

**UNIVERSIDAD DE COSTA RICA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROALIMENTARIAS**  
**ESCUELA DE TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS**

Elaboración de dos tipos de vino de melón:  
dulce y seco

Proyecto de Graduación para optar por el grado de Licenciatura  
en Tecnología de Alimentos

Karla Francela Benavides Aguilar

950388

CIUDAD UNIVERSITARIA RODRIGO FACIO

2003

## TRIBUNAL EXAMINADOR

Aprobado por:

Licda. Jacqueline Aiello Ramírez.  
Directora del Proyecto



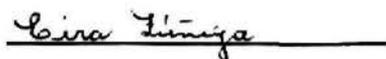
PhD. Elba Cubero Castillo  
Asesora del Proyecto



MSc. Carmela Velásquez Carrillo  
Asesora del Proyecto



Lcda. Cira Zúñiga Peña  
Profesora designada



Lcda. Ileana Alfaro Álvarez  
Presidenta del Tribunal



## AGRADECIMIENTOS

El financiamiento proporcionado, la colaboración para obtener y trasladar la materia prima y, en general, el apoyo que en todo momento me brindó, comprometen mi eterna gratitud con el Centro Nacional de Ciencia y Tecnología de Alimentos, CITA.

Deseo hacer mención especial del personal de los laboratorios de Química y Microbiología del CITA por el soporte técnico que me dieron.

Debo poner de relieve la gran ayuda de quienes forman parte del personal del Laboratorio de Química de la Escuela de Tecnología de Alimentos: en ellos siempre encontré amables y certeras respuestas a mis preguntas, soluciones a los problemas que planteaba, estimulante compañía en las largas jornadas de trabajo y ánimo para enfrentar las dificultades.

La acertada orientación, el consejo oportuno, el atento seguimiento de la marcha de la investigación y la lectura puntual del texto final fueron la manifestación constante e indispensable de la forma en que la Lic. Jacqueline Aiello desempeñó su papel de directora de esta tesis. Para ella mi infinito reconocimiento.

Mi agradecimiento a las asesoras Ph. D. Elba Cubero y MSc. Carmela Velásquez, por sus valiosas observaciones y recomendaciones en las diferentes etapas de esta investigación y por la buena voluntad con que de sus múltiples ocupaciones sacaron tiempo para atenderme.

La información que me facilitaron, gracias a su vasta experiencia y a sus sólidos conocimientos, don Orlando Muñoz B., q.d.D.g., la Lic. Cira Zúñiga y don Rubén Gómez, resultó para mí un aporte de gran valor.

No puedo dejar de destacar la cordial colaboración que me dio el personal administrativo de la Escuela de Tecnología de Alimentos no solo en esta etapa de mis estudios, sino a lo largo de toda mi permanencia en esta Escuela.

Al llegar a la culminación de mi carrera y hacer un repaso de todo lo que esta ha significado en mi vida, resalta con extraordinaria claridad el papel cumplido por mi madre: sin su incondicional ayuda no hubiera llegado hasta aquí. Tampoco sin su ejemplo de esfuerzo, dedicación y fortaleza.

A mi hermano y a Luis Orlando por el gran cariño que me han sabido entregar y la ayuda que, a veces sin darse cuenta, me han ofrecido durante mis estudios.

Y, finalmente, a todas mis amigas y amigos, quienes me han estimulado en cada momento para culminar este proyecto.

## ÍNDICE GENERAL

	página
TRIBUNAL EXAMINADOR .....	i
AGRADECIMIENTOS .....	ii
ÍNDICE GENERAL .....	iv
ÍNDICE DE FIGURAS .....	vii
ÍNDICE DE CUADROS .....	viii
RESUMEN .....	xv
<b>I. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
1.1 JUSTIFICACIÓN .....	1
1.2 OBJETIVOS .....	4
1.2.1 Objetivo General .....	4
1.2.2 Objetivos Específicos .....	4
<b>II. MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>5</b>
2.1 CARACTERÍSTICAS DEL MELÓN CANTALOUPE .....	5
2.1.1. Generalidades .....	5
2.1.2. Taxonomía .....	5
2.1.3. Composición .....	6
2.1.4. Proceso de maduración .....	6
2.1.5. Conservación .....	8
2.1.6. Producción en Costa Rica .....	9
2.2 ENOLOGÍA .....	10
2.2.1. Breve historia .....	10
2.2.2. Generalidades .....	11
2.2.3. El Mosto .....	12
2.2.4. Proceso fermentativo .....	14
2.2.5. Clarificación del vino .....	18
2.2.6. Pasteurización del vino .....	20

	página
2.2.7. Composición del vino .....	21
2.2.7.1 Métodos comúnmente utilizados para determinar alcohol .....	22
<b>III. METODOLOGÍA .....</b>	<b>24</b>
3.1 LOCALIZACIÓN DEL ESTUDIO .....	24
3.2 MATERIA PRIMA .....	24
3.2.1 Descripción del proceso de obtención de pulpa de melón .....	26
3.3 MÉTODOS DE ANÁLISIS .....	27
3.3.1 Análisis Químicos .....	27
3.3.2 Análisis Microbiológicos .....	28
3.4 METODOLOGÍA DEL ESTUDIO .....	28
3.4.1 Elaboración del vino de melón .....	28
3.4.2 Pruebas preliminares .....	32
3.4.3 Elección de la concentración de levadura adecuada para la elaboración del vino seco de melón .....	32
3.4.4 Clarificación del vino seco de melón .....	33
3.4.5 Evaluación de las condiciones de pasteurización .....	34
3.4.6 Determinación de los °Brix del mosto más aptos para obtener un vino dulce de melón .....	34
3.4.7 Evaluación de la estabilidad microbiológica del vino de melón .....	34
3.4.8 Pruebas sensoriales .....	35
<b>IV. RESULTADOS Y ANÁLISIS .....</b>	<b>36</b>
4.1 OBTENCIÓN DE LA PULPA DE MELÓN .....	35
4.2 PRUEBAS PRELIMINARES .....	36
4.2.1 Comparación del vinómetro y del picnómetro para medir alcohol .....	37
4.2.2 Comparación de la fermentación con melón cosechado en los años 2000 y 2001 para elaborar vino seco .....	39
4.3 ELABORACIÓN DE VINO SECO DE MELÓN .....	46

	pagina
4.3.1 Elección de la concentración de levadura .....	46
<b>4.4 CLARIFICACIÓN DEL VINO SECO DE MELÓN .....</b>	<b>55</b>
4.4.1 Tratamientos enzimáticos .....	55
4.4.2 Tratamientos físicos .....	57
4.4.3 Tratamientos químicos .....	58
4.4.4 Consideraciones finales .....	59
<b>4.5 EVALUACIÓN DE LAS CONDICIONES DE PASTEURIZACIÓN DEL VINO SECO DE MELÓN .....</b>	<b>60</b>
<b>4.6 ELABORACIÓN DE VINO DULCE DE MELÓN .....</b>	<b>62</b>
4.6.1 Pruebas preliminares .....	62
4.6.2 Elección del contenido de sólidos solubles del mosto .....	64
<b>4.7 ESTABILIDAD MICROBIOLÓGICA DEL VINO DE MELÓN .....</b>	<b>73</b>
4.7.1 Análisis microbiológicos realizados .....	73
4.7.2 Consideraciones finales .....	77
<b>V. CONCLUSIONES .....</b>	<b>78</b>
<b>VI. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>79</b>
<b>VII. BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>80</b>
<b>VIII. APÉNDICE .....</b>	<b>85</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

	página
<b>Figura 1.</b> Diagrama de flujo para la elaboración de pulpa de melón .....	25
<b>Figura 2.</b> Diagrama de flujo para la elaboración de vino de melón .....	29
<b>Figura 3.</b> Disminución en el contenido de sólidos solubles durante la fermentación de melón con 0.05% (m/m) de levadura. Cosecha de los años 2000 y 2001 .....	41
<b>Figura 4.</b> Obtención de alcohol etílico durante la fermentación de melón con 0.05% (m/m) de levadura. Cosecha de los años 2000 y 2001 .....	41
<b>Figura 5.</b> Disminución en el contenido de sólidos solubles durante la fermentación de melón, según la concentración de levadura (n=5). Cosecha del año 2000 .....	47
<b>Figura 6.</b> Obtención de alcohol etílico durante la fermentación de melón según la concentración de levadura (n=5). Cosecha del año 2000 .....	50
<b>Figura 7.</b> Disminución en el contenido de sólidos solubles durante la fermentación de melón, según °Brix del mosto y cantidad de levadura. Cosecha del año 2000 .....	63
<b>Figura 8.</b> Disminución en el contenido de sólidos solubles durante la fermentación de melón con 0.005% (m/m) de levadura, según el contenido de sólidos solubles iniciales en el mosto (n=5). Cosecha del año 2000 .....	65
<b>Figura 9.</b> Obtención de alcohol etílico durante la fermentación de melón con 0.005% (m/m) de levadura, según el contenido de sólidos solubles iniciales en el mosto (n=5). Cosecha del año 2000 .....	67
<b>A.59.</b> Vinómetro. Instrumento utilizado para la medición del contenido de alcohol durante las fermentaciones .....	106
<b>A.60.</b> Apariencia óptima del vino de melón (es similar para el vino seco y el vino dulce) .....	106
<b>A.61.</b> Vino de melón con problemas de apariencia .....	106

## ÍNDICE DE CUADROS

	página
<b>Cuadro No.1.</b> Comparación del contenido de alcohol determinado con el picnómetro y el vinómetro en diferentes muestras de vino .....	38
<b>Cuadro No.2.</b> Caracterización química de la pulpa de melón utilizada en la fermentación con 0.05% (m/m) de levadura, según el año de cosecha .....	39
<b>Cuadro No.3.</b> Caracterización química del vino obtenido de la fermentación de melón con 0.05% (m/m) de levadura, según el año de cosecha .....	43
<b>Cuadro No.4.</b> Comparación del contenido de alcohol determinado con el picnómetro y el vinómetro en el vino obtenido de la fermentación de melón con 0.05% (m/m) de levadura, según el año de cosecha .....	44
<b>Cuadro No.5.</b> Caracterización química de la pulpa de melón utilizada en la elaboración de vino seco. Cosecha del año 2000 .....	46
<b>Cuadro No.6.</b> Análisis de varianza aplicado para determinar el efecto de la concentración de levadura en la disminución del contenido de sólidos solubles durante la elaboración de vino seco de melón .....	49
<b>Cuadro No.7.</b> Análisis de varianza aplicado para determinar el efecto de la concentración de levadura en el aumento del contenido de alcohol durante la elaboración de vino seco de melón .....	51
<b>Cuadro No.8.</b> Caracterización química del vino obtenido de la fermentación de melón, según la concentración de levadura. Cosecha del año 2000 .....	51
<b>Cuadro No.9.</b> Comparación del contenido de alcohol determinado con el picnómetro y el vinómetro en el vino obtenido de la fermentación de melón, según la concentración de levadura. Cosecha del año 2000 .....	53
<b>Cuadro No.10.</b> Evaluación microbiológica de 4 muestras de vino seco de melón, antes y después de la pasteurización .....	60
<b>Cuadro No.11.</b> Contenido de alcohol en muestras de vino de melón, según ° Brix iniciales en el mosto y la concentración de levadura. Cosecha del año 2000 .....	62

	página
<b>Cuadro No.12.</b> Caracterización química de la pulpa de melón utilizada en la fermentación con 0.005% (m/m) de levadura durante la elaboración de vino dulce de melón. Cosecha del año 2000 .....	64
<b>Cuadro No.13.</b> Análisis de varianza aplicado para determinar el efecto de la concentración de sólidos solubles del mosto en la disminución del contenido de sólidos solubles durante la elaboración de vino dulce de melón .....	67
<b>Cuadro No.14.</b> Análisis de varianza aplicado para determinar el efecto de la concentración de sólidos solubles del mosto en el aumento del contenido de alcohol durante la elaboración de vino dulce de melón .....	68
<b>Cuadro No.15.</b> Caracterización química del vino obtenido en la fermentación de melón con 0.005% (m/m) de levadura, según el contenido de sólidos solubles del mosto. Cosecha del año 2000 .....	69
<b>Cuadro No.16.</b> Comparación del contenido de alcohol determinado con el picnómetro y el vinómetro en el vino obtenido de la fermentación de melón con 0.005% (m/m) de levadura, según el contenido de sólidos solubles del mosto. Cosecha del año 2000 .....	71
<b>Cuadro No.17.</b> Estudio de Almacenamiento de vino de melón. Recuento Total en muestras a temperatura ambiente .....	73
<b>Cuadro No.18.</b> Estudio de Almacenamiento de vino de melón. Recuento Total en muestras a 37 °C .....	74
<b>Cuadro No.19.</b> Estudio de Almacenamiento de vino de melón. Recuento de Hongos y Levaduras en muestras a temperatura ambiente .....	75
<b>Cuadro No.20.</b> Estudio de Almacenamiento de vino de melón. Recuento de Hongos y Levaduras en muestras a 37°C .....	76

	página
<b>A.1.</b> Obtención de pulpa de melón cantaloupe, según el año de cosecha	85
<b>A.2.</b> Datos obtenidos con el vinómetro en distintas muestras de vino, prueba para comparar con los datos obtenidos con el picnómetro	85
<b>A.3.</b> Datos obtenidos con el picnómetro en distintas muestras de vino, prueba para comparar con los datos obtenidos con el vinómetro	86
<b>A.4.</b> Caracterización química de la pulpa melón utilizada en la fermentación con 0.05% (m/m) de levadura. Cosecha del año 2000	86
<b>A.5.</b> Caracterización química de la pulpa melón utilizada en la fermentación con 0.05% (m/m) de levadura. Cosecha del año 2001	86
<b>A.6.</b> Caracterización química del vino obtenido en la fermentación de melón con 0.05% (m/m) de levadura. Cosecha del año 2000	87
<b>A.7.</b> Caracterización química del vino obtenido en la fermentación de melón con 0.05% (m/m) de levadura. Cosecha del año 2001	87
<b>A.8.</b> Comparación del contenido de alcohol determinado con el picnómetro y el vinómetro en el vino obtenido de la fermentación de melón con 0.05% (m/m) de levadura. Cosecha del año 2000	87
<b>A.9.</b> Comparación del contenido de alcohol determinado con el picnómetro y el vinómetro en el vino obtenido de la fermentación de melón con 0.05% (m/m) de levadura. Cosecha del año 2001	87
<b>A.10.</b> Caracterización química de la pulpa melón utilizada en la fermentación con 0.05% (m/m) de levadura. Cosecha del año 2000	88
<b>A.11.</b> Caracterización química de la pulpa melón utilizada en la fermentación con 0.005% (m/m) de levadura. Cosecha del año 2000	88
<b>A.12.</b> Caracterización química de la pulpa melón utilizada en la fermentación con 0.001% (m/m) de levadura. Cosecha del año 2000	88
<b>A.13.</b> Datos obtenidos en el análisis de varianza para evaluar el efecto de la concentración de levadura sobre la disminución del contenido de °Brix. durante la elaboración de vino seco de melón	89

	página
<b>A.14.</b> Datos obtenidos en el análisis de varianza para evaluar el efecto de la concentración de levadura sobre el aumento del contenido de alcohol, durante la elaboración de vino seco de melón .....	89
<b>A.15.</b> Caracterización química del vino obtenido en la fermentación de melón con 0.05% (m/m) de levadura. Cosecha del año 2000 .....	90
<b>A.16.</b> Caracterización química del vino obtenido en la fermentación de melón con 0.005% (m/m) de levadura. Cosecha del año 2000 .....	90
<b>A.17.</b> Caracterización química del vino obtenido en la fermentación de melón con 0.001% (m/m) de levadura. Cosecha del año 2000 .....	90
<b>A.18.</b> Comparación del contenido de alcohol determinado con el picnómetro y el vinómetro en el vino obtenido de la fermentación de melón con 0.05% de levadura. Cosecha del año 2000 .....	91
<b>A.19.</b> Comparación del contenido de alcohol determinado con el picnómetro y el vinómetro en el vino obtenido de la fermentación de melón con 0.005% de levadura. Cosecha del año 2000 .....	91
<b>A.20.</b> Comparación del contenido de alcohol determinado con el picnómetro y el vinómetro en el vino obtenido de la fermentación de melón con 0.001% de levadura. Cosecha del año 2000 .....	91
<b>A.21.</b> Datos obtenidos durante la preparación de la prueba para mejorar la apariencia de vino de melón usando la enzima Crystalzyme .....	92
<b>A.22.</b> Datos obtenidos durante la preparación de la prueba para mejorar la apariencia de vino de melón usando la enzima Ultrazym 100 G .....	92
<b>A.23.</b> Datos obtenidos durante la preparación de la prueba para mejorar la apariencia de vino de melón usando otras concentraciones de la enzima Ultrazym 100 G .....	92
<b>A.24.</b> Datos obtenidos durante la preparación de la prueba para mejorar la apariencia de vino de melón usando la proporción de enzimas: 60% de Crystalzyme y 40% de Amilasa 40 L .....	93

	página
<b>A.25.</b> Datos obtenidos durante la preparación de la prueba para mejorar la apariencia de vino de melón usando bentonita italiana .....	93
<b>A.26.</b> Recuento Total en muestras de vino seco de melón sin pasteurizar	94
<b>A.27.</b> Recuento de Hongos y Levaduras en muestras de vino seco de melón sin pasteurizar .....	94
<b>A.28.</b> Recuento Total en muestras de vino seco de melón pasteurizado ....	95
<b>A.29.</b> Recuento de Hongos y Levaduras en muestras de vino seco de melón pasteurizado .....	95
<b>A.30.</b> Caracterización química de la pulpa melón utilizada en la fermentación con 0.005% (m/m) de levadura y 25°Brix iniciales en el mosto. Cosecha del año 2000 .....	96
<b>A.31.</b> Caracterización química de la pulpa melón utilizada en la fermentación con 0.005% (m/m) de levadura y 27.5°Brix iniciales en el mosto. Cosecha del año 2000 .....	96
<b>A.32.</b> Caracterización química de la pulpa melón utilizada en la fermentación con 0.005% (m/m) de levadura y 30°Brix iniciales en el mosto. Cosecha del año 2000 .....	96
<b>A.33.</b> Datos obtenidos en el análisis de varianza para evaluar el efecto de la concentración de sólidos solubles del mosto en la disminución del contenido de °Brix, durante la elaboración de vino dulce de melón .....	97
<b>A.34.</b> Datos obtenidos en el análisis de varianza para evaluar el efecto de la concentración de sólidos solubles del mosto en el aumento del contenido de alcohol, durante la elaboración de vino dulce de melón .....	97
<b>A.35.</b> Caracterización química del vino dulce de melón obtenido de la fermentación con 0.005% (m/m) de levadura y 25°Brix iniciales en el mosto. Cosecha del año 2000 .....	98
<b>A.36.</b> Caracterización química del vino dulce de melón obtenido de la fermentación con 0.005% (m/m) de levadura y 27.5°Brix iniciales en el mosto. Cosecha del año 2000 .....	98

	página
<b>A.37.</b> Caracterización química del vino dulce de melón obtenido de la fermentación con 0.005% (m/m) de levadura y 30°Brix iniciales en el mosto. Cosecha del año 2000 .....	98
<b>A.38.</b> Comparación del contenido de alcohol determinado con el picnómetro y el vinómetro en el vino obtenido de la fermentación de melón con 0.005% de levadura y 25°Brix iniciales en el mosto. Cosecha del año 2000 .....	99
<b>A.39.</b> Comparación del contenido de alcohol determinado con el picnómetro y el vinómetro en el vino obtenido de la fermentación de melón con 0.005% de levadura y 27.5°Brix iniciales en el mosto. Cosecha del año 2000 .....	99
<b>A.40.</b> Comparación del contenido de alcohol determinado con el picnómetro y el vinómetro en el vino obtenido de la fermentación de melón con 0.005% de levadura y 30°Brix iniciales en el mosto. Cosecha del año 2000 .....	99
<b>A.41.</b> Recuento Total de vino de melón al inicio del estudio de almacenamiento .....	100
<b>A.42.</b> Recuento de Hongos y Levaduras de vino de melón al inicio del estudio de almacenamiento .....	100
<b>A.43.</b> Recuento Total durante el estudio de almacenamiento de vino de melón a temperatura ambiente, tiempo: 1 semana .....	100
<b>A.44.</b> Recuento de Hongos y Levaduras durante el estudio de almacenamiento de vino de melón a temperatura ambiente, tiempo: 1 semana .....	101
<b>A.45.</b> Recuento Total durante el estudio de almacenamiento de vino de melón a 37 °C, tiempo: 1 semana .....	101
<b>A.46.</b> Recuento de Hongos y Levaduras durante el estudio de almacenamiento de vino de melón a 37 °C, tiempo: 1 semana .....	101
<b>A.47.</b> Recuento Total durante el estudio de almacenamiento de vino de melón a temperatura ambiente, tiempo: 2 semanas .....	102

	página
<b>A.48.</b> Recuento de Hongos y Levaduras durante el estudio de almacenamiento de vino de melón a temperatura ambiente, tiempo: 2 semanas .....	102
<b>A.49.</b> Recuento Total durante el estudio de almacenamiento de vino de melón a 37 °C, tiempo: 2 semanas .....	102
<b>A.50.</b> Recuento de Hongos y Levaduras durante el estudio de almacenamiento de vino de melón a 37 °C, tiempo: 2 semanas .....	103
<b>A.51.</b> Recuento Total durante el estudio de almacenamiento de vino de melón a temperatura ambiente, tiempo: 3 semanas .....	103
<b>A.52.</b> Recuento de Hongos y Levaduras durante el estudio de almacenamiento de vino de melón a temperatura ambiente, tiempo: 3 semanas .....	103
<b>A.53.</b> Recuento Total durante el estudio de almacenamiento de vino de melón a 37 °C, tiempo: 3 semanas .....	104
<b>A.54.</b> Recuento de Hongos y Levaduras durante el estudio de almacenamiento de vino de melón a 37 °C, tiempo: 3 semanas .....	104
<b>A.55.</b> Recuento Total durante el estudio de almacenamiento de vino de melón a temperatura ambiente, tiempo: 4 semanas .....	104
<b>A.56.</b> Recuento de Hongos y Levaduras durante el estudio de almacenamiento de vino de melón a temperatura ambiente, tiempo: 4 semanas .....	105
<b>A.57.</b> Recuento Total durante el estudio de almacenamiento, vino de melón a 37-39 °C, tiempo: 4 semanas .....	105
<b>A.58.</b> Recuento de Hongos y Levaduras durante el estudio de almacenamiento, vino de melón a 37 °C, tiempo: 4 semanas .....	105

## RESUMEN

Benavides Aguilar, Karla Francela. Elaboración de dos tipos de vino de melón: dulce y seco. Tesis de Licenciatura en Tecnología de Alimentos. San José, Costa Rica. Universidad de Costa Rica. 2003. 106 p.

En esta investigación se definieron las variables de un proceso de elaboración de un vino seco y uno dulce a partir de melón cantaloupe (*Cucumis melo*).

En la elaboración de vino seco se ajustó el contenido de sólidos solubles de la pulpa en 20°Brix y se utilizaron tres concentraciones de levadura: 0.05% (m/m), 0.005% (m/m) y 0.001% (m/m). Con este producto se probaron diversas técnicas de clarificación: **a) tratamientos enzimáticos:** se agregaron las enzimas Crystalzyme, Ultrazym 100 G y una mezcla de Crystalzyme (60%) y Amilasa 40 L (40%); **b) tratamientos físicos:** filtración al vacío, usando diatomita como ayuda filtrante, centrifugación y adición de bentonita; **c) tratamientos químicos:** incorporación de una cantidad de 70 mg/L de metabisulfito de potasio a la pulpa. Además, se realizó un *Recuento de bacterias mesófilas aerobias*, conocido también como Recuento Total, y un *Recuento de Hongos y Levaduras* para comprobar si las condiciones de pasteurización aplicadas eran efectivas. En el caso del vino dulce, se trabajó con 25°Brix, 27.5°Brix y 30°Brix en el mosto y una concentración de 0.005% (m/m) de levadura. Se realizó una evaluación informal del vino obtenido, en cada una de las diferentes pruebas, con un grupo de 6-8 personas, sin entrenamiento previo, para determinar la presencia o ausencia de turbidez, olor y sabor a levadura. Finalmente, se evaluó la estabilidad microbiológica al colocar la mitad de una muestra de vino dulce y una de seco a temperatura ambiente y la otra a 37°C. Cada semana, durante un mes, se efectuó un *Recuento Total* y un *Recuento de Hongos y Levaduras* con el objeto de observar el desarrollo de estos microorganismos en el producto.

En lo que se refiere al vino seco, se realizó un análisis de varianza irrestricto que reveló que, por lo menos, una de las concentraciones de levadura estudiadas provocaba una diferencia significativa tanto en la disminución del contenido de sólidos solubles, como en el aumento del contenido alcohólico en el mosto durante la fermentación. Además, debido a las características sensoriales del vino obtenido, se determinó que la concentración de 0.005% (m/m) de levadura era la más adecuada. Con respecto a la clarificación, ninguno de los diversos tratamientos aplicados logró mejorar la apariencia del vino. En cuanto a la pasteurización, los resultados de los análisis microbiológicos mostraron que permitía obtener un vino de buena calidad. En relación al vino dulce, el análisis de varianza irrestricto mostró que sí hubo una diferencia significativa de los °Brix del mosto en el comportamiento de la fermentación y se concluyó que la mejor bebida correspondió a 27.5°Brix iniciales. Finalmente, el estudio de almacenamiento indicó que ambos vinos, a temperatura ambiente, permanecieron estables durante un mes, mientras que a 37°C se presentaron recuentos totales menores; esto, posiblemente, se debió a que el exceso de azúcar dificultó el crecimiento de los microorganismos y la temperatura, el desarrollo de los hongos y levaduras.

#### VINO DE FRUTAS; MELÓN.

Director de la Investigación: Lic. Jacqueline Aiello R.

Unidad Académica: Escuela de Tecnología de Alimentos.

