



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO

FACULTAD DE QUÍMICA

**“MANUAL DE PRÁCTICAS DEL LABORATORIO DE
ENOLOGÍA”**

MANUAL DE PRÁCTICAS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

QUÍMICO EN ALIMENTOS

PRESENTA

SANDRA MARGARITA GUZMÁN PÁEZ

DIRIGIDA POR

RAMÓN ALVAR MATÍNEZ PENICHE

SANTIAGO DE QUERÉTARO, QUERÉTARO, 2001

FACULTAD DE
QUÍMICA



BIBLOTECA

No. Adq. J50287

No. Título _____

Clas. TS 663.2

G993m





UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO

FACULTAD DE QUÍMICA

**“MANUAL DE PRÁCTICAS DEL LABORATORIO DE
ENOLOGÍA”**

MANUAL DE PRÁCTICAS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

QUÍMICO EN ALIMENTOS

PRESENTA

SANDRA MARGARITA GUZMÁN PÁEZ

DIRIGIDA POR

RAMÓN ALVAR MATÍNEZ PENICHE

SANTIAGO DE QUERÉTARO, QUERÉTARO, 2001



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO

FACULTAD DE QUÍMICA

**"MANUAL DE PRÁCTICAS DEL LABORATORIO
DE ENOLOGÍA**

MANUAL DE PRÁCTICAS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

QUÍMICO EN ALIMENTOS

PRESENTA

SANDRA MARGARITA GUMÁN PÁEZ

DIRIGIDA POR

DR. RAMÓN ALVAR MARTÍNEZ PENICHE

SINODALES

DR. RAMÓN ALVAR MARTÍNEZ PENICHE _____

DIRECTOR

M EN C MARÍA DE LOS ANGELES MUÑOZ URQUIZA _____

PROPIETARIO

M EN C MARÍA DEL CARMEN VENEGAS GOYZUETA _____

PROPIETARIO

M EN C JORGE ÁLVAREZ DOMÍNGUEZ _____

Suplente

M EN C GUSTAVO PEDRAZA ABOYTES
DIRECTOR DE LA FACULTAD DE QUÍMICA

INDICE DE FIGURAS

Figura I.I	
Esquema general de vinificación en tinto	5
Figura I.II	
Esquema general de vinificación en blanco	7
Figura X.I	
Ficha de Degustación	59

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE FIGURAS	ii
I. Microvinificación	1
Microvinificación en tinto	5
Microvinificación en blanco	7
II. Determinación de Densidad en mosto y vino *	11
III. Determinación del grado Alcohólico volumétrico en vino* ^Δ	15
IV. Determinación de Azúcares totales * ^Δ	20
V. Determinación de Acidez total en mosto y vino* ^Δ	26
VI. Determinación de Acidez volátil *	30
VII. Determinación de Anhídrido sulfuroso total, combinado y libre*	35
VIII. Características Cromáticas en el vino* ^Δ	40
IX. Clarificación	45
Trasiegos	48
X. Fermentación maloláctica	50
XI. Degustación de vinos* ^Δ	55
XII. ANEXOS	61

* Cuando la materia es impartida en medio semestre

^Δ Cuando la materia es impartida en una tercera parte del semestre

I. MICROVINIFICACIÓN

OBJETIVO

Elaborar, de acuerdo a las condiciones del laboratorio de Enología, dos vinos con las características correspondientes al tinto y blanco, respectivamente.

INTRODUCCIÓN

El vino se define como la bebida producto de la fermentación alcohólica total o parcial del mosto de uva, como resultado de la acción de levaduras y, en algunos casos, también de bacterias (Thorngate, 1997). Se entiende por vinificación al proceso que conduce a la transformación de la uva en vino. Dicho proceso comprende tres pasos principales que son comunes y esenciales a todo tipo de elaboración: la molienda, la fermentación y la conservación. La vinificación se realiza en cavas que normalmente albergan recipientes de cientos de hectolitros. Se habla de microvinificación, cuando el proceso se lleva a cabo en volúmenes pequeños (Carbonneau, 1998).

Entre los países vitivinícolas, México ocupa el 26º lugar a nivel mundial y el 5º en América. A diferencia de otros países, sólo el 5.2% de la producción nacional se destina a la vinificación. Una posible alternativa para aumentar el desarrollo de la vitivinicultura en México es la utilización de métodos modernos de vinificación que permitan obtener productos de alta calidad y accesibles al consumidor (Flores, 2000).

Uno de los factores que determina la calidad del vino es el método de vinificación; así, los vinos blancos y los tintos son producidos bajo diferentes sistemas; sin embargo, las diferentes vinificaciones poseen operaciones comunes.

Las operaciones prefermentativas inician con la recepción de la materia prima y consisten en las siguientes actividades: identificación de la variedad y del estado de sanidad, muestreo, determinación del contenido de azúcares y peso de las uvas. Enseguida se inician los tratamientos mecánicos que consisten en operaciones comunes a las diferentes vinificaciones, y son: estrujado, despalillado, prensado, sulfitado, fermentación alcohólica y remontado (Dorantes, 1997).

El carácter distintivo de la vinificación en tinto es la maceración. Ésta consiste en la permanencia más o menos prolongada del mosto en contacto con las partes sólidas del racimo. La maceración confiere a los vinos tintos las cualidades que los distinguen de los vinos blancos, como son el color, los taninos, y algunos constituyentes extractivos y aromáticos. Las operaciones fundamentales de la producción de un vino tinto son: la molienda, el encubado con adición de anhídrido sulfuroso, la fermentación, el descube, el prensado y los trasiegos (Oreglia, 1978).

El vino tinto puede incluir tonos que van del rubí al púrpura. Su graduación alcohólica se sitúa entre 8.5 y 12.5%, y su contenido de azúcares residuales, en menos de 2 g/L. Éste se elaboran con uvas rojas, con un tiempo de maceración adecuado para permitir la extracción suficiente de la materia colorante de los hollejos. En general, para que un vino tinto alcance un buen equilibrio en el sabor, debe tener una acidez relativamente baja (Carbonell, 1970).

El vino blanco también presenta ciertas características distintivas: un color amarillo, con tonos que van del paja al verduzco; su contenido alcohólico varía entre 8.5-11.5%, y el de azúcares residuales, es inferior a 2 g/L. Estos vinos se elaboran con uvas blancas o con uvas rojas de pulpa blanca, evitando, en este

último caso, la difusión del color de los hollejos. Las operaciones fundamentales del proceso son: control de condiciones de la materia prima, tratamientos prefermentativos (despalillado, estrujado, escurrido, prensado, sulfitado, desfangado, trasiegos e inoculación), encubado, descube, fermentaciones terminales, maduración y conservación (Peypnaud, 1977).

El vino blanco es obtenido por la fermentación del mosto, previa maceración breve con orujos, o bien, sin maceración. Los vinos blancos se clasifican en (Dorantes, 1997):

- Vinos Dulces: con sabor azucarado. Frescos y Afruitados: con azúcares residuales, vino para beber a sorbos, Cosecha Tardía: generalmente dulce con aroma a fruta madura, sabor complejo.
- Vinos Secos: con astringencia. Ligero, Fresco y Afruitado: vigorizante, vinos para cenar: bien balanceados con carácter varietal prominente y elegante, Grande y Complejo: Con mucho cuerpo, complejo, con aromas bien integrados.

