la interacción AxCxD (Condición de la materia prima– Cepa de levadura - Volumen de inóculo:vinagre iniciador(*Acetobacter aceti*)).

Al existir diferencia significativa se procedió a realizar las pruebas de Tukey para tratamientos y DMS para los factores B, C y D y las interacciones AxB, AxC y BxC se realizaron gráficas.

**Tabla 68.** Prueba de Tukey para tratamientos.

TRATAMIENTOS		MEDIAS	RANGOS
T6	A2B1C1D2	4,800	a
T5	A2B1C1D1	4,300	a
T12	A1B2C2D2	4,300	a
T4	A1B2C1D2	4,300	b
T3	A1B2C1D1	4,200	b
T11	A1B2C2D1	4,200	b
T16	A2B2C2D2	4,200	b
T8	A2B2C1D2	4,100	b
T1	A1B1C1D1	4,000	b
T15	A2B2C2D1	4,000	b
T7	A2B2C1D1	3,900	b
T10	A1B1C2D2	3,900	b
T13	A2B1C2D1	3,900	b
T2	A1B1C1D2	3,800	b
T9	A1B1C2D1	3,700	c
T14	A2B1C2D2	3,700	c

Al realizar la prueba de Tukey; se observa que los tratamientos: T14 (pulpa de chirimoya – sobre-maduras – *Saccharomyces cerevisiae uvarum* – 100 ml/ litro de mosto alcohólico), T9 (chirimoya integral – sobre-maduras - *Saccharomyces cerevisiae uvarum* – 300 ml/ litro de mosto alcohólico), se encuentran dentro de un mismo rango (d), es decir que su comportamiento estadístico es igual siendo los mejores tratamientos ya que poseen una media de 3,7000, siendo este un valor de sólidos solubles (°Brix) a los 28 días conveniente para el vinagre.

**Tabla 69.** Prueba DMS para el factor B (Grado de madurez).

NIVEL	MEDIAS	RANGO
<b>B2</b>	4,1500	a
<b>B1</b>	4,0125	<b>b</b>

Al realizar DMS para el factor B (Grado de madurez) se observa que el nivel B1 (madura), B2 (sobre-madura), poseen rangos diferentes, esto se debe a que el °Brix a los 28 días varían de acuerdo al grado de madurez.

**Tabla 70.** Prueba DMS para el factor C (Cepa de levadura).

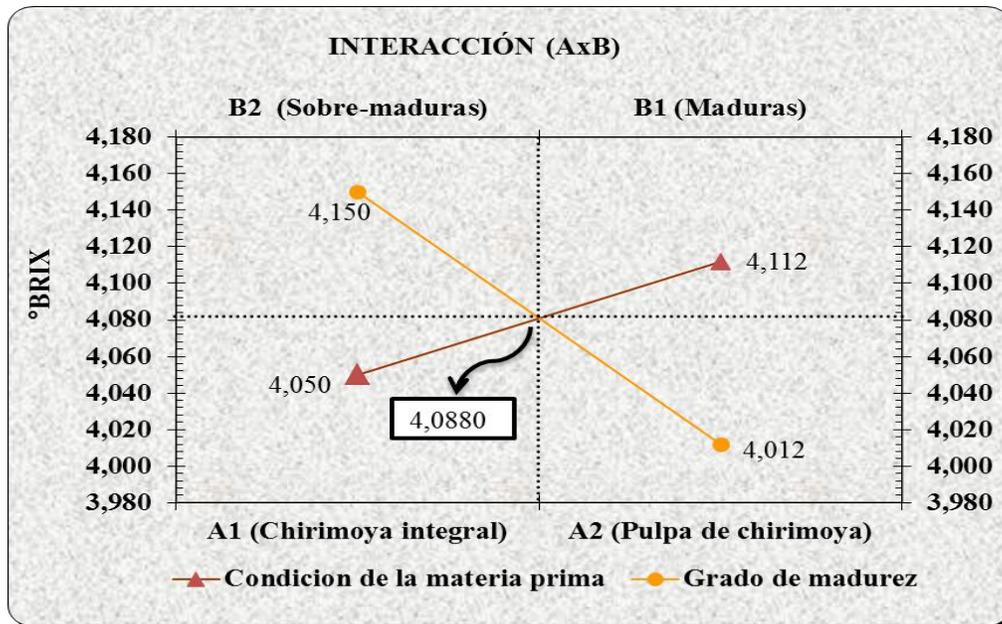
NIVEL	MEDIAS	RANGO
<b>C1</b>	4,1750	a
<b>C2</b>	3,9875	<b>b</b>

Al realizar DMS para el factor C (Cepa de levadura), se observa que el nivel C2 (*Saccharomyces cerevisiae sp*), C1 (*Saccharomyces cerevisiae uvarum*), poseen rangos diferentes, esto se debe a que los °Brix a los 28 días varían de acuerdo a la cepa de levadura.

**Tabla 71.** Prueba DMS para el factor D (Volumen de inoculo: vinagre iniciador (Acetobacter aceti)).

NIVEL	MEDIAS	RANGO
<b>D1</b>	4,1375	a
<b>D2</b>	4,0250	<b>b</b>

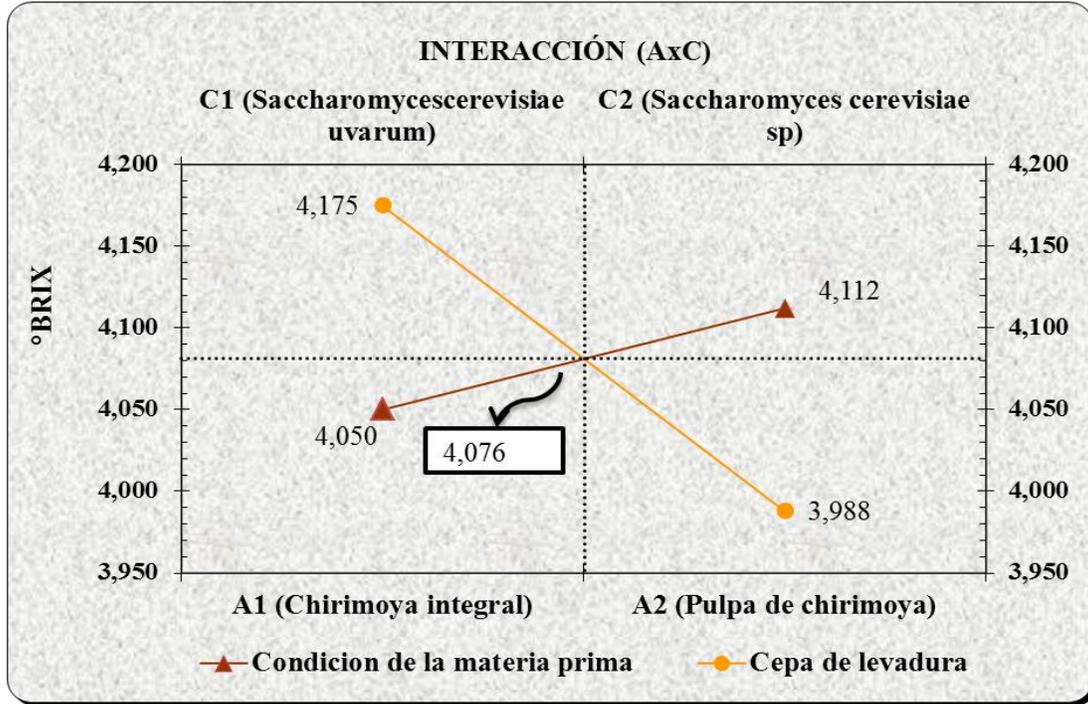
Al realizar DMS para el factor D (Volumen de inóculo (*Acetobacter aceti*)), se observa que el nivel D2 (100 ml/litro de mostro alcohólico), D1 (300 ml/litro de mostro alcohólico), poseen rangos diferentes, esto se debe a que los °Brix a los 28 días varían de acuerdo al volumen de vinagre iniciador.



**Gráfico 26.** Interacción de los factores A (Condición de la materia prima) y B (Grado de madurez) para el contenido de sólidos solubles a los 28 días.

Al realizar la interacción para sólidos solubles a los 28 días, nos damos cuenta que con A2 (pulpa de chirimoya) y B2 (sobre-madura) se obtendrá un mejor vinagre.

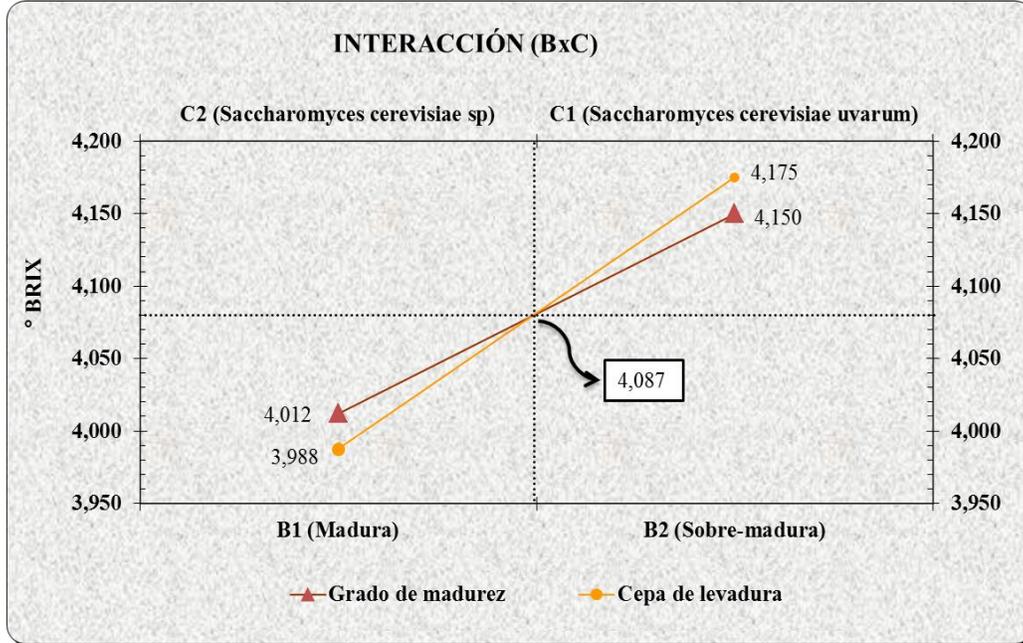
Se observa que en la pulpa de chirimoya y el estado madura, tienden a mantenerse, con un punto óptimo de 4,0880 de °Brix a los 28 días manifestando que se evitaría cambios excesivos en el producto terminado, si el proceso se realiza con valores de °Brix a los 28 días mayores al punto de la intersección.



**Gráfico 27.** Interacción de los factores A (Condición de la materia prima) y C (Cepa de levadura) en el contenido de sólidos solubles (°Brix) a los 28 días.

Al realizar la interacción para el contenido de sólidos solubles (°Brix) a los 28 días, nos damos cuenta que con A2 (pulpa de chirimoya) y C2 (*Saccharomyces cerevisiae sp*) se obtendrá un mejor vinagre.

Se observó que en la pulpa de chirimoya y la cepa *Saccharomyces cerevisiae sp* tienden a mantenerse, con un punto óptimo de 4,076 °Brix a los 28 días manifestando que se debe evitar cambios excesivos en el producto terminado, si el proceso se realiza con valores de °Brix a los 28 días mayores al punto de la intersección.



**Gráfico 28.** Interacción de los factores B (Grado de madurez) C (Cepa de levadura) para los sólidos solubles (°Brix) a los 28 días.

Al realizar la interacción para sólidos solubles a los 28 días, nos damos cuenta que con B1 (madura) y C2 (*Saccharomyces cerevisiae* sp) se obtuvo un mejor grado °Brix.

La interacción de los factores en estudio (Gráfico 29) indica que la cepa *Saccharomyces cerevisiae* sp y el grado de madurez intervienen en las características del vinagre.

Se observa que en la adición de la levadura *Saccharomyces cerevisiae* sp y del grado de madurez maduras, tienden a mantenerse, con un punto óptimo de 4,0620 de °Brix a los 28 días manifestando que se evitaría cambios excesivos en el producto terminado, si el proceso se realiza con valores de °Brix mayores al punto de la intersección.



**Gráfico 29.** Comportamiento de las medias del contenido de sólidos solubles (°Brix) a los 28 días.

Al graficar las medias, se considera que para el contenido de sólidos solubles a los 28 días el: T2, T9, T14, son los mejores tratamientos.

Es decir que estos valores de °Brix a los 28 días son los más adecuados para la elaboración de vinagre.

#### **4.3.11 Determinación del pH a los 28 días.**

Los datos que se utilizó para los cálculos se encuentran en el anexo1.

**Tabla 72.** Análisis de la varianza para pH a los 28 días.

<b>F.V.</b>	<b>G.L.</b>	<b>S.C</b>	<b>C.M</b>	<b>F. Cal.</b>	<b>F.T 1%</b>	<b>F. 5%</b>
<b>Total</b>	47	0,018				
<b>Tratamientos</b>	15	0,010	0,001	2,703 **	2,620	1,970
<b>FA (Condición materia prima)</b>	1	0,001	0,001	4,923 *	7,500	4,150
<b>FB (Grado de madurez)</b>	1	0,000	0,000	0,077 <sup>NS</sup>	7,500	4,150
<b>FC (Cepa de levaduras)</b>	1	0,002	0,002	7,692 **	7,500	4,150
<b>FD (Volumen de inóculo)</b>	1	0,002	0,002	6,231 *	7,500	4,150
<b>I (AxB)</b>	1	0,000	0,000	0,000 <sup>NS</sup>	7,500	4,150
<b>I (AxC)</b>	1	0,002	0,002	6,231 *	7,500	4,150
<b>I (AxD)</b>	1	0,001	0,001	4,923 *	7,500	4,150
<b>I (BxC)</b>	1	0,000	0,000	0,308 <sup>NS</sup>	7,500	4,150
<b>I (BxD)</b>	1	0,000	0,000	0,077 <sup>NS</sup>	7,500	4,150
<b>I (CxD)</b>	1	0,001	0,001	4,923 *	7,500	4,150
<b>I (AxBxC)</b>	1	0,000	0,000	0,692 <sup>NS</sup>	7,500	4,150
<b>I (AxBxD)</b>	1	0,000	0,000	0,308 <sup>NS</sup>	7,500	4,150
<b>I (AxCxD)</b>	1	0,001	0,001	3,769 <sup>NS</sup>	7,500	4,150
<b>I (BxCxD)</b>	1	0,000	0,000	0,308 <sup>NS</sup>	7,500	4,150
<b>I (AxBxCxD)</b>	1	0,000	0,000	0,077 <sup>NS</sup>	7,500	4,150
<b>ERROR EXP.</b>	32	0,008	0,000			

CV= 0,622%

NS: No significativo

\*: Significativo

\*\*: Altamente significativo

En el análisis de varianza, se observa que existe alta significación estadística para tratamientos y el factor C (Cepa de levadura) como también significativo para el factor A (Condición de la materia prima), el factor D (Volumen de inóculo (*Acetobacter aceti*)) la interacción AxC (Condición de la materia prima – Cepa de levadura), AxD (Condición de la materia prima - Volumen de inóculo (*Acetobacter aceti*)) y CxD (Cepa de levadura – Volumen de inóculo (*Acetobacter aceti*)).