# I. INTRODUCCIÓN

## 1.1 JUSTIFICACIÓN

El consumo de vino de uva en Costa Rica ha venido en aumento en los últimos años. Por ejemplo, en 1997 se importaron al país 2.923,183 kg de vino de uvas frescas (INEC, 2000), mientras que en el año 2001 la cantidad aumentó hasta alcanzar los 3.880,262 kg, los cuales provenían principalmente de Chile (34%), Italia (23%), España (15,6%), Francia (6,5%), Estados Unidos (5,5%) y Argentina (2,3%) (INEC, 2002).

Este gran volumen de importación se debe a que las características climáticas del país no ofrecen las condiciones óptimas para el cultivo de la uva; sin embargo, contamos con una amplia gama de frutas tropicales que pueden utilizarse para producir otros tipos de vino, pues todos los vegetales que contienen azúcar en mayor o menor cantidad pueden proporcionar verdaderos vinos (Bourdon, 1963).

Hay, no obstante, que tomar en cuenta que estas frutas presentan, como característica, una marcada estacionalidad en la producción, lo que contribuye a originar mayor propensión a las pérdidas después de la cosecha y disminución excesiva de precios, con la consiguiente pérdida de rentabilidad para el agricultor (Latino, 1986).

La posibilidad de industrializar las frutas en la producción de vino de buena calidad, a un costo competitivo, ha quedado confirmada con el desarrollo de la tecnología aplicada por el Programa de Agroprocesamiento de Intermediate Technology Development Group, ITDG – Perú (Colquichagua, 1998).

Los vinos de frutas son el resultado de la fermentación alcohólica pura y simple, operada por los procedimientos habituales de la vinificación (Bourdon, 1963). Se asemejan a los vinos dulces de uva en que, al no ser completa la fermentación, queda azúcar residual en una proporción aproximada de un 6%,

mientras que los vinos secos apenas tienen un 0.2% (Egan, 1987) Además tienen la característica de que el perfume natural de la fruta influye positivamente en darle identidad al vino y de que contienen al menos un 8-9% (v/v) de alcohol (Alzate, 1988).

En cuanto al melón, se puede decir que es una fruta rica en vitaminas, ácido ascórbico, ácido fólico, tiamina, y minerales, potasio, calcio, magnesio, hierro, cobre y sodio etc. (Eintenmiller, 1985). Cuando está maduro llega a contener, según la especie, entre 6% y 10% de carbohidratos totales (Hodson, 1996), lo cual no es suficiente para obtener el 12% de alcohol requerido en este tipo de bebidas (Carbonell, 1970), por lo que es preciso agregar azúcar hasta alcanzar al menos 20°Brix (Bourdon, 1963).

Como la composición de las frutas depende de diversas condiciones, tales como su cultivo, por lo que se hace necesario caracterizar químicamente aquellas sustancias que, en la fruta disponible, afectan la calidad del producto, para encontrar las condiciones adecuadas para la elaboración de un vino.

En nuestro país el melón se cosecha entre los meses de enero y mayo. Según información del Departamento de Certificación de la Dirección de Calidad Agrícola del Consejo Nacional de Producción, en el período 2001/2002 existían 4,936 hectáreas cultivadas en las Regiones Pacífico Central (93,2%) y Chorotega (6,8%), con una producción estimada de 119.398 toneladas métricas, la mayor parte destinada a la exportación (MERCANET, 2002).

El mercado más grande del melón de Costa Rica es Estados Unidos; en el período 2001 fue hacia ese mercado el 76% de esa producción; sigue luego Alemania con un 8% y el Reino Unido con un 5% (MERCANET, 2002).

La demanda del mercado norteamericano disminuyó un 2.6% en el período 1999-2000, aunque aumentó un 3% en el período 2000-2001, con lo que volvió a

su nivel anterior. En ambos períodos al cantaloupe le correspondió una demanda de un 67% contra un 32% del honey dew (MERCANET, 2001, 2002).

Costa Rica ocupaba en el 2001 el tercer lugar entre los exportadores de melón a Estados Unidos, después de México y Guatemala (MERCANET, 2001).

Lo anterior muestra que el mercado internacional del melón costarricense depende de factores externos, como el precio que alcance respecto a los otros países productores, y de factores internos, como las condiciones climáticas del país que pueden producir grandes pérdidas de la cosecha (Latino, 1986), lo cual disminuye el volumen de fruta obtenido, por lo que la capacidad de competir se ve afectada.

Por eso, es importante considerar la posibilidad de fabricar productos que le agreguen a la fruta más valor y, de esta manera, ofrecer alternativas para los productores cuando se presenten excedentes de melón en el mercado nacional.

Para que el producto obtenido tenga oportunidad de encontrar un lugar en el mercado es importante recordar que la calidad de un vino se mide por la sensación en el paladar, la cual debe ser el resultado de una armonía de color, olor, sabor, volumen y consistencia similar a la del vino de uva, pero que mantenga su propia identidad (De Frutos, 1994).

Elaborar estos productos no es, por lo tanto, una labor sencilla debido a que es una fruta que no ha sido estudiada con la misma intensidad que otras y a que en la industria alimentaria no ha habido experiencia productiva importante con melón (OEA, 1990).

## 1.2 OBJETIVOS

### 1.2.1 Objetivo general

Definir las variables de un proceso de elaboración de un vino seco y un vino dulce a partir del melón (*Cucumis melo*).

### 1.2.2 Objetivos específicos

- Caracterizar la materia prima respecto al contenido de sólidos solubles ( $^{\circ}$  Brix), pH y acidez titulable.
- Determinar la concentración de levadura apropiada para la elaboración de vino seco de melón.
- Evaluar las condiciones de pasteurización recomendadas por la literatura enológica.
- Determinar los  $^{\circ}$ Brix iniciales del mosto necesarios para obtener un vino dulce de buena aceptación.
- Caracterizar el vino de melón respecto al contenido de sólidos solubles ( $^{\circ}$ Brix), contenido de alcohol, pH, acidez titulable y acidez volátil.
- Evaluar diversas técnicas de clarificación para obtener un vino de melón de óptima apariencia.
- Medir la estabilidad microbiológica del vino seco y dulce de melón.

## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1 CARACTERÍSTICAS DEL MELÓN CANTALOUPE

#### 2.1.1. Generalidades

Se considera que el melón (*Cucumis melo*) se originó en el oeste del África tropical y subtropical (De Luca, 1998).

Es una de las frutas más dulces y tiene varias cualidades, no contiene colesterol, es una rica fuente de betacaroteno (Lester, 1997) y antioxidantes como la vitamina C, existente en el melón entre otras vitaminas (Rice Evans, 1995), compuestos a los que se les reconocen efectos benéficos en la prevención de enfermedades cardiovasculares y el cáncer.

#### 2.1.2. Taxonomía

Esta fruta pertenece a la familia de las cucurbitáceas, género *Cucumis*. La especie *Cucumis melo* incluye muchas variedades; sin embargo, dos son las más cultivadas y comercializadas: la *Reticulatus*, conocida como "cantaloupe", y la *Inodourus*, llamada "honey dew" (Pratt, 1971).

Las variedades se clasifican, principalmente, por su forma, olor, tamaño, textura, presencia o ausencia de costillas longitudinales, color, dureza de la corteza, y presencia o no de una red corchosa, llamada retícula, en la superficie. (Gamboa, 1988).

En el caso de los melones de tipo cantaloupe, la superficie es ondulada y la cáscara áspera (De Luca, 1998). La pulpa se encuentra en una cavidad central y se deriva del pericarpio (Pratt, 1971).

### 2.1.3. Composición

El melón tiene una composición aproximada de 90.3 partes de agua, 0.8 de cenizas, 0.65 de proteína y 0.15 de grasa (Eitenmiller, 1985). Cuando ha alcanzado su madurez la pulpa es de color anaranjado y tiene un contenido de azúcar de 9 –10 °Brix (Gamboa, 1988).

El contenido total de sustancias pécticas se halla entre 0.24% – 0.35% del peso del fruto (Pratt, 1971). La pectina es una cadena de enlaces  $\alpha$  1-4 de ácidos D-galacturónicos parcialmente esterificados con metanol. Esas sustancias se localizan en las paredes celulares y son liberadas cuando se despulpa la fruta (Viquez, 1981).

Las vitaminas que se encuentran en mayor cantidad en los melones son, principalmente, el ácido ascórbico, la folacina y el ácido pantoténico. En cuanto a minerales, fósforo, potasio, magnesio, hierro, calcio y sodio (Eitenmiller, 1985). Es deficiente en otros nutrientes, como, por ejemplo, la vitamina E (Lester, 1997).

Los pigmentos presentes en el melón son los carotenos; el predominante es el  $\beta$ -caroteno (84.7%), seguido por el  $\delta$ -caroteno (6.8%), el  $\alpha$ -caroteno (1.2%) y trazas de otros carotenoides (Pratt, 1971).

### 2.1.4. Proceso de maduración

Como cualquier organismo vivo, en los tejidos de la fruta ocurren cambios estructurales y funcionales (por la absorción de oxígeno) que les permiten existir durante cierto tiempo después de haber sido removidas de la planta (Belitz, 1988).

El *climaterio* puede considerarse como la fase de la vida de las frutas que separa el desarrollo y la sazón de la senectud y el deterioro. Normalmente el cambio en la presión parcial del  $O_2$  y el  $CO_2$  da un índice de la actividad respiratoria de una fruta (Mayorga, 1972), que, en el caso del melón, indica que es

*climatérica*. Es decir, que cuando se cosecha y se mantiene en condiciones favorables para madurar, la velocidad de respiración continúa descendiendo hasta que un valor mínimo es alcanzado después de varios días o semanas; el lapso dependerá del estado de madurez, temperatura y el ambiente gaseoso en que se mantenga el fruto. Luego, se produce una repentina y marcada reactivación respiratoria, que ha sido llamada "reactivación climatérica" (Mayorga, 1972).

Esto significa que debe cosecharse en el momento adecuado, pues si se hace antes no proporcionará su característicos sabor y aroma ya que con el inicio del climaterio se inicia la síntesis y evolución de los compuestos volátiles responsables del aroma (Mayorga, 1972), y si se hace después, pierde este antes de llegar al consumidor y su vida útil se acorta (Pratt, 1971).

La tasa de producción de etileno, la hormona de las plantas que controla la maduración de las frutas, es alta en las climatéricas, por lo que se utiliza para madurar frutas sazonas, aunque en el caso de los melones no es una práctica común pues maduran adecuadamente por sí mismos (Pratt, 1971). Aquí el esfuerzo principal debe radicar en controlar la maduración y así retardar el deterioro. Esto significa que la temperatura pasa a ser el factor ambiental más efectivo, pues la producción de etileno se favorece a temperaturas entre 0-25 °C y se retrasa a temperaturas cercanas a 0°C (Kader, 1980).

La maduración provoca cambios químicos y bioquímicos como la síntesis de nuevos compuestos y la degradación de otros. Uno de los más marcados es el relacionado con los carbohidratos, los cuales proveen la mayor fuente de energía para la respiración (Mayorga, 1972), por lo que se requiere una gran disponibilidad de estos.

Uno de esos cambios se refiere a la desaparición del almidón y, por lo tanto, al incremento notable de los sólidos solubles (Mayorga, 1972). Este proceso es de gran interés porque el contenido de azúcar es un factor muy importante para determinar la calidad de la fruta (Pratt, 1971).

Vale la pena señalar que durante la maduración hay una disminución del total de sustancias pécticas, lo que provoca un aumento en el porcentaje de la forma soluble de la pectina (Pratt, 1971) por ruptura de las cadenas poliméricas de ácido galacturónico. Esto explica el ablandamiento de la pared celular (Mayorga, 1972).

Otro aspecto destacable está ligado con los cambios de color de la fruta. Conforme esta madura, el contenido de clorofila va disminuyendo gradualmente y se van incrementando los carotenoides; este proceso se inicia en el centro del melón y se va irradiando hacia el resto de la pulpa, hasta que toda adquiere el peculiar color anaranjado (Pratt, 1971).

#### 2.1.5. Conservación

Para la elaboración de alimentos procesados la calidad de la materia prima es importante.

Si el melón se encuentra en el inicio de la maduración, se mantiene en óptimas condiciones un máximo de 14 días a una temperatura de 20°C – 22°C y cuando está maduro se puede conservar durante 21 días a 10°C (Araniti, s.f.).

En caso de que se deba almacenar más tiempo, lo acostumbrado es congelarlos en trozos envueltos en bolsas de polietileno de alta densidad, en las cuales se debe tratar de extraer la mayor cantidad posible de aire. Esta práctica tiene, no obstante, el inconveniente de que al descongelar se produce una pérdida de sólidos solubles en el jugo exudado, lo que a la vez produce un aumento en el pH y disminución de la acidez (Goitía, 1995).

Por esta razón, la mejor opción es procesar la pulpa, la cual debe pasteurizarse porque contiene un gran variedad de microorganismos que pueden alterar la fermentación del vino (Pederson, 1971). Luego se almacenará en

congelación para mantener sus propiedades físico-químicas y microbiológicas (Gil, 1992).

El valor nutricional de los alimentos está bien preservado durante la congelación y después de esta, porque este método de conservación degrada menos que los otros; pero en las etapas preparatorias y en el curso del almacenamiento en estado congelado, pueden sobrevenir pérdidas para las vitaminas menos estables, como la C (Villanúa, 1990).

Por otra parte, el hecho de que sea impermeable el material en el que se empaca impide que se pierda la humedad del producto. Sin embargo, si entre este y la envoltura queda una bolsa de aire, aunque sea de pocos milímetros, el agua evaporada puede depositarse en forma de escarcha en el interior del paquete (Villanúa, 1990).

#### 2.1.6. Producción en Costa Rica

A partir de 1979, bajo la responsabilidad de la Corporación para el Desarrollo Agroindustrial Costarricense S.A. (DAISA), se comenzó a fomentar en nuestro país el cultivo de melón para la exportación. Pese a que esta Corporación desapareció en 1984, la producción no decayó, sino que, por el contrario, se fortaleció cuando muchas empresas descubrieron su rentabilidad y sus buenas perspectivas como complemento de los cultivos tradicionales (Gamboa, 1988).

En Costa Rica las variedades que mejor se adaptan a sus condiciones climáticas son la cantaloupe y la honey dew (Gamboa, 1988). Como el crecimiento del melón es mejor en períodos secos, temperaturas entre 23°-30°C y humedad relativa del 70% al 75% (De Luca, 1998), las zonas productoras se localizan en Guanacaste. Puntarenas y Parrita, en donde se siembra, principalmente, en octubre y noviembre para cosechar entre febrero y mayo (González, 1980).

La *Norma de Calidad para Melones* del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación de España establece, como características mínimas, que estos deben estar sanos, sin podredumbre, exentos de olores y sabores extraños, sin magulladuras y con la forma y el color propios de la respectiva variedad (Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, 1988).

Por esta razón, para la exportación no se aceptan aquellos melones que muestren bajo contenido de azúcares, tamaño mayor o inferior a lo establecido por la Norma, daños que, aunque cicatrizados, afecten la buena apariencia del fruto, deformaciones, quemaduras de sol (mancha café o blanca), carencia de red o defectos serios en su conformación (Gamboa, 1988).

Eso significa que en el país se queda una gran cantidad de melones que no cumplen con las especificaciones de calidad de exportación pero que pueden utilizarse como materia prima en la elaboración de productos derivados, tales como el vino.

## 2.2 ENOLOGÍA

### 2.2.1. Breve historia

La fermentación constituye una forma muy antigua de preservar alimentos (Pederson, 1971) pues su uso se remonta a 8.000 años a.C.

Como este proceso no solo envuelve la producción de ingredientes preservantes, sino también de otras sustancias que alteran y promueven el sabor de los alimentos, debe considerarse un método de preparación y no únicamente de preservación (Pederson, 1971).

En nuestra época la fermentación se sigue usando en múltiples procesos de fabricación de alimentos y bebidas como el pan, el queso, la cerveza y otras bebidas alcohólicas, etc. (Ward, 1989).

En cuanto a las bebidas alcohólicas, estas se producen a partir de cereales, frutas y productos azucarados. Entre ellas hay no destiladas, como la cerveza, el vino, la sidra y el "sake", y destiladas, como el whisky y el ron. Algunas de ellas se obtienen a base de cereales y melazas fermentadas (Ward, 1989).

En lo que respecta al vino, hay que recordar que era una bebida apreciada entre los egipcios y los babilonios, incluso los chinos también lo degustaban desde el año 2000 a.C. (Vogt, 1972).

Sin embargo, el origen de la vinificación y la viticultura propiamente dicha se dio en Asia Menor, por lo que los pueblos que vivían en esta región pueden ser considerados como los precursores de la cultura del vino que llega hasta nuestros días (Vogt, 1972).

En las culturas griega y romana era tan apreciado el vino que incluso se consagraban cultos especiales a un dios (Dionisio o Baco) que tenía bajo su protección todo lo relacionado con la vendimia y esta bebida.

Actualmente se produce vino de uva en todos los países de Europa, África y Asia Menor ribereños del Mediterráneo, así como en aquellos otros países del mundo con condiciones apropiadas para el crecimiento de las uvas.

### 2.2.2. Generalidades

La *enología* es el compendio de los conocimientos relativos a los vinos, mientras que la *enotecnia* es la técnica de elaboración y conservación de los vinos (Carbonell, 1970).

Desde tiempos inmemoriales se conoce como *vino* a la bebida proveniente de la fermentación alcohólica de la uva madura y fresca (Hashizume, 1985). las uvas y la bebida que se extrae de ellas han sido siempre, por esto, la representación instantánea que despierta en nuestra imaginación la sola mención de la palabra vino. De allí que los zumos de otras frutas, sometidos a procesos

de fermentación semejantes, también se llaman vinos pero se le agrega a cada uno el nombre de la respectiva fruta (Hashizume, 1985).

Hay varias clases de vinos: ligeros o de mesa, espumosos (una segunda fermentación en la botella produce en estos un exceso de CO<sub>2</sub>) y fortificados (contienen aproximadamente 20% (v/v) de etanol por la adición de licor) (Egan, 1987).

Dentro de los vinos de mesa se distinguen, especialmente, los *vinos secos* y *dulces*. Los primeros se caracterizan por contener menos de 0.1% de azúcares reductores no fermentables, tales como las pentosas (Amerine, 1976). Los *dulces*, más del 6% de azúcar (Egan, 1987).

### 2.2.3. El Mosto

Al hablar de *mosto* nos referimos al jugo listo para iniciar la fermentación. La fruta a emplear debe haber alcanzado el mayor grado de madurez, pero no estar pasadas. No se debe añadir agua sino a las frutas pastosas pues en primer lugar fermentarían mal, y en segundo lugar, porque los vinos obtenidos del jugo puro son más agradables (Bourdon, 1963).

Debido a que el melón posee bajo contenido de sólidos solubles, en comparación con la uva, se le debe agregar azúcar de caña con el fin de obtener, al finalizar la fermentación, entre 10%-12% de alcohol (Hashizume, 1985); de lo contrario, una menor proporción hará al vino resultante más susceptible al deterioro microbiano, pues las bacterias acéticas, que tan frecuentemente avinagran los vinos, no pueden ser inhibidas con menos de un 14%-15% de alcohol (Frazier, 1981).

El rango óptimo del azúcar necesario para fermentar los jugos de frutas se halla entre 15° – 20 °Brix. Sobre 25 °Brix la fermentación se retarda y una mayor a 70 °Brix, inhibirá la actividad de la levadura (Dinsmoor, 1974).

Otro factor que incide mucho en la calidad del mosto es el pH, pues si es alto el vino obtenido tendrá menos propensión a clarificarse (Feliciano, 1985), además un pH de 3-6 favorecerá el crecimiento de levaduras (Ward, 1989).

Una práctica común en enología es la de agregar metabisulfito de sodio o de potasio (grado alimentario) al mosto con el objeto de paralizar, momentáneamente, el crecimiento de microorganismos indeseables lo que facilita la inoculación con levaduras seleccionadas, destruye las enzimas catalizadoras de la oxidación y protege el mosto del oxígeno del aire (Hashizume, 1985).

La cantidad de metabisulfito a añadir al mosto varía según las condiciones de la fruta, pero generalmente se recomiendan 100-150 mg/L para jugos claros de buena calidad y de 0-25 mg/L para aquellos con baja tendencia al oscurecimiento por oxidación (Gallander, 1974).

La presencia de levaduras y bacterias en mostos a los cuales no se les ha añadido sulfito puede disminuir e incluso impedir totalmente la actividad de las levaduras que se agregan para que se produzca la fermentación alcohólica (Bravo, 1973).

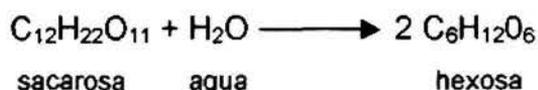
Sin embargo, el sulfito no se puede agregar en todos los casos porque tiene el inconveniente de que, al formarse ácido sulfuroso ( $H_2S$ ), aumenta los olores desagradables en el vino (Ward, 1989).

A pesar de esos beneficios hay que anotar que el uso de sulfitos en los alimentos es cuestionado por sus posibles efectos nocivos en la salud del consumidor (Ough, 1987).

#### 2.2.4. Proceso fermentativo

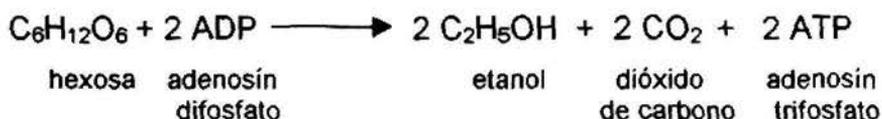
Las fermentaciones son alteraciones químicas de los alimentos debidas a las enzimas que son producidas por los microorganismos que se encuentran en el alimento o que se le añaden a este (Pederson, 1971).

Como la fermentación alcohólica consiste en la hidrólisis de glucosa, en los monosacáridos esa fermentación se pueden llevar a cabo directamente, mientras que en los dipolisacáridos, tripolisacáridos y polisacáridos se necesita antes a una hidrólisis a hexosa. Para poder efectuar esta hidrólisis las levaduras disponen de enzimas como la invertasa, una exoenzima que hidroliza la sacarosa en fructosa y glucosa e incorpora una molécula de agua:



(Jorgensen, 1959)

La ecuación establecida por Gay Lussac para la fermentación alcohólica es la siguiente:



Teóricamente, el rendimiento de esta transformación es que a partir de 1 g de glucosa se obtienen 0.51g de etanol y 0.49 g de CO<sub>2</sub> y que el ATP formado se utiliza para satisfacer las necesidades energéticas de la célula (Ward, 1989).

En la práctica, esta ecuación solo indica el curso aproximado del proceso, ya que este consta de una larga serie de reacciones, cada una de las cuales se regula por enzimas específicas. Esto significa que no se puede contar exclusivamente con el rendimiento teóricamente esperado, pues se forman una serie de productos secundarios, tales como ésteres, sustancias aromáticas (aldehídos y cetonas), alcoholes superiores y ácidos orgánicos. Además, una

parte del azúcar las levaduras la utilizan en la formación de células nuevas y los microorganismos extraños para su crecimiento (Alzate, 1988).

Debido a estos factores, la fermentación produce entre 8 y 18% de alcohol en vinificaciones normales (Carbonell, 1970).

Como esas levaduras y microorganismos son mesófilos, es decir, se desarrollan adecuadamente en temperaturas que oscilan entre 20°C y 40°C, en Costa Rica la fermentación alcohólica se puede producir en condiciones ambientales (Pederson, 1971).

Las levaduras que participan en la fermentación alcohólica son hongos *ascomicetos*, de la especie *Saccharomyces cerevisiae* (Pederson, 1971). La cantidad de estas que se puede agregar depende del tipo del mosto, pues si se usa una cantidad excesiva se provoca una fermentación turbulenta (Rose, 1977) y queda un sabor residual en el vino que afecta su aceptación.

Estos microorganismos son anaerobios facultativos que en presencia de oxígeno tienen un crecimiento muy vigoroso (Jorgensen, 1959); por esta razón, antes de la fermentación, para que esta sea más rápida, debe mezclarse bien el mosto en contacto permanente con el aire (Alzate, 1988).

Durante la fermentación, al contrario, hay que tener constantemente cuidado de que no haya una exposición del mosto al aire pues esto aumenta el potencial de oxidación – reducción en la superficie y, consecuentemente, el crecimiento de hongos y levaduras de crecimiento superficial. Hay que recordar que la mayoría de estos, además, tienen una amplia tolerancia a la falta de oxígeno y pueden crecer en medios de pH 2 – 8.5 (Pederson, 1971).

Si en el momento de la fermentación hay un gran espacio de cabeza en el recipiente, se puede producir una fermentación acética que provoque en el vino un sabor excesivamente ácido (Latino, 1986).

Otro factor ambiental sobre el que debe ejercerse control es la luz a que están expuestas las levaduras durante la fermentación, pues el crecimiento de las células de *S. cerevisiae* se reduce a la mitad si no hay completa oscuridad.

Por otra parte, debe tomarse en cuenta que aunque en estas levaduras la capacidad de multiplicarse disminuye en el curso de la fermentación, la capacidad fermentativa cesa, si el pH se mantiene entre 3-4, hasta el momento en que se obtiene un 12% de alcohol (Jorgensen, 1959).

También es importante que la temperatura del mosto oscile entre 22°C – 27° C, puesto que si la temperatura aumenta a 40° C las levaduras suspenden su desarrollo y multiplicación, y si baja a 3° C reducen su crecimiento y capacidad de fermentación (Alzate, 1988).

El proceso fermentativo consta de tres etapas. En la primera, en la que se da la *multiplicación de las levaduras*, (Alzate, 1988), estas necesitan mucho azúcar como alimento y, por lo tanto, no lo transforman en alcohol (Ward, 1989).

En la segunda, se da la *fermentación tumultuosa*: el líquido se espesa, se enturbia, aumenta la temperatura, brota CO<sub>2</sub>, se incrementa el volumen y la superficie se cubre de espuma (Bourdon, 1963).

El origen de estos cambios radica en el hecho de que, debido a la ausencia de oxígeno, las levaduras solo disponen de una pequeña parte de la energía que necesitan y, por lo tanto, que deban recurrir a la fermentación para obtener la imprescindible para su crecimiento y reproducción (Pederson, 1971).