En la obtención de un vino de calidad debe considerarse el monitoreo de éstos durante su evolución; es entonces cuando es necesario apoyarse en los análisis físicos y químicos, los cuales además, permiten detectar fraudes y evitar posibles enfermedades. El empleo de uno u otro método en el análisis de mostos y vinos se ve influenciado por múltiples circunstancias. Antes de efectuar la elección, hay que tomar en consideración si los procedimientos en cuestión, se practican a título de vigilancia interna del establecimiento o si responden a un protocolo muy determinado (métodos oficiales). También existe el interés general por obtener resultados exactos con el menor gasto posible de material y tiempo.

En la toma de muestras de mostos y de vino para el análisis químico, hay que proceder con todo cuidado. Cada muestra debe corresponder a las características *promediadas* del producto a analizar. De aquí que los contenidos

de las cubas deban agitarse antes de extraer las muestras. Los análisis físicos y químicos no son suficientes, es indispensable realizar el análisis sensorial, puesto que el vino está hecho para ser consumido y apreciado (Vogt, 1986).

FUNDAMENTO

El vino es el producto de la fermentación alcohólica total o parcial del mosto de la uva, como resultado de la acción de las levaduras y en algunos casos también de bacterias. Es un producto especialmente complejo desde el punto de vista químico y sensorial; contiene constituyentes orgánicos e inorgánicos, los cuales contribuyen a sus aromas, y sabores (Thorngate, 1997).

MATERIAL

- Recipientes de vidrio (vitroleros) de 20, 6 y 1.8 L.
- Balanza analítica
- Termómetro
- Prensa
- Estrujadora
- Tinajas de 50 L de capacidad
- Uva tinta y blanca

REACTIVOS

- Metabisulfito de Potasio ($K_2S_2O_5$)
- Levadura (*Saccharomyces cerevisiae*)

MICROVINIFICACIÓN EN TINTO



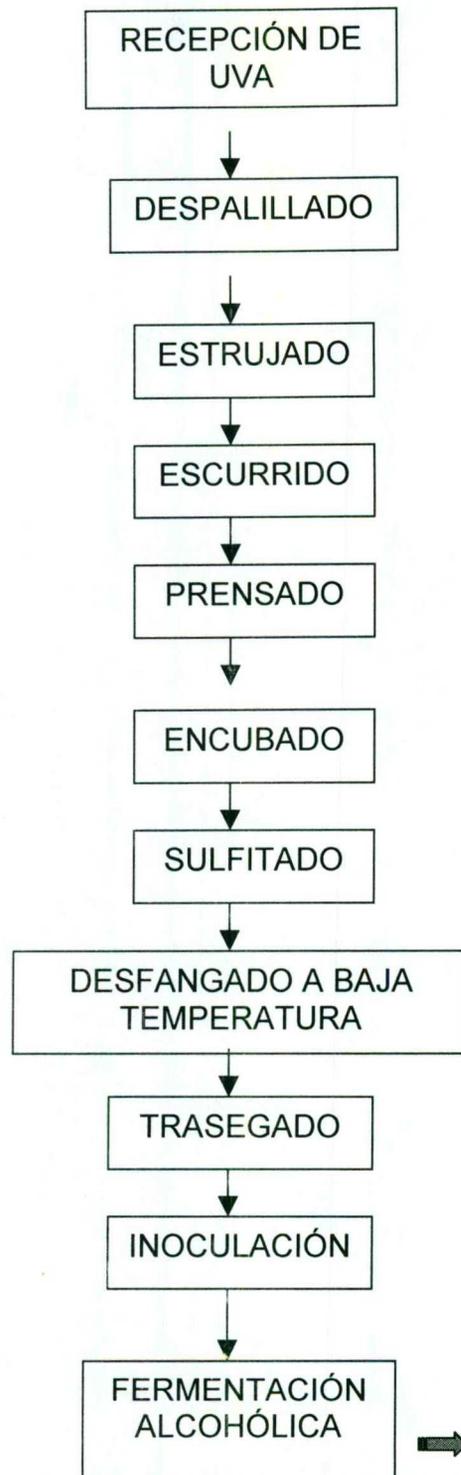
➡ Se monitorea la evolución de la fermentación midiendo los °Bx, densidad y temperatura.

FIG. I.1 ESQUEMA GENERAL DE VINIFICACIÓN EN TINTO

METODOLOGÍA

1. **Recepción de uva tinta:** identificar el estado de sanidad y selección.
2. **Despalillado:** separar el raquis del resto de la vendimia
3. **Estrujado:** estallar los granos de uva sin aplastar las semillas y el raspón, con el objeto de liberar el máximo de jugo.
4. **Escurrido:** Dejar reposar los granos de uva.
5. **Encubado:** Introducir el mosto en los vitroleros para su fermentación.
6. **Sulfitado:** Agregar de 3 a 8 g/HL de anhídrido sulfuroso, la cantidad depende del estado físico de la vendimia, grado de madurez, temperatura del mosto, sistema de vinificación, riqueza de azúcares y acidez de las uvas. A mayor temperatura y concentración de azúcares y menor acidez, mayor deberá ser la dosis de SO₂ a aplicar.
7. **Inoculación:** Se utilizan cepas específicas de *Saccharomyces cerevisiae* (15 g/HL) con características deseables en el vino. Se requiere hidratar la levadura y activarla en el propio jugo de uva obtenido del estrujado. Calentar y agitar la mezcla. Una vez que se observe burbujeo en el seno del jugo, se procederá a inocular el resto del mosto.
8. **Fermentación alcohólica:** los vinos tintos son fermentados cerca de 7 días a temperaturas entre 20°C y 30°C. Las altas temperaturas son necesarias para una mejor extracción del color.
9. **Bazuqueo:** Agitar con una pala de madera el mosto durante la fermentación, con el fin de homogeneizar el mismo.
10. **Prensado:** extraer el vino o el jugo que se impregna de la materia sólida de la vendimia ó del orujo. En este proceso se separa la parte sólida del líquido. En los vinos tintos, el prensado se efectúa sobre la vendimia que se deja fermentar.

MICROVINIFICACIÓN EN BLANCO



➡ Se monitorea la evolución de la fermentación midiendo los °Bx, densidad y temperatura.