Al existir diferencia significativa se procedió a realizar las pruebas de Tukey para tratamientos y DMS para factores A, C y D y las interacciones AxC, AxD y CxD, se realizaron gráficas.

**Tabla 73.** Prueba de Tukey para tratamientos

TRATAMIENTOS	MEDIAS	RANGOS	
T3	<b>A1B2C1D1</b>	2,520	a
T5	<b>A2B1C1D1</b>	2,520	a
T9	<b>A1B1C2D1</b>	2,520	a
T2	<b>A1B1C1D2</b>	2,515	a
T4	<b>A1B2C1D2</b>	2,515	a
T6	<b>A2B1C1D2</b>	2,515	a
T10	<b>A1B1C2D2</b>	2,515	a
T11	<b>A1B2C2D1</b>	2,515	a
T13	<b>A2B1C2D1</b>	2,515	a
T14	<b>A2B1C2D2</b>	2,515	a
T1	<b>A1B1C1D1</b>	2,510	a
T7	<b>A2B2C1D1</b>	2,510	a
T8	<b>A2B2C1D2</b>	2,510	a
T15	<b>A2B2C2D1</b>	2,510	a
T16	<b>A2B2C2D2</b>	2,475	<b>b</b>
T12	<b>A1B2C2D2</b>	2,470	<b>b</b>

Al realizar la prueba de Tukey; se observó que el mejor tratamiento T12 (chirimoya integral - sobre-maduras - *Saccharomyces cerevisiae* sp–100ml/litro de mosto alcohólico), T16 (pulpa de chirimoya - sobre-maduras - *Saccharomyces cerevisiae* sp - 100 ml/ litro de mosto alcohólico) se encuentra dentro de un mismorango (b), es decir que su comportamiento estadístico el tratamiento ya que valor de pH a los 28 días conveniente para el vinagre.

**Tabla 74.** Prueba DMS para el factor A (Condición de la materia prima).

<b>NIVEL</b>	<b>MEDIAS</b>	<b>RANGOS</b>
<b>A2</b>	2,514	a
<b>A1</b>	2,504	<b>b</b>

Al realizar DMS para el factor A (Condición de la materia prima), se observa que el nivel A1 (chirimoya integral), A2 (pulpa de chirimoya), poseen rangos diferentes, esto se debe a que el pH a los 28 días donde A1 es el mejor donde varía de acuerdo a la condición de la materia prima.

**Tabla 75.** Prueba DMS para el factor C (Cepa de levadura).

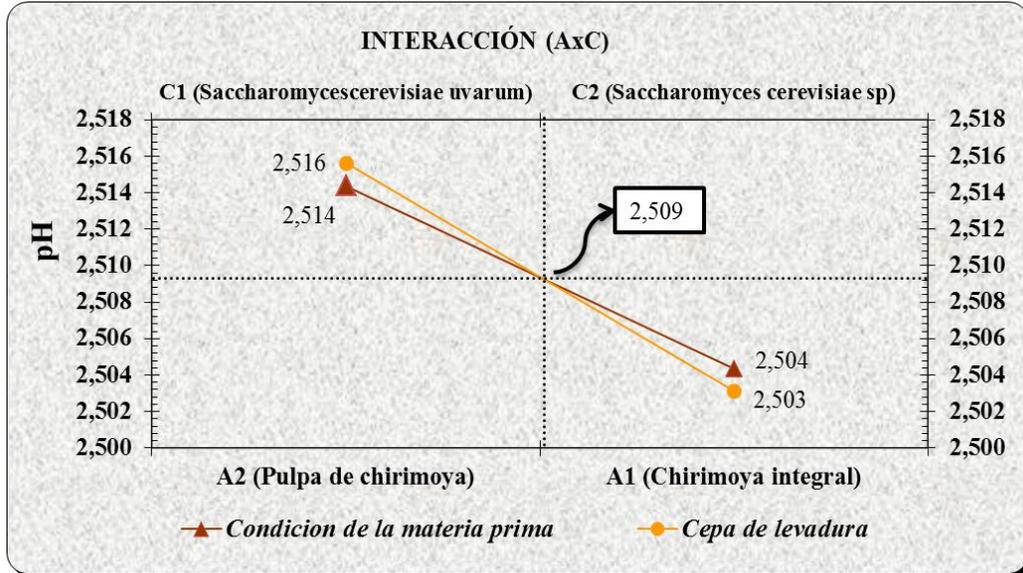
<b>NIVEL</b>	<b>MEDIAS</b>	<b>RANGOS</b>
<b>C1</b>	2,516	a
<b>C2</b>	2,503	<b>b</b>

Al realizar DMS para el factor C (Cepa de levadura), se observa que el nivel C2 (*Saccharomyces cerevisiae sp*), C1 (*Saccharomyces cerevisiae uvarum*), poseen rangos diferentes, esto se debe a que el pH a los 28 días varían de acuerdo a la cepa de levadura.

**Tabla 76.** Prueba DMS para el factor D (Volumen de inóculo (*Acetobacter aceti*))

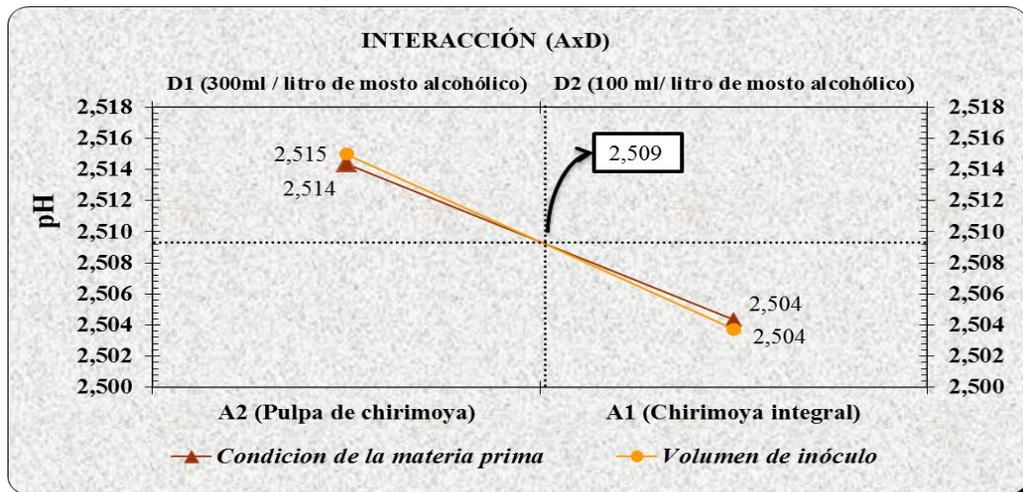
<b>NIVEL</b>	<b>MEDIAS</b>	<b>RANGOS</b>
<b>D1</b>	2,515	a
<b>D2</b>	2,504	<b>b</b>

Al realizar DMS para el factor D (Volumen de inóculo (*Acetobacter aceti*)), se observa que el nivel D2 (100 ml/litro de mosto alcohólico), D1 (300 ml/litro de mosto alcohólico), poseen rangos diferentes, esto se debe a que el pH a los 28 días varían de acuerdo al volumen de inóculo (*Acetobacter aceti*).



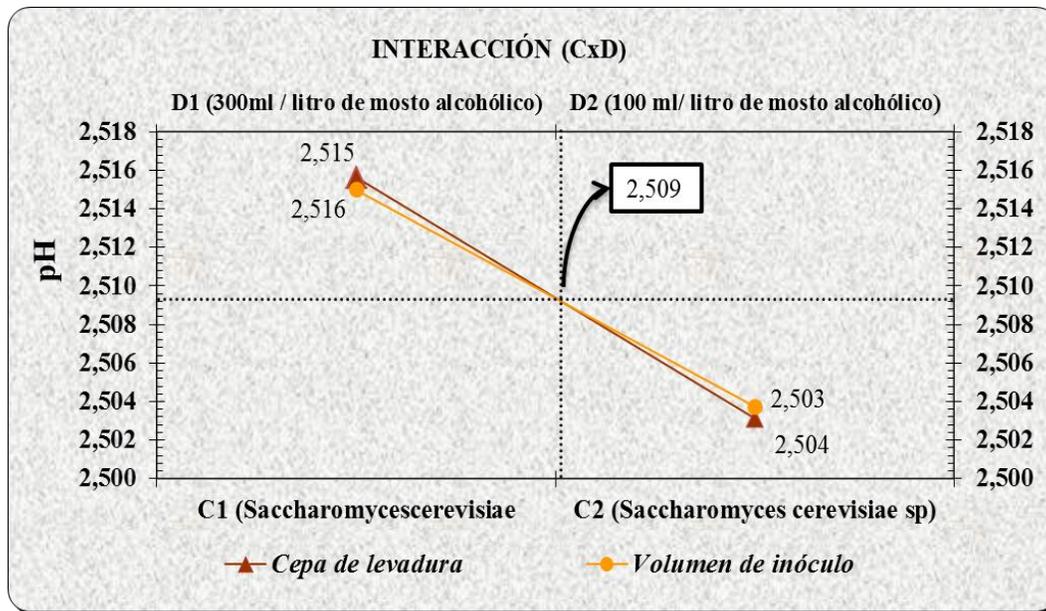
**Gráfico 30.** Interacción de los factores B (Grado de madurez), C (Cepa de levadura) en la variable pH a los 28 días.

Al realizar la interacción para el pH a los 28 días, nos damos cuenta que con A1 (chirimoya integral) y C2 (*Saccharomyces cerevisiae sp*) se obtuvo un mejor pH óptimo de 2,509 a los 28 días manifestando que se evitaría cambios excesivos en el producto terminado.



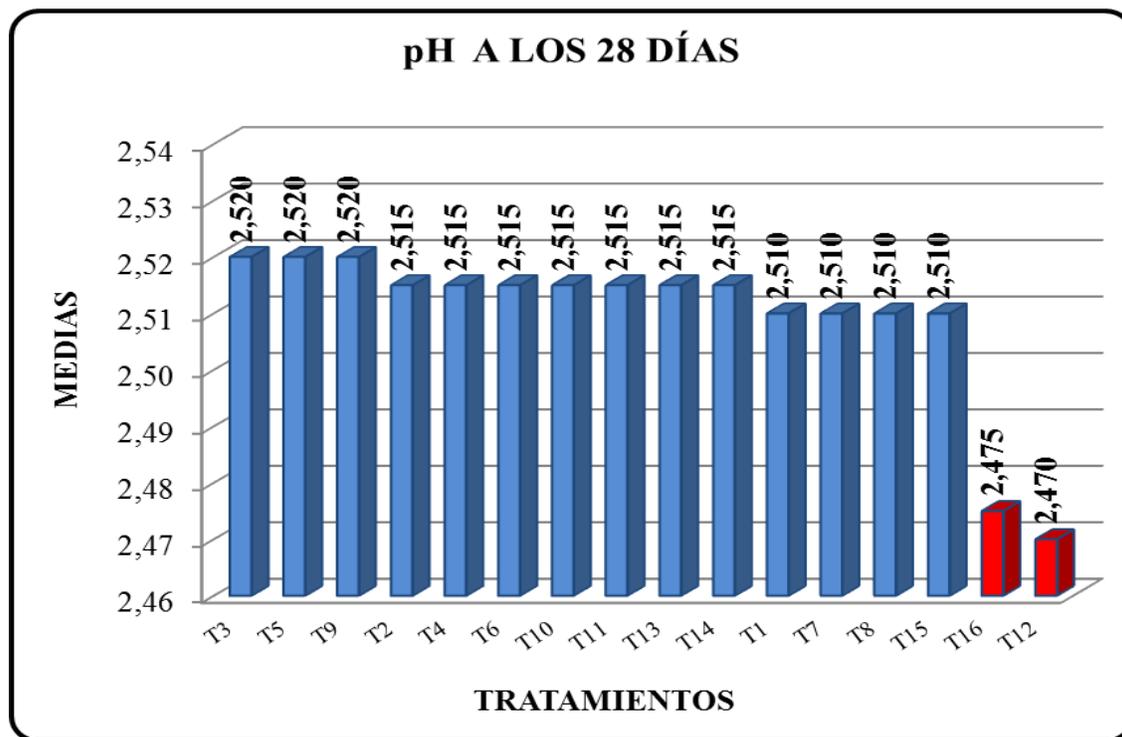
**Gráfico 31.** Interacción de los factores A (Condición de materia prima), D (Volumen de inóculo (Acetobacter aceti)) en el pH a los 28 días.

Al realizar la interacción se pudo observar que con A1 (chirimoya integral) y D2 (100ml/litro de mosto alcohólico) se obtendrá un mejor vinagre con un punto óptimo de 2,509 de pH a los 28 días manifestando que se evitaría cambios excesivos en el producto terminado, si el proceso se realiza con valores de pH a los 28 días mayores al punto de la intersección.



**Gráfico 32.** Interacción de los factores C (Cepa de levadura), D (Volumen de inóculo(Acetobacter aceti)) en el pH a los 28 días.

Al realizar la interacción se pudo observar que con C2 (*Saccharomyces cerevisiae sp*) y D2 (100ml/litro de mosto alcohólico) se obtendrá un mejor vinagre con un punto óptimo de 2,509 de pH a los 28 días manifestando que se evitaría cambios excesivos en el producto terminado, si el proceso se realiza con valores de pH a los 28 días mayores al punto de la intersección.



**Gráfico 33.** Comportamiento de las medias para el pH 28 días.

Al graficar las medias se observó que en el pH a los a los 28 días el: T12, T16 los mejores tratamientos.

Es decir que estos valores de pH a los 28 días son los más adecuados para la elaboración de vinagre.