En esta etapa, conforme el oxígeno se va gastando, se incrementa la concentración de alcohol, disminuye la concentración de glucosa y de sustancias nitrogenadas y aumenta la de CO<sub>2</sub> (Carbonell, 1965).

La última fase es la llamada de *fermentación silenciosa*. En ella, parte del azúcar se ha convertido en alcohol, baja la temperatura, el líquido se aclara,

porque precipita la materia que lo enturbia, es más fluido y claro por la formación de alcohol, el cual se combina con los ácidos y la materia colorante del vino, se vuelve vinoso y limpio y la cantidad de azúcar disminuye hasta que se estabiliza (Bourdon, 1963).

La elaboración del *vino dulce* consiste en detener, cuando aún existe suficiente cantidad de azúcar, ese proceso. Esto se logra desactivando las levaduras por enfriamiento, por filtración o por adición de algún inhibidor metabólico. Como es de suponer, este tipo de vino es más sensible al deterioro microbiológico debido al crecimiento de algunas bacterias y levaduras que utilizan el azúcar remanente y otras fuentes de energía no metabolizadas durante la fermentación (Henick-Kling, 1996).

Sin embargo, los vinos tienen la característica de que el etanol y el CO<sub>2</sub> producidos inhiben microorganismos aeróbicos que pueden provocar deterioro y levaduras sensibles, además favorecen a las levaduras fermentativas de *S. cerevisiae* (Henick-Kling, 1996). Incluso tiene un efecto inhibidor de cambios químicos indeseables (Pederson, 1971).

Cuando el vino está embotellado, sin contacto con el aire, es microbiológicamente estable si todo el azúcar fermentable ha sido consumido (azúcar residual menor a 2g/L) (Henick-Kling, 1996). Es más, cuando se somete a tratamiento térmico la cantidad de microorganismos que pueden ser competencia de las levaduras añadidas es baja, lo que evita alteraciones del sabor y el olor, sin alterar la calidad del producto final (Brennan, 1998). Sin embargo, aún en este caso, pueden existir levaduras o bacterias indeseables que afecten su calidad (Rose, 1977).

### 2.2.5. Clarificación del vino

Entre las condiciones que todo consumidor exige de un buen vino está su limpidez. Su carencia es interpretada como falta de higiene y alteración, por más que sus cualidades gustativas permanezcan intactas (Queris, 1995).

De allí que una vez finalizada la fermentación debe tenerse el cuidado de separar el vino de los sólidos, que incluyen levaduras, semillas y pulpa finamente dividida, tan pronto como sea posible.

La clarificación no solamente se realiza para mejorar la apariencia del vino, sino también para eliminar las células muertas de levadura que inician su autólisis, en las condiciones anaeróbicas en el vino nuevo, porque afectan el sabor. Además, se previene la proliferación de levaduras fermentadoras y contaminación con bacterias ácido acéticas y lácticas (Dinsmoor, 1974), porque las células muertas de levadura sirven de alimento a las bacterias (Jorgensen, 1959).

Una forma de facilitar la clarificación es almacenar el vino en frío para detener el desarrollo de microorganismos y decantar el material coloidal y las bacterias (Castellanos, 1980). Sin embargo, es raro que un vino sano llegue a ser claro por encontrarse en depósito natural (Gallander, 1974).

Los vinos de frutas pueden quedar en contacto con la levadura hasta que se produzca la clarificación, sin necesidad de hacer los habituales trasiegos propios de la elaboración de vino de uva (Alzate, 1988).

Para la clarificación inicial se usan filtros de tela. Después, se refina (Ward, 1989) mediante una filtración hecha con agentes clarificantes o por medio de la centrifugación, operaciones que no merman su contenido alcohólico (Carbonell, 1965).

Vale la pena recordar que, aunque la centrifugación permite eliminar pequeños fragmentos celulares y residuos proteicos, la eficiencia de la separación

de los sólidos dependerá también de la forma y tamaño de las partículas y de la diferencia de densidad entre ellas y el líquido (Tornio, 1985).

Este procedimiento es muy útil porque baja la viscosidad del producto, la estabilidad de coloides y materiales dispersos (Castellanos, 1980) y, por lo tanto, se eliminan más rápidamente que en una filtración común.

Existe la posibilidad de que el vino no obtenga su apariencia óptima sólo con estos tratamientos y que persista la formación de "nubes". Una de las causas principales de estas es la presencia de pectina. Esta sustancia, que se localiza en las paredes celulares, son liberadas cuando se despulpa la fruta (Viquez, 1981).

Para eliminarlas se pueden utilizar enzimas pectolíticas, tales como las pectinesterasas, y las depolimerizantes (la poligalacturonasa, la pectin liasa y la pectato liasa, etc.) (Pilnik, 1979).

El nombre de *pectinasa* se da a una preparación enzimática de poligalacturonasas y pectinmetilesterasas, extraídas de varios hongos. Las pectinmetilesterasas rompen los grupos metoxilo, liberando así ácidos libres y dejando la cadena polimérica intacta. En presencia de pectinasas las moléculas de pectina se hidrolizan y pierden propiedades coloidales, por lo que hay una rápida sedimentación de las partículas que ocasionan la nube o turbidez, las cuales pueden ser fácilmente removidas por centrifugación, filtración o decantado (Viquez, 1981).

Las enzimas más adecuadas para separar los enlaces glicosídicos de los grupos carboxilo metoxilados por  $\beta$  eliminación son las pectin liasas (Pilnik, 1979).

Otra causa de una leve nubosidad son los microorganismos que permanecen en el producto, los cuales, además, le proporcionan un sabor desagradable (Pederson, 1971), por lo que no es apto para el consumo.

## 2.2.6. Pasteurización del vino

Son imprescindibles los tratamientos térmicos para eliminar levaduras, bacterias y hongos, antes de embotellar el vino, que no se hayan logrado separar durante la clarificación, con el propósito de conseguir la estabilización y conservación de sus cualidades organolépticas (Castellanos, 1980). Esto es muy importante, sobre todo en el caso de los vinos dulces, debido a la tendencia que tienen a volverse a fermentar (Hashizume, 1980).

Existe la posibilidad de que ocurra una contaminación después de la filtración, lo que provocaría el deterioro del vino aunque haya sido embotellado en garrapas esterilizadas (Hashizume, 1980). Por esto, se acostumbra pasteurizarlo, teniendo muy presente la relación de tiempo y temperatura, para garantizar un producto de buena calidad microbiológica y organoléptica, esto significa que este tratamiento debe ser aplicado de forma que altere en grado mínimo las características del vino (Hashizume, 1980).

Existen varias recomendaciones para que ese tratamiento térmico sea lo más eficaz, entre ellas se encuentra la de mantener el producto durante 10 minutos a 60°C ó 20 minutos a 55°C (Hashizume, 1980). Sin embargo, para mantener sus características organolépticas lo mejor es que el tiempo en que el vino esté expuesto al calor sea el menor posible; esto significa, por lo tanto, que se requiere una temperatura mayor a las anteriormente señaladas, por lo que se ha recomendado al mantener al producto durante 2 minutos a 75° C para destruir los gérmenes (Carbonell, 1970).

### 2.2.7. Composición del vino

Las características sensoriales del vino, como, por ejemplo, el aroma, se deben a su composición, pues durante la fermentación se producen varios compuestos secundarios, tales como: alcoholes superiores, aldehídos, cetonas, ésteres, ácidos, etc. (Gómez, 1994).

Entre los alcoholes producidos por la fermentación está el etanol, el cual se encuentra en mayor cantidad. Este contribuye a insolubilizar algunos compuestos depositados en el fondo del recipiente (Carbonell, 1965). Conocer su concentración es importante para comprobar su rendimiento a partir de una determinada concentración de azúcar y verificar que el vino cumple el límite legal (Amerine, 1976).

Por otra parte, con respecto a los ácidos es bueno señalar que hay una mayor concentración de ácidos en el vino que en el mosto debido a la que durante la fermentación se produce una cantidad importante de estos, por lo que el pH será menor (Carbonell, 1965).

La importancia del pH en la estabilidad del vino se debe a que los ácidos provocan el efecto "buffer", es decir, que mantienen el pH entre 3-4, el cual favorece a las levaduras y no a las bacterias de deterioro, por lo que en vinos de pH mayor a 4 siempre hay riesgo de que se produzcan contaminaciones bacterianas (Gallander, 1974).

Es difícil saber cuál es el contenido particular de ácidos en un vino porque químicamente estos son similares; por lo tanto, se prefiere determinar sólo la acidez total titulable (Alzate, 1988). Las Normas Comerciales establecen una acidez total valorable de 0.6% - 0.9% en los jugos de uva y vinos secos y de 0.4% - 0.65% en los dulces (Amerine, 1976).

El componente químico que es el principal indicador de la calidad de la materia prima usada es la acidez volátil; esta usualmente no debe exceder un valor de 1,2 g/L en el vino blanco y 1,6g/L en el tinto (Rose, 1977). Si es mayor puede indicar la presencia de la bacteria *Acetobacter*, la cual produce el ácido acético que avinagra el vino (Amerine, 1976).

Otro componente importante es el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) porque contribuye a darle frescura y brillantez. Como es más soluble en alcohol que en agua, entre más alcohol haya en un vino más CO<sub>2</sub> contendrá (Alzate, 1988).

### 2.2.7.1. Métodos comúnmente utilizados para determinar alcohol

Conocer la concentración de etanol en un vino es importante para comprobar su rendimiento a partir de una determinada concentración de azúcar y verificar que se cumpla el límite legal (Amerine, 1976).

Existe una gran variedad de métodos para determinar el etanol en bebidas alcohólicas. Uno de ellos se conoce como *ebulloscopía*, en el cual se miden los puntos de ebullición de agua y del alcohol de la muestra por medio de un ebulloscopio. Este instrumento consta de una cámara de ebullición, un termómetro, un refrigerante de reflujo metálico, una lámpara de alcohol y una regla de corredera con escalas ajustables que muestra la relación entre el punto de ebullición y el contenido alcohólico (Hart, 1971).

En la determinación por ebulloscopía es posible medir el alcohol de mostos y vinos, pero debe tenerse una ligera idea de la cantidad de etanol presente en ellos porque la muestra debe estar diluida de forma que la concentración no sea mayor a un 5%, lo que permite obtener resultados con una exactitud del  $\pm 0.25\%$ . En caso de utilizar vino destilado previamente se puede obtener una precisión en las lecturas de hasta  $\pm 0.15\%$  (Hart, 1971).

Hay métodos mucho más sofisticados para medir el contenido de alcohol en una muestra, como el de cromatografía líquida de alta presión, HPLC. En este caso se utiliza un equipo compuesto, principalmente, por una bomba de presión, una columna cromatográfica construida de acero inoxidable, un guarda columna (para aumentar la vida útil de la columna), varios reservorios para los disolventes y un detector, el cual puede ser para radiación ultravioleta o visible (Skoog, 1995).

La determinación se logra cuando la muestra es llevada a través de una fase estacionaria por el flujo de una fase móvil líquida y, debido a las diferencias existentes en la velocidad de migración, se produce la separación de sus diversos componentes (Skoog, 1995). Sin embargo, el equipo es muy costoso, por lo que no siempre hay facilidad para trabajar con este método.

Si no se dispone de ninguno de estos equipos, se puede recurrir a la determinación del alcohol por oxidación con dicromato de potasio. En este método se utiliza un matraz de destilación y el destilado se mezcla con dicromato de potasio y ácido sulfúrico. Cuando la reacción se ha completado, después de 15 minutos, se titula la solución con sulfato de amonio y hierro (Hart, 1971).

A pesar de las diversas opciones existentes, uno de los instrumentos más utilizados es el *picnómetro*, el cual permite relacionar una masa de agua y una masa de solución etanol-agua, que deben estar a la misma temperatura.

Tiene el inconveniente de que requiere soluciones binarias (mezcla etanol-agua) para que el cambio en la masa se deba únicamente al alcohol, por lo que debe destilarse una muestra de 100 mL de vino para obtener dicha solución. Sin embargo, es el método utilizado en esta investigación porque se considera el más seguro pues el único error que se produce durante la determinación de alcohol se deriva del uso de la balanza analítica, razón por la cual es muy exacto (Jiménez, 1998).

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1 Localización del estudio

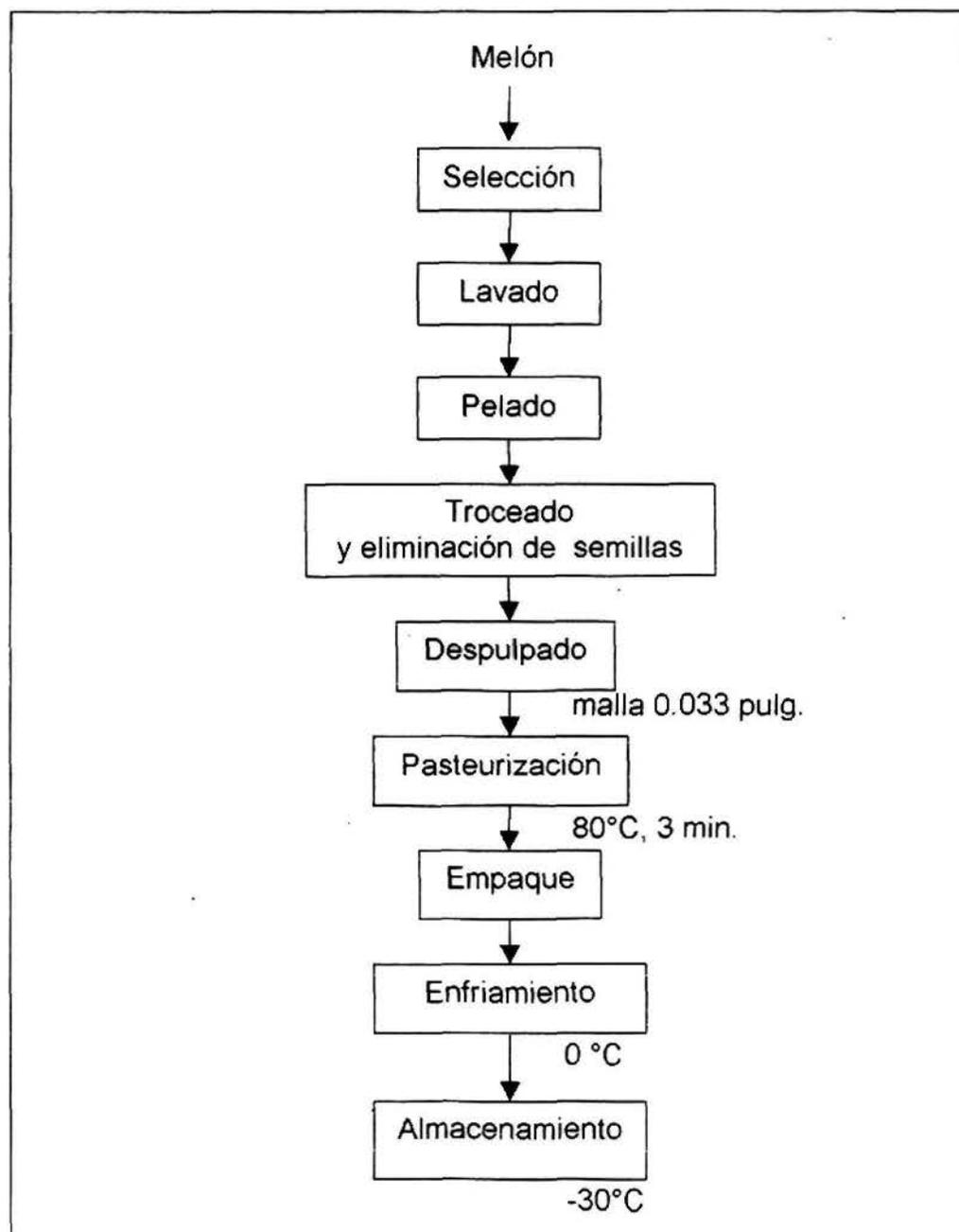
La parte experimental de este trabajo se realizó en las instalaciones del Centro Nacional de Ciencia y Tecnología de Alimentos (CITA) y en la Escuela de Tecnología de Alimentos de la Universidad de Costa Rica.

En la Planta Piloto del CITA se procesó la pulpa de melón, mientras que las pruebas de fermentación se efectuaron en el laboratorio de química de la Escuela. En cuanto a los análisis químicos, se hicieron en los laboratorios de ambos, al igual que los microbiológicos.

#### 3.2 Materia prima

Se usó melón maduro, variedad *cantaloupe*, proveniente de la provincia de Guanacaste, cosechado en los años 2000 y 2001. En vista de los pocos meses del año en los que se cuenta con melón en buenas condiciones, se congeló la pulpa a -30 °C.

A continuación se presenta el diagrama de flujo del proceso para la obtención de la pulpa de melón.



**Figura 1.** Diagrama de flujo para la elaboración de pulpa de melón

### 3.2.1 Descripción del procedimiento de obtención de pulpa de melón

#### a) *Selección:*

Se escogieron melones maduros, de pulpa firme, y se eliminaron aquellos magullados o con huellas de haber sido atacados por alguna plaga o enfermedad (OEA, 1990).

#### b) *Lavado:*

Se realizó un lavado manual de cada melón con agua potable y esponja para eliminar cualquier suciedad de la cáscara y evitar la contaminación del resto de los melones.

#### c) *Pelado:*

Luego se pelaron muy bien pues la cáscara le da un sabor amargo al vino (Colquichagua, 1998).

#### d) *Troceado y eliminación de semillas:*

Los melones se partieron longitudinalmente y se eliminaron las semillas porque los aceites que estas contienen pueden provocar mal sabor (Gallander, 1974). Por último, se trocearon para facilitar la operación de despulpado.

#### e) *Despulpado:*

Los trozos obtenidos se pasaron por un despulpador con rejilla de 0.033 pulgadas, lo que favoreció que el azúcar estuviera disponible para que las levaduras pudieran absorberlo más rápidamente (Gallander, 1974).

#### f) *Pasteurización:*

Se pasteurizó a 80° C durante tres minutos (Somogyi, 1985) para eliminar cualquier microorganismo patógeno o de deterioro que se encontraba en la pulpa e inactivar enzimas que pudieran dañarla durante el almacenamiento.

g) *Empaque:*

Se empacaron 750 g de la pulpa caliente, manteniendo el producto a una temperatura de al menos 70°C -tal como se recomienda en jugos de frutas puros que carecen de preservantes- en bolsas de polietileno de alta densidad. De esta forma, los contaminantes microbianos que podían estar en el empaque fueron destruidos (Ranken, 1993).

h) *Enfriamiento:*

Se hizo un enfriamiento acelerado al colocar las bolsas en un recipiente con hielo para evitar la aparición de un sabor a "cocido" que podría haber afectado la calidad del vino.

i) *Congelación:*

Se congeló a  $-30^{\circ}\text{C}$  para reducir al máximo la actividad enzimática (Brennan, 1998). De esta forma, fue posible disponer de pulpa en óptimas condiciones durante todo el tiempo necesario para completar el estudio.

### 3.3 Métodos de análisis

#### 3.3.1 Análisis químicos

**Sólidos solubles (°Brix):** Método 932.14 AOAC (1998).

**pH:** pulpa: Método 11.036 AOAC (1998).

vino: Método 960.19 AOAC (1998).

**Acidez titulable:** pulpa: Método 942.15 AOAC (1998).

vino: Método 962.12 AOAC (1998).

**Acidez volátil:** Método por destilación directa, Duclaux – Cayon (Ministère de l'agriculture, 1971).

**Alcohol:** Picnómetro, métodos 920.57 y 945.06 AOAC (1998).

### 3.3.2 Análisis microbiológicos

Estos análisis se hicieron a muestras de vino seco y dulce. Se emplearon los métodos de análisis microbiológico de alimentos establecidos por la American Public Health Association (Speck, 1976).

Es decir, el *recuento total* se realizó por medio del *conteo en plato aeróbico* con agar estándar, mientras que el *recuento de hongos y levaduras* se efectuó con el método acidificado (pH = 3.5) con ácido tartárico para inhibir bacterias que podrían crecer en el medio de cultivo.

## 3.4 Metodología del estudio

### 3.4.1 Elaboración del vino de melón

En la Figura 2. se puede observar el diagrama de flujo de elaboración del vino de melón.

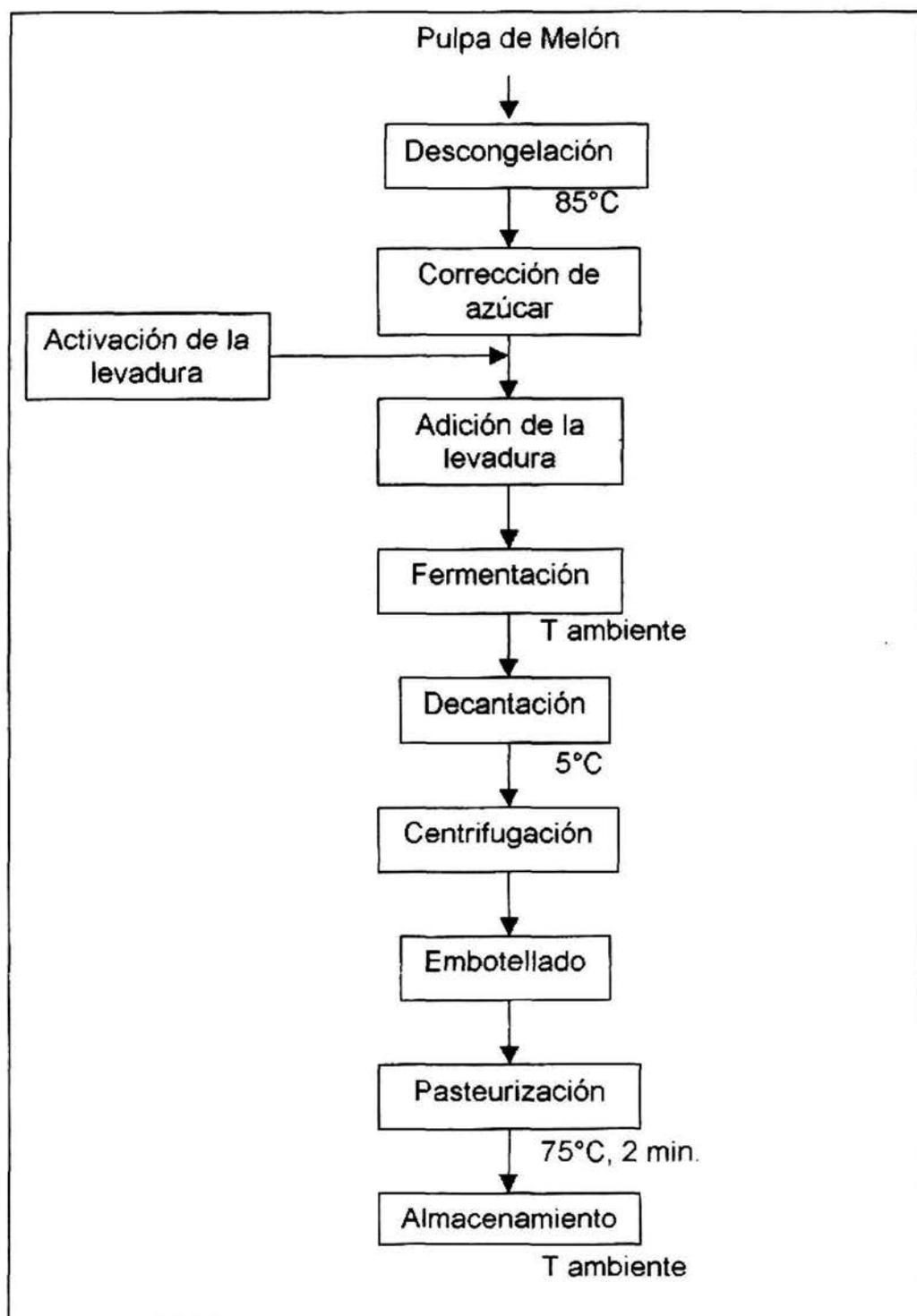


Figura 2. Diagrama de flujo para la elaboración de vino de melón

a) *Descongelación:*

Se descongelaron las bolsas de mosto sumergiéndolas en un baño de agua caliente a 85°C.

b) *Corrección de azúcar:*

En el caso del vino seco se agregó azúcar blanca al mosto hasta alcanzar 20 °Brix, tal como se recomienda en la elaboración de vinos de frutas (Latino, 1986). En la elaboración del vino dulce se trabajó con concentraciones de 25°Brix, 27.5 °Brix y 30°Brix; las cuales se eligieron según el comportamiento observado en pruebas preliminares (sección 3.4.6).

c) *Activación de la levadura:*

A la cantidad de levadura *Saccharomyces cerevisiae* necesaria se le agregó 0.5 mL de agua, previamente hervida, a 36 °C, temperatura que facilita el crecimiento de las células. Se añadió 0.1g de azúcar como nutriente para favorecer su multiplicación (Jorgensen, 1959). Finalmente se dejó reposar hasta que aparecieron burbujas en la superficie.

d) *Adición de la levadura:*

Se añadió, con respecto al mosto corregido, una cantidad de 0.05%(m/m), 0.005% (m/m) y 0.001% (m/m) de levadura.

Para iniciar la fermentación se agitó toda la mezcla, se cerró el envase que tenía una manguera que comunicaba con una trampa de agua, con el fin de permitir, sin que ingresara oxígeno, la salida del dióxido de carbono producido.

e) *Fermentación:*

Para la elaboración de vino seco se dejó fermentando el mosto hasta que se estabilizaron los °Brix, lo cual indicaba la finalización del proceso. En el caso del vino dulce, la fermentación se detuvo al llegar a un contenido de 10–12 °Brix.

f) *Decantación:*

Se separó el vino de los restos de pulpa y levadura depositados en el fondo del recipiente donde se ha llevado a cabo la fermentación. Luego, se colocó en refrigeración durante dos días para permitir la floculación de aquellos residuos de levadura que aún no se habían separado.

g) *Centrifugación:*

Para garantizar una depuración mayor de sedimentos y evitar una nueva fermentación en la botella, se sometió el vino a una centrifugación.