FIGURA I.II ESQUEMA GENERAL DE VINIFICACIÓN EN BLANCO

1. **Recepción de uva blanca:** identificar el estado de sanidad, y selección.
2. **Despalillado:** separar el raquis del resto de la vendimia
3. **Estrujado:** estallar los granos de uva sin aplastar las semillas y el raspón, con el objeto de liberar el máximo de jugo.
4. **Escurrido:** Dejar reposar los granos de uva.
5. **Prensado:** extraer el vino o el jugo que se impregna de la materia sólida de la vendimia ó del orujo. En este proceso se separa la parte sólida del líquido.
6. **Encubado:** Introducir el mosto en recipientes adecuados para la fermentación. En vinos blancos se recomienda utilizar vitroleros de vidrio (20 litros de capacidad)
7. **Sulfitado:** Agregar de 3 a 8 g /HL de anhídrido sulfuroso, la cantidad depende del estado físico de la vendimia, grado de madurez, temperatura del mosto, sistema de vinificación, riqueza de azúcares y acidez de las uvas. A mayor temperatura y concentración de azúcares y menor acidez, mayor deberá ser la dosis de SO₂ a aplicar.
8. **Desfangado:** Es el proceso durante el cual se precipita la pulpa que quedó en el jugo después del prensado, así como otros sólidos.
9. **Trasiego:** Trasvasar el mosto para eliminar los sólidos, esto debe hacerse teniendo cuidado de no airar el mosto y contaminarlo con algún microorganismo no deseado.
10. **Inoculación:** Se utiliza *Saccaromyces cerevisiae* (15 g/HL) de cepas específicas para las características deseadas en el vino. Se requiere hidratar la levadura y activarla en el propio jugo de uva obtenido del estrujado. Calentar y agitar la mezcla. Una vez que se observe burbujeo en el seno del jugo, se procederá a inocular el resto del mosto.
11. **Fermentación alcohólica:** los vinos blancos son fermentados durante 7 a 14 días a temperaturas entre 18°C a 20 °C. Las bajas temperaturas favorecen la retención de compuestos volátiles.

RESULTADOS

Elaborar una tabla para cada vino que contenga el número de día, densidad, temperatura y °Bx, así como la cantidad de sulfito que se agregó

CUESTIONARIO

1. ¿Qué variedades de uva son las más apropiadas para elaborar un vino tinto y un vino blanco de buena calidad?
2. ¿Qué funciones realiza el anhídrido sulfuroso?
3. ¿Para qué se evalúan los grados Brix y la densidad?
4. ¿Qué ventajas presenta la inoculación del mosto con levaduras selectas?

BIBLIOGRAFÍA

Anaya, R. R. 1993. La Viticultura mexicana en los últimos 25 años. En: Memorias del 25º día del viticultor. SARH, INIFAP. Matamoros, Coah. México. Publicación especial No. 46. 123 – 136.

Carbonell, R. M. 1970. Vinificación. In: Tratado de viticultura. Editorial AEDOS. Barcelona. 72 – 93.

Carbonneau, A. 1998. Notes inédites d'Ecophysiologie de la Vigne. Ecole Nationale Supérieure Agronomique, Montpellier, France.

Díaz, C. M. I. 1984. Elaboración casera de vinos de mesa blancos y tintos. SARH, Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. Rosales, Zacatecas. México. Publicación especial No. 3.

Dorantes, Escamilla, Hurtado. 1997. Elaboración de vino tinto. Cuaderno de notas. Div. De Ciencias biológicas. Autónoma Metropolitana-Iztapalapa 118-130.

Flores, R: N. 2000. Evaluación de la Fermentación maloláctica inducida en vinos tintos del cv. Ruby Cabernet, obtenidos por dos métodos de vinificación y dos cepas de la levadura (*Saccharomyces cerevisiae*). Querétaro, México.

Oreglia, F. 1978. Enología teórico-práctica. Operaciones comunes a todas las vinificaciones. Ediciones Instituto Salesiano de Artes Gráficas. Buenos Aires. 357 – 390.

Peynaud, E. 1977. Enología Práctica. Conocimiento, y elaboración del vino. Editorial Dunod París.

Reyes, C. 1982. Microvinificación (técnicas para la evaluación de cultivares de vid). SARH, Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. Torreón, Coah. México. Publicación especial No. 2.

Thorngate, H. 1997. The physiology of human sensory response to wine: A review. In: Am. J. Viticulture. Vol. 48 No. 3. 271 – 279.

Vogt, E. 1986. El vino. Obtención, elaboración y análisis. Editorial Acribia, S. A. 247 – 285.

II. DETERMINACIÓN DE DENSIDAD EN MOSTO Y VINO

OBJETIVO

Determinar la densidad de un vino o mosto mediante picnometría.

INTRODUCCIÓN

La densidad del mosto o vino expresa la suma de todas las sustancias disueltas en el agua del mismo. Puede determinarse por medio del densímetro de Oechsle, o bien, para tener una mayor exactitud, se utiliza el picnómetro, que requiere de una balanza de precisión.

La densidad sirve para fijar la identidad de un vino, por lo que puede revestir importancia para el bodeguero y comerciante, ya que proporciona información más acertada de la calidad del vino. La densidad de los vinos completamente fermentados suele estar por debajo de 1,000 g/mL mientras que los vinos con elevado contenido de azúcar pueden exhibir densidades superiores a 1,000 g/mL (Vera y López, 1977).

La densidad del mosto o vino, puede determinarse de manera sencilla y con suficiente exactitud practicando cualquiera de los métodos siguientes: A través de un *pesamosto* de cristal (densímetro de Oechsle), por medio de un sácaro-refractómetro de mano, o de una balanza hidrostática o el picnómetro; este último método utiliza el menor volumen de muestra (Peynaud, 1977).

En la extracción de las muestras de mosto y vino para el análisis químico hay que proceder con todo cuidado. Cada muestra debe corresponder a las características promediadas del producto a analizar. Los contenidos de las cubas

de vino deben agitarse antes de extraer las muestras. Éstas se extraerán del centro de la cuba con una manguera limpia de goma (Vogt, 1986).

FUNDAMENTO

El método se basa en la relación de peso de la muestra con la del agua destilada, ya que la densidad del mosto o vino expresa la suma de todas las sustancias disueltas en el agua del mismo.

MATERIAL

- Picnómetro
- Termómetro
- Baño maría
- Balanza de precisión

REACTIVOS

- Agua destilada

METODOLOGÍA

1. Poner a peso constante el picnómetro.
2. Pesarse exactamente con cuatro decimales el picnómetro vacío.
3. Llenar el picnómetro hasta la marca con agua destilada a 20°C.
4. Medir exactamente la superficie del agua con la marca del picnómetro.

5. Pesar cuidadosamente el picnómetro con agua en una balanza de precisión. Se pesa por triplicado y, de estas lecturas, se obtiene la media.
6. Vaciar el picnómetro y enjuagarlo con la muestra.
7. Llenar el picnómetro con la muestra a 20°C y proceder de la misma forma que para obtener la media de peso del agua.

RESULTADOS

El cálculo de la relación ponderal d 20°C / 20°C se lleva a cabo con la siguiente fórmula:

$$D = (C - A)/(B - A)$$

Donde:

D = Densidad

A = peso del picnómetro vacío

B = peso del picnómetro lleno de agua hasta la marca

C = peso del picnómetro lleno con la muestra hasta la marca

CUESTIONARIO

1. ¿Por qué es importante determinar la densidad en los mostos y vinos?
2. Al dar seguimiento a la fermentación: ¿el valor de la densidad debe ir aumentando o disminuyendo? ¿Por qué?
3. ¿Es posible corregir un mosto ó vino a partir de un dato de densidad?