#### **4.3.12 Determinación de acidez a los 28 días.**

Los datos que se utilizó para los cálculos se encuentran en el anexo1.

**Tabla 77.** Análisis de la varianza para la acidez a los 28 días.

F.V.	G.L.	S.C	C.M	F. Cal.	F. 1%	F.T 5%
<b>Total</b>	47	1,5500				
<b>Tratamientos</b>	15	1,0815	0,0721	4,9241 **	2,6640	1,9920
<b>FA (Condición materia prima)</b>	1	0,5974	0,5974	40,8011 **	7,5100	4,1520
<b>FB (Grado de madurez)</b>	1	0,1536	0,1536	10,4880 **	7,5100	4,1520
<b>FC (Cepa de levaduras)</b>	1	0,0025	0,0025	0,1694 <sup>NS</sup>	7,5100	4,1520
<b>FD (Volumen de inóculo)</b>	1	0,0323	0,0323	2,2054 <sup>NS</sup>	7,5100	4,1520
<b>I (AxB)</b>	1	0,0355	0,0355	2,4231 <sup>NS</sup>	7,5100	4,1520
<b>I (AxC)</b>	1	0,0064	0,0064	0,4383 <sup>NS</sup>	7,5100	4,1520
<b>I (AxD)</b>	1	0,0014	0,0014	0,0925 <sup>NS</sup>	7,5100	4,1520
<b>I (BxC)</b>	1	0,0829	0,0829	5,6629 *	7,5100	4,1520
<b>I (BxD)</b>	1	0,1126	0,1126	7,6913 **	7,5100	4,1520
<b>I (CxD)</b>	1	0,0004	0,0004	0,0259 <sup>NS</sup>	7,5100	4,1520
<b>I (AxBxC)</b>	1	0,0000	0,0000	0,0000 <sup>NS</sup>	7,5100	4,1520
<b>I (AxBxD)</b>	1	0,0000	0,0000	0,0000 <sup>NS</sup>	7,5100	4,1520
<b>I (AxCxD)</b>	1	0,0170	0,0170	1,1610 <sup>NS</sup>	7,5100	4,1520
<b>I (BxCxD)</b>	1	0,0350	0,0350	2,3904 <sup>NS</sup>	7,5100	4,1520
<b>I (AxBxCxD)</b>	1	0,0030	0,0030	0,2049 <sup>NS</sup>	7,5100	4,1520
<b>ERROR EXP.</b>	32	0,4685	0,0146			

CV= 2,3083%

NS: No significativo

\*: Significativo

\*\* : Altamente significativo

En el análisis de varianza, se observa que existe alta significación estadística para tratamientos, el factor A (Condición de la materia prima), factor B (Grado de madurez), la interacción BxD (Grado de madurez – Volumen de inóculo (*Acetobacter aceti*)) y significativo para BxC (Grado de madurez – Cepa de levaduras), Por lo que se considera la acidez a los 28 días influye en la elaboración del vinagre. Al existir diferencia significativa se procedió a realizar las pruebas de Tukey al 5% para tratamientos y DMS para el factor A y B y las interacciones BxC y BxD, se realizaron gráficas.

**Tabla 78.** Prueba de Tukey para tratamientos.

TRATAMIENTOS		MEDIAS	RANGOS
T8	A2B2C1D2	5,5200	a
T7	A2B2C1D1	5,4800	a
T16	A2B2C2D2	5,3900	a
T15	A2B2C2D1	5,3600	a
T5	A2B1C1D1	5,3600	a
T13	A2B1C2D1	5,3400	a
T4	A1B2C1D2	5,2800	a
T14	A2B1C2D2	5,2500	a
T9	A1B1C2D1	5,2000	b
T11	A1B2C2D1	5,1550	b
T1	A1B1C1D1	5,1400	b
T6	A2B1C1D2	5,1300	b
T3	A1B2C1D1	5,1100	b
T12	A1B2C2D2	5,0950	c
T10	A1B1C2D2	5,0900	c
T2	A1B1C1D2	4,9750	c

Según muestra Tukey para tratamientos; se observa que los tratamientos: T8 (pulpa de chirimoya – sobre-maduras – *Saccharomyces cerevisiae uvarum* –100 ml/ litro de mosto alcohólico), T7 (pulpa de chirimoya – sobre-maduras – *Saccharomyces cerevisiae uvarum* –300 ml/ litro de mosto alcohólico), T16 (pulpa de chirimoya – sobre-maduras – *Saccharomyces cerevisiae sp* –100 ml/ litro de mosto alcohólico), T15 (pulpa de chirimoya – sobre-maduras – *Saccharomyces cerevisiae sp*–300 ml/ litro de mosto alcohólico), T5 (pulpa de chirimoya – maduras – *Saccharomyces cerevisiae uvarum* – 300 ml/ litro de mosto alcohólico), T13 (pulpa de chirimoya – maduras – *Saccharomyces cerevisiae sp*– 300 ml/ litro de mosto alcohólico), T4 (chirimoya integral – sobre-maduras – *Saccharomyces cerevisiae uvarum* –100 ml/ litro de mosto alcohólico), T14 (pulpa de chirimoya – maduras – *Saccharomyces cerevisiae sp*–100 ml/ litro de mosto alcohólico); se encuentran dentro de un mismo rango (a), es decir que su comportamiento estadístico es igual siendo los mejores tratamientos ya que poseen una media que varía de 5,5200 a

5,2500 respectivamente, siendo este un valor de acidez a los 28 días conveniente para el vinagre.

**Tabla 79.** Prueba DMS para el factor A (Condición de la materia prima).

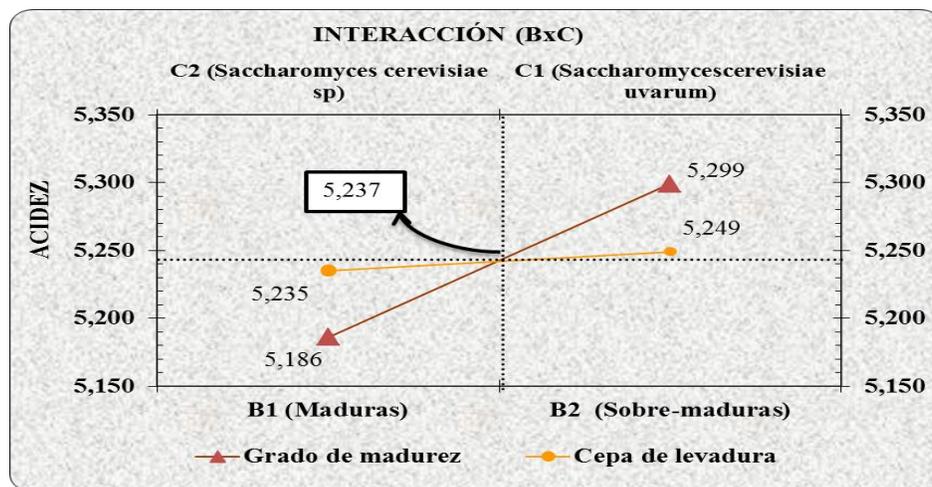
NIVEL	MEDIAS	RANGO
A2	5,3538	a
A1	5,1306	b

Al realizar DMS para el factor A (Condición de la materia prima), se observa que el nivel A2 (Pulpa de chirimoya), A1 (Chirimoya integral) poseen rangos diferentes, esto se debe a que la acidez a los 28 días varía de acuerdo a la condición de la materia prima.

**Tabla 80.** Prueba DMS para el factor B (Grado de madurez).

NIVEL	MEDIAS	RANGO
B2	5,2988	a
B1	5,1856	b

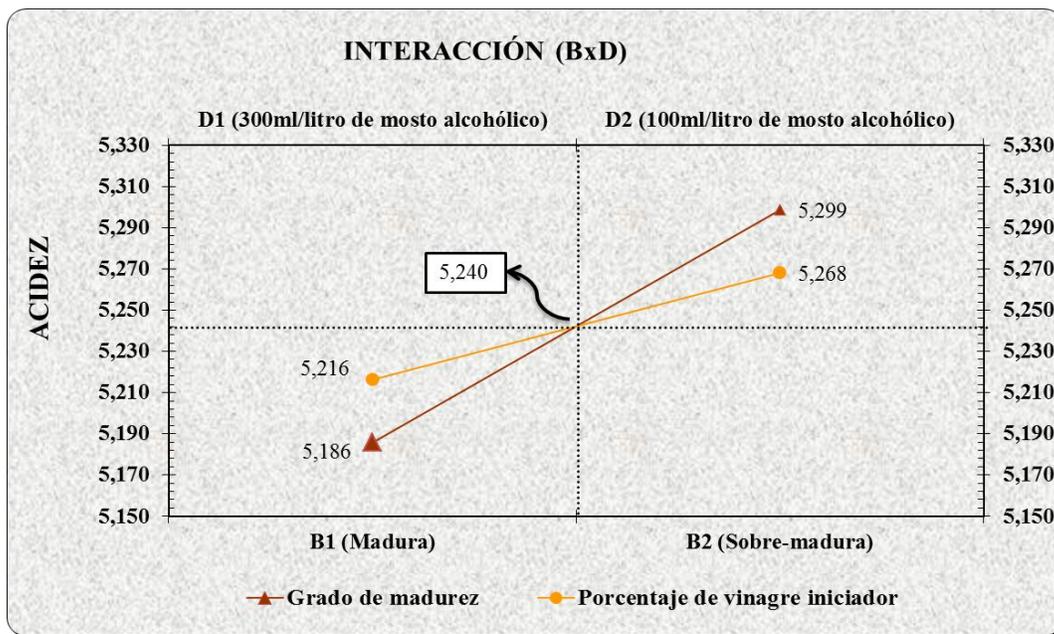
Al realizar DMS para el factor B (Grado de madurez), se observa que el nivel B2 (sobremadura), B1 (madura), poseen rangos diferentes, esto se debe a que la acidez a los 28 días varían de acuerdo al grado de madurez.



**Gráfico 34.** Interacción de los factores B (Grado de madurez) y C (Cepa de levadura) en la variable acidez a los 28 días.

Al realizar la interacción, nos damos cuenta que con B2 (sobre-maduras) y C1 (*Saccharomyces cerevisiae uvarum*) para una mejor acidez.

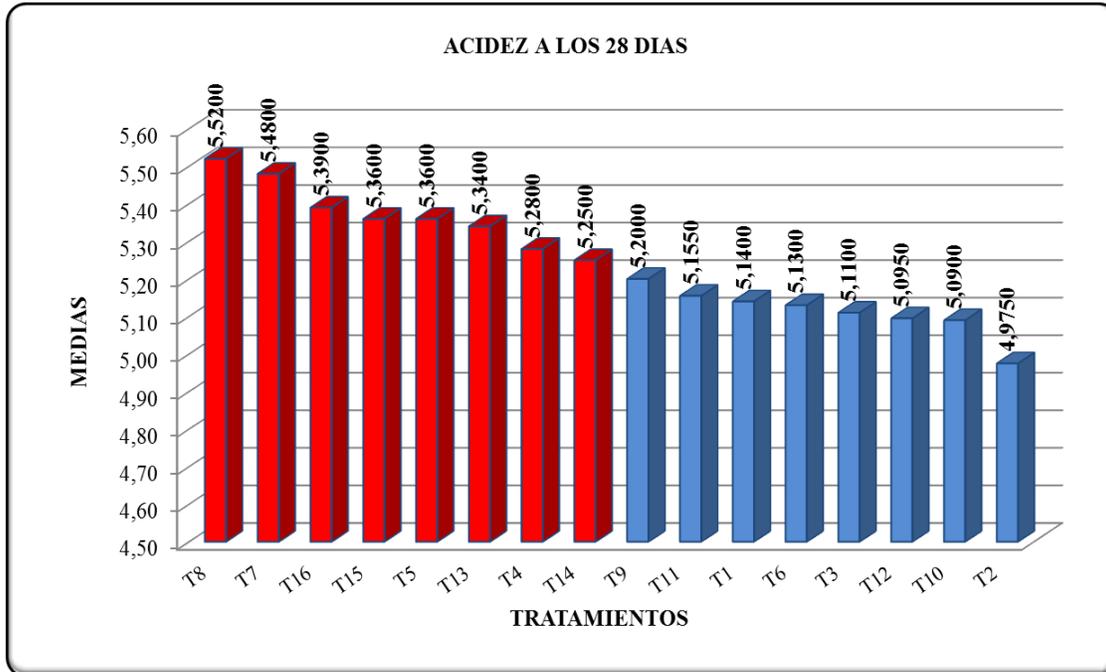
Se observa que la *Saccharomyces cerevisiae uvarum* y el grado de madurez sobre-maduras, tienden a mantenerse, con un punto óptimo de 5,237 de acidez manifestando que se evitaría cambios excesivos en el producto terminado, si el proceso se realiza con valores de acidez a los 28 días mayores al punto de la intersección.



**Gráfico 35.** Interacción de los factores B (Grado de madurez), D (Volumen de inóculo (Acetobacter aceti)) en la variable acidez a los 28 días.

Al realizar la interacción para la acidez a los 28 días, nos damos cuenta que con B2 (sobre-madura) y D2 (100 ml/ litro de mosto alcohólico) se obtendrá un mejor vinagre.

Se observa que el estado madura y la adición de vinagre iniciador de 100 ml/ litro de mosto alcohólico, tienden a mantenerse, con un punto óptimo de 5,240 de acidez manifestando que se evitaría cambios excesivos en el producto terminado, si el proceso se realiza con valores de acidez a los 28 días mayores al punto de la intersección.



**Gráfico 36.** Comportamiento de las medias de la variable acidez a los 28 días.

Al graficar las medias de la acidez a los 28 días el: T8, T7, T15, T5, T13, T4, T14, son los mejores tratamientos.

Es decir que estos valores de acidez a los 28 días son los más adecuados para la elaboración de vinagre.