Se utilizó una centrífuga Cole Parmer, modelo 17250-10, a una velocidad de 3.400 rpm, durante 60 minutos. Este equipo pertenece al Laboratorio de Química de la Escuela de Tecnología de Alimentos.

h) *Embotellado:*

El vino centrifugado se envasó en botellas, previamente lavadas, de color ámbar o transparentes cubiertas totalmente con papel aluminio.

i) *Pasteurización:*

La pasteurización se realizó colocando las botellas en baño maría en una marmita, a presión atmosférica. Durante el tratamiento térmico la temperatura se mantuvo a 75° C, durante 2 minutos (Font, 2000). De esta forma se destruían bacterias y levaduras que podrían provocar una alteración microbiana (Frazier, 1981).

j) *Almacenamiento:*

Las botellas se mantuvieron a temperatura ambiente, herméticamente cerradas para evitar que quedara espacio libre cerca del cierre pues el vino se puede alterar por reacción con el oxígeno (Colquichagua, 1998).

### 3.4.2 Pruebas preliminares

#### *Elección del método para medir alcohol durante la fermentación:*

Se midió el contenido de alcohol en una muestra de vino tinto y en cuatro muestras de vino de melón con el picnómetro y con el vinómetro, de esta forma se determinó la variación en el resultado obtenido con este último para utilizarlo en las mediciones del contenido de alcohol en el transcurso de la fermentación.

#### *Comparación de la fermentación de melón según el año de cosecha:*

Se llevó a cabo una prueba fermentando melón cosechado en los años 2000 y 2001 con 0.05% (m/m) de levadura, ajustando a un contenido de 20°Brix en el mosto. De esta forma se conoció el comportamiento durante la fermentación y las características del vino obtenido.

### 3.4.3 Elección de la concentración de levadura adecuada para la elaboración del vino seco de melón

El estudio se llevó a cabo con cinco muestras, cantidad definida según la variación que se encontró al analizar el contenido de °Brix en el 10% de las bolsas de pulpa de melón disponibles.

Se probaron tres concentraciones de levadura: 0.05%, 0.005% y 0.001% (m/m), con respecto al mosto corregido, y en todas se mantuvo una concentración de sólidos solubles de 20°Brix en el mosto.

Para realizar el seguimiento de la fermentación se tomó una muestra de unos 5 mL del mosto y se midió el contenido de sólidos solubles y la concentración de alcohol (con el vinómetro). La frecuencia con que se tomaron las muestras dependió de la velocidad con que se consumió el azúcar, por lo cual fue diferente en todas las pruebas.

Con los datos obtenidos se aplicó un *análisis de varianza irrestricto*, con arreglo factorial de dos factores: tiempo (los niveles dependieron del tiempo

requerido para cada fermentación) y concentración de levadura en tres niveles. Se empleó un grado de confianza del 95% ( $\alpha=0.05$ ) y una potencia ( $1-\beta$ ) del 90%.

### 3.4.4 Clarificación del vino seco de melón

#### *Prueba cualitativa para determinar la presencia de pectina:*

Se mezclaron 4 mL de alcohol isopropílico con 2 mL de vino de melón. El resultado fue positivo cuando se formó un precipitado de color blanco (Font, 2000).

#### *Tratamientos enzimáticos:*

Se agregaron enzimas a muestras de vino seco obtenido por fermentación de melón cosechado en el 2001.

- Crystalzyme: 0.2% (m/m), a temperatura ambiente. El vino se mantuvo en refrigeración durante una semana.
- Ultrazym 100 G: se trabajó con concentraciones de 0.001% (m/m), 0.01% (m/m) y 1% (m/m). La muestra se mantuvo a 45°C durante 2 horas y luego se colocó en refrigeración durante 3 días.

Se hizo una prueba agregando 0.001% (m/m) de enzima a pulpa de melón del 2001, la cual se fermentó con 0.001% (m/m) de levadura.

- Mezcla de Crystalzyme (60%) y Amilasa 40 L (40%): 1% (m/m), a 40°C durante 40 minutos.

#### *Tratamientos físicos:*

- Filtración al vacío: se utilizó diatomita como ayuda filtrante.
- Centrifugación: se realizó con una centrífuga Cole Parmer, modelo 17250-10, a una velocidad de 3.400 rpm durante 60 minutos.
- Bentonita: se agregó 0.2% (m/V). Se mezcló en una relación 1:1 con agua a temperatura ambiente y permaneció en esas condiciones durante 48 horas antes de ser utilizada. Transcurrido ese tiempo se eliminó el agua clara y se mezcló con el vino en forma vigorosa hasta lograr una muestra homogénea. El vino se colocó en refrigeración durante 48 horas.

### *Tratamientos químicos:*

- Sulfitación: 70 mg/L de metabisulfito de potasio a la pulpa de melón y se hicieron fermentaciones con 0.05% (m/m) y 0.005% (m/m) de levadura.

### 3.4.5 Evaluación de las condiciones de pasteurización

Se realizó un *Recuento de bacterias mesófilas aerobias* y un *Recuento de Hongos y Levaduras* en muestras de vino seco obtenidas de las fermentaciones con 0.05% (m/m) y 0.02% (m/m) de levadura, tanto antes como después de pasteurizar, para comprobar si las condiciones aplicadas eran efectivas.

Con el vino sin pasteurizar se hicieron seis diluciones y con el pasteurizado solamente cuatro. Todos los análisis se efectuaron en placas por duplicado.

### 3.4.6 Determinación de los °Brix del mosto más aptos para obtener un vino dulce de melón

De nuevo se trabajó con cinco muestras, determinado según se señaló en el apartado 3.4.3.

En este caso se trabajó con el mosto a 25 °Brix, 27.5 °Brix y 30 °Brix; y una concentración de 0.005% (m/m) de levadura, con el objeto de conocer el efecto de los °Brix iniciales sobre el comportamiento de la levadura. El seguimiento de la fermentación se realizó de acuerdo con lo ya explicado con relación al vino seco, pero se detuvo cuando el mosto llegaba a 12 ° Brix.

Con los datos obtenidos se aplicó un *análisis de varianza irrestricto*, con arreglo factorial de dos factores: tiempo (los niveles dependieron del tiempo requerido para cada fermentación) y concentración de azúcar en tres niveles. Se trabajó con un grado de confianza del 95% ( $\alpha=0.05$ ) y una potencia ( $1-\beta$ ) del 90%.

### 3.4.7 Evaluación de la estabilidad microbiológica del vino de melón

Se almacenó una muestra de vino dulce y una de vino seco a temperatura ambiente e igual cantidad a 37°C. Cada semana, durante un mes, se efectuó un

*Recuento Total* y un *Recuento de Hongos y Levaduras* con el objeto de observar el desarrollo de estos microorganismos en el producto final (Frazier, 1981).

Para obtener estos vinos se hicieron las fermentaciones simultáneamente, con el fin de asegurar que las condiciones de elaboración fueran idénticas.

El vino resultante, aún sin pasteurizar, se mezcló muy bien y se vació en pequeñas botellas de vidrio, de forma que se contaba con una muestra para cada semana y cada temperatura. Estas botellas fueron debidamente rotuladas y el vino se pasteurizó a 75°C durante 2 min. Después del tratamiento térmico las botellas se abrieron hasta el día en que se realizaron los análisis microbiológicos.

Se trabajó con esas condiciones porque, como es conocido, cada vez que se abre una botella se expone la totalidad de su contenido a la contaminación de los microorganismos existentes en el ambiente. Por lo que, si se trabajara con una sola botella, el aumento observado en la cantidad de unidades formadoras de colonias, durante el almacenamiento, correspondería, en parte, a la contaminación sufrida y no exclusivamente al deterioro del vino, que es, en realidad, lo que se quiere conocer en un estudio de este tipo.

Se aplicó un *análisis de varianza* irrestricto, con arreglo factorial de dos factores: tiempo (los niveles dependieron del tiempo durante el cual el vino se mantuvo en óptimas condiciones) y temperatura en los dos niveles señalados en el párrafo anterior. Se trabajó con un nivel de confianza del 95% ( $\alpha=0.05$ ) y una potencia ( $1-\beta$ ) del 90%.

### 3.4.8 Pruebas sensoriales

Se realizó una evaluación informal del vino obtenido en cada una de las diferentes pruebas.

En todas las ocasiones un grupo de 6-8 personas, sin entrenamiento, determinó la presencia o ausencia de características sensoriales bastante obvias como la turbidez, el olor y el sabor a levadura.

## IV. RESULTADOS Y ANÁLISIS

### 4.1 Obtención de la pulpa de melón

Al revisar los melones, en el momento en que se recibieron, se comprobó que tenían una textura muy dura, signo de que no estaban tan maduros como era necesario. Es básico en la elaboración de vino que la fruta esté bien madura, pero también que no se encuentren sobremaduras (Bourdon, 1963).

Con el fin de lograr esa madurez se colocaron en canastas forradas con papel periódico para crear un medio en donde la temperatura se mantenía un poco más alta que la del ambiente externo y el medio gaseoso favorecía la maduración. Se mantuvieron allí hasta que llegaron al estado de madurez apropiado, el cual se alcanzó cuando toda la superficie de la fruta estaba suave al tacto. Como verificación se midió el contenido de sólidos solubles de dos melones tomados al azar y se comprobó que era cercano a 9°Brix, el cual, como se ha citado anteriormente, es el contenido que se alcanza en la madurez (Gamboa, 1988).

El rendimiento obtenido a partir del melón cosechado en el año 2000 fue de un 51.5%, debido, principalmente, a la eliminación de semillas y cáscaras.

En el año 2001 se elaboró más pulpa, siguiendo las condiciones detalladas anteriormente, y en esa oportunidad el rendimiento fue de un 54.4%.

El melón de ambos años provenía de la misma zona de cultivo, por lo que las diferencias en el rendimiento pueden deberse a varias razones, tales como: factores climáticos, fertilización del suelo y edad de la fruta en el momento en que se cosechó.

También debe considerarse el manejo dado a la fruta durante la cosecha y el transporte. Sin duda disminuye el rendimiento cuando deben eliminarse secciones que, debido a daños mecánicos, están excesivamente suaves y por lo tanto han pasado a la etapa de sobremaduración.

## 4.2 Pruebas preliminares

### 4.2.1 Comparación del vinómetro y del picnómetro para medir alcohol

Las pruebas consistieron en comparar los resultados obtenidos con el picnómetro y el vinómetro en un vino tinto de uva y en cuatro muestras de vino de melón.

Si se utilizara el picnómetro para observar la variación en el contenido de alcohol a través de varios días cada prueba de fermentación debería hacerse con un gran volumen de melón, debido a las destilaciones requeridas, y la cantidad de pulpa congelada no era suficiente.

Esto motivó a buscar algún instrumento que requiriera un menor volumen y, a la vez, permitiera registrar un valor cercano al contenido alcohólico real. Este valor no debía, necesariamente, ser el más exacto porque para la caracterización química final la determinación sí se realizaría con el picnómetro.

Se tiene referencia de la utilización de un instrumento, conocido como *vinómetro*, en una investigación sobre elaboración de vino de diversas frutas, (fresa, piña, papaya, etc.) iniciada hace unos 13 años en el CITA (Zúñiga, 1989).

El vinómetro se utiliza en Francia para el control de calidad durante la fermentación de la uva y permite leer en una escala el porcentaje de alcohol, utilizando en cada medición aproximadamente 1 mL de muestra. En vista de las ventajas que presentaba se hicieron pruebas para conocer si era posible usarlo en la presente investigación.

Los resultados obtenidos de las pruebas se presentan a continuación:

Cuadro No. 1. Comparación del contenido de alcohol determinado con el picnómetro y el vinómetro en diferentes muestras de vino.

<b>Muestra</b>	<b>% alcohol ± 0,01% picnómetro</b>	<b>% alcohol ± 0,5% vinómetro</b>	<b>Diferencia %</b>
vino tinto	11,51	12,50	0,99
vino de melón 1	9,88	10,80	0,92
vino de melón 2	11,61	12,20	0,59
vino de melón 3	12,94	13,00	0,06
vino de melón 4	9,26	9,33	0,07

El cuadro anterior muestra que, en los casos en donde la diferencia era más grande, el valor era aproximadamente mayor en un 1% con el vinómetro que con el picnómetro y, como era una diferencia relativamente baja, se decidió utilizar el vinómetro para medir el contenido de alcohol durante la fermentación en este estudio. El picnómetro se utilizó durante la caracterización química del producto final, debido a que, en esos casos, se deseaba obtener el valor más exacto posible.

#### 4.2.2 Comparación de la fermentación con melón cosechado en los años 2000 y 2001 para elaborar vino seco

La primera prueba se realizó con una concentración de 0.05% (m/m) de levadura debido a los buenos resultados que produjo esa cantidad en un estudio anterior sobre la elaboración de una bebida de mora fermentada (Font, 2000). En esta oportunidad se utilizó melón cosechado en los años 2000 y 2001.

La composición química de la fruta de ambos años se presenta a continuación.

Cuadro No.2. Caracterización química de la pulpa de melón utilizada en la fermentación con 0.05% (m/m) de levadura, según el año de cosecha.

Año de cosecha		° Brix ± 0,01	pH ± 0,01	% acidez titulable (ácido cítrico) ± 0,003
2000 (n=3)	promedio	8,83	6,62	0,116
	desv est	0,12	0,01	0,010
2001 (n=2)	promedio	9,00	6,06	0,055
	desv est	0,00	0,01	0,012

La información obtenida de los análisis químicos comprobó que la pulpa correspondía a fruta con un grado de madurez apto para la fermentación, pues poseía un contenido cercano a 9°Brix, es decir, de buena calidad, según Gamboa (1988).

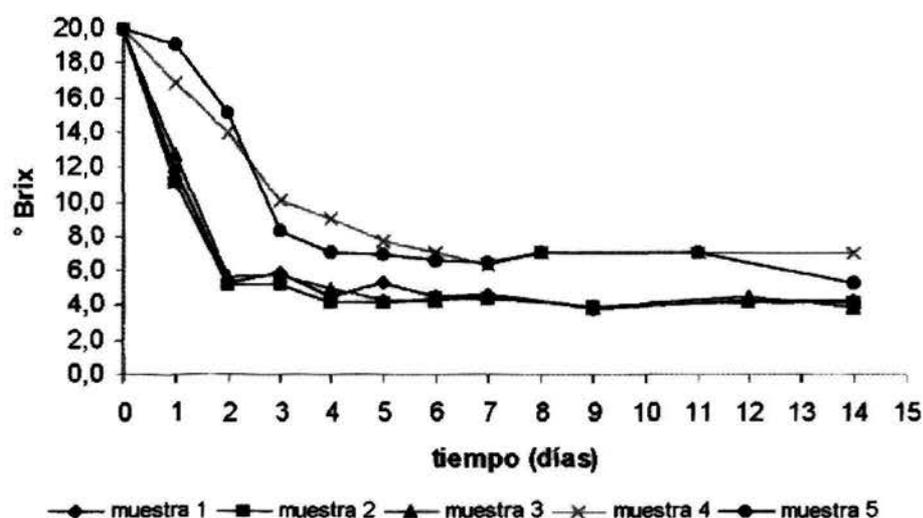
Se sabe que las levaduras *S. Cerevisiae* tienen un pH óptimo de crecimiento que oscila entre 4.4 – 4.8 y las muestras tienen un pH mucho mayor a éste, pero como la fermentación de glucosa se puede efectuar en una zona de pH muy grande, por lo que este factor no significó un problema (Jorgensen, 1959).

Existe una evidente diferencia entre los valores de acidez titulable pues en el melón del año 2001 fue menor, lo cual indica que en esa fruta había un mayor contenido de ácidos orgánicos relativamente débiles (Amerine, 1976).

Para la prueba se trabajó con tres muestras de pulpa de melón cosechado en el año 2000, identificadas como #1, #2 y #3, y dos muestras con la pulpa de la fruta del año 2001, identificadas como #4 y #5, para tener cinco muestras en cada tratamiento y lograr una potencia del 90%.

En el transcurso de las fermentaciones se observó que, con la pulpa obtenida de la fruta cosechada en ambos periodos, al día siguiente de la inoculación se produjo una fuerte fermentación pues había una gran cantidad de CO<sub>2</sub> liberado, que fue disminuyendo después del tercer día, hasta llegar a ser imperceptible luego del noveno.

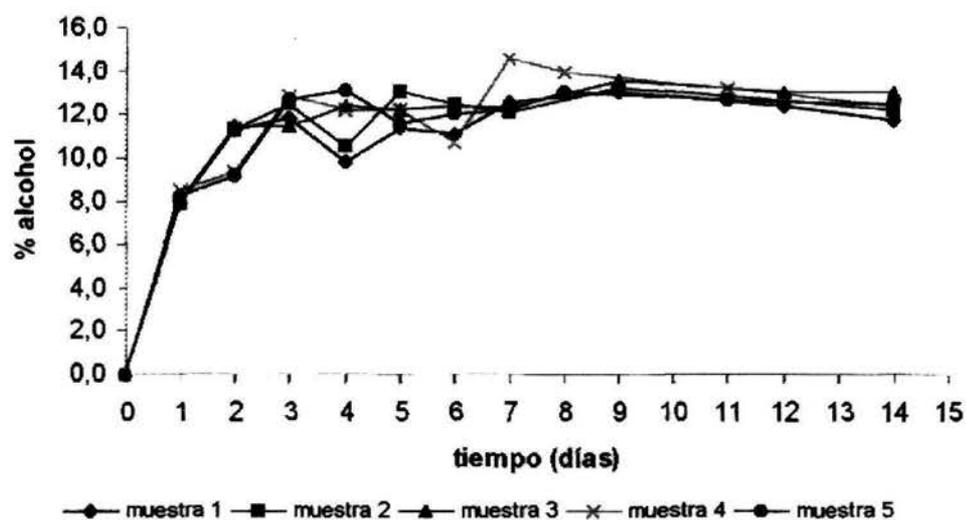
Estas observaciones coincidieron con los resultados obtenidos al medir los °Brix y el porcentaje de alcohol durante la fermentación, según podemos apreciar en las siguientes figuras:



muestras 1, 2 y 3 : melón del año 2000

muestras 4 y 5: melón del año 2001

Figura 3. Disminución en el contenido de sólidos solubles durante la fermentación de melón con 0.05% (m/m) de levadura. (Cosecha de los años 2000 y 2001).



muestras 1, 2 y 3 : melón del año 2000

muestras 4 y 5: melón del año 2001

Figura 4. Obtención de alcohol etílico durante la fermentación de melón con 0.05% (m/m) de levadura. (Cosechas de los años 2000 y 2001).

Según se aprecia, el consumo del sustrato (azúcar) ocurrió en los dos primeros días de la fermentación con el melón cosechado en el año 2000, mientras que en el que se cosechó en el 2001 se necesitaron tres días. A partir de ese momento ocurrió una estabilización en el contenido de los °Brix porque las levaduras cesaron su actividad, lo que explica que la cantidad de CO<sub>2</sub> liberado fuera mínima.

Aunque en la disminución del contenido de sólidos solubles hubo una diferencia significativa según el año de cosecha, como lo demostró la prueba de t de student con un  $\alpha = 0.05$ , en el aumento de la concentración de alcohol no hubo ninguna distinción.

El comportamiento observado durante el aumento del contenido alcohólico refleja las diferentes fases de crecimiento de los microorganismos. Hay que recordar que, generalmente, existe una etapa conocida como la fase "lag" o fase de latencia, en la cual no hay multiplicación de células. Sin embargo, en las figuras no se aprecia esta fase, lo que significa que en pocas horas inicia el crecimiento exponencial o fase "log" de las levaduras (García, 1995), correspondiendo esta fase a la *fermentación tumultuosa*.

Seguidamente ocurrió la *fase estacionaria* (García, 1995), que corresponde a la *fermentación silenciosa*. Durante esta fase había poca cantidad de azúcar disponible, lo que, asociado al alto contenido alcohólico, explica la dificultad que tuvieron las levaduras para continuar su labor fermentativa.

La variación en las mediciones del contenido alcohólico en una misma muestra puede deberse a que la cantidad de mosto que se tomó del recipiente de fermentación se obtuvo sin hacer una mezcla previa de su contenido, por lo que no necesariamente representaba la totalidad del mosto. Esto se hizo de esta forma para no afectar significativamente las condiciones en que se llevaba a cabo y para no producir la decantación de levadura y otras materias orgánicas. A pesar de esto, los datos obtenidos reflejan lo ocurrido con el melón durante el proceso.

La diferencia en la calidad del vino resultante de estas fermentaciones se puede apreciar en el siguiente cuadro:

Cuadro No.3. Caracterización química del vino obtenido de la fermentación de melón con 0.05% (m/m) de levadura, según el año de cosecha.

Año de cosecha		° Brix ± 0,01	pH ± 0,01	% acidez titulable (ácido cítrico) ± 0,05	% acidez volátil (ácido acético) ± 0,005	% alcohol ± 0,01
2000 (n=3)	promedio	7,14	4,76	4,36	0,025	8,79
	desv est	0,13	0,04	0,18	0,004	1,29
2001 (n=2)	promedio	7,58	4,29	6,42	0,175	8,39
	desv est	1,30	0,18	0,19	0,122	1,54

Se observa que los °Brix son menores a los que tenía la pulpa utilizada; esto se explica porque las levaduras metabolizan los azúcares solubles de la fruta, además del azúcar agregado. Asimismo, el pH fue menor y la acidez titulable mayor a la de la pulpa, a causa de que durante la fermentación aparecieron ácidos como productos secundarios (Jorgensen, 1959).

Al comparar se observa que el vino obtenido a partir de melón cosechado en el 2001 contenía una mayor cantidad de sólidos solubles, lo que concuerda con lo que aparece en la figura 3. También tenía un pH un poco menor, mientras que la acidez titulable y la volátil eran evidentemente mayores, lo cual evidencia una mayor cantidad de ácidos débiles producidos durante la fermentación.

Por otra parte, la cantidad de alcohol obtenida no fue, aparentemente, la adecuada en ninguna de las pruebas, pues era menor al 12% deseado; además, difería bastante de la cantidad determinada con el vinómetro, tal como se aprecia a continuación:

**Cuadro No.4.** Comparación del contenido de alcohol determinado con el picnómetro y el vinómetro en el vino obtenido de la fermentación de melón con 0.05% (m/m) de levadura, según el año de cosecha.

Año de cosecha		% alcohol ± 0,01% picnómetro	% alcohol ± 0,5% vinómetro	Diferencia %
2000 (n=3)	promedio	8,79	12,30	3,51
	desv est	1,29	0,66	1,93
2001 (n=2)	promedio	8,39	12,45	4,06
	desv est	1,54	0,07	1,61

Esta gran diferencia, mayor a la obtenida en las pruebas preliminares de este estudio, pudo deberse a que los tapones usados en los recipientes no eran totalmente herméticos. Esto se hizo evidente cuando se percibió un olor proveniente de las botellas mientras estaban en la marmita. Como el etanol tiene un punto de ebullición de 78,3°C, bastante cercano a la temperatura de pasteurización empleada (75°C), es probable que se produjera evaporación del alcohol.

Esta pérdida de etanol no solamente perjudicó la calidad sensorial del vino, sino también su estabilidad, pues un vino con menos del 10% (v/v) de etanol se deteriora con mucho más facilidad (Amerine, 1976); de allí que fue necesario, para evitar estos problemas, mejorar las condiciones en que se llevó a cabo el tratamiento térmico.

Con la idea de evitar este inconveniente en las demás pruebas se tomaron algunas medidas correctivas durante la pasteurización, las cuales se detallarán más adelante.

Con respecto a las características sensoriales del vino cabe señalar que, en el caso del melón de ambas cosechas, tenía una apariencia óptima pues era completamente traslúcido y brillante, tal como debe ser un producto de este tipo; no obstante, el mayor problema se presentó con el fuerte olor y el sabor residual

de la levadura, a tal punto que opacaba completamente las características propias del melón, algo que no puede admitirse en un buen vino de frutas.

No obstante, los problemas en el sabor y el olor debido al exceso de levadura agregada disminuyen las posibilidades del producto en el mercado. Por lo tanto, se decidió hacer las siguientes pruebas con una cantidad menor de levadura.

Se hizo una prueba con melón cosechado en el año 2000 y el 2001 a una concentración de 0.02% (m/m) de levadura. El vino obtenido mostró una apariencia similar al resultante de la prueba con 0.05% (m/m), sin embargo, mantenía el sabor y el olor a levadura, lo cual sugería utilizar una cantidad menor.

Se utilizaron concentraciones de 0.005% (m/m) y con 0.001% (m/m) de levadura, de nuevo, con melón de las dos cosechas disponibles. De ambas pruebas resultó que, con el melón del año 2000, el vino tenía buena apariencia, sabor y olor, lo que demostró que con poca cantidad de levadura se podía llevar a cabo la fermentación alcohólica. Y, en cambio, con el del 2001 el vino presentaba una apariencia opaca y turbia, lo cual no es deseable ya que para el consumidor de vinos la limpidez y transparencia son rasgos fundamentales (Monge, 1985).

En vista de que el sabor y el olor eran mejores al de las muestras de vino obtenidas utilizando 0.05% (m/m) de levadura, se intentó mejorar la apariencia del producto obtenido con melón del 2001 al agregar menores cantidades de levadura.

A partir de la información obtenida en estas pruebas se concluye que el vino producido a partir de melón cosechado en el año 2000 es de mejor apariencia y sabor. Por esta razón se tomó la decisión de hacer todo el estudio, tanto para el vino seco como para el dulce, con la pulpa obtenida de esa fruta.

## 4.3 Elaboración de vino seco de melón

### 4.2.1 Elección de la concentración de levadura

Se trabajó con tres concentraciones de levadura: 0.05% (m/m), 0.005% (m/m) y 0.001% (m/m), con respecto al mosto corregido.

La información sobre la composición química de la pulpa aparece en este otro cuadro.

Cuadro No.5. Caracterización química de la pulpa de melón utilizada en la elaboración de vino seco. (Cosecha del año 2000).

Muestra		° Brix	pH	% acidez titulable (ácido cítrico)
		± 0,01	± 0,01	± 0,05
1 (n=5)	promedio	8,83	6,62	0,12
	desv est	0,12	0,01	0,01
2 (n=5)	promedio	8,13	6,76	0,06
	desv est	0,97	0,01	0,01
3 (n=5)	promedio	7,30	6,60	0,06
	desv est	0,14	0,06	0,01

Cada muestra se destinó a una concentración de levadura diferentes, es decir, la muestra #1 se trabajó con de 0.05% (m/m), la #2 con 0.005% (m/m) y la #3 con 0.001% (m/m).