BIBLIOGRAFIA

Peynaud, E. 1977. Enología Práctica. Conocimiento, y elaboración del vino. Editorial Dunod París.

Vera, S. y López, M. J. 1977. Análisis de alimentos. Querétaro, México. 126 – 251.

Vogt, E. 1986. El vino. Obtención, elaboración y análisis. Ed. Acribia S. A. 247 – 285.

III. DETERMINACIÓN DEL GRADO ALCOHÓLICO VOLUMÉTRICO EN VINO

OBJETIVO

Determinar el grado alcohólico volumétrico en vino, mediante el método de destilación directa.

INTRODUCCIÓN

El alcohol, después del agua, es el componente que se encuentra en mayor cantidad en el vino, su concentración depende de la calidad y origen de la uva, del grado de madurez de la misma y de la fermentación.

Durante la fermentación alcohólica del mosto, se forma etanol y anhídrido carbónico, pero debido a fermentos de actividad fisiológica especial, o por presencia de azúcares, se forman también, en pequeñas cantidades variables, alcoholes superiores como el butílico, propílico y amílico.

La fermentación se interrumpe normalmente cuando todos los azúcares fermentables han sido transformados en alcohol y dióxido de carbono, o cuando la concentración del primero supera la tolerancia de las levaduras (Oreglia, 1978).

Los métodos de determinación de los alcoholes se dividen en (Vera y López, 1982):

- I. Físicos: Destilación, Ebulloscópicas, Capilarimétricas y Refractométricas.
- II. Químicos: Se basan en la oxidación del alcohol mediante bicromato de potasio en solución sulfúrica o nítrica.

2. ¿De qué depende el contenido final de alcohol en los vinos?
3. ¿Es posible corregir un mosto ó vino, con el fin de aumentar o disminuir el contenido de alcohol final?
4. ¿Es posible obtener un vino sin alcohol?

BIBLIOGRAFIA

Oreglia, F. 1978. Enología teórico-práctica. Operaciones comunes a todas las vinificaciones. Ediciones Instituto Salesiano de Artes Gráficas. Buenos Aires. 357 – 390.

Vera, S. y López, M. J. 1977. Análisis de alimentos. Querétaro, México. 126 – 251.

Vogt, E. 1986. El vino. Obtención, elaboración y análisis. Ed. Acribia S. A. 247 – 285.

IV. DETERMINACIÓN DE AZÚCARES TOTALES

OBJETIVO

Determinar los azúcares reductores totales en un vino o mosto por el método de Fehling.

INTRODUCCIÓN

Para el tratamiento de un vino es importante saber si contiene todavía azúcar sin fermentar. Los vinos con azúcar residual necesitan un tratamiento especial, debiendo pasar, en el embotellado, por un filtro descontaminador y distribuirse en botellas estériles. Los vinos jóvenes dan frecuentemente la impresión de contener pequeñas cantidades de azúcar después de concluida la fermentación. Sólo el análisis químico permite dictaminar si el azúcar fermentó o no por completo. En esta determinación, se incluyen las pentosas, que son azúcares no fermentables (Vera y López, 1977).

Los diferentes procedimientos para determinar el azúcar del vino se basan en la propiedad de la glucosa y la fructosa de reducir una solución alcalina de sulfato de cobre, generando óxido de cobre rojo a partir del sulfato de cobre. La solución alcalina de sulfato de cobre se conoce como "licor de Fehling". Ésta se encuentra constituida por cantidades iguales de una solución de sulfato de cobre y una solución alcalina de sal de Seignette. También es conocida la solución de LUF, que contiene ácido cítrico. El método de Clinitest no exige foco calórico, y es el procedimiento más sencillo existente en la actualidad (Peynaud, 1977)

En la extracción de las muestras de mosto y vino para el análisis químico hay que proceder con todo cuidado. Cada muestra debe corresponder a las

características promediadas del producto a analizar. Los contenidos de las cubas de vino deben agitarse antes de extraer las muestras. Éstas se extraerán del centro de la cuba con una manguera de goma (Vogt, 1986).

FUNDAMENTO

Las sustancias existentes en el vino que lleven en sus moléculas una función aldehídica o cetónica, son reductoras y, al dejar libre oxígeno en reducción, cambian al cobre bivalente en monovalente.



De este modo, una disolución de sal de cobre, tratada por un reductor, da un precipitado de óxido de cobre. Se emplea el reactivo de Fehling, que consta de dos líquidos que se mezclan en el momento del empleo; el líquido A, disolución de sulfato de cobre, y el líquido B, una mezcla de tartrato sódico potásico y sosa. Al hacerse la mezcla del líquido A y B de Fehling, se forma un compuesto complejo el cual, por la acción de los cuerpos reductores, se rompe formándose hidróxido cuproso que, por ebullición, precipita óxido cuproso de color rojo (Orozco, 1990).

MATERIAL

- Pipeta volumétrica 10 ml
- Bureta
- Soporte y pinzas para bureta
- Matraz Erlenmeyer 100 ml
- Gotero
- Plato caliente con agitador magnético
- Potenciómetro

- Balanza

REACTIVOS

- Licor de Fehling
- Solución de glucosa (5 g/L)
- Azul de metileno al 1%
- NaOH 1N
- Solución saturada de acetato de Plomo
- Carbón activado
- Agua destilada

METODOLOGÍA

PREPARACIÓN DE LA MUESTRA

1. Neutralizar 100 ml de muestra de vino agregando una solución de NaOH 1N.
2. Adicionar 5 ml de solución saturada de acetato de Plomo, agitando la muestra.
3. Agregar 1 g de Carbón activado y dejar reposar por 15 minutos.
4. Agitar cada 5 minutos.

DETERMINACIÓN DEL FACTOR DEL LICOR DE FEHLING

1. Titular el licor de Fehling con una solución de 5 g/L de glucosa, para determinar el factor del licor.
2. En un matraz erlenmeyer de 100 ml, agregar 10 ml de licor de Fehling y 15 ml de agua destilada.

3. Agitar la mezcla y calentar a ebullición en un plato caliente.
4. Titular con una solución de glucosa (5 g/L) y agitar con ayuda del agitador magnético.
5. Agregar 3 gotas de azul de metileno al 1%, para hacer virar la mezcla a un color verdoso y posteriormente seguir titulando con la solución de glucosa hasta que vire a un color rosa claro.

TRATAMIENTO DE LA MUESTRA

1. En un matraz erlenmeyer de 125 ml agregar 10 ml de licor de Fheling y 15 ml de agua destilada.
2. Agitar la mezcla y calentar a ebullición en un plato caliente.
3. Titular con la muestra de vino y agitar con ayuda del agitador magnético.
4. Agregar 3 gotas de azul de metileno al 1% al virar la mezcla a un color verdoso y posteriormente seguir titulando con la muestra hasta que vire a un color rosa claro.