#### **4.4 ANÁLISIS SENSORIAL DEL PRODUCTO TERMINADO.**

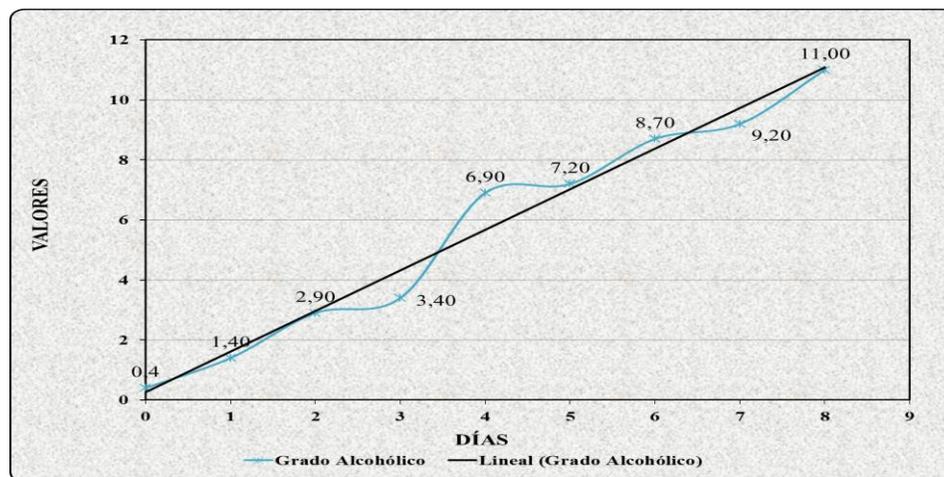
El análisis sensorial del producto terminado, se realizó con la finalidad de evaluar las características organolépticas como: color, olor, sabor, textura para así determinar los tres mejores tratamientos según la aceptabilidad del panel degustador; el mismo que estuvo conformado por 10 personas.

**Tabla 81.** Análisis de Friedman vinagre chirimoya.

VARIABLE	VALOR CALCULADO X <sup>2</sup>	VALOR TABULAR X <sup>2</sup> (5%)	SIGN.	TRATAMIENTOS
COLOR	14,42	25,00	NS	T15, T7, T8
OLOR	8,94	25,00	NS	T8, T4,T11
SABOR	8,19	25,00	NS	T7,T6,T1
ACEPTABILIDAD	14,56	25,00	NS	T1,T10,T8

Como se puede apreciar en el análisis de Friedman para las variables de la evaluación sensorial; color, olor, sabor, aceptabilidad no tuvieron significación estadística, es decir que para los degustadores estas variables no presentaron significancia, lo que figura que no se detectó cambios entre una muestra y otra. Sin embargo podemos decir que existen vinagres que sobresalen entre los demás como son el T15, T7, T8, T4, T11, T6, T1, T10.

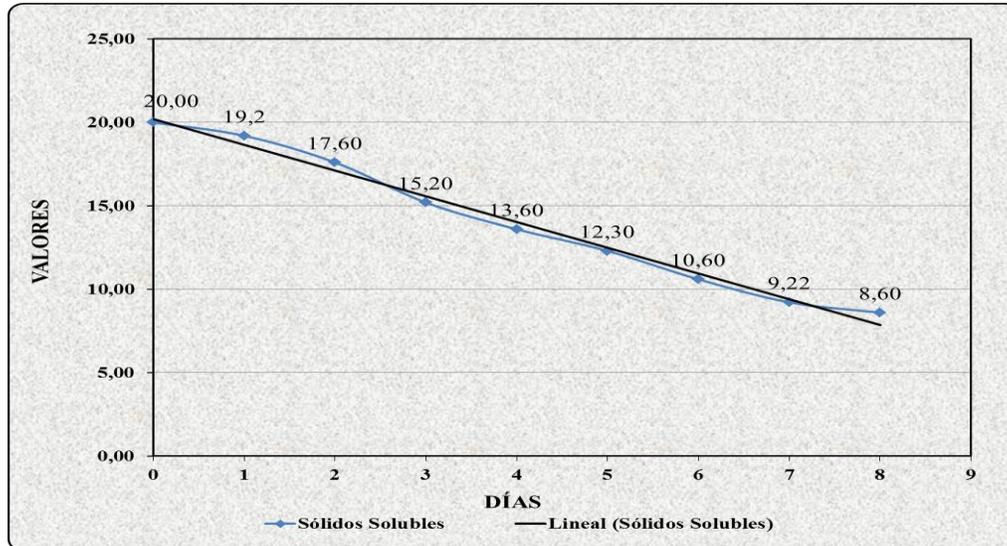
#### 4.5 ANÁLISIS DE CURVAS DE LAS VARIABLES EVALUADAS EN EL PROCESO DE ELABORACIÓN DEL VINO.



**Gráfico 37.** Grado alcohólico en el vino.

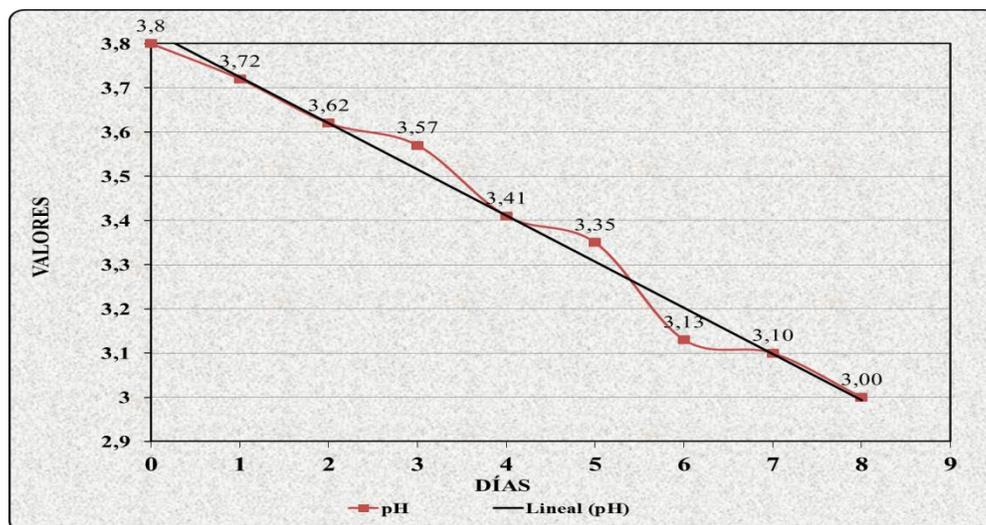
En el gráfico 37, se muestra un resumen del comportamiento del grado alcohólico en el vino en el que se puede apreciar que existe un incremento de acuerdo al transcurso de los

días esto se debe a que el mosto sufre una transformación la cual es la fermentación alcohólica.



**Gráfico 38.** Sólidos solubles en el vino.

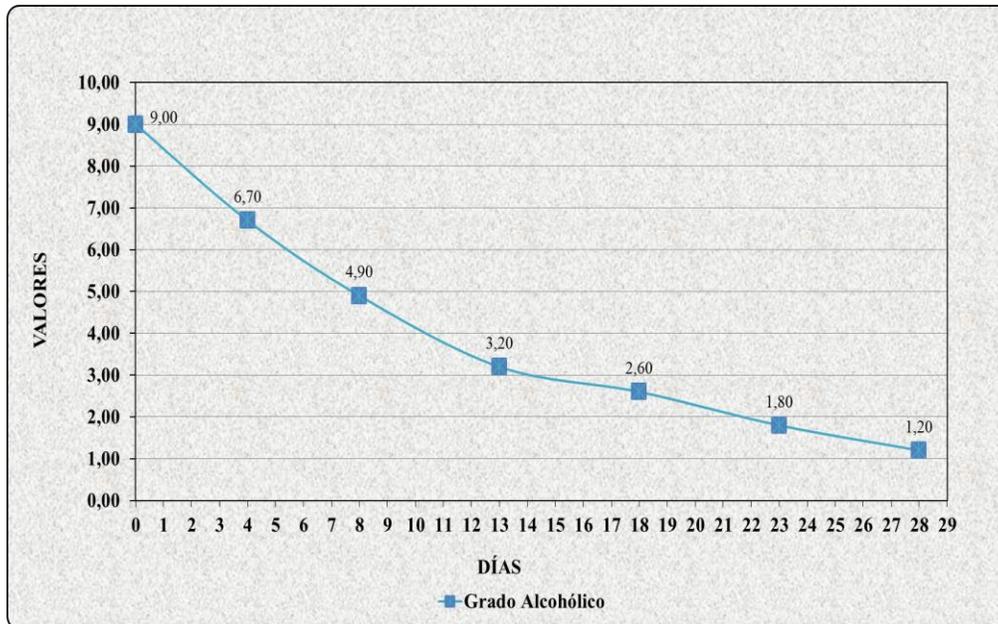
El gráfico 38, se observa un resumen del comportamiento del contenido de sólidos solubles en el apreciamos que existe una disminución de ellos debido a los cambios químicos que va experimentado el mosto al transformarse en vino.



**Gráfico 39.** pH en el vino.

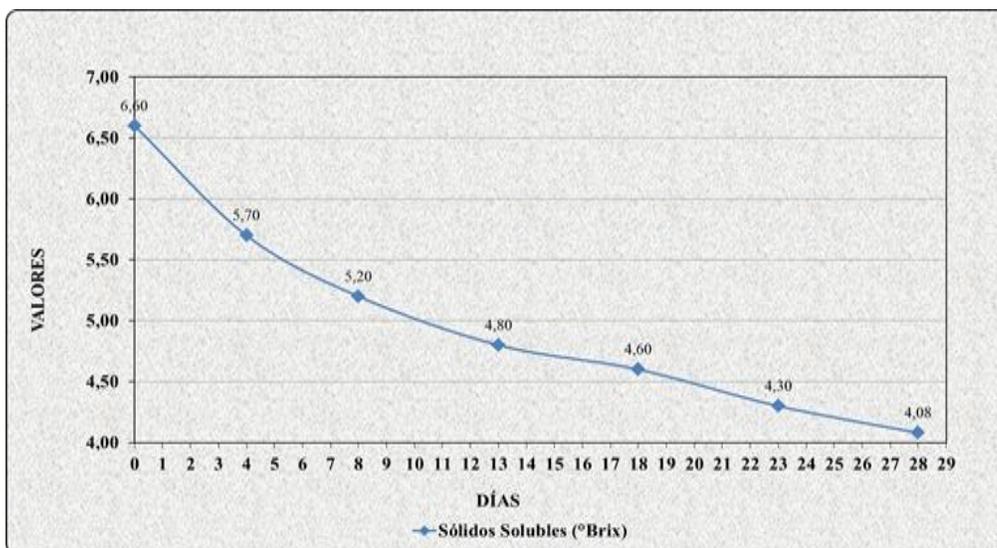
El gráfico 39, se resume el comportamiento del pH, en el cual, se puede apreciar cómo se reducen los valores de 3.8 a 3 en el transcurso de 8 días de fermentación alcohólica, debido a que el mosto se transforma en alcohol.

#### 4.6 ANÁLISIS DE LAS CURVAS DE LAS VARIABLES EVALUADAS EN EL PROCESO DE ELABORACIÓN DEL VINAGRE.



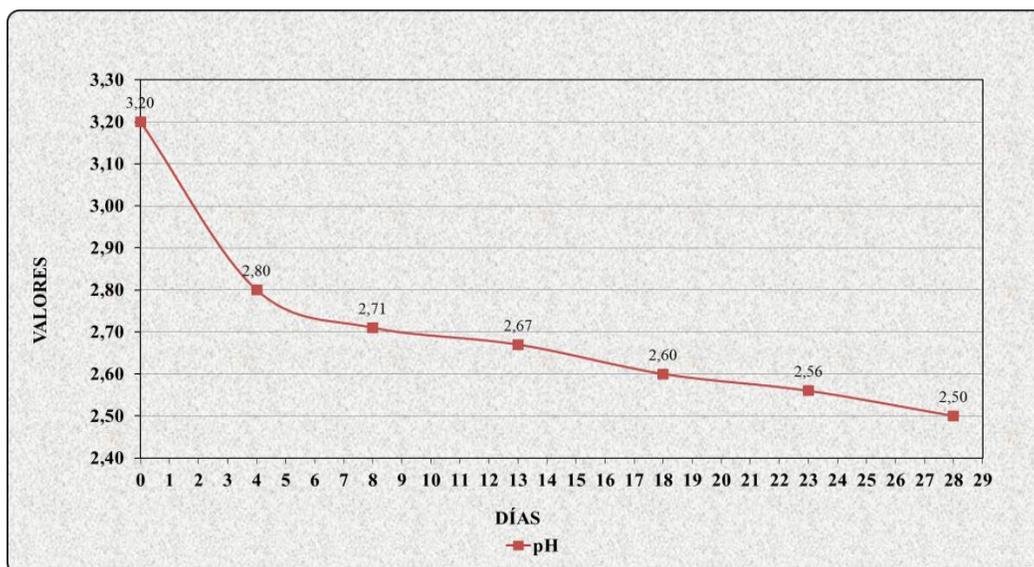
**Gráfico 40.** Grado alcohólico en el vinagre.

El gráfico 40, se observa un resumen del comportamiento del vinagre a los 28 días en donde los valores del grado alcohólico tienden a disminuir durante el transcurso de los días, esto se debe a que el mosto alcohólico pierde su poder fermentativo.



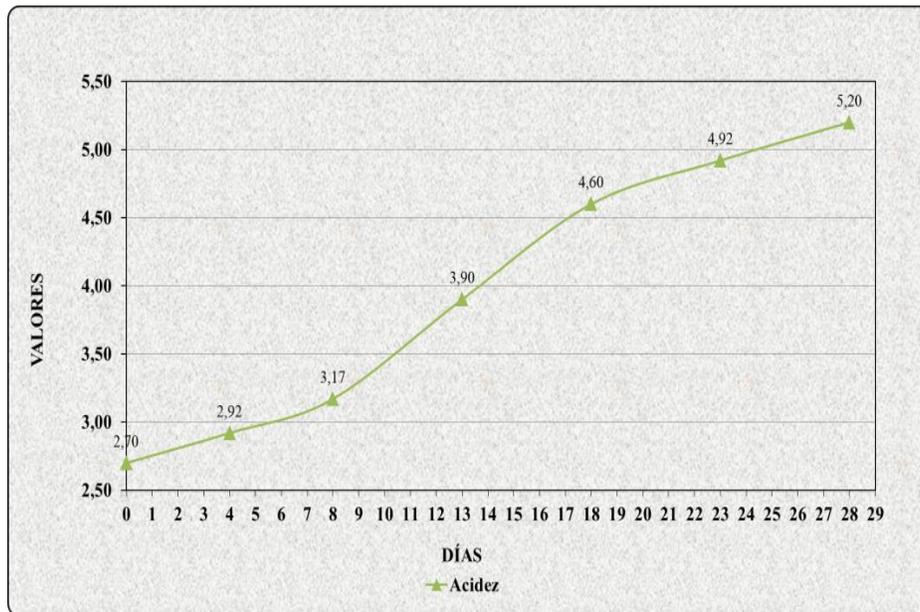
**Gráfico 41.** Sólidos solubles en el vinagre.