Los datos del cuadro evidencian una variación en el contenido de sólidos solubles en las distintas muestras; justamente la posibilidad de que esto sucediera fue lo que motivó que se ajustara hasta alcanzar un contenido de 20°Brix, en vez de agregar una cantidad fija de azúcar en todas las muestras, para minimizar el efecto que esa diferencia pudiera ejercer en el inicio de la fermentación.

En lo que respecta al pH se aprecia que los valores se mantienen muy cercanos entre sí en las diferentes concentraciones estudiadas, lo que no sucede con la acidez titulable, donde el contenido de ácidos en el melón utilizado en la

fermentación con 0.05% (m/m) era el doble del que había en la fruta de las otras dos pruebas.

Los resultados obtenidos son congruentes con la información existente sobre la composición del melón (Pratt, 1971), ya que los valores confirman que se trata de una fruta de baja acidez.

Las diferencias que los datos del cuadro señalan pudieron ocurrir porque la pulpa, después de la pasteurización, permaneció en la marmita en el transcurso de la operación de empaque y no se mezcló durante ese periodo para homogenizarla, lo que pudo provocar una evaporación no controlada de la pulpa.

Además, hubo pulpa que permaneció más tiempo a alta temperatura, pues debe recordarse que el empaque se hizo manteniéndola a una temperatura de, al menos, 70°C, por lo que pudo haberse producido algún cambio en su composición.

En lo concerniente a la fermentación para producir el vino seco, el efecto que la cantidad de levadura ejerció sobre el melón a través del tiempo se advierte a continuación:

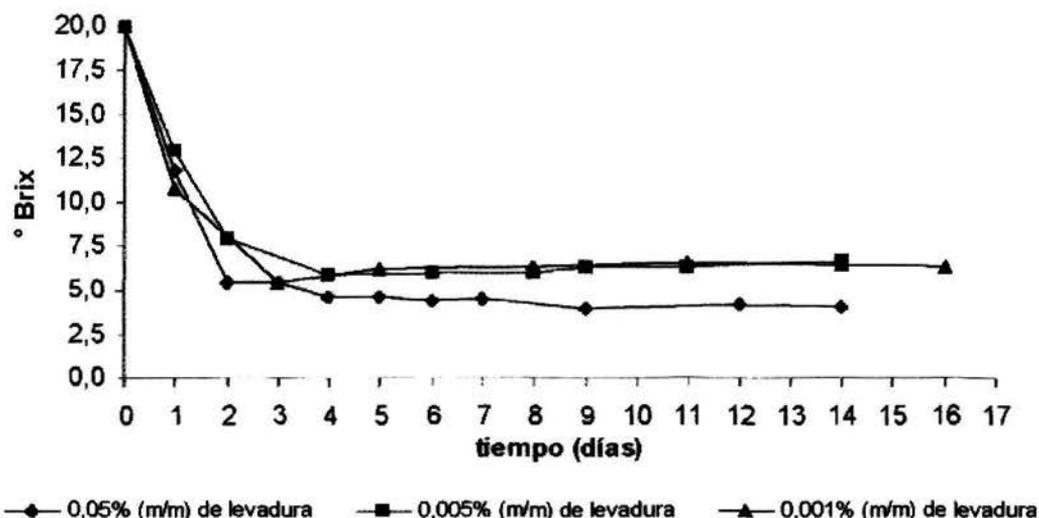


Figura 5. Disminución en el contenido de sólidos solubles durante la fermentación de melón, según la concentración de levadura (n=5) (Cosecha del año 2000).

La tendencia general observada es que el tiempo en que se consume el sustrato fue mayor conforme había menos cantidad de levadura presente.

En la prueba con una concentración igual a 0.05% (m/m) se requirieron dos días para que se produjeran los cambios más importantes y cuando esta cantidad se redujo diez veces, 0.005% (m/m), el periodo aumentó a cuatro días. En tanto, al agregarse 0.001% (m/m) las muestras se estabilizaron, aproximadamente, a los cinco días, que, sin embargo, es un periodo bastante corto.

De esta forma se evidencia la poca cantidad de levadura que se requirió para producir el vino seco, lo que es una gran ventaja si se consideran los costos de elaboración de este producto.

Se hizo un análisis estadístico para conocer si realmente el efecto que se apreció en las figuras era significativo. Para esto se aplicó un *análisis de varianza irrestricto*, con arreglo factorial de dos factores: tiempo y concentración de levadura a tres niveles (0.05%, 0.005% y 0.001%), con un nivel de confianza del 95% ( $\alpha=0.05$ ) y una potencia ( $1-\beta$ ) del 90%. Los resultados obtenidos aparecen detallados a continuación:

Cuadro No.6. Análisis de varianza aplicado para determinar el efecto de la concentración de levadura en la disminución del contenido de sólidos solubles durante la elaboración de vino seco de melón.

Fuente	df	F
Modelo	25	3766,69 ***
concentración	2	421,60 ***
tiempo	12	691,34 ***
concentración * tiempo	10	42,27 ***
Error	600	
<b>Total</b>	<b>625</b>	
Cuadrado medio del error	0,305	

\*\*\* significativo  $p < 0.001$

Los datos anteriores revelan que la probabilidad de que las tres concentraciones de levadura no afectaran la disminución de sólidos solubles durante la fermentación era nula; es decir, por lo menos una de las tres concentraciones estudiadas provocaban una diferencia significativa en el mosto de melón durante la fermentación.

De esta forma se confirma que realmente hay un efecto importante que ejerce la concentración de levadura sobre el mosto de melón empleado en el estudio.

Aunque esta información es reveladora, no es sino hasta que se conozca la cantidad de alcohol obtenida por la fermentación que se puede concluir si el producto es apto. Para esto se presentan las siguientes figuras.

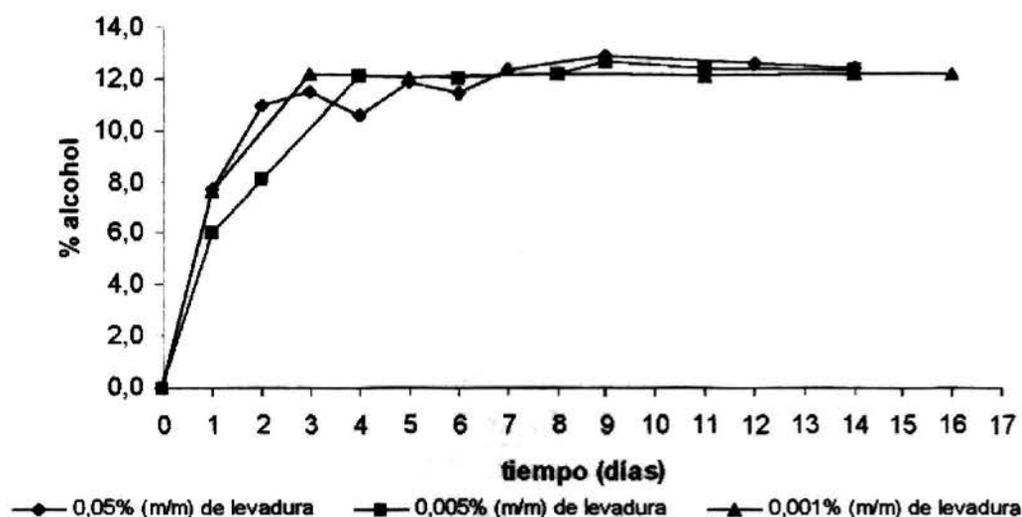


Figura 6. Obtención de alcohol etílico durante la fermentación de melón según la concentración de levadura (n=5). (Cosecha del año 2000).

En todos los casos analizados se produjo una cantidad de alcohol suficiente, cercana al 12%, con lo que el vino cumple con los requisitos para este tipo de bebidas. No se obtuvo una mayor cantidad porque, como se ha dicho, la fermentación termina al llegar a una concentración cercana al 12.6% (Jorgensen, 1959).

La velocidad de producción de etanol es proporcional con la concentración de levadura añadida a la pulpa. Además, el periodo de tiempo necesario para llegar al contenido de alcohol máximo es similar al que se requirió para tener la estabilización en el contenido de °Brix. Esto ocurrió porque a partir del momento en que se redujo el azúcar ya no había sustrato para que las levaduras produjeran alcohol.

De nuevo se llevó a cabo el análisis estadístico, con las condiciones señaladas, para conocer si se produjo un efecto significativo en la producción de alcohol debido a la concentración de levadura.

Cuadro No.7. Análisis de varianza aplicado para determinar el efecto de la concentración de levadura en el aumento del contenido de alcohol durante la elaboración de vino seco de melón.

Fuente	df	F
Modelo	25	9114,02 ***
concentración	2	17,38 ***
tiempo	12	425,28 ***
concentración * tiempo	10	49,08 ***
Error	599	
<b>Total</b>	624	
Cuadrado medio del error	0,361	

\*\*\* significativo  $p < 0.001$

Estos resultados expresan que, al menos una de las concentraciones de levadura evaluadas, produjo una diferencia significativa en la cantidad de alcohol producida durante el transcurso de la fermentación, lo cual concuerda con lo observado en las figuras analizadas anteriormente.

Sabiendo que el vino producido es diferente porque hubo un efecto según la concentración de levadura añadida, es importante conocer la calidad de los diferentes productos para definir cuál es mejor. Su composición química se detalla en el siguiente cuadro:

Cuadro No.8. Caracterización química del vino obtenido de la fermentación de melón, según la concentración de levadura. (Cosecha del año 2000).

Concentración de levadura (% m/m)		° Brix ± 0,01	pH ± 0,01	% acidez titulable (ácido cítrico) ± 0,05	% acidez volátil (ácido acético) ± 0,005	% alcohol ± 0,01
0,05% (n=5)	promedio	7,17	4,76	4,44	0,027	9,42
	desv est	0,10	0,03	0,19	0,004	1,32
0,005% (n=5)	promedio	7,68	4,74	4,86	0,017	11,68
	desv est	0,25	0,17	0,61	0,008	0,28
0,001% (n=5)	promedio	7,80	4,54	5,28	0,085	11,23
	desv est	0,45	0,25	1,43	0,034	0,60

Se aprecia que había un contenido de °Brix residual más alto conforme la concentración de levadura en el mosto era más pequeña. Esto se debió a que el azúcar necesario para que las células del microorganismo se multiplicaran y

desarrollaran está en estrecha relación con la cantidad de ellas que esté presente en el medio.

Hubo una tendencia a que el pH fuera más bajo y, por lo tanto, aumentara la acidez titulable debido a los productos originados durante la fermentación, a medida que la concentración de levadura disminuyó. La diferencia no es significativa ( $\alpha < 0.5$ ) entre el vino que se obtuvo con 0.05% (m/m) y el de 0.005% (m/m) de levadura, mientras que el pH de ambas muestras sí es significativamente diferente al pH del vino obtenido con 0.001% (m/m) de levadura.

Esto se debe a que hubo más producción de ácidos en la prueba con menor concentración de levadura. No obstante, no era posible identificar cuál de ellos mostraba el mayor peso específico, por cuanto, como se sabe, la acidez titulable representa el resultado de la valoración de los hidrógenos ácidos totales de las distintas sustancias del vino (Mareca, 1969).

El contenido de ácidos volátiles aumentó en 0.06% en la prueba con la menor cantidad de levadura, con respecto al vino de las otras concentraciones estudiadas, lo que puede indicar que esta baja concentración permitió que ocurrieran desviaciones durante la fermentación alcohólica. Aún así permanece por debajo del 0.12% aceptado como límite máximo en los vinos blancos (Frazier, 1981), el cual puede utilizarse como parámetro para el vino de melón.

Por otra parte, es necesario señalar que durante la pasteurización del vino obtenida del primer ensayo, con 0.05% (m/m), se presentaron problemas de pérdida de etanol tal como se explicó en el apartado 4.2.2. Esto explica el bajo contenido de ese producto que se encontró en ese vino. Por lo tanto, se tomaron medidas correctivas que evitaran que este problema se repitiera en las demás pruebas.

En primer lugar, se cubrió con papel aluminio, hasta el cuello, la boca de la botella donde estaba el vino para evitar que se evaporara durante el tratamiento

térmico; en segundo lugar, se colocó en refrigeración a una temperatura de aproximadamente 8° C, inmediatamente después de ese tratamiento, con el fin de asegurar que los vapores producidos se condensaran y no se produjeran pérdidas al destapar la botella para realizar los análisis químicos.

Tomadas estas precauciones, se puede observar que se obtuvo un rendimiento aproximado de 0.93% de alcohol por cada °Brix que disminuyó en el mosto durante la fermentación. Las mediciones hechas con el picnómetro al vino pasteurizado obtenido de las pruebas con 0.005% (m/m) y 0.001% (m/m), con respecto a los datos obtenidos con el vinómetro al finalizar la fermentación, daban un error absoluto máximo de un 1% (ver el siguiente cuadro). Esto significaba que las medidas correctivas seguidas durante la pasteurización tuvieron un efecto positivo en evitar la evaporación del alcohol.

Cuadro No.9. Comparación del contenido de alcohol determinado con el picnómetro y el vinómetro en el vino obtenido de la fermentación de melón, según la concentración de levadura. (Cosecha del año 2000).

Concentración de levadura		% alcohol ± 0,01% picnómetro	% alcohol ± 0,5% vinómetro	Diferencia %
0,05% (n=5)	promedio	9,39	12,42	3,03
	desv est	1,24	0,54	1,55
0,005% (n=5)	promedio	11,68	12,36	0,68
	desv est	0,28	0,38	0,44
0,001% (n=5)	promedio	11,23	12,26	1,03
	desv est	0,60	0,53	0,42

Finalmente, deben tenerse en cuenta las características sensoriales del vino producido en las condiciones evaluadas para poder concluir sobre su calidad.

Al respecto hay que decir que cuando se empleó un 0.05% (m/m) de levadura, tal como se explicó anteriormente, el vino presentó una buena apariencia, con mucho brillo y transparencia, aunque tenía un olor y un sabor desagradables por el exceso de levadura presente.

Este problema en el olor y el sabor disminuyó casi completamente, al agregarse una cantidad de 0.005% (m/m) de levadura, logrando así una mejor degustación del sabor de la fruta y el alcohol, lo que dio lugar a un vino muy seco y astringente.

En cambio, el vino obtenido del uso de 0.001% (m/m) de levadura presentaba un color mucho más amarillento, además de un aspecto opaco y turbio, por lo que se descartó el uso de esta concentración para la elaboración del vino seco.

Para concluir, y con base en la información recolectada en estas pruebas, se definió que la mejor concentración para elaborar vino seco de melón, con las condiciones aquí estudiadas, correspondió a 0.005% (m/m) de levadura, pues esta permitió lograr un producto de buena calidad química y sensorial.

## 4.4 Clarificación del vino seco de melón

### 4.4.1 Tratamientos enzimáticos

Se hizo un *análisis cualitativo* para determinar si la turbidez observada en las muestras se debía a un exceso de pectina que quedaba sin hidrolizar por parte de las levaduras y, por lo tanto, que no se eliminaba durante la centrifugación.

El resultado fue positivo pues se formó un precipitado blanco (Font, 2000). Esto significaba que era necesario emplear enzimas pectinasas para hidrolizarla y lograr su eliminación por decantación o centrifugación, de forma que mejorara la apariencia del producto.

En la primera prueba se trabajó con la enzima *Crystalzyme*, la cual está compuesta de enzimas arabinasas/pectinasas extraídas del hongo *Aspergillus Niger*; estas se utilizan en jugos de frutas para eliminar arabanos, sustancias pécticas coloidales y así disminuir la viscosidad del jugo (Valley Research, 1998).

La enzima se agregó a varias muestras del vino obtenido de la fermentación con 0.005% (m/m) de levadura, que tenía una apariencia turbia, a temperatura ambiente. Se utilizó una concentración de 0.2% (m/m), mayor a la recomendada por el fabricante (0.005% - 0.01%) pues se trataba de una enzima almacenada en refrigeración durante tres años y, por lo tanto, con una efectividad menor a la inicial; de manera que utilizar esa concentración aumentaba las probabilidades de observar una mejora en el aspecto. Sin embargo, al cabo de una semana no se observaron modificaciones.

Se realizó otra prueba con una enzima pectinolítica conocida comercialmente como *Ultrazym 100 G*, de la casa Novo Nordisk, que se usa para clarificar jugos de frutas. Esta enzima se agregó a pulpa del melón del 2001 que se fermentó, tal como se había hecho anteriormente. A pesar de la presencia de la enzima, el aspecto del vino no mostró mejoras respecto al logrado sin la presencia de esta.

Debido a estos resultados, se optó por agregar la enzima a muestras de la fermentación de melón del 2001 con 0.005% (m/m) y 0.001% (m/m) de levadura. En este caso también se usó 0.001% (m/m) de enzima, al cabo del tiempo recomendado (2 horas) no se observó ninguna diferencia en la apariencia. Luego, el vino se colocó en refrigeración, tal como se recomienda para favorecer la decantación de la materia orgánica.

El vino así tratado no mostró, después de tres días, ningún cambio en su aspecto, pese a que cuando esta enzima da efectos positivos la decantación se hace evidente aproximadamente al día siguiente.

Considerando que la enzima tenía aproximadamente un año de estar almacenada a temperatura ambiente y que probablemente esto había disminuido su eficacia, se decidió agregar una mayor cantidad de enzima a las muestras señaladas anteriormente. En esta ocasión se agregó 0.01% (m/m) y 1% (m/m), en las condiciones señaladas. De nuevo los resultados fueron negativos, pues al cabo de una semana no hubo señas de decantación en los recipientes en que el vino se encontraba almacenado. Por lo tanto, se descartó el uso de esta enzima durante la investigación.

La última prueba se llevó a cabo con una mezcla de una enzima pectinasa, de nuevo *Crystalzyme*, pero que en esta ocasión había sido fabricada seis meses antes de realizar la prueba, y de *Amilasa 40 L*, la cual es utilizada para hidrolizar el almidón que puede estar en el vino turbio y disminuir la viscosidad del producto tratado (Belitz, 1988).

Las muestras tratadas con esa mezcla de enzimas correspondían a los productos obtenidos con 0.005% (m/m) y 0.001% (m/m) de levadura, de melón cosechado en el año 2001. Sin embargo, en este caso tampoco se logró el resultado esperado.

#### 4.4.2 Tratamientos físicos

El primer tratamiento físico empleado fue la filtración al vacío, para lo cual se escogió diatomita como ayuda filtrante debido a que esta sustancia no provoca alteración química en el vino (Vogt, 1972) y a que en su superficie puede retener las materias en suspensión que enturbian (Carbonell, 1970).

Para apreciar mejor el efecto del tratamiento sobre el vino, se filtraron muestras que tenían la apariencia deseada en cuanto a color y brillantez, sacado de la fermentación de melón del año 2000 con 0.05% (m/m) de levadura. La filtración también se hizo con vino turbio, en el cual se usó 0.005% (m /m) y 0.001% (m/m) de levadura, con fruta del año 2001.

Todas las muestras así tratadas presentaron un aspecto menos opaco, sin que las correspondientes al vino turbio llegaran a ser completamente traslúcidas, como se deseaba. Además, el color se hizo menos intenso, siendo mucho más parecido al de un vino blanco, lo que proporcionaba un aspecto menos atractivo si se considera que lo mejor en un vino de frutas es que su color sea similar al de la fruta que le ha dado origen. Por lo tanto, este procedimiento no era el adecuado.

Debido a esto se decidió centrifugar la pulpa del melón del año 2001 para producir un jugo traslúcido, hacer una prueba de fermentación con una inoculación de 0.001% (m/m) de levadura y observar si la apariencia del producto final mejoraba al ser eliminados los restos de materia orgánica que había en la pulpa a emplear. Sin embargo, tampoco se presentaron mejoras, el vino obtenido de nuevo era turbio y opaco.

La siguiente prueba fue con el agente clarificante *bentonita*, ampliamente recomendado para utilizar en los vinos de uva, cuando la turbidez obedece a albúminas (sustancias proteicas), ya que no provoca ningún cambio en la composición de estos. Esta sustancia es un complejo silicato de varios metales (aluminio, magnesio, hierro y calcio). Como tiene carga negativa neutraliza

fácilmente las partículas de albúmina, que, por tener carga positiva, precipitan (Vogt, 1972).

La bentonita generalmente se utiliza en una concentración de 0.2% (m/v) y al cabo de 48 horas se aprecia el cambio en la apariencia del producto. En el caso del vino de melón, al no percibirse ninguna modificación después del periodo señalado, resultó evidente que ese agente no es efectivo.

#### **4.4.3 Tratamientos químicos**

Como no se encontraba solución al problema de la apariencia de este vino, se hizo otra prueba, esta vez agregando metabisulfito de potasio a la pulpa.

En enología es una práctica muy común aplicar sulfito al mosto. El sulfito cumple varias funciones, pero clarificar no es una de ellas. En este caso se agregó con el fin de determinar si la causa de la turbidez era algún microorganismo presente en el mosto al inicio de la fermentación.

El metabisulfito favorece la actividad de las levaduras presentes en el mosto y, principalmente, neutraliza las levaduras salvajes y bacterias que, al metabolizar el azúcar, pueden producir algunos compuestos que dañen seriamente la calidad sensorial del vino, tal como se ha explicado anteriormente.

Se trabajó con dos fermentaciones en las que se sulfitó la pulpa de melón. La primera prueba se hizo con un 0.05% (m/m) de levadura y con melón cosechado en el año 2001, la cual se empleó como control del tratamiento, pues se sabe que a esa concentración no hay problemas de apariencia. Como era de esperar, el vino obtenido tenía una buena apariencia pero el sabor era muy amargo, lo cual es indeseable en este tipo de licores.

En la siguiente fermentación se trabajó con una concentración de 0.005% (m/m) de levadura. El vino no mejoró su aspecto y, además, el sulfito dejó un sabor residual amargo, mucho más fuerte que el de la fruta, tal como ocurrió en la

prueba anterior. Por estos resultados se descartó sulfitar el mosto para la elaboración del vino de melón.

#### **4.4.4 Consideraciones finales**

La mayor diferencia en la pulpa de melón empleada en este estudio se refiere al tiempo de almacenamiento, pues la pulpa del año 2000 se congeló aproximadamente un año antes de iniciar las pruebas, mientras que la pulpa obtenida en el año 2001 contaba apenas con una semana de congelación al inicio de las mismas.

Actualmente no existe en la literatura referente al procesamiento de frutas información sobre la composición celular del melón o sobre los efectos que, sobre esta, puede producir la congelación a largo plazo y obtenerla directamente hubiera requerido una cantidad de análisis que evidentemente escapaban al alcance de este estudio.

De tener disponibles estos datos sería posible encontrar con mayor certeza el origen de la anomalía que ha impedido lograr con el melón de la cosecha del 2001 la calidad de vino que se esperaba.

#### 4.5 Evaluación de las condiciones de pasteurización del vino seco de melón

Se hicieron pruebas microbiológicas a cuatro muestras de vino seco, fermentadas con 0.05% (m/m) y a otras cuatro inoculadas con 0.02% (m/m) de levadura.

Los análisis se realizaron antes de elegir las otras dos concentraciones de levadura que se emplearían en la elaboración del vino seco, pues, en caso de que no se obtuvieran buenos resultados, debían evaluarse otras condiciones de pasteurización para aplicarlas a las demás pruebas que se llevarían a cabo.

Al hacer los análisis microbiológicos con muestras de vino que tenían mayor carga inicial de levaduras respecto a las demás pruebas realizadas durante este estudio, los resultados daban una mejor idea de la efectividad del tratamiento térmico empleado para eliminarlas, pues si se obtenía un producto adecuado bajo estas condiciones, lo mismo sucedería en los demás casos.

Los resultados obtenidos se observan en el siguiente cuadro:

Cuadro No.10. Evaluación microbiológica de 4 muestras de vino seco de melón, antes y después de la pasteurización.

Muestra	Recuento Total		Recuento de Hongos y Levaduras	
	antes UFC / mL	después UFC / mL	antes UFC / mL	después UFC / mL
Vino seco de melón 0,05% (m/m) de levadura	1,9E+02	1,5E+01	1,1E+02	2,5E+01
Vino seco de melón 0,05% (m/m) de levadura	5,0E+00	< 10	4,6E+02	1,0E+01
Vino seco de melón 0,05% (m/m) de levadura	1,7E+03	< 10	2,4E+03	1,0E+01
Vino seco de melón 0,05% (m/m) de levadura	1,1E+04	2,5E+01	7,0E+03	1,5E+01
Vino seco de melón 0,02% (m/m) de levadura	7,8E+06	1,0E+01	2,6E+05	< 10
Vino seco de melón 0,02% (m/m) de levadura	1,5E+03	< 10	1,5E+02	2,0E+01
Vino seco de melón 0,02% (m/m) de levadura	1,3E+07	5,0E+00	3,0E+01	< 10
Vino seco de melón 0,02% (m/m) de levadura	4,3E+04	< 10	3,5E+03	2,5E+01

En cuanto a la cantidad de microorganismos aerobios presentes en el vino, en algunos casos muy grande, se debió a la manipulación sufrida por el vino durante la decantación y eliminación de los restos de pulpa.

Esto indicaba, además, que la centrifugación empleada no era suficiente para eliminar las bacterias y levaduras que podían permanecer en el vino, lo que confirma la necesidad de pasteurizarlo; esto es así porque pese a que la acidez y el elevado nivel alcohólico son tóxicos para la mayoría de los microorganismos aerobios, existe siempre la posibilidad de que algunos, como las bacterias *Acetobacter* y los hongos *Mucor*, *Penicillium* y *Aspergillus* sobrevivan y logren reproducirse (Frazier, 1981) y, por lo tanto, dañen la calidad del vino.

La disminución en la cantidad de unidades formadoras de colonias nos permiten obtener un vino de tan buena calidad microbiológica que puede permanecer estable durante el almacenamiento, siempre y cuando no sea expuesto a contaminación posterior al tratamiento térmico.

Por lo tanto, queda demostrado que el carácter de la pasteurización seleccionada para el vino de melón (75°C durante 2 minutos) son las adecuadas y, por lo tanto, las que se van a utilizar en las demás pruebas realizadas en este estudio.