RESULTADOS

FACTOR DEL LICOR DE FHELING

$$F_1 = (C_g * n) / (1000 * V_{F1})$$

Donde:

F_1 = Factor del licor de Fheling = gramos de azúcares reductores / ml de licor de Fheling

C_g = Concentración en g de la solución de glucosa

n = ml de solución de glucosa requeridos para titular el licor de Fheling

V_{F1} = Volumen del licor de Fheling utilizado

CONCENTRACIÓN DE AZUCARES REDUCTORES / LITRO

$$C_a = (V_f * F_1 * F_d) / n'$$

Donde:

C_a = Concentración de azúcares

V_f = Volumen usado de licor de Fheling

F_1 = Factor del licor

F_d = Factor de dilución de la muestra

n' = Volumen de muestra gastada

La concentración obtenida debe ser multiplicada por 1.0416 para estar expresada en azúcar invertida.

CUESTIONARIO

1. ¿Por qué es importante determinar la concentración de azúcar en mostos y vinos?
2. Mencione en qué se ve afectado un vino al tener un alto contenido de azúcar
3. ¿Cuáles son los límites de contenido de azúcar en los vinos tintos, blancos y rosados?

BIBLIOGRAFIA

Orozco, G. 1990. Libro de Prácticas de Química de los alimentos. Querétaro, México. 24 – 35.

Peynaud, E. 1977. Enología Práctica. Conocimiento, y elaboración del vino. Editorial Dunod París.

Ribéreau-Gayon, J. Peynaud, E., Sudraud, P.1980. *Traité d'Oenologie. Sciences et techniques du vin. Tome I. Analyses des mouts et du vin.* 505-509.

Vera, S. y López, M. J. 1977. *Análisis de alimentos.* Querétaro, México. 126 – 251.

Vogt, E. 1986. *El vino. Obtención, elaboración y análisis.* Ed. Acribia S. A. 247 – 285.

V. DETERMINACIÓN DE ACIDEZ TOTAL EN MOSTO Y VINO

OBJETIVO

Determinar la acidez total de un vino ó mosto mediante un análisis volumétrico.

INTRODUCCIÓN

La acidez de los vinos se debe a la presencia de una serie de ácidos orgánicos en su mayoría, provenientes del mosto; de éstos, sobresale el ácido tartárico (ácido de la uva), el ácido málico y en menor cantidad, el ácido cítrico. Como regla general, puede establecerse que los mostos más ricos en azúcares son más pobres en ácidos y viceversa, por consiguiente, los vinos más alcohólicos estarán menos ácidos y recíprocamente los menos alcohólicos más acidulados (Vera y López, 1977).

La acidez total titulable de los vinos, calculada en términos de ácido tartárico, oscila entre 4 a 12 g por litro, aunque este límite máximo se cumple muy raramente y solamente cuando el mosto ha sido corregido.

La acidez varía, salvo raras excepciones, entre 3 y 6 g/L de ácido sulfúrico, o sea entre 60 y 120 miliequivalentes por litro. Cuanto más madura está la uva, más baja es la acidez, y aumenta por fermentación bacteriana del azúcar o de la glicerina o por transformación del alcohol en ácido acético (Vogt, 1986).

La acidez total es la suma de todos los hidrógenos ionizados expresados por el pH, y los no ionizados, enmascarados en las moléculas sin disociar, pero que el ácido libera al añadirse un álcali, es decir, iones OH^- . La determinación de

la concentración de iones H^+ es una operación físico-química que no afecta el equilibrio del sistema y aprecia este equilibrio tal cual es.

En Enología, "acidez total" es un término que se utiliza con frecuencia para expresar la suma de acidez volátil y acidez fija. En los mostos, dentro de lo razonable, cuanto más elevada es su acidez, mejores condiciones se presentan para una fermentación normal y posterior evolución de los vinos (Peynaud, 1977).

La acidez total se divide en:

- a) *Acidez fija*: constituida por los ácidos existentes y que no son arrastrables por el vapor de agua, como: tartárico, málico, cítrico, láctico, succínico, sulfúrico, fosfórico.
- b) *Acidez volátil*: constituida por los ácidos arrastrables por el vapor de agua, tales como: acético, fórmico, propiónico y butírico (Oreglia, 1978).

En la extracción de las muestras de mosto y vino para el análisis químico, hay que proceder con todo cuidado. Cada muestra debe corresponder a las características promediadas del producto a analizar. Los contenidos de las cubas de vino deben agitarse antes de extraer las muestras. Éstas se extraerán del centro de la cuba con una manguera de goma (Vogt, 1986).

FUNDAMENTO

Los ácidos y las bases se neutralizan mutuamente, dando una sal y agua. El vino posee un conjunto de ácidos y sales ácidas que pueden neutralizarse con una base: por la cantidad de base valorada gastada, se obtendrá la acidez total del vino que se expresará en miliequivalentes, como si todo fuese ácido sulfúrico o ácido tartárico (Orozco, 1990).

MATERIAL

- Pipeta volumétrica 10 ml
- Matraz Erlenmeyer 125 ml
- Gotero
- Bureta
- Soporte con pinzas para bureta
- Bureta 50 ml

REACTIVOS

- NaOH 0.1 N valorada
- Azul de bromotimol

METODOLOGÍA

1. Agitar la muestra
2. Medir 10 ml de muestra con una pipeta volumétrica y depositarlos en un matraz Erlenmeyer de 125 ml
3. Añadir 3 gotas de indicador azul de bromotimol y agitar
4. Titular con NaOH 0.1N valorada hasta el vire del colorante.

RESULTADOS

$$\text{g de A. Tartárico} = \frac{\text{ml de NaOH gastados} * \text{Normalidad} * 0.075 * 1000}{\text{ml de muestra}}$$

CUESTIONARIO

1. ¿Por qué es importante determinar la acidez en los mostos?
2. Mencione en qué se ve afectado un vino al tener una acidez fuera de especificación
3. ¿Cómo puede corregirse la acidez de un vino?
4. En general, ¿qué tipos de vinos presentan mayor acidez?

BIBLIOGRAFIA

Oreglia, F. 1978. Enología teórico-práctica. Operaciones comunes a todas las vinificaciones. Ediciones Instituto Salesiano de Artes Gráficas. Buenos Aires. 357 – 390.

Orozco, G. 1990. Libro de Prácticas de Química de los Alimentos. Querétaro, México. 24 – 35.

Peynaud, E. 1977. Enología Práctica. Conocimiento, y elaboración del vino. Editorial Dunod París.

Ribéreau-Gayon, J. Peynaud, E., Sudraud, P.1980. Traité d'Oenologie. Sciences et techniques du vin. Tome I. Analyses des mouts et du vin. pp. 505-509.

Vera, S. y López, M. J. 1977. Análisis de Alimentos. Querétaro, México. 126 – 251.

Vogt, E. 1986. El vino. Obtención, elaboración y análisis. Ed. Acribia S. A. 247 – 285.

VI. DETERMINACIÓN DE ACIDEZ VOLÁTIL

OBJETIVO

Determinar la acidez volátil de un vino por destilación directa.

INTRODUCCIÓN

La acidez volátil es el conjunto de los ácidos grasos de la serie acética que se encuentran en el vino. Son excluidos de la acidez volátil, los ácidos láctico y succínico, así como también el SO₂ libre y combinado. Dicha acidez está formada casi exclusivamente por ácido acético y también por cantidades variables, aunque reducidas de ácido fórmico, propiónico y butírico (Vera y López, 1977).