El gráfico 41, indica un resumen del comportamiento del vinagre en donde el contenido de sólidos solubles tiende a disminuir durante el transcurso de los 28 días, esto se debe a que el mosto alcohólico a perdido el poder de fermentación.



**Gráfico 42.** pH en el vinagre.

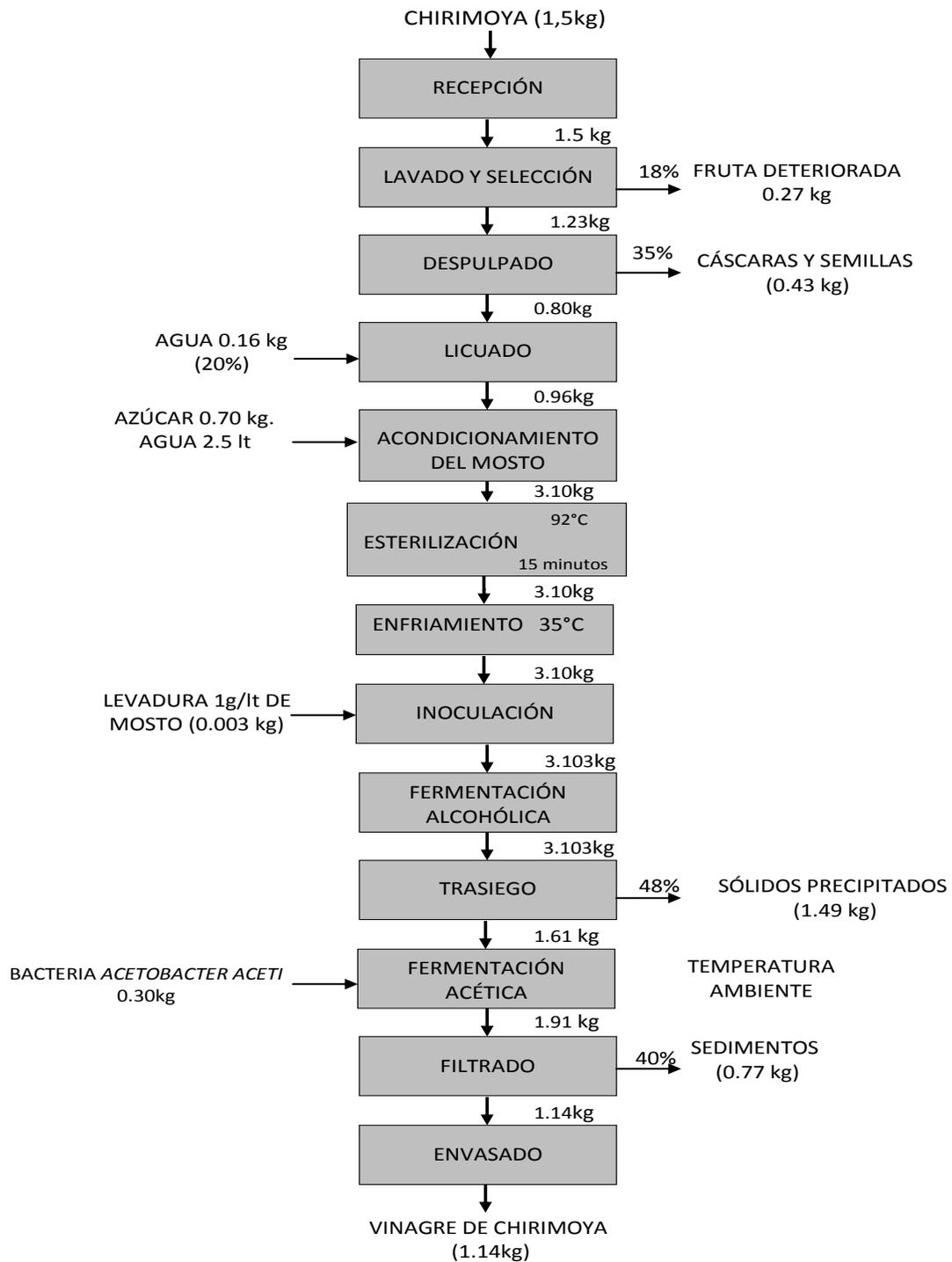
El gráfico 42, indica el comportamiento del vinagre en donde los valores de pH tienden a disminuir durante el transcurso de los 28 días, siendo esta una variable que no tiene mucha incidencia al momento de elaborar el vinagre.



**Gráfico 43.** Acidez en el vinagre.

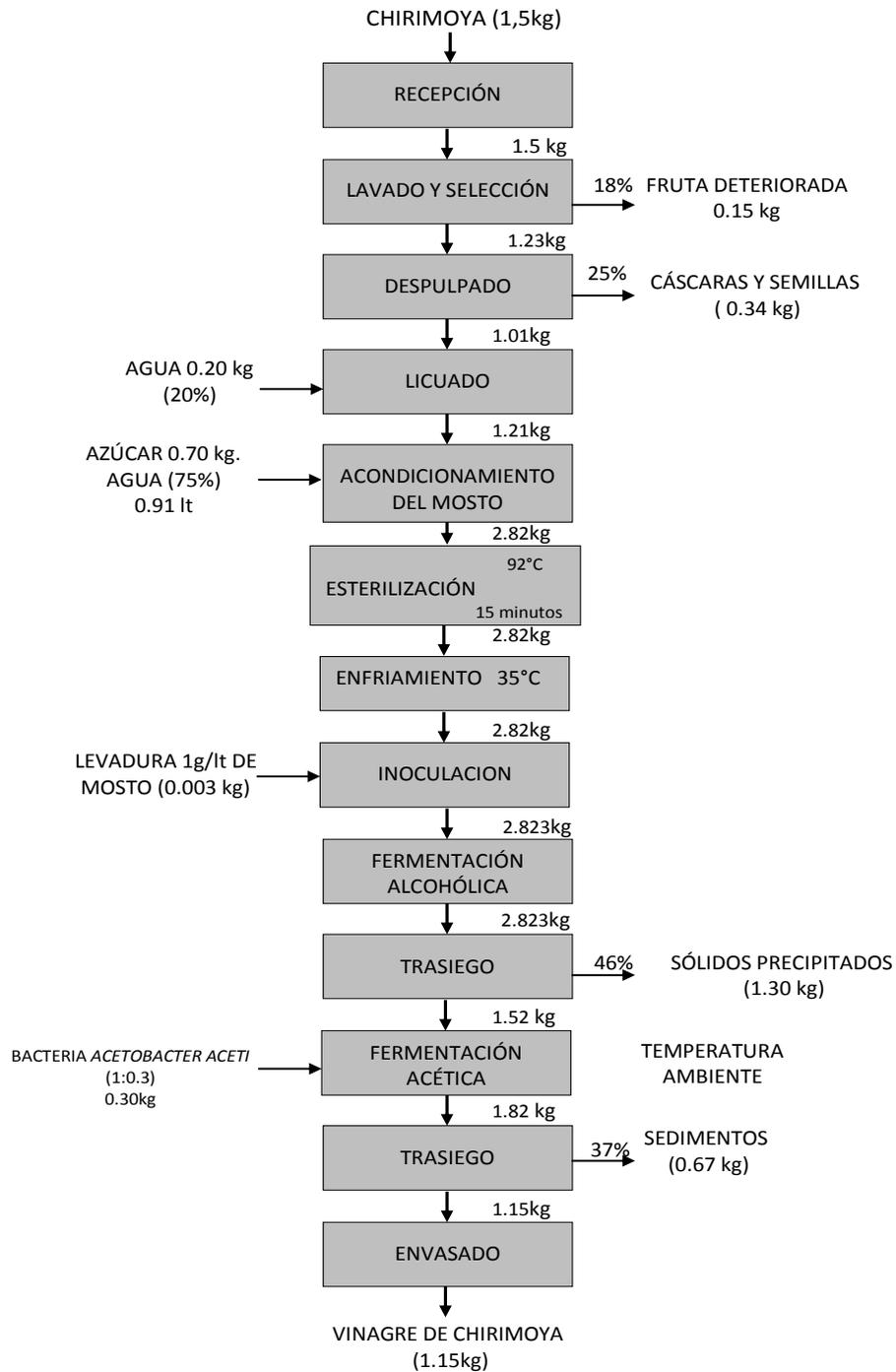
El gráfico 43, muestra un resumen del comportamiento del vinagre en donde los valores de acidez tienden a presentar un incremento durante el transcurso de los 28 días, que se encuentra dentro del rango óptimo en la elaboración del vinagre.

#### 4.7 BALANCE DE MASA DEL VINAGRE DE PULPA CHIRIMOYA.



Luego de realizar el balance de materia para el vinagre de pulpa de chirimoya (*Annonacherimolamill*) se obtuvo un rendimiento de 76% estando en un rango aceptable para esta investigación, ya que el 24% restante corresponde a los desperdicios (cascara, semilla y a la cantidad de sedimentos presentes en el mosto fermentado).

#### 4.8 BALANCE DE MASA DEL VINAGRE DE CHIRIMOYA INTEGRAL



Luego de realizar el balance de materia para el vinagre de pulpa de chirimoya (*Annonacherimolamill*) integral se obtuvo un rendimiento de 76,67% estando en un rango aceptable para esta investigación, ya que el 23,33% restante corresponde a los desperdicios (cascara, semilla y a la cantidad de sedimentos presentes en el mosto fermentado).

#### 4.9 BALANCE ESTEQUIOMÉTRICO

- **Fermentación alcohólica:**

**Reacción química que ocurre en el alcohol:**

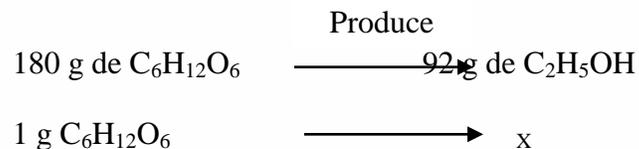


Glucosa	Alcohol	Anhídrido carbónico
	Etílico	

$$C_6H_{12}O_6 = 180 \text{ g/mol}$$

$$2C_2H_5OH = 92 \text{ g/mol}$$

Entonces:



$$X = 0,5111 \text{ g de Alcohol Etílico/ Glucosa consumida. RENDIMIENTO TEÓRICO}$$

**Conversión Teórica: 1g de Glucosa —————> 0,51g de Alcohol Etílico**

Es decir, se tiene un rendimiento del 51,11% en Alcohol Etílico, con 700 g de glucosa consumida se obtiene 357,77 g de alcohol, según los rendimientos.

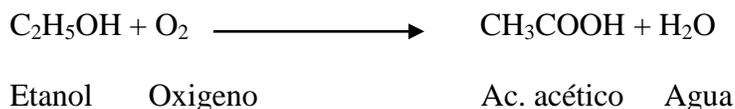
Entonces, con un mosto de 20 °Brix con un rendimiento del 51,11%, se obtendrá un grado alcohólico:

$$X = 20 \times 0,5111$$

$$X = 10,22 \text{ o } 10^\circ A$$

- **Fermentación acética**

**Reacción química que ocurre en el vinagre:**

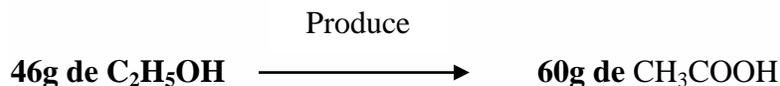


Al sumar los dos pesos moleculares se obtiene:

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{C}_2\text{H}_5\text{OH} = 46\text{g/mol} \\ \text{O}_2 = 32\text{g/mol} \end{array} \right.$$

**78g/mol**

$\text{CH}_3\text{COOH} = 60\text{g/mol}$

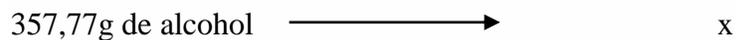
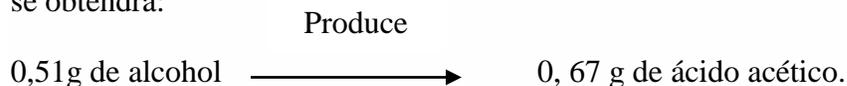


**X = 0,6652 g de CH<sub>3</sub>COOH. RENDIMIENTO TEÓRICO**

**Conversión Teórica: 0,51g de Alcohol Etilico  $\longrightarrow$  0,67 g de Ácido acético**

Es decir, se tiene un rendimiento Del 67% en ácido acético. **RENDIMIENTO TEÓRICO**

Si se dispone de 357,77g de alcohol, si el rendimiento es de 67% de ácido acético, entonces se obtendrá:



**X = 470 g de ácido acético. RENDIMIENTO TEÓRICO**

Prácticamente, cuando se usan frutas como materia prima para la producción de vinagre, se obtienen del 85 al 90% del rendimiento teórico en la reacción alcohólica y del 77 al 84% en la acetificación.

#### 4.10 CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DE LOS TRES MEJORES TRATAMIENTOS.

**Tabla 82.** Características de los tres mejores tratamientos.

Parámetros analizados	Unidades	Resultados			Requisitos del vinagre NTE INEN 2 296:2003		Método de ensayo
		T1	T7	T8	Mínimo	Máximo	
<b>Grado Alcohólico</b>	ml/100 ml	1	1	1	-	1.0	NTE INEN 1375
<b>Sólidos solubles</b>	°Brix	4	3,9	4,1	-	-	NTE INEN 380
<b>pH</b>	.....	2,51	2,51	2,51	2,3	2,8	NTE INEN 389
<b>Acidez (como ácido acético)</b>	mg/100 g	5,14	5,48	5,52	4	6	NTE INEN 521
<b>Turbidez</b>	NTU	15,5	11	28	-	-	FOTOMETRICO

Al realizar el análisis físico químico podemos observar que para cada una de las variables analizadas el mejor tratamiento es el T8 y se encuentran los valores dentro de las normas NTE IN 2 296:2003.

## CAPÍTULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1 CONCLUSIONES

El tiempo de maduración de la fruta es a partir de su recolección que es de 6 días con un índice de penetración de  $1,215 \text{ kg/cm}^2$ . Después de dos días se obtuvo chirimoya sobre-madura con un índice de penetración de  $0,25 \text{ kg/cm}^2$ .

La concentración de sólidos solubles en la solución es inversamente proporcional con el tiempo que duro el proceso que fue de 8 días, en el proceso de fermentación alcohólica se obtuvo una concentración final de  $8,60^\circ\text{Brix}$  y con 11 grados alcohólicos, en cuanto a la variación de pH en la obtención de vino de chirimoya esta fue mínima.