## 4.6 Elaboración de vino dulce de melón

### 4.6.1 Pruebas preliminares

En la elaboración del vino seco se logró que el producto tuviera un contenido de sólidos solubles que varió entre 7-8°Brix. Este alto valor concuerda con lo que se ha dicho en otras investigaciones, que el producto obtenido a partir de una fermentación de frutas es similar a los vinos dulces de uva. Por esta razón es que, como se quería un vino dulce de melón, se detuvo la fermentación, colocando las muestras en refrigeración cuando el mosto llegó a una cantidad final de 12 °Brix.

Es bueno señalar que esta práctica puede disminuir la cantidad de alcohol, pues esta es proporcional a la del azúcar metabolizado por las levaduras, de allí que se hace necesario incrementar el contenido de sólidos solubles en el mosto al inicio de la fermentación.

En pruebas preliminares se llevó el mosto a 25 °Brix y 30°Brix, agregando 0.05% (m/m) y 0.005% (m/m) de levadura. En todos los casos se obtuvo un buen vino, tanto en apariencia y sabor, como en grado de alcohol, tal como se puede comprobar en el cuadro a continuación:

Cuadro No.11. Contenido de alcohol en muestras de vino de melón, según ° Brix iniciales en el mosto y la concentración de levadura. (Cosecha del año 2000).

Muestra	% alcohol ± 0,01
Vino obtenido con 25°Brix 0.05% de levadura	13,88
Vino obtenido con 30°Brix 0.05% de levadura	16,74
Vino obtenido con 25°Brix 0.005% de levadura	11,64
Vino obtenido con 30°Brix 0.005% de levadura	15,27

Con respecto al tiempo requerido por las levaduras para llegar a 10-12 °Brix, se puede constatar en la figura que al comparar la muestra que tenía 30°Brix con la de 25°Brix, en la primera fue mayor; esto se debe a que entre más azúcar, más difícil es para las levaduras multiplicarse y producir alcohol (Rose, 1977).

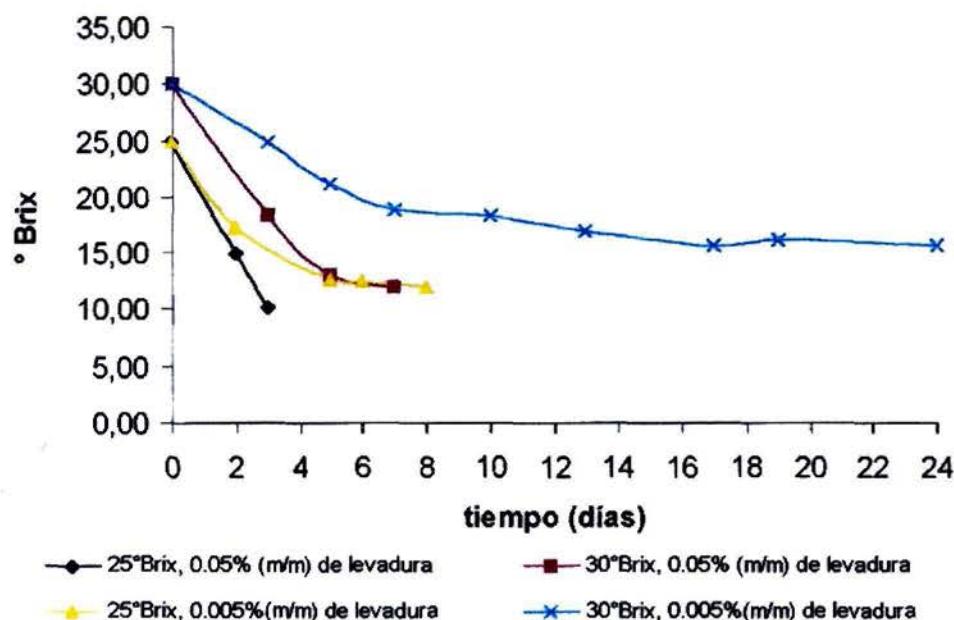


Figura 7. Disminución en el contenido de sólidos solubles durante la fermentación de melón, según °Brix del mosto y cantidad de levadura. (Cosecha del año 2000).

En el caso de la muestra a 30° Brix y una concentración de levadura de 0.005% (m/m), el tiempo requerido fue aún mayor que en la otra debido a la menor cantidad de levaduras. Además, no se alcanzó el nivel de sólidos solubles esperado pues el vino quedó con un contenido mayor (aproximadamente 16°Brix).

A pesar de estas diferencias se consideró interesante observar la fermentación en estas condiciones porque no se descartó la posibilidad de que esa cantidad de azúcar en el producto resultara agradable al consumidor.

#### 4.6.2 Elección del contenido de sólidos solubles del mosto

Se trabajó con concentraciones de 25°Brix, 27.5°Brix y 30°Brix. En todos los casos se utilizó una cantidad de 0.005% (m/m) de levadura y melón cosechado en el 2000. La composición química de la materia prima se detalla a continuación:

Cuadro No.12. Caracterización química de la pulpa de melón utilizada en la elaboración de vino dulce de melón.  
(Cosecha del año 2000).

Muestra		° Brix ± 0,01	pH ± 0,01	% acidez titulable (ácido cítrico) ± 0,003
1 (n=5)	promedio	8,57	6,74	0,096
	desv est	0,52	0,04	0,004
2 (n=5)	promedio	8,90	6,56	0,110
	desv est	1,02	0,30	0,022
3 (n=5)	promedio	7,98	6,26	0,103
	desv est	2,32	0,27	0,026

De nuevo se aclara que cada muestra se utilizó para la realización de alguna prueba, de forma que la identificada como #1 se ajustó a 25°Brix, la #2 a 27.5°Brix y la #3 a 30°Brix.

Los resultados obtenidos muestran que el contenido de sólidos solubles es variable entre las muestras, por lo cual, como ha sido explicado, se ajustó con azúcar hasta llevar al contenido de sólidos solubles deseado.

La pulpa empleada durante la prueba con 30°Brix mostró el pH más bajo, aunque no es la que presentó la acidez titulable más elevada, lo que se pudo deber a la variabilidad entre las muestras. Además vale la pena señalar que los valores obtenidos en la acidez están más cercanos a los que tenía la pulpa empleada en la fermentación con 0.05% (m/m).

Sobre las figuras que representan el comportamiento de las distintas muestras se debe tener presente que, en razón de que la fermentación se detuvo al llegar las muestras a 10-12°Brix, no fue posible observar una estabilización en todas ellas, tal como se detalla a continuación:

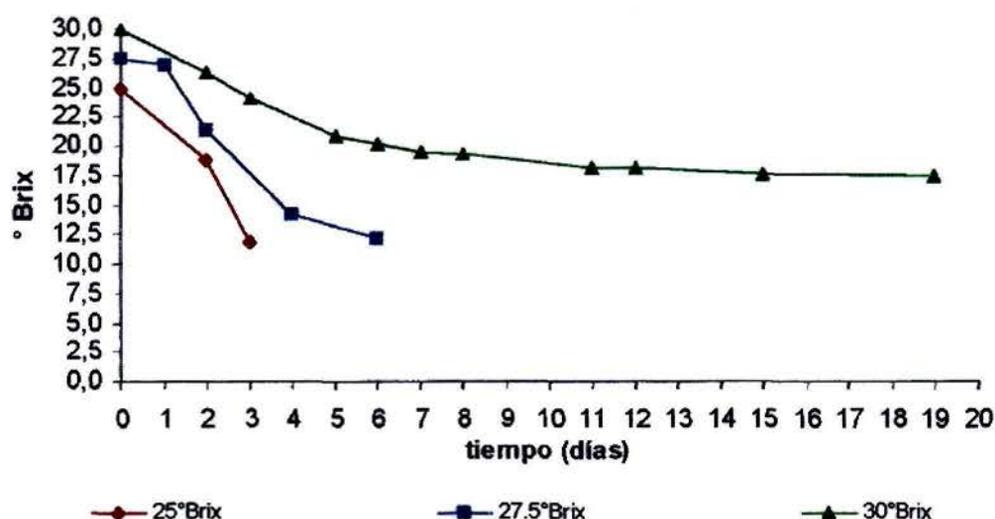


Figura 8. Disminución en el contenido de sólidos solubles durante la fermentación de melón con 0.005% (m/m) de levadura, según el contenido de sólidos solubles iniciales en el mosto (n=5). (Cosecha del año 2000).

En el transcurso de la prueba con 25°Brix se puede notar que el mosto llegó a unos 10-12 °Brix en un periodo de tres días, posiblemente porque la cantidad de alcohol, a partir de ese momento, volvió el medio muy tóxico para las levaduras, según lo confirma la figura 9.

Para la siguiente fermentación, con 27.5 °Brix, resalta que al cabo del primer día no se produjeron cambios en el mosto, es decir, el periodo de adaptación de las levaduras es mayor al que ha ocurrido cuando el contenido de azúcar correspondía a 20°Brix o 25°Brix, las condiciones evaluadas hasta el momento.

En general se aprecia que esa fermentación fue un poco más lenta que la anterior, pues las muestras requirieron seis días para llegar a los °Brix finales deseados. Esto significó una ventaja por cuanto permitió controlar mejor el proceso; si hubiera sido muy rápido existía el riesgo de que, por un descuido, las muestras llegaran a tener menos sólidos solubles que los deseados;

además, favoreció a que la fruta desplegara mejor sus características sensoriales en el vino.

En cambio, el ensayo que se hizo con 30°Brix presentó una menor disminución en el contenido del sustrato a la presentada durante las otras pruebas. Una posible explicación de este hecho es que, ante la presencia de tanta cantidad de azúcar, algunas levaduras perdieron agua por ósmosis y, por lo tanto, murieron, lo que hizo que durante la fermentación fuera aún menor la concentración de levaduras en contacto con el mosto (Carbonell, 1970).

Incluso se produjo una estabilización a partir de los once días, algo que no había ocurrido en las pruebas anteriores de elaboración de vino dulce. En todas las muestras se alcanzó un contenido mayor al deseado en este estudio (12°Brix).

Al igual que durante la elaboración del vino seco se hizo un análisis estadístico, pero en esta oportunidad se hizo para determinar si había algún efecto de la concentración de azúcar inicial del mosto.

Se aplicó un *análisis de varianza irrestricto*, con arreglo factorial de dos factores: tiempo y concentración de sólidos solubles en tres niveles (25 °Brix, 27.5 °Brix y 30°Brix), con un el grado de confianza del 95% ( $\alpha=0.05$ ) y una potencia ( $1-\beta$ ) del 90%.

Los resultados aparecen en el próximo cuadro.

Cuadro No.13. Análisis de varianza aplicado para determinar el efecto de la concentración de sólidos solubles del mosto en la disminución del contenido de los sólidos solubles durante la elaboración de vino dulce de melón.

Fuente	df	F
Modelo	21	2238,21 ***
concentración	2	379,82 ***
tiempo	12	135,74 ***
concentración * tiempo	6	9,84 ***
Error	421	
<b>Total</b>	<b>442</b>	
Cuadrado medio del error	3,312	

\*\*\* significativo  $p < 0.001$

Los datos anteriores muestran que sí hubo un efecto de la concentración inicial de sólidos solubles en el mosto en el tiempo en que se disminuyó el contenido de sólidos durante la fermentación en, al menos, uno de los tratamientos estudiados.

A continuación se va a hacer el análisis de las diferencias que se observaron en las diferentes pruebas realizadas, agregando una cantidad de 0.005% (m/m) de levadura, con respecto al contenido alcohólico del vino.

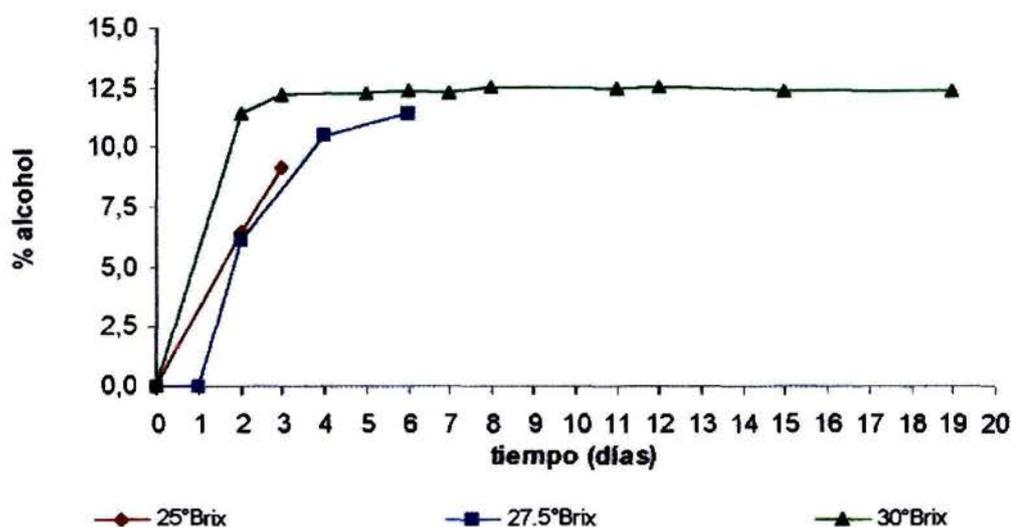


Figura 9. Obtención de alcohol etílico durante la fermentación de melón con 0.005% (m/m) de levadura, según el contenido de sólidos solubles iniciales en el mosto (n=5). (Cosecha del año 2000).

El primer tratamiento evaluado correspondió a un contenido de 25 °Brix en el mosto y, según se deduce de la figura, las muestras no alcanzaron un contenido de alcohol adecuado.

En cambio, cuando el mosto tenía un contenido de 27.5 °Brix, la cantidad de alcohol era la adecuada para un vino. Esto indica que la cantidad de azúcar metabolizado por las levaduras era suficiente, a pesar de que, nuevamente, la actividad de las levaduras inició al cabo de 48 horas después de la inoculación del mosto.

Por último, al haber 30°Brix en el mosto se produjo el alcohol en muy poco tiempo pues desde el segundo día los valores obtenidos con el vinómetro son cercanos a 12%, lo que no resulta lógico por cuanto la disminución de los °Brix había sido mínima durante ese tiempo. Esto podría indicar que, posiblemente, hubo problemas en las mediciones realizadas, pues sabemos que el rendimiento de cada °Brix que es consumido por las levaduras es menor al 1% de alcohol, tal como ocurrió en las pruebas de elaboración del vino seco.

Por otra parte, para determinar si todos esos cambios observados en las diferentes concentraciones de sólidos solubles del mosto son significativos se realizó un análisis estadístico, con las características detalladas en páginas anteriores.

Cuadro No.14. Análisis de varianza aplicado para determinar el efecto de la concentración de sólidos solubles del mosto en el aumento del contenido de alcohol durante la elaboración de vino dulce de melón

Fuente	df	F
Modelo	21	1622,02 ***
concentración	2	286,89 ***
tiempo	12	103,62 ***
concentración * tiempo	6	9,23 ***
Error	416	
<b>Total</b>	<b>437</b>	
Cuadrado medio del error	1,596	

\*\*\* significativo  $p < 0.001$

De esta forma se confirma que sí se produjo un efecto de la cantidad de sólidos solubles en el mosto en la producción de alcohol por parte de las levaduras, lo que concuerda con todos los cambios que se observaron en las figuras anteriormente analizadas.

En este momento se sabe que en cada tratamiento evaluado se produjo un vino con diferentes características, por esto, para hacer una mejor comparación, se hicieron los análisis químicos necesarios, tal como se expone en este otro cuadro.

Cuadro No.15. Caracterización química del vino obtenido en la fermentación de melón con 0.005% (m/m) de levadura según el contenido de sólidos solubles del mosto. (Cosecha del año 2000).

Concentración de sólidos solubles		° Brix ± 0,01	pH ± 0,01	% acidez titulable (ácido cítrico) ± 0,05	% acidez volátil (ácido acético) ± 0,005	% alcohol ± 0,01
25 °Brix (n=5)	promedio	10,65	4,36	8,45	0,113	12,10
	desv est	0,88	0,20	4,26	0,120	1,06
27.5°Brix (n=5)	promedio	12,00	4,33	11,48	0,017	13,49
	desv est	1,73	0,20	3,52	0,008	1,74
30°Brix (n=5)	promedio	16,28	4,15	10,87	0,220	12,27
	desv est	2,31	0,16	3,72	0,131	2,13

Los datos encontrados comprueban que, tal como se observó en las figuras, es mayor el contenido de °Brix en el vino al existir una mayor cantidad de sólidos solubles en el mosto.

En lo que se refiere al pH, no se produjeron cambios significativos entre las pruebas que se llevaron a cabo con 25 °Brix y 27.5 °Brix, mientras que las muestras que requirieron más días para obtener el vino, aquellas con 30°Brix, presentaron el menor pH.

A pesar de esto, sí hubo una mayor diferencia en el contenido de ácidos totales, aunque no ocurrió que las muestras con el menor pH tuvieran ese valor

más alto, lo cual se debió a que la formación de ácidos débiles durante la fermentación fue variable.

Por su parte, la elevada acidez volátil que presentaron las muestras de vino producido a partir de 30°Brix podría indicar la presencia de microorganismos dañinos, particularmente el *Acetobacter*, que eventualmente podía convertir el vino en vinagre (Amerine, 1976).

La contaminación que pudo ocasionar estos problemas debió ocurrir durante la preparación de la fermentación o al extraer muestra de mosto para hacer la medición de los °Brix y el alcohol en el transcurso de la misma. Esto por cuanto los análisis químicos no revelaron una diferencia con respecto a la pulpa empleada para la elaboración del vino seco.

El último aspecto a analizar sobre la composición química es el contenido alcohólico de los vinos. Contrariamente a lo que se obtuvo al hacer las mediciones con el vinómetro, todos tuvieron la cantidad deseada.

Se aprecia que el vino obtenido a partir de un mosto con 30°Brix presentó un 12.27% de alcohol, a pesar de que tiene hasta 6°Brix más que los otros productos, lo cual significa un rendimiento de 0.89% de alcohol por cada °Brix consumido por las levaduras, un valor muy cercano al de las otras pruebas en donde se mantuvo entre 0.84-0.87% de alcohol por cada °Brix.

Sin embargo la cantidad detectada con el picnómetro no es exacta pues durante las destilaciones del vino realizadas para medir la cantidad de alcohol con el picnómetro se presentaron algunas dificultades, como se explica a continuación.

El mayor inconveniente fue que, incluso agregando antiespumante, se formaba un exceso de espuma que subía por el cuello del balón donde el vino estaba en ebullición, el cual llegaba al condensador, y, consecuentemente, al destilado. La presencia de otras sustancias generó un aumento en la masa y, por lo tanto, el porcentaje de alcohol encontrado es mayor al que realmente existía en

el producto. Se intentó disminuir este problema al mantener las muestras a una menor temperatura, lo que provocó que el tiempo de destilación fuera más del doble del que se necesitó con el vino de las otras fermentaciones, pero aún así no se logró evitar que sucediera.

A raíz de las dificultades que se presentaron en la medición del contenido alcohólico, tanto con el vinómetro como con el picnómetro, hay una gran diferencia entre los valores obtenidos con ambos métodos, según se expone a continuación:

Cuadro No.16. Comparación del contenido de alcohol determinado con el picnómetro y el vinómetro en el vino obtenido de la fermentación de melón con 0.005% (m/m) de levadura, según el contenido de sólidos solubles del mosto. (Cosecha del año 2000).

Concentración de sólidos solubles		% alcohol $\pm 0,01\%$ picnómetro	% alcohol $\pm 0,5\%$ vinómetro	Diferencia %
25 °Brix (n=5)	promedio	12,10	9,52	2,58
	desv est	1,06	0,70	1,68
27.5 °Brix (n=5)	promedio	13,49	11,40	2,09
	desv est	1,74	0,87	0,99
30 °Brix (n=5)	promedio	12,26	13,26	1,00
	desv est	2,10	1,90	0,24

El vinómetro detectó, en el producto de la fermentación con 25 y 27.5 °Brix un contenido de alcohol menor al que se obtuvo con el picnómetro, lo cual es diferente a lo ocurrido durante las pruebas de elaboración del vino seco.

Una posible explicación del por qué ocurrió esto es que había un exceso de azúcar en las muestras de mosto analizadas, y como el vinómetro está diseñado para otro tipo de productos, estas no fluyeron adecuadamente a través del instrumento, y, como consecuencia, se obtuvieron valores menores a los reales.

El caso del vino producido a partir del mosto con 30°Brix es diferente, pues, como se ha explicado, el porcentaje de alcohol obtenido con el picnómetro no es confiable.

Sin lugar a dudas los problemas que se presentaron durante esta última fermentación hacen que no se recomiende esa cantidad de azúcar para elaborar un vino dulce de melón.

Además, ese producto tenía una apariencia turbia y un sabor avinagrado, lo cual refleja que la actividad de las levaduras estuvo dificultada y, por lo tanto, se facilitó la existencia de microorganismos indeseables, tal como lo reveló el alto contenido de ácidos volátiles encontrado.

En cambio, en las otras dos condiciones evaluadas se obtuvo un vino con buen olor y una apariencia translúcida y brillante. Eso sí, el vino dulce que resultó de la fermentación con 27.5 °Brix iniciales en el mosto presentó un sabor de fruta más evidente, en cambio en el de 25 °Brix se reconocía más la astringencia del etanol.

Por lo tanto, se encontró que el mejor vino dulce de melón se obtuvo al ajustar el contenido de sólidos solubles del mosto en 27.5 °Brix, tanto por el tiempo requerido para que se completara la fermentación, como por sus características químicas y sensoriales.

## 4.7 Estabilidad microbiológica del vino de melón

### 4.7.1 Análisis microbiológicos realizados

Seguidamente se presentan los resultados obtenidos en los análisis realizados al vino almacenado a temperatura ambiente.

Cuadro No.17. Estudio de almacenamiento de vino de melón:  
Recuento Total en muestras a temperatura ambiente.

Muestra	Recuento Total				
	0 sem UFC/mL	1 sem UFC/mL	2 sem UFC/mL	3 sem UFC/mL	4 sem UFC/mL
1. Vino seco de melón 0,005% (m/m) de levadura	5,0E+00	1,5E+01	4,5E+01	1,4E+02	3,3E+02
2. Vino seco de melón 0,005% (m/m) de levadura	2,0E+01	8,5E+01	3,5E+01	3,0E+01	3,5E+01
3. Vino dulce de melón 0,005% (m/m) de levadura y 27,5 °Brix	< 10	1,5E+01	4,0E+01	4,6E+02	2,7E+02
4. Vino dulce de melón 0,005% (m/m) de levadura y 27,5 °Brix	2,5E+01	5,5E+01	3,0E+01	2,5E+01	3,0E+01

El Recuento de bacterias mesófilas aerobias, o Recuento Total al inicio era bajo en todas las muestras; esto se debía a que el vino había sido pasteurizado y no se había expuesto a una nueva contaminación por contacto con el aire.

En lo referente al vino seco, se observa que en la muestra #1 el Recuento Total aumentó considerablemente al cabo de cuatro semanas, mientras que en la #2 los valores permanecieron más estables.

Lo mismo ocurrió con el vino dulce, por cuanto la muestra #3 reveló un mayor aumento en la cantidad de unidades formadoras de colonias que la #4. Estas diferencias pudieron deberse a la variación en la composición química de las muestras; esta variación se da aunque las muestras se hayan fermentado en las mismas condiciones, tal como se ratifica en los resultados de este estudio.

El Recuento Total es un procedimiento que busca lograr la enumeración de todas las células microbianas que son capaces de crecer en el agar estándar. No necesariamente van a crecer todos los tipos de microorganismos existentes en la muestra porque algunos pueden tener algún requerimiento especial de nutrientes, cantidad de oxígeno o temperatura de incubación (Speck, 1976). Sin embargo, este método es el mejor parámetro para conocer la cantidad de microorganismos aerobios.

Los resultados del Recuento Total de las muestras almacenadas a 37°C se exponen en el siguiente cuadro.

Cuadro No.18. Estudio de almacenamiento de vino de melón:  
Recuento Total en muestras a 37°C.

Muestra	Recuento Total			
	1 sem UFC/mL	2 sem UFC/mL	3 sem UFC/mL	4 sem UFC/mL
1. Vino seco de melón 0,005% (m/m) de levadura	1,0E+01	5,0E+00	2,0E+01	1,1E+02
2. Vino seco de melón 0,005% (m/m) de levadura	< 10	1,5E+01	1,0E+01	1,5E+01
3. Vino dulce de melón 0,005% (m/m) de levadura y 27,5 °Brix	1,0E+01	3,5E+01	1,5E+01	3,5E+01
4. Vino dulce de melón 0,005% (m/m) de levadura y 27,5 °Brix	2,5E+01	5,0E+01	2,5E+01	4,0E+01

Se puede ver que las muestras a esas temperaturas, tanto las de vino seco como las de dulce, indicaban que el Recuento Total había variado poco al cabo del mes; incluso los valores obtenidos fueron menores a los presentados cuando estaban almacenadas a temperatura ambiente, a excepción de la #4.

Esto último se explica por el hecho de que, en general, las alteraciones del vino suelen ocurrir más rápidamente a una temperatura entre 20°C y 35°C (Frazier, 1981), por lo que el aumento de esta provocó un crecimiento más lento de las bacterias.

En el caso del Recuento de Hongos y Levaduras se sabe que, al utilizar un medio acidificado, se suele provocar incapacidad de crecimiento en las bacterias presentes en la muestra, aunque ocasionalmente podría haber crecimiento de ciertas cepas (Speck, 1976). A pesar de estos inconvenientes se considera el mejor método para enumerar estos microorganismos en los alimentos.

El vino almacenado a temperatura ambiente presentó las siguientes características:

Cuadro No.19. Estudio de almacenamiento de vino de melón:  
Recuento de Hongos y Levaduras en muestras a temperatura ambiente.