La determinación de la acidez volátil es una de las más importantes, pues ella puede ser un indicio del estado de conservación del vino, así como de la gravedad de una determinada enfermedad o alteración.

Se considera que en los mostos provenientes de uvas de buena calidad, no existen ácidos volátiles; en cambio, en los provenientes de uvas averiadas por las piedras u otros accidentes, pueden haber porciones más o menos elevadas de ácidos volátiles, originados por hongos y bacterias acéticas.

El ácido acético se encuentra presente en todos los vinos en pequeñas cantidades, existiendo también en fermentaciones. Este ácido es un líquido claro de olor picante y cáustico. Puede producirse, aunque en pequeñas cantidades, en la fermentación normal por acción de las levaduras, variando según las condiciones de la fermentación, composición del mosto y levaduras (Oreglia, 1978).

El rango normal de acidez volátil en un vino es de 0.40 a 1.00 g/L expresado en ácido acético. Cuando los ácidos volátiles están presentes en pequeñas proporciones, son útiles porque ayudan al aroma y por la esterificación, al bouquet del vino.

Es importante considerar que la acidez volátil de un vino puede aumentar por causas patógenas: descomposición de la glicerina, a expensas de los azúcares (picadura láctica), del ácido tartárico, por oxidación biológica del alcohol por medio de bacterias del género *Acetobacter*, etc. (Vogt, 1986).

Los métodos para determinar la acidez volátil se clasifican en (Vera y López, 1977):

1. INDIRECTOS: En el cual se evapora el vino y se determina la acidez. Restando ésta de la total, se obtiene la acidez volátil. Es un método menos exacto.
2. DIRECTOS: En los cuales se obtienen los ácidos volátiles y puede realizarse por *destilación directa* que se basa en los diferentes puntos de ebullición de los ácidos volátiles y por *extracción* de los ácidos volátiles por efecto de una corriente de vapor.

FUNDAMENTO

Aislamiento de los ácidos por destilación; después, titulación con NaOH 0.1N en presencia de fenolftaleína. La acidez del SO₂ libre y combinado destilado no está comprendida en la acidez volátil y debe ser restada de la acidez del destilado así como la acidez del ácido sórbico presente.

MATERIAL

- Probeta
- Balón pirex de 25 ml con fondo redondo
- Gotero
- Bureta
- Soporte con pinzas para bureta
- Aparato de destilación
- Mechero Bunsen
- Balón aforado de 50 ml
- Vaso de precipitado 250 ml

REACTIVOS

- Agua destilada
- Fenolftaleína al 1%
- NaOH 0.1N
- HCl concentrado
- Almidón al 5%
- Cristal de Potasio
- Yodo 0.01N
- Solución saturada de bórax

METODOLOGÍA

1. Medir 20 ml de muestra e introducirlo en un matraz pirex de 25 ml con fondo redondo. Es indispensable eliminar el gas carbónico contenido en la muestra

2. Agregar 35 ml de agua destilada
3. Adaptar el matraz al refrigerante de un aparato de destilación y calentar el fondo del matraz con un mechero Bunsen
4. Recibir el destilado en el matraz aforado de 50 ml
5. Disminuir el calentamiento y detenerlo antes de alcanzar la línea de aforo.
6. Depositar el contenido del matraz en un vaso de precipitado y adicionar 3 gotas de fenolftaleína al 1%.
9. Titular con NaOH 0.1 N hasta que la muestra vire a rosa

CORRECCIÓN DEBIDA AL SO₂

El SO₂ se encuentra en el destilado sobre dos formas:

- SO₂ libre que es biácido (H₂SO₃)
- SO₂ combinado con el etanal: H-SO₃-CHOH-CH₃ que es monoácido

El SO₂ libre será determinado por yodo en medio ácido

El SO₂ combinado será determinado por yodo en medio alcalino débil (en presencia de bórax).

SO₂ libre

El contenido del recipiente neutralizado por la sosa, es adicionado de una gota de ácido clorhídrico concentrado; se agregan 5 ml de almidón al 5% y un cristal de potasio para sensibilizar el vire del almidón. Se titula con yodo 0.01N hasta la obtención de la coloración azul del yoduro de almidón.

Sean n' mL de yodo utilizados.

SO₂ combinado

Se agregan enseguida 20 ml de bórax en solución saturada; el líquido se vuelve rosa (color de la fenolftaleína en medio alcalino). Se hace reaparecer la coloración azul un poco violácea, por una nueva adición de yodo 0.01N

Sean n'' mL de yodo utilizados.

RESULTADOS

Se admite que se recibe en el destilado solamente 80% de la acidez volátil.

Acidez volátil expresada en meq/L = $100/80 * 5 (n - 0.1n' - 0.05n'')$

Acidez volátil expresada en g/L de $H_2SO_4 = 0.049 * 6.25 (n - 0.1n' - 0.05n'')$

CUESTIONARIO

1. ¿Por qué es importante determinar la acidez volátil en vinos?
2. ¿Los límites de acidez volátil son iguales para vinos tintos, blancos y rosados?
3. ¿Cómo puede prevenirse el aumento de la acidez volátil en un vino?
4. Si un vino tiene una acidez volátil mayor que los límites establecidos ¿es posible aplicar una acción correctiva? ¿Cuál?

BIBLIOGRAFIA

Oreglia, F. 1978. Enología teórico-práctica. Operaciones comunes a todas las vinificaciones. Ediciones Instituto Salesiano de Artes Gráficas. Buenos Aires. 357 – 390.

Ribéreau-Gayon, J. Peynaud, E., Sudraud, P.1980. Traité d'Oenologie. Sciences et techniques du vin. Tome I. Analyses des mouts et du vin. 505-509.

Vera, S. y López, M. J. 1977. Análisis de alimentos. Querétaro, México. 126 – 251.

Vogt, E. 1986. El vino. Obtención, elaboración y análisis. Ed. Acribia S. A. 247 – 285.

VII. DETERMINACIÓN DE ANHÍDRIDO SULFUROSO TOTAL, COMBINADO Y LIBRE

OBJETIVO

Determinar la concentración de anhídrido sulfuroso total, libre y combinado presente en el vino, por iodometría en medio ácido.

INTRODUCCIÓN

Se llama anhídrido sulfuroso libre a aquel en forma de SO_2 y al estado mineral H_2SO_3^- , HSO_3^- y SO_3^- . Se llama anhídrido sulfuroso combinado a la diferencia entre el anhídrido sulfuroso total y el anhídrido sulfuroso libre. Éste puede determinarse en los mostos, los vinos, las soluciones sulfurosas y los productos sólidos generadores de SO_2 .

El SO_2 es el único antiséptico utilizado en Enología por haberse comprobado que las dosis en él utilizadas son inocuas para la salud. Es de gran importancia en la elaboración y conservación de los vinos y mostos por su acción durante la fermentación, con gran labor selectiva sobre las levaduras y como conservador en ciertos tipos de vinos dulces (Vera y López, 1977).