Las características del mejor vinagre elaborado en la presente investigación correspondieron al T8, mismo que está constituido por pulpa de chirimoya, sobre-madura, *Sacharomyces cerevisiae sp*, el cual cumple con las normativas establecidas en la NTE – INEN 2 2006-2013; con un, pH: 2,55; acidez: 5,2% y alcohol: 1%.

La evaluación sensorial, demostró que los tratamientos mejor evaluados, fueron aquellos en los que se produjo ácido acético en menor tiempo, comprobando que no hubo muchas pérdidas de compuestos volátiles, siendo así, que en el proceso de acondicionamiento biológico del mosto alcohólico; la cantidad de inóculo durante el proceso de 300 ml/lts de mosto alcohólico, es el recomendado, logrando una estandarización definida. Por lo que, esto se consideró mediante el control de sólidos solubles  $^\circ\text{Brix}$ , pH y acidez, siendo el mejor tratamiento T8 (pulpa de chirimoya, sobre-madura, *Sacharomyces cerevisiae sp* y 300 ml/lit de mosto alcohólico), con las mejores características fisicoquímicas y organolépticas.

## 5.2 RECOMENDACIONES

- Es recomendable que durante el proceso de acetificación, se incorpore oxígeno a partir de la formación del velo blanco (capa gelatinosa que indica el asentamiento de bacterias acéticas), mediante el uso de una bomba de aireación usada con el objetivo de acelerar la fermentación acética.
- Para futuras investigaciones, se debería considerar el estudio de diferentes temperaturas, a las ya investigadas en la tesis, tomando en cuenta que los rangos óptimos para el desarrollo de las bacterias acéticas esta entre 12°C y 35°C.
- Elaborar vinagre con otras frutas tomando en cuenta y como referencia el proceso productivo aplicado en esta tesis.

## CAPÍTULO VI BIBLIOGRAFÍA Y ANEXOS

### 6.1 Bibliografía

- Albiñana, L. (7 de Septiembre de 2005).  
[http://www.cerespain.com/variedades\\_de\\_chirimoyas.html](http://www.cerespain.com/variedades_de_chirimoyas.html). Recuperado el 3 de Octubre de 2011, de [www.cerespain.com/variedades\\_de\\_chirimoyas.html](http://www.cerespain.com/variedades_de_chirimoyas.html).
- Andrade, R. (2009). *Caracterización morfo-agronómica y molecular de la colección de chirimoya (annona cherimola mill)* . Quigt.
- Beltran, R. (2012). *La elaboración del vino*. Recuperado el Julio de 2012, de <http://www.lapalmadelcondado.org/documents/14409/231664/Tema+3++y+5.+Elaboraci%C3%B3n+de+vinos.pdf>.
- Carpenter, P. (1979). *Microbiología*. Mexico: Interamericana.
- Cherrez, M. y. (2005). *Proyecto de inversión para la Elaboración y Comercialización del Vinagre de Guineo en la ciudad de Guayaquil*. Guayaquil: ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL.
- Cholota, N. &. (1999). Estudio de la vida útil de la pulpa de chirimoya (Annona cherimola) mínimamente procesada. Tesis de Ingeniería en Alimentos. Ambato-Ecuador: Universidad Técnica de Ambato.
- Córdova, A. (1987). *Tema de orientación agropecuaria: Chirimoya. (p. 70)*. Bogotá: APOSTAL.
- De la Rosa, T. (1998). *Tecnología de los vinos blancos*. Barcelona-España: Mundy prensa.
- Delgado, C. (2005). *El cultivo de la chirimoya* . Recuperado el junio de 2012, de [http://www.asohofrucol.com.co/archivos/biblioteca/biblioteca\\_24\\_Cultivo%20de%20la%20Chirimoya.pdf](http://www.asohofrucol.com.co/archivos/biblioteca/biblioteca_24_Cultivo%20de%20la%20Chirimoya.pdf).
- Durán, E. (2008). *Control de los procesos de elaboración, calidad y trazabilidad del vinagre de jerez*. Puerto Real: Mundi prensa.
- Espac. (01 de Septiembre de 2011). *ESPAC INEC*. Recuperado el 3 de Julio de 2012, de <http://www.inec.gob.ec/estadisticas>

- FAO. (2008). <http://www.fao.or>. Recuperado el 5 de Enero de 2012, de <http://www.fao.org/inphoarchive/conten/documents/vlibrary/AE620s/Pfrescos/INSEGURIDADALIMENTARIA.HTM>
- González, S. (1978). *Microbiología de la Bedidas*. Habana-Cuba: Pueblo y Educación Ediciones.
- Grisales, S. E. (2012). <http://www.slideshare.net/>. Recuperado el Noviembre de 2012, de <http://www.slideshare.net/soanye/vinos-fundamentos>
- Hernández, A. (2003). *Microbiología Industrial*. Chile: Euned.
- Hough, J. (2002). *Biotechnología de la cerveza y la malta*. Zaragoza-España: Acribia, S.A.
- <http://www.virtual.unal.edu.co>. (s.f.). Recuperado el 26 de Octubre de 2012, de [http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/agronomia/2001819/lecciones/cap03/cap03\\_10.html](http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/agronomia/2001819/lecciones/cap03/cap03_10.html)
- INIAP. (5 de Enero de 2012). *INIAP*. Recuperado el 4 de Septiembre de 2012, de <http://www.iniap.gob.ec>.
- IPGRI. (2003). *Tecnologías de marcadores moleculares para estudios de diversidad genética de plantas: Módulos de aprendizaje*. Recuperado el junio de 2012, de [www.ipgri.cgiar.org/Training/Unit101/MolMarkers\\_es/PDF/VOL1/I.Introducción.pdf](http://www.ipgri.cgiar.org/Training/Unit101/MolMarkers_es/PDF/VOL1/I.Introducción.pdf).
- jjjj. (s.f.).
- Kader, A., & Arpaia, M. (1999). *Chirimoya (Atemoya y Sweetsop): Recomendaciones para Mantener la Calidad Postcosecha*. Recuperado el Julio de 2012, de <http://postharvest.ucdavis.edu/PFfruits/Cherimoya/>
- Labbe, M. (2007). *Tratamientos post fermentativos del vinagre: conservación en botella, envejecimiento acelerado y eliminación de plomo*. Barcelona-España: Universidad Rovira i Virgili.
- Llaguno. (1991). Obtenido de <http://bdnhome.com/tecnologia/temas/vinagre.pdf>
- Llaguno, C. (1991). *El vinagre de vino*. Recuperado el Octubre de 2012, de <http://bdnhome.com/tecnologia/temas/vinagre.pdf>.
- Mogrovejo, M. (2009). *La Chirimoya (Annona cherimola)*. Recuperado el Octubre de 2012, de <http://mednaturesagradafamilia.blogspot.com/2009/08/la-chirimoya.html>.

- Mortón, 1., Simeón et al., 1., & Cortes et al., 1. c. (s.f.). *Manual de Cultivos de Chirimoya*. Quito-Ecuador.
- Palacio, H. (1956). *Fabricación del Alcohol*. Barcelona-España: Salvat Editores S.A.
- Riambau, J. (1977). *Pernanencia en barrica del Vino*. Recuperado el Junio de 2012, de [http://www.mivino.es/pdf\\_anteriores/Vinum79.pdf](http://www.mivino.es/pdf_anteriores/Vinum79.pdf).
- Rivera, S. (2011). *Obtención de vinagre a partir de la biofermentación de residuos de banano y otras frutas para su industrialización*. Quito: Universidad de las Américas.
- Torres, M. (1990). *Fermentación acética*. . Recuperado el Julio de 2012, de <http://alimentos.blogia.com/2007/112901-fermentacion-acetica.php>.
- Vazquez, H. y. (2007). *Fermentacion alcoholica. Una opción para la producción de energía renovable a partir de desechos agrícola. Ingeniería. Investigación y Tecnología*. Recuperado el Noviembre de 2012, de <http://www.ejournal.unam.mx/ict/vol0804/ICT000800404.pdf>.
- Vicente. (1994). *Manual de industrias alimetarias*. Recuperado el Noviembre de 2012, de [http://hackmitin.espora.org/free\\_beer\\_as\\_in\\_freedom/Manua\\_Cerveza\\_Casera.odt](http://hackmitin.espora.org/free_beer_as_in_freedom/Manua_Cerveza_Casera.odt).

## 6.2 Anexos

### ANEXO 1

1. Datos de las variables en la elaboración del vinagre.

**Tabla 83.** Valores grado alcohólico a los 8 días de la elaboración del vinagre.

N°	TRAT/REPT.	I	II	III	SUMA	MEDIA
T1	A1B1C1D1	5,000	5,000	5,000	<b>15,000</b>	5,000
T2	A1B1C1D2	4,000	4,000	4,000	<b>12,000</b>	4,000
T3	A1B1C2D1	4,000	4,000	4,000	<b>12,000</b>	4,000
T4	A1B1C2D2	6,000	4,000	5,000	<b>15,000</b>	5,000
T5	A1B2C1D1	5,000	4,500	5,000	<b>14,500</b>	4,833
T6	A1B2C1D2	5,000	5,000	5,000	<b>15,000</b>	5,000
T7	A1B2C2D1	5,000	5,000	4,000	<b>14,000</b>	4,667
T8	A1B2C2D2	5,500	5,500	4,500	<b>15,500</b>	5,167
T9	A2B1C1D1	5,000	5,000	4,000	<b>14,000</b>	4,667
T10	A2B1C1D2	5,000	4,000	5,000	<b>14,000</b>	4,667
T11	A2B1C2D1	5,000	6,000	6,000	<b>17,000</b>	5,667
T12	A2B1C2D2	6,000	5,000	6,000	<b>17,000</b>	5,667
T13	A2B2C1D1	5,000	6,000	4,000	<b>15,000</b>	5,000
T14	A2B2C1D2	5,000	5,000	5,000	<b>15,000</b>	5,000
T15	A2B2C2D1	5,000	5,000	5,000	<b>15,000</b>	5,000
T16	A2B2C2D2	4,000	6,000	4,000	<b>14,000</b>	4,667
	<b>SUMA</b>	<b>79,500</b>	<b>79,000</b>	<b>75,500</b>	<b>234,000</b>	4,875

**Tabla 84.** Promedio de sólidos solubles a los 8 días de la elaboración del vinagre.

<b>N°</b>	<b>TRAT/REP.</b>	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>	<b>SUMA</b>	<b>MEDIA</b>
<b>T1</b>	A1B1C1D1	5,000	5,200	5,000	<b>15,200</b>	5,067
<b>T2</b>	A1B1C1D2	5,000	5,000	4,900	<b>14,900</b>	4,967
<b>T3</b>	A1B2C1D1	5,000	4,200	5,100	<b>14,300</b>	4,767
<b>T4</b>	A1B2C1D2	5,200	4,000	4,800	<b>14,000</b>	4,667
<b>T5</b>	A2B1C1D1	5,000	5,600	5,100	<b>15,700</b>	5,233
<b>T6</b>	A2B1C1D2	5,400	5,800	5,300	<b>16,500</b>	5,500
<b>T7</b>	A2B2C1D1	5,000	4,600	4,800	<b>14,400</b>	4,800
<b>T8</b>	A2B2C1D2	5,000	4,600	5,200	<b>14,800</b>	4,933
<b>T9</b>	A1B1C2D1	4,800	5,000	5,000	<b>14,800</b>	4,933
<b>T10</b>	A1B1C2D2	4,200	5,000	4,800	<b>14,000</b>	4,667
<b>T11</b>	A1B2C2D1	5,000	5,000	4,900	<b>14,900</b>	4,967
<b>T12</b>	A1B2C2D2	4,600	5,200	4,800	<b>14,600</b>	4,867
<b>T13</b>	A2B1C2D1	4,600	5,000	4,800	<b>14,400</b>	4,800
<b>T14</b>	A2B1C2D2	4,800	5,000	5,000	<b>14,800</b>	4,933
<b>T15</b>	A2B2C2D1	4,800	5,000	4,900	<b>14,700</b>	4,900
<b>T16</b>	A2B2C2D2	4,700	4,800	4,600	<b>14,100</b>	4,700
	<b>SUMA</b>	<b>78,100</b>	<b>79,000</b>	<b>79,000</b>	<b>236,100</b>	4,919

**Tabla 85.** Promedio del pH a los 8 días para la elaboración del vinagre.

<b>N°</b>	<b>TRAT/REP.</b>	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>	<b>SUMA</b>	<b>MEDIA</b>
<b>T1</b>	A1B1C1D1	2,660	2,680	2,670	<b>8,010</b>	2,670
<b>T2</b>	A1B1C1D2	2,670	2,700	2,680	<b>8,050</b>	2,683
<b>T3</b>	A1B2C1D1	2,680	2,670	2,650	<b>7,870</b>	2,623
<b>T4</b>	A1B2C1D2	2,710	2,730	2,720	<b>8,160</b>	2,720
<b>T5</b>	A2B1C1D1	2,620	2,580	2,600	<b>7,800</b>	2,600
<b>T6</b>	A2B1C1D2	2,640	2,580	2,610	<b>7,830</b>	2,610
<b>T7</b>	A2B2C1D1	2,620	2,640	2,630	<b>7,890</b>	2,630
<b>T8</b>	A2B2C1D2	2,620	2,620	2,620	<b>7,860</b>	2,620
<b>T9</b>	A1B1C2D1	2,780	2,820	2,750	<b>8,100</b>	2,700
<b>T10</b>	A1B1C2D2	2,730	2,850	2,740	<b>8,220</b>	2,740
<b>T11</b>	A1B2C2D1	2,870	2,860	2,860	<b>8,590</b>	2,863
<b>T12</b>	A1B2C2D2	2,860	2,870	2,860	<b>8,590</b>	2,863
<b>T13</b>	A2B1C2D1	2,600	2,880	2,760	<b>8,290</b>	2,763
<b>T14</b>	A2B1C2D2	2,790	2,760	2,750	<b>8,190</b>	2,730
<b>T15</b>	A2B2C2D1	2,810	2,880	2,840	<b>8,530</b>	2,843
<b>T16</b>	A2B2C2D2	2,780	2,760	2,770	<b>8,310</b>	2,770
	<b>SUMA</b>	<b>43,190</b>	<b>43,690</b>	<b>43,410</b>	<b>130,290</b>	2,714