Muestra	Recuento de Hongos y Levaduras				
	0 sem UFC/mL	1 sem UFC/mL	2 sem UFC/mL	3 sem UFC/mL	4 sem UFC/mL
1. Vino seco de melón 0,005% (m/m) de levadura	< 10	< 10	1,5E+01	1,3E+02	2,2E+03
2. Vino seco de melón 0,005% (m/m) de levadura	< 10	< 10	1,0E+01	1,0E+01	3,1E+02
3. Vino dulce de melón 0,005% (m/m) de levadura y 27,5 °Brix	< 10	2,5E+01	< 10	< 10	5,0E+00
4. Vino dulce de melón 0,005% (m/m) de levadura y 27,5 °Brix	< 10	< 10	< 10	1,0E+01	< 10

En las muestras de vino seco el incremento de hongos y levaduras se hizo realidad hasta la segunda semana, lo cual indica que estos microorganismos tomaron más tiempo en adaptarse a las condiciones existentes en el vino. Esto puede explicar el por qué los valores no llegaron a ser muy grandes durante el lapso analizado.

Además, se observa que el vino dulce se conservó mejor pues sus valores fueron menores a los del seco, aun cuando el recuento inicial fue exactamente igual en ambos. Esto podría explicarse por el hecho de que la mayor cantidad de azúcar en el primero actuó como un factor paralizante del desarrollo de los microorganismos.

En cuanto a la muestra #3, al cabo de una semana el Recuento de Hongos y Levaduras resultó ser el mayor de todos. Esta es una situación particular que pudo deberse a una contaminación no controlada de la muestra.

En el vino almacenado a 37°C los recuentos fueron menores que en el mantenido a temperatura ambiente.

Cuadro No.20. Estudio de almacenamiento de vino de melón:  
Recuento de Hongos y Levaduras en muestras a 37°C.

Muestra	Recuento de Hongos y Levaduras			
	1 sem UFC/mL	2 sem UFC/mL	3 sem UFC/mL	4 sem UFC/mL
1. Vino seco de melón 0,005% (m/m) de levadura	< 10	< 10	1,0E+01	< 10
2. Vino seco de melón 0,005% (m/m) de levadura	< 10	< 10	1,0E+01	< 10
3. Vino dulce de melón 0,005% (m/m) de levadura y 27,5 °Brix	1,0E+01	< 10	1,0E+01	< 10
4. Vino dulce de melón 0,005% (m/m) de levadura y 27,5 °Brix	< 10	< 10	1,0E+01	< 10

Esta disminución de las levaduras obedeció a que, siendo la temperatura adecuada para el desarrollo de estos microorganismos entre 18°-25 °C (Frazier, 1981), otra más elevada tuvo el efecto de dificultar su crecimiento en el medio de cultivo utilizado.

#### **4.7.2 Consideraciones finales**

Los datos indican que las muestras, en las condiciones de almacenamiento aquí estudiadas, fueron bastante estables durante un mes. Era de esperar que el vino dulce, con una mayor cantidad de azúcar, sufriera un fuerte aumento de los microorganismos, pero los resultados señalan que su número fue similar que en el vino seco.

En vista de que el vino es una bebida alcohólica, la Norma Sanitaria de Alimentos (OPS, 1966) no establece la cantidad máxima de microorganismos que debe contener para considerarse un producto de buena calidad. Sin embargo, los valores obtenidos se consideran bajos.

## V. CONCLUSIONES

- ⊕ El melón cantaloupe utilizado tenía un contenido de sólidos solubles, en promedio, de 8 – 8.5 °Brix; un pH entre 6 – 7 y una acidez titulable que osciló de 0.06 a 0.11% (ácido cítrico).
- ⊕ La concentración de levadura que permitió lograr el vino seco de melón con las mejores características físico-químicas fue la de 0.005% (m/m).
- ⊕ Una concentración de 27.5°Brix en el mosto hizo posible obtener el vino dulce de melón con las mejores características físico-químicas.
- ⊕ La pasteurización recomendada por la literatura enológica, un tratamiento a 75°C durante dos minutos, posibilitó obtener un producto de buena calidad microbiológica.
- ⊕ El vino seco de melón obtenido tenía un contenido de sólidos solubles entre 7 – 8 °Brix, un pH de 4.5 – 4.8, una acidez titulable que varió de 4.5 a 5.5% (ácido cítrico), una acidez volátil entre 0.2 – 0.9% y un contenido de alcohol entre 11-12%.
- ⊕ El vino dulce de melón producido contenía desde 10 – 16 °Brix, un pH de 4.2 – 4.5, la acidez titulable osciló entre 8.5 y 11.5% (ácido cítrico), la acidez volátil estuvo entre 0.2 – 0.9% y un contenido de alcohol entre 12 – 13.5 %.
- ⊕ La centrifugación y la adición de sulfito al mosto; así como la adición de enzimas pectinolíticas y amilasas, bentonita y la filtración al vacío del vino de melón no lograron mejorar la apariencia del producto.
- ⊕ El estudio de almacenamiento mostró que el vino seco y el vino dulce de melón, a temperatura ambiente, permanecieron estables durante un mes.

## VI. RECOMENDACIONES

- ⊕ Ajustar la acidez del mosto con ácido cítrico y llevar a un pH de 3-3.5 para observar si hay mejoría en la clarificación natural de los vinos obtenidos.
- ⊕ Hacer un análisis del rendimiento de producción de alcohol en la elaboración del vino seco y el vino dulce de melón.
- ⊕ Hacer un estudio de consumidores del vino seco y el vino dulce para conocer las posibilidades de aceptación en el mercado.
- ⊕ Realizar un estudio de la vida útil del vino seco y el vino dulce con el objeto de saber si se mantienen estables más tiempo del evaluado en esta investigación.

## VII. BIBLIOGRAFÍA

- ALZATE, L.A. 1988. El A, B, C del vino y del vinagre. 2 ed. Publicaciones UNILASALLISTA, Medellín.
- AMERINE, M. 1976. Análisis de vinos y mostos. Acribia, Zaragoza.
- AOAC. 1998. Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemists, Washington.
- ARANITI, E.V. s.f. Tecnología del manejo post-cosecha del melón Top Score. Departamento de Ciencia y Tecnología de Alimentos. Universidad de Cuyo, Mendoza.
- BELITZ, H. 1988. Química de los alimentos. Acribia, Zaragoza.
- BOURDON, J. 1963. Los mejores métodos para fabricar jarabes, bebidas gaseosas, vinos de frutas, sidras. 2 ed. Sintés, Barcelona.
- BRAVO, A. 1973. Desarrollos bacterianos en vinos. Agroquímica y Tecnología de Alimentos 13 (1): 30-33.
- BRENNAN, J. 1998. Las Operaciones de la Ingeniería de los Alimentos. 3 ed. Acribia, Zaragoza.
- CARBONELL, M. 1965. Fermentación alcohólica, vino y su composición. In Aguardientes, licores y aperitivos. Sintés, Barcelona. p. 93-113.
- CARBONELL, M. 1970. Tratado de viticultura. Anexo sobre vinagres. AEDOS, Barcelona.
- CASTELLANOS, C. 1980. Control microbiológico en la fabricación de vino, microorganismos indeseables, medidas para impedir su desarrollo. In Evaluación de la calidad de aguas, alimentos y bebidas en la República Dominicana. Editora de la Universidad Autónoma de Santo Domingo, Santo Domingo. p: 87-98.
- COLQUICHAGUA, D. 1998. Vino de frutas. 2 ed. Intermediate Technology Development Group, Perú.
- DE FRUTOS, E. 1994. Cómo están cambiando los gustos del consumidor de vinos. Alimentos Procesados. 13 (9): 68.

DE LUCA, N. 1998. El Cultivo de Melón (*Cucumis melo L.*): manejo de la plantación y experimentos de campo. Tesis Lic. en Fitotecnia. Universidad de Costa Rica, Escuela de Fitotecnia. San José.

DINSMOOR, A. 1974. Chemistry of Winemaking. American Chemical Society, Washington D.C.

EGAN, H. 1987. Análisis Químico de Alimentos de Pearson. 2 ed. Continental, México D.F.

EITENMILLER, C.D. 1985. Nutrient composition of Cantaloupe and Honeydew Melon. *Journal of Food Science* 50(1): 136-138.

FELICIANO, A. 1985. Aplicacao de Ácido Cítrico em Vinhos. *Alimentos e Tecnología*. 1 (6): 17.

FONT, M. 2000. Elaboración de una bebida de mora (*Rubus sp*) fermentada, gasificada y de bajo contenido alcohólico (4%). Tesis Lic. en Tecnología de Alimentos. Universidad de Costa Rica, Escuela de Tecnología de Alimentos. San José.

FRAZIER, W.C. 1981. Microbiología de los Alimentos. Acribia, Zaragoza.

GALLANDER, J. 1974. Chemistry of grape and other fruits in winemaking. In *Chemistry of winemaking*. American Chemical Society. Washington D. C. p: 11-49.

GAMBOA, V. 1988. Análisis de la factibilidad económica del cultivo, industrialización y comercialización del melón para exportación. Memoria de Seminario. Universidad de Costa Rica. Escuela de Administración de Negocios. San José.

GARCÍA, V. 1995. Introducción a la Microbiología. EUNED, San José.

GIL, J.V. 1992. Efectos de la congelación sobre la población levaduriforme en mostos de uva. *Revista Española de Ciencia y Tecnología de Alimentos*. 32 (2): 213-219.

GOITÍA, A. 1995. Congelación de algunas hortalizas y legumbres del área de riego del Río Dulce: melón. *La Alimentación Latinoamericana* no.205: 21-26.

GÓMEZ, E. 1994. Vinification Effects on Changes in volatile compounds of wine. *Journal of Food Science*. 59 (2): 406-409.

- GONZÁLEZ, F. 1980. Evaluación de 17 cultivares de melón (*Cucumis melo L.*) en Cañas, Guanacaste. Tesis Lic. en Fitotecnia. Universidad de Costa Rica. Escuela de Fitotecnia. San José.
- HART, L. 1971. Análisis moderno de los alimentos. Acribia, Zaragoza.
- HASHIZUME, T. 1980. Estabilidad biológica de vino licoroso doce de niagara. *Coletanea*. 11: 153-161.
- HASHIZUME, T. 1985. Tecnología del vinho. *Alimentos e Tecnologia*. 1 (6): 8-11.
- HENICK-KLING, T. 1996. *Microbiology of Winemaking*. Cornell University.
- HODSON, E. 1996. Conservación y procesamiento de frutas y hortalizas por medio de frío, evaporación y secado por atomización. In *Procesamiento y Conservación de Alimentos en América Latina y el Caribe*. Vol 1. OEA, Washington.
- INEC. 2000. Reporte de Importaciones agrupado por partida: año 1997. San José.
- INEC. 2002. Reporte de Importaciones agrupado por partida: año 2001. San José.
- JIMÉNEZ, I. 1998. Prácticas de Laboratorio de Análisis de Alimentos I. Escuela de Química. Universidad de Costa Rica. San José.
- JORGENSEN, A. 1959. *Microbiología de las Fermentaciones Industriales*. Acribia, Zaragoza.
- KADER, M. 1980. Prevention of ripening in fruits and use of controlled atmospheres. *Food Technology*. March: 51-54.
- LATINO, S. 1986. Vinos de frutas tropicales. *Boletín Técnico LABAL*. 7 (3-4): 13-17.
- LESTER, G. 1997. Melon (*Cucumis melo L.*) fruit nutritional quality and health functionality. *HortTechnology*. 7 (3) 222-227.
- MARECA, I. 1969. *Enología*. 2 ed. Alambra, Madrid.
- MAYORGA, H. 1972. Maduración de frutas y métodos de conservación. In *Seminario sobre Tecnología de las Frutas Tropicales*. ICAITI, Guatemala. p:3-14.

- MERCANET. 2001. Análisis del mercado de melón. Boletín 1, año 6. Consejo Nacional de Producción, San José.
- MERCANET. 2002. Análisis del mercado de melón. Boletín 1, año 7. Consejo Nacional de Producción, San José.
- MINISTERE DE L'AGRICULTURE. 1971. Exercices de Laboratoire. Tomo I. École Supérieure d'Oenologie, Montpellier.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN. 1988. Norma de Calidad para Melones. Folleto Interpretativo. Dirección General de la Producción Agraria, Madrid.
- MONGE, R. 1985. Bebidas, Líquidos Alcohólicos y Vinagre. Ministerio de Hacienda. Departamento de Publicaciones, San José.
- OEA. 1990. Melón. In Seminario sobre procesamiento de frutas tropicales. Instituto de Investigaciones Tecnológicas, México D.F. p. 235-244.
- OPS. 1966. Normas Sanitarias de Alimentos. Aprobadas por el Consejo de Ministro de Salud Pública de Centroamérica y Panamá, 1964-1966. Tomo 3. Oficina Sanitaria Panamericana.
- OUGH, C.S. 1987. Use of sulfur dioxide in winemaking. Journal of Food Science. 52 (2): 386-393.
- PEDERSON, C. 1971. Microbiology of Food Fermentations. AVI, Connecticut.
- PILNIK, W. 1979. Utilization of Pectic Enzymes in Food Production. In Proceedings of the Fifth International Congress of Food Science and Technology. Kodansha Ltd. vol. 2, Tokyo.
- PRATT, H. 1971. Melons. In The biochemistry of fruits and their products. vol. 2 Academic Press London and New York, Gran Bretaña. p. 207-228.
- QUERIS, O. 1995. Efecto de la composición de los vinos y la temperatura sobre la clarificación con agar-agar. In Memorias del Instituto de Investigaciones para la Industria Alimenticia. p. 5.8 – 5.9.
- RANKEN, M.D. 1993. Manual de Industrias de los Alimentos. 2 ed. Acribia. Zaragoza.
- RICE EVANS, C. 1995. Antioxidants - the case for fruit and vegetables in the diet. In: British-Food-Journal. 97 (9): 35-40.
- ROSE, A.H. 1977. Alcoholic Beverages. Academic Press, London.

- SKOOG, D. 1995. Química Analítica. 6 ed. Mc Graw Hill, México.
- SOMOGYI, L. 1985. Biology Principles and Applications. Edit. Technomic Publishing Co, Brasil.
- SPECK, M., ed. 1976. Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods. American Public Health Association, Washington.
- TORNIO, H. 1985. Utilizacao de centrifugas na moderna fabricacao de vinho. Alimentos e Tecnologia. 1 (6): 22-24.
- VALLEY RESEARCH. 1998. Especificaciones técnicas de la enzima Crystalzyme APXL. Estados Unidos de América.
- VILLANÚA F., L. 1990. Alimentos congelados. Procesado y distribución. Instituto Internacional del Frío. Acribia, Zaragoza.
- VÍQUEZ, F. 1981. Principios básicos de enzimología. Aplicaciones en la Industria Alimentaria. Centro de Investigaciones en Tecnología de Alimentos. CITA, Universidad de Costa Rica. San José.
- VÍQUEZ, F. 1981. A study of the production of clarified banana juice using pectinolytic enzymes. Food Technology 16: 115-125.
- VOGT, E. 1972. La Fabricación de vinos. Acribia, Zaragoza.
- WARD, O. 1989. Biotecnología de la fermentación. Acribia, Zaragoza.
- ZÚÑIGA, C. 1989. Investigación sobre elaboración de vinos de frutas. Centro Nacional de Ciencia y Tecnología de Alimentos, Universidad de Costa Rica. Comunicación personal.

# APÉNDICE

## VIII. APÉNDICE

A.1. Obtención de pulpa de melón cantaloupe según el año de cosecha.

<b>Cosecha del año 2000</b>	
Masa de melón cantaloupe en fruta	87,8 ± 0,1 kg
Masa de pulpa obtenida	45,2 ± 0,1 kg
<b>Cosecha del año 2001</b>	
Masa de melón cantaloupe en fruta	71,3 ± 0,1 kg
Masa de pulpa obtenida	38,8 ± 0,1 kg

A.2. Datos obtenidos con el vinómetro en distintas muestras de vino, prueba para comparar con los datos obtenidos con el picnómetro

<b>Muestra</b>	<b>% alcohol (±0.5%)</b>
vino tinto	12,0
	13,0
	13,0
	11,0
	13,5
vino de melón 1	11,5
	10,5
	10,0
	11,0
	11,0
vino de melón 2	13,0
	12,0
	11,0
	13,0
	12,0
vino de melón 3	14,0
	14,0
	13,0
	13,0
	12,0
	12,0
vino de melón 4	10,0
	10,0
	9,0
	9,0
	8,0
	10,0

A.3. Datos obtenidos con el picnómetro en distintas muestras de vino. prueba para comparar con los datos obtenidos con el vinómetro

	masa ± 0,0001g	m analito ± 0,000 1g	densidad ± 0,00001	% alcohol ± 0,01
25°C				
	picnómetro	32,7113		
	picn + agua dest	59,6047	26,8934	
	picn + M1	59,2391	26,5278	0,98641
	picn + M2	59,1831	26,4718	0,98432
	picn + vino tinto	59,1844	26,4731	0,98437
28°C				
	picnómetro	31,3952		
	agua destilada	58,2223	26,83095	
	agua destilada	58,2300		
	M 2	57,7923	26,3971	0,98383
28°C				
	picnómetro	30,4261		
	agua destilada	40,4433	10,0171	
	agua destilada	40,4430		
	M 2	40,2857	9,8596	0,98428
24°C				
	picnómetro	30,4264		
	agua destilada	40,4731	10,0458	
	agua destilada	40,4712		
	vino de melón 3	40,2977	9,8713	0,98262947
	vino de melón 3	40,2976		
	vino de melón 4	40,3479	9,9173	0,987208521
	vino de melón 4	40,3394		

A.4. Caracterización química de la pulpa melón utilizada en la fermentación con 0.05% (m/m) de levadura. (Cosecha del año 2000).

muestra	Brix ± 0,01	pH ± 0,01	% acidez prom ± 0,003
1	9,00	6,63	0,124
2	8,75	6,61	0,107
3	8,75	6,62	0,103

A.5. Caracterización química de la pulpa melón utilizada en la fermentación con 0.05% (m/m) de levadura. (Cosecha del año 2001).

muestra	Brix ± 0,01	pH ± 0,01	% acidez prom ± 0,003
4	9,00	6,06	0,063
5	9,00	6,07	0,047

A.6. Caracterización química del vino obtenido en la fermentación de melón con 0.05% (m/m) de levadura.  
(Cosecha del año 2000).

Muestra	° Brix ± 0,01	pH ± 0,01	% acidez titulable (ácido cítrico) ± 0,05	% acidez volátil (ácido acético) ± 0,005	% alcohol ± 0,01
1	7,0	4,8	4,16	0,029	9,61
2	7,3	4,7	4,52	0,024	9,47
3	7,2	4,8	4,40	0,021	7,30

A.7. Caracterización química del vino obtenido en la fermentación de melón con 0.05% (m/m) de levadura.  
(Cosecha del año 2001).

Muestra	° Brix ± 0,01	pH ± 0,01	% acidez titulable (ácido cítrico) ± 0,05	% acidez volátil (ácido acético) ± 0,005	% alcohol ± 0,01
4	8,5	4,4	6,55	0,089	9,48
5	6,7	4,2	6,28	0,261	7,30

A.8. Comparación del contenido de alcohol determinado con el picnómetro y el vinómetro en el vino obtenido de la fermentación de melón con 0.05% (m/m) de levadura.  
(Cosecha del año 2000).

Muestra	% alcohol ± 0,01% picnómetro	% alcohol ± 0,5% vinómetro	Diferencia %
1	9,61	11,70	2,09
2	9,47	12,20	2,74
3	7,30	13,00	5,70
promedio	8,79	12,30	3,51
desv est	1,29	0,66	1,93

A.9. Comparación del contenido de alcohol determinado con el picnómetro y el vinómetro en el vino obtenido de la fermentación de melón con 0.05% (m/m) de levadura.  
(Cosecha del año 2001).

Muestra	% alcohol ± 0,01% picnómetro	% alcohol ± 0,5% vinómetro	Diferencia %
4	9,48	12,40	2,92
5	7,30	12,50	5,20
promedio	8,39	12,45	4,06
desv est	1,54	0,07	1,61

- A.10. Caracterización química de la pulpa melón utilizada en la fermentación con 0.05% (m/m) de levadura.  
(Cosecha del año 2000).

muestra	° Brix ± 0,01	pH ± 0,01	% acidez titulable (ácido cítrico) ± 0,003
1	8,75	6,62	0,124
2	8,92	6,62	0,107
3	9,00	6,63	0,103
4	8,75	6,61	0,121
5	8,75	6,62	0,125

- A.11. Caracterización química de la pulpa melón utilizada en la fermentación con 0.005% (m/m) de levadura.  
(Cosecha del año 2000).

muestra	° Brix ± 0,01	pH ± 0,01	% acidez titulable (ácido cítrico) ± 0,003
1	8,67	6,75	0,068
2	8,83	6,77	0,066
3	7,17	6,77	0,060
4	9,00	6,76	0,066
5	7,00	6,77	0,056

- A.12. Caracterización química de la pulpa melón utilizada en la fermentación con 0.001% (m/m) de levadura.  
(Cosecha del año 2000).

muestra	° Brix ± 0,01	pH ± 0,01	% acidez titulable (ácido cítrico) ± 0,003
1	7,50	6,56	0,062
2	7,33	6,53	0,062
3	7,17	6,58	0,069
4	7,33	6,63	0,053
5	7,17	6,67	0,057

A.13. Datos obtenidos en el análisis de varianza para evaluar el efecto de la concentración de levadura sobre la disminución del contenido de °Brix, durante la elaboración de vino seco de melón.

		<b>Niveles</b>	<b>n</b>
Concentraciones de levadura	1	0.001%	175
	2	0.005%	200
	3	0.05%	250
TIEMPO	1		75
	2		50
	3		50
	4		54
	5		46
	6		50
	7		25
	8		50
	9		50
	11		54
	12		25
	14		71
	16		25

A.14. Datos obtenidos en el análisis de varianza para evaluar el efecto de la concentración de levadura sobre el aumento del contenido de alcohol, durante la elaboración de vino seco de melón.

		<b>Niveles</b>	<b>n</b>
Concentraciones de levadura	1	0.001%	174
	2	0.005%	200
	3	0.05%	250
TIEMPO	1		75
	2		50
	3		50
	4		54
	5		45
	6		50
	7		25
	8		50
	9		50
	11		54
	12		25
	14		71
	16		25

A.15. Caracterización química del vino obtenido en la fermentación de melón con 0.05% (m/m) de levadura.  
(Cosecha del año 2000).

Muestra	° Brix ± 0,01	pH ± 0,01	% acidez titulable (ácido cítrico) ± 0,05	% acidez volátil (ácido acético) ± 0,005	% alcohol ± 0,01
1	7,25	4,78	4,46	0,030	10,94
2	7,17	4,77	4,67	0,030	9,76
3	7,00	4,79	4,16	0,029	9,61
4	7,25	4,71	4,52	0,024	9,47
5	7,17	4,77	4,40	0,021	7,30

A.16. Caracterización química del vino obtenido en la fermentación de melón con 0.005% (m/m) de levadura.  
(Cosecha del año 2000).

Muestra	° Brix ± 0,01	pH ± 0,01	% acidez titulable (ácido cítrico) ± 0,06	% acidez volátil (ácido acético) ± 0,004	% alcohol ± 0,01
1	8,00	4,65	5,20	0,013	11,59
2	7,90	4,65	5,08	0,023	11,37
3	7,50	4,97	4,11	0,010	11,88
4	7,50	4,55	5,57	0,027	11,52
5	7,50	4,87	4,36	0,012	12,06

A.17. Caracterización química del vino obtenido en la fermentación de melón con 0.001% (m/m) de levadura.  
(Cosecha del año 2000).

Muestra	° Brix ± 0,01	pH ± 0,01	% acidez titulable (ácido cítrico) ± 0,06	acidez volátil (ácido acético) ± 0,009	% alcohol ± 0,01
1	7,50	4,84	3,69	0,045	11,49
2	7,50	4,74	3,75	0,052	11,56
3	8,00	4,50	6,14	0,107	11,39
4	7,50	4,28	6,44	0,116	11,53
5	8,50	4,33	6,38	0,103	10,16

A.18. Comparación del contenido de alcohol determinado con el picnómetro y el vinómetro en el vino obtenido de la fermentación de melón con 0.05% de levadura.  
(Cosecha del año 2000).

<b>Muestra</b>	<b>% alcohol ± 0,01% picnómetro</b>	<b>% alcohol ± 0,5% vinómetro</b>	<b>Diferencia %</b>
1	10,50	12,30	1,80
2	10,09	12,90	2,82
3	9,61	11,70	2,09
4	9,47	12,20	2,74
5	7,30	13,00	5,70

A.19. Comparación del contenido de alcohol determinado con el picnómetro y el vinómetro en el vino obtenido de la fermentación de melón con 0.005% de levadura.  
(Cosecha del año 2000).

<b>Muestra</b>	<b>% alcohol ± 0,01% picnómetro</b>	<b>% alcohol ± 0,5% vinómetro</b>	<b>Diferencia %</b>
1	11,59	13,00	1,41
2	11,37	12,00	0,63
3	11,88	12,20	0,32
4	11,52	12,20	0,68
5	12,06	12,40	0,34

A.20. Comparación del contenido de alcohol determinado con el picnómetro y el vinómetro en el vino obtenido de la fermentación de melón con 0.001% de levadura.  
(Cosecha del año 2000).

<b>Muestra</b>	<b>% alcohol ± 0,01% picnómetro</b>	<b>% alcohol ± 0,5% vinómetro</b>	<b>Diferencia %</b>
1	11,49	12,30	0,81
2	11,56	12,20	0,64
3	11,39	13,00	1,61
4	11,53	12,30	0,77
5	10,16	11,50	1,34

A.21. Datos obtenidos durante la preparación de la prueba para mejorar la apariencia de vino de melón usando la enzima Crystalzyme

<b>Muestra</b>	<b>masa ± 0,001 g</b>	<b>masa de enzima ± 0,001 g</b>	<b>% de enzima ± 0,005 %</b>
Vino de melón 0.005% de levadura	20,032	0,049	0,245
Vino de melón 0.005% de levadura	20,022	0,049	0,245
Vino de melón 0.005% de levadura	20,032	0,045	0,225
Vino de melón 0.005% de levadura	20,007	0,047	0,235

A.22. Datos obtenidos durante la preparación de la prueba para mejorar la apariencia de vino de melón usando la enzima Ultrazym 100 G.