En el vino, el ión HSO_3^- reacciona con el acetaldehído formando ácido acetaldehído sulfuroso y entonces se dice que está fijado o combinado. La parte no combinada se llama libre. Además del acetaldehído, los azúcares son responsables de la fijación del SO_2 , como también la materia colorante y taninos. Solamente el SO_2 libre tiene acción antiséptica.

Al agregar SO_2^- , rápidamente decrece en la forma libre, mientras aumenta en forma combinada. Al mismo tiempo, hay un equilibrio entre las diferentes formas, este equilibrio es influenciado por la temperatura y acidez del medio (Peynaud, 1977).

El SO_2 se clasifica en:

1. SO_2 libre, es el que está libre bajo las formas de SO_2 o de H_2SO_3 y sus sales neutras y ácidas.
2. SO_2 combinado, está combinado con el acetaldehído, azúcares, etc.
3. SO_2 total, la suma del SO_2 libre y combinado.

La utilización de anhídrido sulfuroso en Enología tiene las siguientes funciones (Oreglia, 1978):

Antiséptica. Asegura la pureza y la regularidad de la fermentación y preserva los vinos de las alteraciones enzimáticas y microbianas.

Clarificante. El agregado de anhídrido sulfuroso favorece la clarificación espontánea de los mostos, porque al retardar la fermentación, los cuerpos en suspensión se acumulan en la superficie, y las sustancias en dispersión coloidal coagulan.

Solubilizante. Parte del anhídrido sulfuroso se convierte en ácido sulfuroso, que es bastante disociado, que favorece la disolución de sustancias contenidas en las parte sólidas de la uva, aumentando la permeabilidad celular y facilitando la difusión de la materia colorante.

Acidificante. El SO_2 se convierte en ácido y al salificarse, se libera a otros ácidos menos disociados que el málico y tartárico.

Antioxidante. El anhídrido sulfuroso por su poder antioxidante, protege los compuestos fácilmente oxidables del mosto y vino, como son los polifenoles y los ácidos fenólicos.

La cantidad de SO_2 a utilizar depende del estado físico de la vendimia, del grado de madurez, de la temperatura del mosto, del sistema de vinificación, de la riqueza en azúcares, y sobre todo, de la acidez de las uvas; así, a mayor temperatura y concentración de azúcar, y menor acidez, mayor deberá ser la dosis de SO_2 a aplicar (Oreglia, 1978).

FUNDAMENTO

El anhídrido sulfuroso se encuentra en el vino, libre o combinado. De sus formas combinadas se disocia con facilidad por la acción de una base. La determinación de la cantidad de anhídrido sulfuroso, desde el momento en que es un cuerpo reductor, puede hacerse por métodos de oxidación-reducción, como la iodometría (Vera y López, 1977).

MATERIAL

- Matraz erlenmeyer 250 ml
- Gotero
- Pipeta 5 ml
- Soporte con pinzas para bureta
- Bureta 50 ml

REACTIVOS

- H_2SO_4 diluido 1:3
- Almidón al 2%
- Yodo N/50
- Solución normal de KOH

METODOLOGÍA

MEDICIÓN DE SO_2 LIBRE

1. Añadir 50 ml de vino y 5 ml de H_2SO_4 diluido 1:3 en un matraz erlenmeyer de 250 ml y agitar.
2. Agregar 3 ml de almidón al 2% y titular con yodo N/50 hasta una coloración azul.

MEDICIÓN DE SO_2 TOTAL

1. Añadir 25 ml de una solución normal de KOH y 50 ml de vino en un matraz erlenmeyer de 250 ml. Durante la introducción de este último la extremidad de la pipeta debe estar sumergida en la solución alcalina.
2. Agitar y dejar reposar 15 minutos.
3. Agregar 10 ml de H_2SO_4 1:3 y 3 ml de almidón al 2%
4. Titular con yodo N/50

RESULTADOS

MEDICIÓN DE SO_2 LIBRE

Sea N los mililitros de yodo N/50 utilizados

$$N * 12.8 = \text{SO}_2 \text{ libre mg/L}$$

MEDICIÓN DE SO₂ TOTAL

Sea N los mililitros de yodo N/50 utilizados

$$N * 12.8 = \text{SO}_2 \text{ libre mg/L}$$

MEDICIÓN DE SO₂ COMBINADO

Se obtiene restando el total del libre.

CUESTIONARIO

1. ¿Por qué es importante determinar el SO₂ libre, combinado y total en los mostos?
2. ¿Cuáles son los límites de SO₂ permitidos en los vinos?
3. ¿Es posible corregir un vino o materia prima al agregar SO₂? ¿Cómo?

BIBLIOGRAFIA

Navarre, C. 1988. Opérations comunes á toutes vinifications (Chapitre 3) In: L'Oenologie. 114 – 162.

Peynaud, E. 1977. Enología Práctica. Conocimiento, y elaboración del vino. Editorial Dunod París.

Oreglia, F. 1978. Enología teórico-práctica. Operaciones comunes a todas las vinificaciones. Ediciones Instituto Salesiano de Artes Gráficas. Buenos Aires. 357 – 390.

Ribéreau-Gayon, J. Peynaud, E., Sudraud, P. 1980. Traité d'Oenologie. Sciences et techniques du vin. Tome I. Analyses des mouts et du vin. 505-509.

Vera, S. y López M. J. 1977. Análisis de alimentos. Querétaro, México. 126 – 251.

VIII. CARACTERÍSTICAS CROMÁTICAS EN EL VINO

OBJETIVO

Determinar las características cromáticas presentes en el vino por medio de espectrofotometría.

INTRODUCCIÓN

El color de un vino es provocado por los pigmentos que él contiene, es decir, esencialmente los antocianos rojos y los taninos amarillo-cafés. Pero no hay una proporcionalidad directa entre la concentración en pigmentos y el color; otros factores físicoquímicos intervienen, tales como el pH, el potencial de oxidoreducción y la concentración en ácido sulfuroso libre. Por consecuencia, toda medida debe ser interpretada en función de las condiciones en las cuales ella ha sido obtenida; por ejemplo, los valores de la intensidad colorante y del tinte varían de forma sensible en el curso de las horas que siguen la apertura de una botella de vino viejo y el vaciado parcial.

Siempre se ha buscado definir por un valor objetivo, el color de los vinos, particularmente de los vinos tintos. La generalización del empleo de los métodos espectrofotométricos, ligada al desarrollo de los aparatos actualmente disponibles en todos los laboratorios de control, ha conducido al abandono definitivo de los viejos métodos basados sobre la comparación visual con los colores estándares.

Desde el punto de vista físico, el color resulta de la absorción selectiva de ciertas radiaciones elementarias que constituyen el espectro solar. La caracterización del color se centra en traducir por valores simples la curva de absorción del vino.

Por lo que respecta a los vinos blancos, cuyo color dominante está comprendido entre el amarillo dorado y el amarillo verde, podrá preverse un máximo de absorción entre 400 y 480 nm. En realidad, la absorción es continuamente creciente cuando la longitud de onda disminuye; la absorción en el visible, responsable del color se agrega a la absorción importante en el ultravioleta (máximo a 270-280 nm) y se observa la resultante de las dos que no presenta un máximo de absorción en el visible (Ribéreau, 1980).