**Tabla 86.** Promedio de acidez a los 8 días.

<b>N°</b>	<b>TRAT/REPT.</b>	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>	<b>SUMA</b>	<b>MEDIA</b>
<b>T1</b>	<b>A1B1C1D1</b>	3,040	3,040	3,060	<b>9,140</b>	3,047
<b>T2</b>	<b>A1B1C1D2</b>	3,240	3,220	3,180	<b>9,640</b>	3,213
<b>T3</b>	<b>A1B2C1D1</b>	2,860	2,870	2,890	<b>8,620</b>	2,873
<b>T4</b>	<b>A1B2C1D2</b>	3,040	2,960	2,950	<b>8,950</b>	2,983
<b>T5</b>	<b>A2B1C1D1</b>	3,080	3,060	3,070	<b>9,210</b>	3,070
<b>T6</b>	<b>A2B1C1D2</b>	3,150	3,180	3,130	<b>9,460</b>	3,153
<b>T7</b>	<b>A2B2C1D1</b>	3,840	3,220	2,680	<b>9,740</b>	3,247
<b>T8</b>	<b>A2B2C1D2</b>	2,860	2,870	2,890	<b>8,620</b>	2,873
<b>T9</b>	<b>A1B1C2D1</b>	3,520	3,540	3,530	<b>10,590</b>	3,530
<b>T10</b>	<b>A1B1C2D2</b>	3,740	3,720	3,730	<b>11,190</b>	3,730
<b>T11</b>	<b>A1B2C2D1</b>	3,500	3,520	3,510	<b>10,530</b>	3,510
<b>T12</b>	<b>A1B2C2D2</b>	3,720	3,760	3,750	<b>11,230</b>	3,743
<b>T13</b>	<b>A2B1C2D1</b>	2,860	2,900	2,870	<b>8,630</b>	2,877
<b>T14</b>	<b>A2B1C2D2</b>	3,180	3,140	3,160	<b>9,480</b>	3,160
<b>T15</b>	<b>A2B2C2D1</b>	2,940	2,860	2,900	<b>8,700</b>	2,900
<b>T16</b>	<b>A2B2C2D2</b>	3,040	2,873	2,957	<b>8,870</b>	2,957
	<b>SUMA</b>	<b>51,610</b>	<b>50,733</b>	<b>50,257</b>	<b>152,600</b>	3,179

**Tabla 87.** Promedio de grado alcohólico a los 18 días.

<b>N°</b>	<b>TRAT/REPT.</b>	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>	<b>SUMA</b>	<b>MEDIA</b>
<b>T1</b>	<b>A1B1C1D1</b>	2,540	2,510	2,525	<b>7,575</b>	2,525
<b>T2</b>	<b>A1B1C1D2</b>	2,570	2,560	2,565	<b>7,695</b>	2,565
<b>T3</b>	<b>A1B2C1D1</b>	2,510	2,500	2,505	<b>7,515</b>	2,505
<b>T4</b>	<b>A1B2C1D2</b>	2,560	2,470	2,515	<b>7,545</b>	2,515
<b>T5</b>	<b>A2B1C1D1</b>	2,510	2,400	2,455	<b>7,365</b>	2,455
<b>T6</b>	<b>A2B1C1D2</b>	2,560	2,420	2,490	<b>7,470</b>	2,490
<b>T7</b>	<b>A2B2C1D1</b>	2,410	2,430	2,420	<b>7,260</b>	2,420
<b>T8</b>	<b>A2B2C1D2</b>	2,310	2,620	2,465	<b>7,395</b>	2,465
<b>T9</b>	<b>A1B1C2D1</b>	2,700	2,890	2,795	<b>8,385</b>	2,795
<b>T10</b>	<b>A1B1C2D2</b>	2,740	2,780	2,760	<b>8,280</b>	2,760
<b>T11</b>	<b>A1B2C2D1</b>	2,830	2,560	2,695	<b>8,085</b>	2,695
<b>T12</b>	<b>A1B2C2D2</b>	2,810	2,860	2,835	<b>8,505</b>	2,835
<b>T13</b>	<b>A2B1C2D1</b>	2,530	2,570	2,550	<b>7,650</b>	2,550
<b>T14</b>	<b>A2B1C2D2</b>	2,650	2,580	2,615	<b>7,845</b>	2,615
<b>T15</b>	<b>A2B2C2D1</b>	2,740	2,550	2,645	<b>7,935</b>	2,645
<b>T16</b>	<b>A2B2C2D2</b>	2,750	2,650	2,700	<b>8,100</b>	2,700
	<b>SUMA</b>	<b>41,720</b>	<b>41,350</b>	<b>41,535</b>	<b>124,605</b>	2,596

**Tabla 88.** Promedio de sólidos solubles a los 18 días.

<b>N°</b>	<b>TRAT/REP.</b>	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>	<b>SUMA</b>	<b>MEDIA</b>
<b>T1</b>	A1B1C1D1	4,800	4,800	4,800	<b>14,400</b>	4,800
<b>T2</b>	A1B1C1D2	4,800	4,700	4,600	<b>14,100</b>	4,700
<b>T3</b>	A1B2C1D1	4,500	4,300	4,700	<b>13,500</b>	4,500
<b>T4</b>	A1B2C1D2	4,900	4,700	4,400	<b>14,000</b>	4,667
<b>T5</b>	A2B1C1D1	5,200	4,900	5,100	<b>15,200</b>	5,067
<b>T6</b>	A2B1C1D2	5,600	5,000	5,300	<b>15,900</b>	5,300
<b>T7</b>	A2B2C1D1	4,200	4,400	4,300	<b>12,900</b>	4,300
<b>T8</b>	A2B2C1D2	4,200	4,200	4,200	<b>12,600</b>	4,200
<b>T9</b>	A1B1C2D1	3,900	4,400	4,200	<b>12,500</b>	4,167
<b>T10</b>	A1B1C2D2	4,000	4,000	4,200	<b>12,200</b>	4,067
<b>T11</b>	A1B2C2D1	4,200	4,500	4,300	<b>13,000</b>	4,333
<b>T12</b>	A1B2C2D2	5,000	5,200	5,100	<b>15,300</b>	5,100
<b>T13</b>	A2B1C2D1	4,700	4,900	4,200	<b>13,800</b>	4,600
<b>T14</b>	A2B1C2D2	5,000	4,800	4,900	<b>14,700</b>	4,900
<b>T15</b>	A2B2C2D1	4,900	4,800	4,800	<b>14,500</b>	4,833
<b>T16</b>	A2B2C2D2	4,900	4,600	4,400	<b>13,900</b>	4,633
	<b>SUMA</b>	<b>74,800</b>	<b>74,200</b>	<b>73,500</b>	<b>222,500</b>	4,635

**Tabla 89.** Promedio de pH a los 18 días

<b>N°</b>	<b>TRAT/REP.</b>	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>	<b>SUMA</b>	<b>MEDIA</b>
<b>T1</b>	A1B1C1D1	2,540	2,510	2,530	<b>7,580</b>	2,527
<b>T2</b>	A1B1C1D2	2,570	2,560	2,570	<b>7,700</b>	2,567
<b>T3</b>	A1B2C1D1	2,510	2,500	2,510	<b>7,520</b>	2,507
<b>T4</b>	A1B2C1D2	2,560	2,470	2,520	<b>7,550</b>	2,517
<b>T5</b>	A2B1C1D1	2,410	2,400	2,410	<b>7,220</b>	2,407
<b>T6</b>	A2B1C1D2	2,430	2,420	2,430	<b>7,280</b>	2,427
<b>T7</b>	A2B2C1D1	2,410	2,430	2,420	<b>7,260</b>	2,420
<b>T8</b>	A2B2C1D2	2,310	2,850	2,580	<b>7,740</b>	2,580
<b>T9</b>	A1B1C2D1	2,700	2,890	2,800	<b>8,390</b>	2,797
<b>T10</b>	A1B1C2D2	2,740	2,780	2,760	<b>8,280</b>	2,760
<b>T11</b>	A1B2C2D1	2,830	2,840	2,840	<b>8,510</b>	2,837
<b>T12</b>	A1B2C2D2	2,810	2,860	2,800	<b>8,470</b>	2,823
<b>T13</b>	A2B1C2D1	2,530	2,570	2,550	<b>7,650</b>	2,550
<b>T14</b>	A2B1C2D2	2,650	2,580	2,620	<b>7,850</b>	2,617
<b>T15</b>	A2B2C2D1	2,740	2,550	2,630	<b>7,920</b>	2,640
<b>T16</b>	A2B2C2D2	2,750	2,650	2,700	<b>8,100</b>	2,700
	<b>SUMA</b>	<b>41,490</b>	<b>41,860</b>	<b>41,670</b>	<b>125,020</b>	2,605

**Tabla 90.** Promedio de acidez a los 18 días

<b>N°</b>	<b>TRAT/REP.</b>	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>	<b>SUMA</b>	<b>MEDIA</b>
<b>T1</b>	A1B1C1D1	4,560	4,460	4,510	<b>13,530</b>	4,510
<b>T2</b>	A1B1C1D2	4,500	4,450	4,475	<b>13,425</b>	4,475
<b>T3</b>	A1B2C1D1	4,220	4,250	4,230	<b>12,700</b>	4,233
<b>T4</b>	A1B2C1D2	4,410	4,040	4,320	<b>12,770</b>	4,257
<b>T5</b>	A2B1C1D1	4,460	4,670	4,560	<b>13,690</b>	4,563
<b>T6</b>	A2B1C1D2	4,400	4,430	4,210	<b>13,040</b>	4,347
<b>T7</b>	A2B2C1D1	4,320	4,580	4,450	<b>13,350</b>	4,450
<b>T8</b>	A2B2C1D2	4,420	4,470	4,440	<b>13,330</b>	4,443
<b>T9</b>	A1B1C2D1	4,480	4,430	4,100	<b>13,010</b>	4,337
<b>T10</b>	A1B1C2D2	4,070	4,160	4,170	<b>12,400</b>	4,133
<b>T11</b>	A1B2C2D1	4,070	4,430	4,250	<b>12,750</b>	4,250
<b>T12</b>	A1B2C2D2	4,370	4,160	4,270	<b>12,800</b>	4,267
<b>T13</b>	A2B1C2D1	4,430	4,370	4,400	<b>13,200</b>	4,400
<b>T14</b>	A2B1C2D2	4,400	4,430	4,410	<b>13,240</b>	4,413
<b>T15</b>	A2B2C2D1	4,410	4,460	4,540	<b>13,410</b>	4,470
<b>T16</b>	A2B2C2D2	4,430	4,610	4,520	<b>13,560</b>	4,520
	<b>SUMA</b>	<b>69,950</b>	<b>70,400</b>	<b>69,855</b>	<b>210,205</b>	4,379

**Tabla 91.** Promedio de grado alcohólico a los 28 días.

N°	TRAT/REPT.	I	II	III	SUMA	MEDIA
T1	A1B1C1D1	1,000	1,000	1,000	<b>3,000</b>	1,000
T2	A1B1C1D2	1,350	1,300	1,325	<b>3,975</b>	1,325
T3	A1B2C1D1	1,250	1,250	1,250	<b>3,750</b>	1,250
T4	A1B2C1D2	1,300	1,300	1,300	<b>3,900</b>	1,300
T5	A2B1C1D1	1,400	1,400	1,400	<b>4,200</b>	1,400
T6	A2B1C1D2	1,100	1,400	1,250	<b>3,750</b>	1,250
T7	A2B2C1D1	1,000	1,000	1,000	<b>3,000</b>	1,000
T8	A2B2C1D2	1,000	1,000	1,000	<b>3,000</b>	1,000
T9	A1B1C2D1	1,400	1,350	1,375	<b>4,125</b>	1,375
T10	A1B1C2D2	1,300	1,200	1,250	<b>3,750</b>	1,250
T11	A1B2C2D1	1,200	1,200	1,200	<b>3,600</b>	1,200
T12	A1B2C2D2	1,300	1,100	1,200	<b>3,600</b>	1,200
T13	A2B1C2D1	1,300	1,300	1,300	<b>3,900</b>	1,300
T14	A2B1C2D2	1,300	1,300	1,300	<b>3,900</b>	1,300
T15	A2B2C2D1	1,200	1,300	1,250	<b>3,750</b>	1,250
T16	A2B2C2D2	1,200	1,150	1,175	<b>3,525</b>	1,175
	<b>SUMA</b>	<b>19,600</b>	<b>19,550</b>	<b>19,575</b>	<b>58,725</b>	1,223

**Tabla 92.** Promedio de sólidos solubles a los 28 días.

<b>N°</b>	<b>TRAT/REP.</b>	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>	<b>SUMA</b>	<b>MEDIA</b>
<b>T1</b>	A1B1C1D1	4,000	4,000	4,000	<b>12,000</b>	4,000
<b>T2</b>	A1B1C1D2	4,000	3,600	3,800	<b>11,400</b>	3,800
<b>T3</b>	A1B2C1D1	4,200	4,200	4,200	<b>12,600</b>	4,200
<b>T4</b>	A1B2C1D2	4,600	4,000	4,300	<b>12,900</b>	4,300
<b>T5</b>	A2B1C1D1	4,200	4,400	4,300	<b>12,900</b>	4,300
<b>T6</b>	A2B1C1D2	4,600	5,000	4,800	<b>14,400</b>	4,800
<b>T7</b>	A2B2C1D1	3,800	4,000	3,900	<b>11,700</b>	3,900
<b>T8</b>	A2B2C1D2	4,400	3,800	4,100	<b>12,300</b>	4,100
<b>T9</b>	A1B1C2D1	3,600	3,800	3,700	<b>11,100</b>	3,700
<b>T10</b>	A1B1C2D2	3,700	4,100	3,900	<b>11,700</b>	3,900
<b>T11</b>	A1B2C2D1	4,200	4,200	4,200	<b>12,600</b>	4,200
<b>T12</b>	A1B2C2D2	4,400	4,200	4,300	<b>12,900</b>	4,300
<b>T13</b>	A2B1C2D1	4,000	3,800	3,900	<b>11,700</b>	3,900
<b>T14</b>	A2B1C2D2	3,400	4,000	3,700	<b>11,100</b>	3,700
<b>T15</b>	A2B2C2D1	4,000	4,000	4,000	<b>12,000</b>	4,000
<b>T16</b>	A2B2C2D2	4,300	4,100	4,200	<b>12,600</b>	4,200
	<b>SUMA</b>	<b>65,400</b>	<b>65,200</b>	<b>65,300</b>	<b>195,900</b>	4,081