<b>Muestra</b>	<b>masa erlenmeyer ± 0,1 g</b>	<b>masa de erlenmeyer y vino ± 0,1 g</b>	<b>masa de vino ± 0,1 g</b>	<b>masa de enzima ± 0,000 1 g</b>	<b>% de enzima ± 0,000 05 %</b>
Vino de melón 0.005% de levadura	161,0	610,0	449,0	0,0045	0,00100
Vino de melón 0.001% de levadura	166,0	597,0	431,0	0,0045	0,00104

A.23. Datos obtenidos durante la preparación de la prueba para mejorar la apariencia de vino de melón usando otras concentraciones de la enzima Ultrazym 100 G.

<b>Muestra</b>	<b>masa erlenmeyer ± 0,1 g</b>	<b>masa de erlenmeyer y vino ± 0,1 g</b>	<b>masa de vino ± 0,1 g</b>	<b>masa de enzima ± 0,000 1 g</b>	<b>% de enzima</b>
Vino de melón 0.005% de levadura	165,0	623,5	458,5	4,5895	1,0010 ± 0,000 2
Vino de melón 0.001% de levadura	157,5	575,0	417,5	0,0431	0,01032 ± 0,000 02

A.24. Datos obtenidos durante la preparación de la prueba para mejorar la apariencia de vino de melón usando la proporción de enzimas:

60% de Crystalzyme y 40% de Amilasa 40 L

<b>Muestra</b>	<b>masa ± 0,1 g</b>	<b>masa de enzima ± 0,001 g</b>	<b>% de enzima ± 0,000 4 %</b>
Vino de melón 0.005% de levadura	369,0	3,690	1,0000
Vino de melón 0.005% de levadura	375,0	3,749	0,9997
Vino de melón 0.001% de levadura	311,0	3,121	1,0035
Vino de melón 0.001% de levadura	305,0	3,052	1,0007

A.25. Datos obtenidos durante la preparación de la prueba para mejorar la apariencia de vino de melón usando bentonita italiana

<b>Muestra</b>	<b>volumen ± 5 mL</b>	<b>masa de bentonita ± 0,001 g</b>	<b>% de bentonita ± 0,004 %</b>
Vino de melón 0.005% de levadura	250	0,499	0,200
Vino de melón 0.005% de levadura	250	0,498	0,199
Vino de melón 0.001% de levadura	250	0,500	0,200
Vino de melón 0.001% de levadura	250	0,501	0,200

## A.26. Recuento Total en muestras de vino seco de melón sin pasteurizar

Muestra	Recuento Total					
	1,E-01 UFC/mL	1,E-02 UFC/mL	1,E-03 UFC/mL	1,E-04 UFC/mL	1,E-05 UFC/mL	1,E-06 UFC/mL
1. Vino seco de melón	22	2	1	1	0	0
0,05% (m/m) de levadura	16	3	2	1	0	0
2. Vino seco de melón	1	0	0	0	0	1
0,05% (m/m) de levadura	0	0	0	0	0	0
3. Vino seco de melón	120	15	0	0	0	0
0,05% (m/m) de levadura	217	22	2	0	0	2
4. Vino seco de melón	i	113	12	2	0	0
0,05% (m/m) de levadura	i	108	17	0	0	0
5. Vino seco de melón	i	i	i	i	80	14
0,02% (m/m) de levadura	i	i	i	i	75	6
6. Vino seco de melón	147	11	5	0	0	0
0,02% (m/m) de levadura	158	13	1	0	0	0
7. Vino seco de melón	i	i	i	i	116	19
0,02% (m/m) de levadura	i	i	i	i	146	23
8. Vino seco de melón	i	i	41	4	0	0
0,02% (m/m) de levadura	i	i	45	5	0	0

## A.27. Recuento de Hongos y Levaduras en muestras de vino seco de melón sin pasteurizar

Muestra	Recuento de Hongos y Levaduras					
	1,E-01 UFC/mL	1,E-02 UFC/mL	1,E-03 UFC/mL	1,E-04 UFC/mL	1,E-05 UFC/mL	1,E-06 UFC/mL
1. Vino seco de melón	11	3	0	0	0	0
0,05% (m/m) de levadura	10	0	0	0	0	0
2. Vino seco de melón	40	4	2	0	0	0
0,05% (m/m) de levadura	51	3	0	0	0	0
3. Vino seco de melón	i	23	0	0	0	0
0,05% (m/m) de levadura	i	25	0	0	2	0
4. Vino seco de melón	i	i	14	0	0	1
0,05% (m/m) de levadura	i	i	0	0	0	0
5. Vino seco de melón	i	i	i	26	1	0
0,02% (m/m) de levadura	i	i	i	25	0	0
6. Vino seco de melón	20	9	0	0	0	0
0,02% (m/m) de levadura	10	2	1	0	0	4
7. Vino seco de melón	3	1	0	0	1	0
0,02% (m/m) de levadura	3	0	0	0	0	0
8. Vino seco de melón	i	50	2	0	0	0
0,02% (m/m) de levadura	i	20	2	0	1	0

## A.28. Recuento Total en muestras de vino seco de melón pasteurizado

Muestra	Recuento Total			
	1,E-01 UFC/mL	1,E-02 UFC/mL	1,E-03 UFC/mL	1,E-04 UFC/mL
1. Vino seco de melón	2	0	0	1
0,05% (m/m) de levadura	1	0	0	1
2. Vino seco de melón	0	0	0	0
0,05% (m/m) de levadura	0	0	0	0
3. Vino seco de melón	0	0	0	0
0,05% (m/m) de levadura	0	0	0	0
4. Vino seco de melón	4	0	0	0
0,05% (m/m) de levadura	1	2	0	0
5. Vino seco de melón	0	0	1	0
0,02% (m/m) de levadura	2	0	0	0
6. Vino seco de melón	147	11	5	0
0,02% (m/m) de levadura	158	13	1	0
7. Vino seco de melón	i	i	i	i
0,02% (m/m) de levadura	i	i	i	i
8. Vino seco de melón	i	i	41	4
0,02% (m/m) de levadura	i	i	45	5

## A.29. Recuento de Hongos y Levaduras en muestras de vino seco de melón pasteurizado

Muestra	Recuento de Hongos y Levaduras			
	1,E-01 UFC/mL	1,E-02 UFC/mL	1,E-03 UFC/mL	1,E-04 UFC/mL
1. Vino seco de melón	3	1	0	0
0,05% (m/m) de levadura	2	0	0	1
2. Vino seco de melón	1	1	0	0
0,05% (m/m) de levadura	1	0	0	0
3. Vino seco de melón	0	0	0	0
0,05% (m/m) de levadura	0	0	0	0
4. Vino seco de melón	2	0	0	0
0,05% (m/m) de levadura	1	0	0	0
5. Vino seco de melón	0	0	0	0
0,02% (m/m) de levadura	0	1	0	0
6. Vino seco de melón	4	0	0	1
0,02% (m/m) de levadura	0	0	0	0
7. Vino seco de melón	0	0	0	0
0,02% (m/m) de levadura	0	0	0	0
8. Vino seco de melón	5	0	0	0
0,02% (m/m) de levadura	0	0	0	0

- A.30. Caracterización química de la pulpa melón utilizada en la fermentación con 0.005% (m/m) de levadura y 25°Brix iniciales en el mosto.  
(Cosecha del año 2000).

<b>muestra</b>	<b>° Brix</b> <b>± 0,01</b>	<b>pH</b> <b>± 0,01</b>	<b>% acidez titulable</b> <b>(ácido cítrico)</b> <b>± 0,003</b>
1	9,0	6,79	0,101
2	8,5	6,73	0,091
3	7,9	6,75	0,092
4	8,3	6,67	0,098
5	9,2	6,76	0,098

- A.31. Caracterización química de la pulpa melón utilizada en la fermentación con 0.005% (m/m) de levadura y 27.5°Brix iniciales en el mosto.  
(Cosecha del año 2000).

<b>muestra</b>	<b>° Brix</b> <b>± 0,01</b>	<b>pH</b> <b>± 0,01</b>	<b>% acidez titulable</b> <b>(ácido cítrico)</b> <b>± 0,003</b>
1	10,33	6,05	0,146
2	8,42	6,49	0,102
3	9,50	6,72	0,111
4	7,75	6,76	0,097
5	8,50	6,75	0,092

- A.32. Caracterización química de la pulpa melón utilizada en la fermentación con 0.005% (m/m) de levadura y 30°Brix iniciales en el mosto.  
(Cosecha del año 2000).

<b>muestra</b>	<b>° Brix</b> <b>± 0,01</b>	<b>pH</b> <b>± 0,01</b>	<b>% acidez titulable</b> <b>(ácido cítrico)</b> <b>± 0,003</b>
1	6,00	6,16	0,093
2	5,50	6,14	0,075
3	7,92	6,74	0,084
4	11,00	6,11	0,137
5	9,50	6,12	0,123

A.33. Datos obtenidos en el análisis de varianza para evaluar el efecto de la concentración de sólidos solubles del mosto en la disminución del contenido de °Brix, durante la elaboración de vino dulce de melón.

		<b>Niveles</b>	<b>n</b>
Concentraciones de sólidos solubles	1	25 °Brix	90
	2	27.5 °Brix	104
	3	30 °Brix	248
TIEMPO	1		25
	2		74
	3		50
	4		35
	5		35
	6		50
	7		39
	8		25
	9		10
	11		24
	12		25
	15		25
19		25	

A.34. Datos obtenidos en el análisis de varianza para evaluar el efecto de la concentración de sólidos solubles del mosto en el aumento del contenido de alcohol, durante la elaboración de vino dulce de melón.

		<b>Niveles</b>	<b>n</b>
Concentraciones de sólidos solubles	1	25 °Brix	89
	2	27.5 °Brix	103
	3	30 °Brix	245
TIEMPO	1		25
	2		74
	3		50
	4		34
	5		35
	6		48
	7		39
	8		25
	9		10
	11		24
	12		23
	15		25
19		25	

A.35. Caracterización química del vino dulce de melón obtenido de la fermentación con 0.005% (m/m) de levadura y 25°Brix iniciales en el mosto.  
(Cosecha del año 2000).

muestra	° Brix ± 0,01	pH ± 0,01	% acidez titulable (ácido cítrico) ± 0,07	acidez volátil (ácido acético) ± 0,005	% alcohol ± 0,01
1	9,95	4,53	5,40	0,033	12,79
2	10,25	4,51	5,01	0,019	12,68
3	9,90	4,49	5,79	0,023	13,12
4	11,85	4,14	14,12	0,244	11,06
5	11,30	4,14	11,93	0,245	10,85

A.36. Caracterización química del vino dulce de melón obtenido de la fermentación con 0.005% (m/m) de levadura y 27.5°Brix iniciales en el mosto.  
(Cosecha del año 2000).

muestra	° Brix ± 0,01	pH ± 0,01	% acidez titulable (ácido cítrico) ± 0,07	acidez volátil (ácido acético) ± 0,005	% alcohol ± 0,01
1	14,65	4,18	16,64	0,013	10,46
2	11,95	4,29	12,95	0,023	13,87
3	10,65	4,67	7,59	0,010	14,81
4	12,45	4,21	11,10	0,027	13,84
5	10,30	4,32	9,15	0,012	14,48

A.37. Caracterización química del vino dulce de melón obtenido de la fermentación con 0.005% (m/m) de levadura y 30°Brix iniciales en el mosto.  
(Cosecha del año 2000).

muestra	° Brix ± 0,01	pH ± 0,01	% acidez titulable (ácido cítrico) ± 0,07	acidez volátil (ácido acético) ± 0,005	% alcohol ± 0,01
1	17,80	3,97	11,81	0,289	11,77
2	12,95	4,33	4,80	0,026	15,99
3	19,00	3,99	14,91	0,374	11,86
4	16,05	4,27	12,00	0,237	10,95
5	15,60	4,18	10,83	0,175	10,80

- A.38. Comparación del contenido de alcohol determinado con el picnómetro y el vinómetro en el vino obtenido de la fermentación de melón con 0.005% de levadura y 25°Brix iniciales en el mosto.  
(Cosecha del año 2000).

<b>Muestra</b>	<b>% alcohol ± 0,01% picnómetro</b>	<b>% alcohol ± 0,5% vinómetro</b>	<b>Diferencia %</b>
1	12,79	9,70	3,09
2	12,68	9,40	3,28
3	13,12	8,40	4,72
4	11,06	9,80	1,26
5	10,85	10,30	0,55

- A.39. Comparación del contenido de alcohol determinado con el picnómetro y el vinómetro en el vino obtenido de la fermentación de melón con 0.005% de levadura y 27.5°Brix iniciales en el mosto.  
(Cosecha del año 2000).

<b>Muestra</b>	<b>% alcohol ± 0,01% picnómetro</b>	<b>% alcohol ± 0,5% vinómetro</b>	<b>Diferencia %</b>
1	10,46	10,00	0,46
2	13,87	11,10	2,77
3	14,81	12,00	2,81
4	13,84	12,00	1,84
5	14,48	11,88	2,60

- A.40. Comparación del contenido de alcohol determinado con el picnómetro y el vinómetro en el vino obtenido de la fermentación de melón con 0.005% de levadura y 30°Brix iniciales en el mosto.  
(Cosecha del año 2000).

<b>Muestra</b>	<b>% alcohol ± 0,01% picnómetro</b>	<b>% alcohol ± 0,5% vinómetro</b>	<b>Diferencia %</b>
1	11,77	12,60	0,83
2	15,91	16,60	0,69
3	11,86	12,90	1,04
4	10,95	12,20	1,26
5	10,80	12,00	1,20

A.41. Recuento Total de vino de melón  
al inicio del estudio de almacenamiento

Muestra	Recuento Total		
	1,E-01 UFC/mL	1,E-02 UFC/mL	1,E-03 UFC/mL
1. Vino seco de melón	0	0	0
0,005% (m/m) de levadura	1	0	0
2. Vino seco de melón	3	0	0
0,005% (m/m) de levadura	1	2	0
3. Vino dulce de melón	0	0	0
0,005% (m/m) de levadura y 27,5 °Brix	0	0	0
4. Vino dulce de melón	1	0	0
0,005% (m/m) de levadura y 27,5 °Brix	4	1	0

A.42. Recuento de Hongos y Levaduras de vino de melón  
al inicio del estudio de almacenamiento

Muestra	Recuento de Hongos y Levaduras		
	1,E-01 UFC/mL	1,E-02 UFC/mL	1,E-03 UFC/mL
1. Vino seco de melón	0	0	0
0,005% (m/m) de levadura	0	0	2
2. Vino seco de melón	0	5	0
0,005% (m/m) de levadura	0	2	0
3. Vino dulce de melón	0	2	0
0,005% (m/m) de levadura y 27,5 °Brix	0	0	0
4. Vino dulce de melón	0	0	0
0,005% (m/m) de levadura y 27,5 °Brix	0	0	0

A.43. Recuento Total durante el estudio de almacenamiento,  
vino de melón a temperatura ambiente, tiempo: 1 semana

Muestra	Recuento Total		
	1,E-01 UFC/mL	1,E-02 UFC/mL	1,E-03 UFC/mL
1. Vino seco de melón	2	0	0
0,005% (m/m) de levadura	1	0	0
2. Vino seco de melón	11	0	0
0,005% (m/m) de levadura	6	0	0
3. Vino dulce de melón	1	0	0
0,005% (m/m) de levadura y 27,5 °Brix	2	0	0
4. Vino dulce de melón	6	0	0
0,005% (m/m) de levadura y 27,5 °Brix	5	0	0

A.44. Recuento de Hongos y Levaduras durante el estudio de almacenamiento de vino de melón a temperatura ambiente, tiempo: 1 semana

Muestra	Recuento de Hongos y Levaduras		
	1,E-01 UFC/mL	1,E-02 UFC/mL	1,E-03 UFC/mL
1. Vino seco de melón 0,005% (m/m) de levadura	0 0	0 0	0 0
2. Vino seco de melón 0,005% (m/m) de levadura	0 0	0 0	0 0
3. Vino dulce de melón 0,005% (m/m) de levadura y 27,5 °Brix	3 2	0 0	0 0
4. Vino dulce de melón 0,005% (m/m) de levadura y 27,5 °Brix	0 0	0 0	0 0

A.45. Recuento Total durante el estudio de almacenamiento de vino de melón a 37 °C, tiempo: 1 semana

Muestra	Recuento Total		
	1,E-01 UFC/mL	1,E-02 UFC/mL	1,E-03 UFC/mL
1. Vino seco de melón 0,005% (m/m) de levadura	1 1	0 0	0 0
2. Vino seco de melón 0,005% (m/m) de levadura	0 0	0 0	0 0
3. Vino dulce de melón 0,005% (m/m) de levadura y 27,5 °Brix	0 2	0 0	0 0
4. Vino dulce de melón 0,005% (m/m) de levadura y 27,5 °Brix	2 3	1 0	0 0

A.46. Recuento de Hongos y Levaduras durante el estudio de almacenamiento de vino de melón a 37 °C, tiempo: 1 semana

Muestra	Recuento de Hongos y Levaduras		
	1,E-01 UFC/mL	1,E-02 UFC/mL	1,E-03 UFC/mL
1. Vino seco de melón 0,005% (m/m) de levadura	0 0	0 0	0 0
2. Vino seco de melón 0,005% (m/m) de levadura	0 0	2 4	0 0
3. Vino dulce de melón 0,005% (m/m) de levadura y 27,5 °Brix	2 0	0 0	0 0
4. Vino dulce de melón 0,005% (m/m) de levadura y 27,5 °Brix	0 0	0 0	0 0

A.47. Recuento Total durante el estudio de almacenamiento de vino de melón a temperatura ambiente, tiempo: 2 semanas

Muestra	Recuento Total		
	1,E-01 UFC/mL	1,E-02 UFC/mL	1,E-03 UFC/mL
1. Vino seco de melón	5	1	0
0,005% (m/m) de levadura	4	1	0
2. Vino seco de melón	5	4	0
0,005% (m/m) de levadura	2	2	0
3. Vino dulce de melón	3	0	0
0,005% (m/m) de levadura y 27,5 °Brix	5	0	0
4. Vino dulce de melón	3	0	0
0,005% (m/m) de levadura y 27,5 °Brix	3	0	0

A.48. Recuento de Hongos y Levaduras durante el estudio de almacenamiento de vino de melón a temperatura ambiente, tiempo: 2 semanas

Muestra	Recuento de Hongos y Levaduras		
	1,E-01 UFC/mL	1,E-02 UFC/mL	1,E-03 UFC/mL
1. Vino seco de melón	1	0	0
0,005% (m/m) de levadura	2	0	0
2. Vino seco de melón	2	1	0
0,005% (m/m) de levadura	0	0	0
3. Vino dulce de melón	0	0	0
0,005% (m/m) de levadura y 27,5 °Brix	0	0	0
4. Vino dulce de melón	0	0	0
0,005% (m/m) de levadura y 27,5 °Brix	0	0	0

A.49. Recuento Total durante el estudio de almacenamiento de vino de melón a 37 °C, tiempo: 2 semanas

Muestra	Recuento Total		
	1,E-01 UFC/mL	1,E-02 UFC/mL	1,E-03 UFC/mL
1. Vino seco de melón	1	0	0
0,005% (m/m) de levadura	0	0	0
2. Vino seco de melón	1	0	0
0,005% (m/m) de levadura	2	0	0
3. Vino dulce de melón	2	0	0
0,005% (m/m) de levadura y 27,5 °Brix	5	0	0
4. Vino dulce de melón	4	0	0
0,005% (m/m) de levadura y 27,5 °Brix	6	0	1

A.50. Recuento de Hongos y Levaduras durante el estudio de almacenamiento de vino de melón a 37 °C, tiempo: 2 semanas

Muestra	Recuento de Hongos y Levaduras		
	1,E-01 UFC/mL	1,E-02 UFC/mL	1,E-03 UFC/mL
1. Vino seco de melón 0,005% (m/m) de levadura	0 0	0 0	0 0
2. Vino seco de melón 0,005% (m/m) de levadura	0 0	0 0	0 0
3. Vino dulce de melón 0,005% (m/m) de levadura y 27,5 °Brix	0 0	0 0	0 0
4. Vino dulce de melón 0,005% (m/m) de levadura y 27,5 °Brix	0 0	0 0	0 1

A.51. Recuento Total durante el estudio de almacenamiento de vino de melón a temperatura ambiente, tiempo: 3 semanas

Muestra	Recuento Total		
	1,E-01 UFC/mL	1,E-02 UFC/mL	1,E-03 UFC/mL
1. Vino seco de melón 0,005% (m/m) de levadura	2 1	0 0	0 0
2. Vino seco de melón 0,005% (m/m) de levadura	0 0	0 0	0 0
3. Vino dulce de melón 0,005% (m/m) de levadura y 27,5 °Brix	0 0	0 0	0 0
4. Vino dulce de melón 0,005% (m/m) de levadura y 27,5 °Brix	4 1	0 2	0 0

A.52. Recuento de Hongos y Levaduras durante el estudio de almacenamiento de vino de melón a temperatura ambiente, tiempo: 3 semanas

Muestra	Recuento de Hongos y Levaduras		
	1,E-01 UFC/mL	1,E-02 UFC/mL	1,E-03 UFC/mL
1. Vino seco de melón 0,005% (m/m) de levadura	15 11	0 0	0 0
2. Vino seco de melón 0,005% (m/m) de levadura	1 1	0 0	0 0
3. Vino dulce de melón 0,005% (m/m) de levadura y 27,5 °Brix	0 0	0 1	0 0
4. Vino dulce de melón 0,005% (m/m) de levadura y 27,5 °Brix	1 1	0 0	0 0

A.53. Recuento Total durante el estudio de almacenamiento de vino de melón a 37 °C, tiempo: 3 semanas

Muestra	Recuento Total		
	1,E-01 UFC/mL	1,E-02 UFC/mL	1,E-03 UFC/mL
1. Vino seco de melón	0	0	0
0,005% (m/m) de levadura	4	0	0
2. Vino seco de melón	0	1	0
0,005% (m/m) de levadura	2	0	0
3. Vino dulce de melón	0	0	0
0,005% (m/m) de levadura y 27,5 °Brix	3	0	0
4. Vino dulce de melón	3	0	0
0,005% (m/m) de levadura y 27,5 °Brix	2	0	0

A.54. Recuento de Hongos y Levaduras durante el estudio de almacenamiento de vino de melón a 37 °C, tiempo: 3 semanas

Muestra	Recuento de Hongos y Levaduras		
	1,E-01 UFC/mL	1,E-02 UFC/mL	1,E-03 UFC/mL
1. Vino seco de melón	1	0	0
0,005% (m/m) de levadura	1	1	0
2. Vino seco de melón	1	1	0
0,005% (m/m) de levadura	1	0	0
3. Vino dulce de melón	1	0	0
0,005% (m/m) de levadura y 27,5 °Brix	1	0	0
4. Vino dulce de melón	1	0	0
0,005% (m/m) de levadura y 27,5 °Brix	1	0	0

A.55. Recuento Total durante el estudio de almacenamiento de vino de melón a temperatura ambiente, tiempo: 4 semanas

Muestra	Recuento Total		
	1,E-01 UFC/mL	1,E-02 UFC/mL	1,E-03 UFC/mL
1. Vino seco de melón	31	2	0
0,005% (m/m) de levadura	35	3	0
2. Vino seco de melón	3	0	0
0,005% (m/m) de levadura	4	0	0
3. Vino dulce de melón	25	1	0
0,005% (m/m) de levadura y 27,5 °Brix	28	3	0
4. Vino dulce de melón	3	0	0
0,005% (m/m) de levadura y 27,5 °Brix	3	0	0

A.56. Recuento de Hongos y Levaduras durante el estudio de almacenamiento de vino de melón a temperatura ambiente, tiempo: 4 semanas

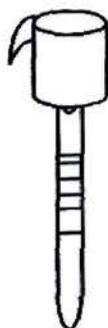
Muestra	Recuento de Hongos y Levaduras		
	1,E-01 UFC/mL	1,E-02 UFC/mL	1,E-03 UFC/mL
1. Vino seco de melón	218	1	0
0,005% (m/m) de levadura	217	0	0
2. Vino seco de melón	24	3	0
0,005% (m/m) de levadura	38	7	0
3. Vino dulce de melón	1	0	0
0,005% (m/m) de levadura y 27,5 °Brix	0	0	1
4. Vino dulce de melón	0	0	0
0,005% (m/m) de levadura y 27.5 °Brix	0	0	0

A.57. Recuento Total durante el estudio de almacenamiento de vino de melón a 37 °C, tiempo: 4 semanas

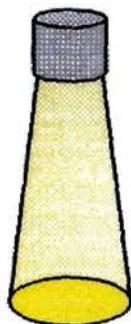
Muestra	Recuento Total		
	1,E-01 UFC/mL	1,E-02 UFC/mL	1,E-03 UFC/mL
1. Vino seco de melón	10	0	0
0,005% (m/m) de levadura	12	0	0
2. Vino seco de melón	1	0	0
0,005% (m/m) de levadura	2	0	0
3. Vino dulce de melón	3	0	0
0,005% (m/m) de levadura y 27,5 °Brix	4	0	0
4. Vino dulce de melón	5	0	0
0,005% (m/m) de levadura y 27,5 °Brix	3	0	0

A.58. Recuento de Hongos y Levaduras durante el estudio de almacenamiento de vino de melón a 37 °C, tiempo: 4 semanas

Muestra	Recuento de Hongos y Levaduras		
	1,E-01 UFC/mL	1,E-02 UFC/mL	1,E-03 UFC/mL
1. Vino seco de melón	0	0	0
0,005% (m/m) de levadura	0	0	0
2. Vino seco de melón	0	0	0
0,005% (m/m) de levadura	0	0	0
3. Vino dulce de melón	0	0	0
0,005% (m/m) de levadura y 27,5 °Brix	0	0	0
4. Vino dulce de melón	0	0	0
0,005% (m/m) de levadura y 27,5 °Brix	0	0	0



A.59. Vinómetro. Instrumento utilizado para la medición del contenido de alcohol durante las fermentaciones.



A.60. Apariencia óptima del vino de melón  
(es similar para el vino seco y para el vino dulce)



A.61. Vino de melón con problemas de apariencia