**Tabla 93.** Promedio de sólidos solubles a los 28 días.

<b>N°</b>	<b>TRAT/REPT.</b>	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>	<b>SUMA</b>	<b>MEDIA</b>
T1	A1B1C1D1	2,510	2,510	2,510	<b>7,530</b>	2,510
T2	A1B1C1D2	2,510	2,520	2,515	<b>7,545</b>	2,515
T3	A1B2C1D1	2,510	2,530	2,520	<b>7,560</b>	2,520
T4	A1B2C1D2	2,520	2,510	2,515	<b>7,545</b>	2,515
T5	A2B1C1D1	2,530	2,510	2,520	<b>7,560</b>	2,520
T6	A2B1C1D2	2,510	2,520	2,515	<b>7,545</b>	2,515
T7	A2B2C1D1	2,510	2,510	2,510	<b>7,530</b>	2,510
T8	A2B2C1D2	2,510	2,510	2,510	<b>7,530</b>	2,510
T9	A1B1C2D1	2,510	2,530	2,520	<b>7,560</b>	2,520
T10	A1B1C2D2	2,510	2,520	2,515	<b>7,545</b>	2,515
T11	A1B2C2D1	2,510	2,520	2,515	<b>7,545</b>	2,515
T12	A1B2C2D2	2,510	2,490	2,410	<b>7,410</b>	2,470
T13	A2B1C2D1	2,510	2,520	2,515	<b>7,545</b>	2,515
T14	A2B1C2D2	2,510	2,520	2,515	<b>7,545</b>	2,515
T15	A2B2C2D1	2,510	2,510	2,510	<b>7,530</b>	2,510
T16	A2B2C2D2	2,450	2,500	2,475	<b>7,425</b>	2,475
	<b>SUMA</b>	<b>40,130</b>	<b>40,230</b>	<b>40,090</b>	<b>120,450</b>	2,509

**Tabla 94.** Promedio de acidez a los 28 días.

<b>N°</b>	<b>TRAT/REP.</b>	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>	<b>SUMA</b>	<b>MEDIA</b>
<b>T1</b>	A1B1C1D1	4,860	5,420	5,140	<b>15,420</b>	5,140
<b>T2</b>	A1B1C1D2	4,860	5,090	4,975	<b>14,925</b>	4,975
<b>T3</b>	A1B2C1D1	5,090	5,130	5,110	<b>15,330</b>	5,110
<b>T4</b>	A1B2C1D2	5,470	5,090	5,280	<b>15,840</b>	5,280
<b>T5</b>	A2B1C1D1	5,270	5,450	5,360	<b>16,080</b>	5,360
<b>T6</b>	A2B1C1D2	4,950	5,310	5,130	<b>15,390</b>	5,130
<b>T7</b>	A2B2C1D1	5,600	5,360	5,480	<b>16,440</b>	5,480
<b>T8</b>	A2B2C1D2	5,610	5,430	5,520	<b>16,560</b>	5,520
<b>T9</b>	A1B1C2D1	5,130	5,270	5,200	<b>15,600</b>	5,200
<b>T10</b>	A1B1C2D2	5,160	5,020	5,090	<b>15,270</b>	5,090
<b>T11</b>	A1B2C2D1	5,080	5,230	5,155	<b>15,465</b>	5,155
<b>T12</b>	A1B2C2D2	5,180	5,010	5,095	<b>15,285</b>	5,095
<b>T13</b>	A2B1C2D1	5,240	5,440	5,340	<b>16,020</b>	5,340
<b>T14</b>	A2B1C2D2	5,200	5,300	5,250	<b>15,750</b>	5,250
<b>T15</b>	A2B2C2D1	5,400	5,320	5,360	<b>16,080</b>	5,360
<b>T16</b>	A2B2C2D2	5,310	5,470	5,390	<b>16,170</b>	5,390
	<b>SUMA</b>	<b>83,410</b>	<b>84,340</b>	<b>83,875</b>	<b>251,625</b>	5,242

## ANEXO 2

### Análisis en porción comestible



# UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

IBARRA - ECUADOR

*Laboratorio de Uso Múltiple*

Informe N°: 27 - 2012 Ibarra, 26 de junio de 2012

Análisis solicitado por: Sras. Amanta Alemán y Katerine Velásquez

Número de muestras : Dos

Fecha de recepción de las muestras: 12 de junio de 2012

Parámetro Analizado (en porción comestible)	Unidad	Resultado		Método de ensayo
		Madura	Sobremadura	
Contenido acuoso	%	76,54	76,35	AOAC 925.10
Fibra	%	1,80	1,60	AOAC 985.29
Densidad aparente (pulpa)	-----	1,109	1,094	AOAC 932.14C
Carbohidratos Totales	%	21,52	19,40	Cálculo

*Los resultados obtenidos pertenecen exclusivamente para las muestras analizadas.*

Atentamente:



Bioq. José Luis Moreno  
Analista

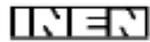


**Misión Institucional**  
Contribuir al desarrollo educativo, científico, tecnológico, socioeconómico y cultural de la región norte del país, formar profesionales críticos, humanistas y éticos comprometidos con el cambio social.

Ciudadela Universitaria barrio El Dorado  
Teléfono: (05) 2 953 401 Correo: 199  
050 2 609 420 3340 - 88 Fax: Ext. 801  
Email: info@utn.edu.ec  
www.utn.edu.ec

**ANEXO 3**  
**Norma NTE INEN 2296:2003**

---



**INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN**

Quito - Ecuador

---

**NORMA TÉCNICA ECUATORIANA**

**NTE INEN 2 296:2003**

---

**VINAGRE. REQUISITOS.**

**Primera Edición**

VINEGAR. SPECIFICATIONS.

First Edition

---

DESCRIPCIÓN: Tecnología de alimentos, especias y condimentos, edulcorantes, vinagre.  
AL: 02.05-408  
CDU: 663.242  
CIIU: 3121  
ICS: 67.220.10

CDU: 663.242  
ICS: 67.220.10



CIRU: 3121  
AL 02.05-408

Norma Técnica  
Ecuatoriana  
Voluntaria

VINAGRE.  
REQUISITOS.

NTE INEN  
2 296:2003  
2003-12

Instituto Ecuatoriano de Normalización, INEN - Casilla 17-01-3999 - Baquería Moreno Es-29 y Almagro - Quito-Ecuador - Prohibida la reproducción

#### 1. OBJETO

1.1 Esta norma establece los requisitos que debe cumplir el vinagre.

#### 2. ALCANCE

2.1 Esta norma se aplica a todo tipo de vinagre envasado y destinado al consumo directo.

#### 3. DEFINICIONES

3.1 Vinagre. Es el producto líquido, apto para el consumo humano, producido exclusivamente con productos idóneos que contengan almidón y/o azúcares por el procedimiento de doble fermentación, alcohólica y acética.

3.2 Vinagre de vino. Es el vinagre obtenido del vino por fermentación acética, salvo que en la materia prima podrá ser mayor el nivel de ácidos volátiles.

3.3 Vinagre de fruta, baya, sidra. Son vinagres obtenidos por fermentación acética y/o mixta de las frutas o del vino de frutas, bayas o sidra, salvo que en la materia prima podrá ser mayor el nivel de ácidos volátiles.

3.4 Vinagre de alcohol. Es el vinagre obtenido por fermentación acética de alcohol destilado.

3.5 Vinagre de grano. Es el vinagre obtenido sin destilación intermedia de cualquier cereal en grano, cuyo almidón se ha convertido en azúcares por un proceso distinto del de solo la diastasa de la cebada malteada.

3.6 Vinagre de malta. Es el vinagre obtenido sin destilación intermedia, a partir de la cebada malteada con o sin adición de cereales en grano cuyo almidón se ha convertido en azúcares únicamente mediante la diastasa de la cebada malteada. Puede ser destilado o no.

3.7 Vinagre de suero de leche. Es el vinagre obtenido sin destilación intermedia del suero.

3.8 Vinagre de miel de abeja. Es el vinagre obtenido sin destilación intermedia de la miel.

#### 4. DISPOSICIONES GENERALES

4.1 El vinagre debe elaborarse con materias primas libre de mohos, insectos y materias extrañas.

4.2 Se permite la adición de especias y condimentos o sus extractos, oleoresinas o aceites esenciales.

4.3 Se permite la adición de aromas y aromatizantes naturales.

4.4 Como coadyuvantes de elaboración se permite utilizar extractos de levaduras, autolisatos, aminoácidos y sus sales como nutrientes para acetobacterias.

(Continúa)

DESCRIPTORES: Tecnología de alimentos, especias y condimentos, aditivos alimentarios, vinagre.

4.5 Se podrá utilizar clarificantes y filtrantes aprobados por la autoridad sanitaria competente, el Codex alimentario y el FDA.

4.6 Los aditivos permitidos son los indicados en la tabla 4.

## 5. REQUISITOS

### 5.1 Requisitos específicos

5.1.1 El vinagre debe tener color uniforme, sabor y olor característicos.

5.1.2 El vinagre no debe contener anguilina del vinagre o materias y sedimentos en suspensión además debe estar exento de la turbiedad causada por microorganismos (madre del vinagre).

5.1.3 El vinagre debe cumplir con los requisitos indicados en la tabla 1.

TABLA 1. Requisitos del vinagre

	Min.	Máx.
Acidez total, (como ácido acético), % m/v	4	6
Acidez fija, (como ácido acético), % m/v	—	0,3
Acidez volátil, (como ácido acético), % m/v	3,7	—
Alcohol etílico a 20 °C, % v/v	—	1,0
pH a 20 °C	2,3	2,8
Número de oxidación con permanganato	3	—

5.1.5 El vinagre cuando se haya analizado con métodos apropiados de muestreo y análisis:

- Debe estar exento de microorganismos patógenos, aeróbios mesófilos, coliformes totales, bacterias acidúricas y mohos y levaduras.
- Debe estar exento de sustancias procedentes de microorganismos en cantidades que puedan representar un peligro para la salud.

5.1.6 La cantidad máxima permisible para contaminantes es la indicada en la tabla 3.

TABLA 3. Contaminantes

	Límite máximo
Arsénico (As)	0,1 mg/kg
Plomo (Pb)	0,1 mg/kg
Cobre (Cu) más Zinc (Zn)	10 mg/kg
Hierro (Fe)	10 mg/kg

5.1.7 Los aditivos alimentarios y sus límites máximos permisibles son los indicados en la tabla 4.

NOTA: Los ensayos se realizarán con las NTE INEN correspondientes, en caso de que estas no existan se utilizarán los métodos de ensayo de la AOAC en su última edición.

(Continúa)

**TABLA 4. Aditivos**

	<b>Dosis máxima</b>
Dióxido de azufre	70 mg/kg
Ácido L-ascórbico ( como antioxidante)	400 mg/kg
Ácido sórbico o sus sales (como conservante)	400 mg/kg
Glucamilasa	0,1 %
Color caramelo (natural)	limitado por PCF
Color caramelo (procedimiento del sulfito de amonio)	1 mg/kg
Color caramelo (procedimiento de amoniaco)	1 mg/kg (sólo para el vinagre de malta)
Glutamato monosódico, monopotásico y cálcico	Limitado por PCF

## **6. INSPECCIÓN**

### **6.1 Muestreo**

6.1.1 El muestreo debe realizarse de acuerdo con la NTE INEN 476.

### **6.2 Aceptación o rechazo**

6.2.1 Se aceptan los lotes de producto que cumplan con las especificaciones de esta norma, caso contrario se rechaza.

## **7. ENVASADO Y EMBALADO**

7.1 El producto se envasará en recipientes con cierre hermético que le proporcionen una adecuada protección durante el almacenamiento, transporte y expendio.

7.2 El material del envase y tapa debe ser apto para este tipo de productos.

## **8. ROTULADO**

8.1 El rotulado debe cumplir con los requisitos establecidos en el Reglamento de alimentos, en la NTE INEN 1 334 y en otras disposiciones legales vigentes en tanto no se contrapongan con dicho Reglamento.

8.2 No debe tener leyendas de significado ambiguo, ni descripciones de características del producto que no puedan ser comprobadas.

*(Continúa)*

**APÉNDICE Z****Z.1 DOCUMENTOS NORMATIVOS A CONSULTAR**

Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 476: 1980	<i>Productos empaquetados o envasados. Método de muestreo al azar.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1334-1:2000	<i>Rotulado de productos alimenticios para consumo humano. Requisitos.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2074:1996	<i>Aditivos alimentarios permitidos para consumo humano. Listas positivas. Requisitos.</i>

**Z.2 BASES DE ESTUDIO**

Instituto Colombiano de Normas Técnicas Colombianas ICONTEC Norma Técnica Colombiana NTC 2188 (primera revisión) *Industrias Alimentarias. Vinagre.* Bogotá.

Programa conjunto FAO/OMS sobre Normas Alimentarias COMISIÓN DEL CODEX ALIMENTARIUS. *Norma Regional Europea para el Vinagre CODEX STAN 162-1987.* Volumen 11. Roma 1995.



## ANEXO 4

### DETERMINACIÓN DE ÁCIDEZ DEL VINAGRE.

#### Forma de expresar la acidez del vinagre:

El vinagre se considera una disolución acuosa obtenida por fermentación acética del vino o de la sidra y contiene ácidos volátiles como el acético y ácidos no volátiles como el ácido tartárico. La acidez total o grado acético se define como la totalidad de los ácidos que contiene el vinagre, expresada en gramos de ácido acético ( $\text{CH}_3 - \text{COOH}$ ), por 100 ml de vinagre.

#### Materiales:

Equipo de valoración

Vasos vidrio

Pipeta

Probeta

#### Reactivos

Solución Hidróxido de sodio al 0.1 N

Agua destilada

Vinagre de chirimoya

Fenolftaleína

#### Procedimiento experimental:

**Es una valoración ácido - base.**

Como reactivo valorante de una disolución de NaOH 0.1N estandarizada previamente y como indicador se usa fenolftaleína al 0,1% en etanol.

Medir exactamente 2 ml de vinagre, con una pipeta aforada de 2 ml o con una graduada de 5 ml y verterlos en un Erlenmeyer.

Diluir con unos 25 ml de agua destilada medidos en una probeta.

Añadir 2 o 3 gotas de la disolución de fenolftaleína.

Valorar con

NaOH 0,1N hasta el punto final indicado por el viraje del indicador.

Cálculos:

$$\text{acidez total o grado acético} = \frac{V_{\text{NaOH}} \times 10^{-3} \times N \times P_m \times 100}{V_{\text{vinagre}}}$$

V = volumen en ml  
Pm = masa molecular ácido acético = 60g/mol