El método espectrofotométrico es un método rápido y sencillo aplicable a los vinos tintos y rosados, según el cual, las características cromáticas son expresadas convencionalmente como sigue:

- La intensidad del color se mide por la suma de las absorbancias del vino bajo un centímetro de espesor, por las radiaciones de 420 y 520 nm, longitudes de onda que corresponden al mínimo y al máximo de la curva de las absorbancias del vino tinto en función de la longitud de onda.
- El matiz se expresa por el ángulo que hace con el eje de las longitudes de onda, la cuerda que une los puntos de la curva espectrofotométrica correspondiente a las absorbancias para las radiaciones 420 y 520 nm: A_{420} y A_{520} . Se puede definir igualmente el matiz por la relación 420nm/520nm (Peynaud, 1977)

Sudraud (1958) ha discutido las curvas de absorción de los vinos tintos, principalmente en función del envejecimiento que es el factor esencial que arrastra una modificación del color. Los vinos tintos jóvenes presentan un máximo de absorción a 520 nm, responsable del color rojo franco, debido a los antocianos de la uva. Entre esta absorción y aquella que se sitúa en el ultravioleta a 280 nm, se observa un mínimo alrededor de 420 nm. Cuando el vino envejece, el máximo a

520 nm tiende a desaparecer, para reducirse a un débil mínimo en los vinos de más de diez años; ello corresponde a un aumento del color amarillo (absorción a 420 nm) en relación al color rojo (absorción a 520 nm), que explica la evolución de la coloración rojo franco a un tinte rojo anaranjado.

La consideración de estas curvas muestran bien que no es posible utilizar exclusivamente la absorción a 520 nm para caracterizar la intensidad del color del vino; se exageraría así el color de los vinos jóvenes en relación a aquella de los vinos viejos. Por el contrario, la suma de las absorciones a 520 nm y 420 nm es una expresión satisfactoria de la intensidad del color. Para definir el matiz (tono) o tinte del color, Sudraud (1958) propone utilizar la relación de las absorciones a 420 nm y 520 nm (Ribéreau, 1980).

Este método no define el color, permite solamente medir, de una manera simple y rápida, dos características cromáticas convencionales, y se revela muy práctico para medir la evolución de la intensidad y el matiz de la coloración durante la vinificación y los diferentes tratamientos del vino.

FUNDAMENTO

El color resulta de la absorción selectiva de radiaciones que constituyen el espectro solar. La caracterización del color se centra en traducir, por valores simples, la curva de absorción del vino.

MATERIAL

- Centrífuga
- Espectrofotómetro
- Celdas

- Pizeta

REACTIVOS

- Agua destilada

METODOLOGÍA

1. Si el vino no está limpio, será clarificado por centrifugación; si el vino es espumoso o petillante, el gas es eliminado por agitación en vacío.
2. Se precalienta el espectrofotómetro por espacio de 10 – 15 minutos.
3. Se ajusta la longitud de onda a la cual se va a medir la muestra. En el caso del vino tinto se mide directamente a dos longitudes de onda: 420 nm y 520 nm. Y para los vinos blancos, se mide a 420 nm y 280 nm.
4. Se oprime el botón de mode y posteriormente el botón de Absorbancia.
5. Se utiliza agua destilada como líquido de referencia. Se mide y se ajusta a cero.
6. Se miden las muestras, enjuagando la celda con agua destilada y con la misma muestra. Secar la celda con papel suave.

RESULTADOS

VINO TINTO:

$$\text{Intensidad} = I = A_{420} + A_{520}$$

$$\text{Matiz (tono)} = M = A_{420} / A_{520}$$

VINO BLANCO:

$$\text{Intensidad: } I = A_{420} + A_{280}$$

CUESTIONARIO

1. ¿Qué importancia tiene el color en el vino?
2. ¿De qué depende que un vino tenga más o menos intensidad en el color?
3. Mencione que otros métodos se pueden utilizar para determinar color en el vino.

BIBLIOGRAFÍA

Ribéreau-Gayon, J. Peynaud, E., Sudraud, P. 1980. *Traité d'Oenologie. Sciences et techniques du vin. Tome I. Analyses des mouts et du vin.* 505-509.

Peynaud, E. 1977. *Enología Práctica. Conocimiento y elaboración del vino.* Editorial Dunod París.

IX. CLARIFICACIÓN

OBJETIVO

Realizar la clarificación del vino tinto por medio de trasiegos (clarificación natural) y albúmina de huevo (clarificación provocada), determinando previamente la concentración de ésta.

INTRODUCCIÓN

La vinificación comprende tres pasos principales: la molienda, la fermentación y la conservación. Cuando el mosto termina de fermentar, hasta que el vino es embotellado o consumido, se denomina "conservación", y comprende la maduración y el añejamiento. Durante la maduración se lleva a cabo la clarificación y, ocasionalmente, la fermentación maloláctica. Además, en el vino se desarrollan algunas reacciones entre las sustancias que éste contiene, que llevan a un refinamiento global del aroma y sabor. El añejamiento que se realiza en el caso de los vinos finos, consiste en dejar el vino en reposo durante períodos bastante largos (Vogt, 1986).

La clarificación en los vinos consiste en la transformación de un vino que presenta un aspecto turbio (debido a la presencia de coloides proteicos o de otro tipo), a un vino con transparencia y brillo. Se realiza en forma manual y provocada.

La clarificación natural se lleva a cabo en forma espontánea con ayuda de los trasiegos. Después de sedimentar las levaduras y otras partículas enturbadoras, el vino se trasvasa (o se trasiega) para separarse de dichas impurezas. El momento del trasiego se rige por las características del vino, por el

proceso de fermentación, contenido de ácidos y grado de clarificación (Carbonell, 1970).

La clarificación provocada puede llevarse a cabo conservando el vino en frío o bien añadiendo al vino turbio una sustancia capaz de coagulación y floculación. El empleo de colas proteicas consiste en añadir al vino una sustancia clarificante capaz de coagularse en él y de producir grumos. La formación de los grumos y su sedimentación arrastran las partículas del enturbiamiento y clarifican el vino. Las sustancias orgánicas o inorgánicas más utilizadas son: gelatina, caseína, bentonita y albúmina de huevo (Peynaud, 1977).

Otro método de clarificación es la filtración. Debe disponerse de un buen método que no altere al vino y que no perjudique ni el *bouquet* ni la frescura o el "cuerpo". Los filtros deben contar con un cierto rendimiento por hora, cómodos de manejar y constituidos por un material que no sea atacable por los ácidos del vino. Como materiales filtrantes se utilizan la celulosa y tierra de infusorios. En el modo de actuación de un filtro se distingue entre la acción de criba de los poros filtrantes y la acción absorbente del material empleado (Navarre, 1988).

El enturbiamiento proteico se cuenta entre los contratiempos más indeseables en la moderna industria enológica. Debido al escaso contenido de taninos y a los plazos de maduración habitualmente cortos en la actualidad, casi todos los vinos y reservas dulces contienen hoy más proteínas que antaño, que resultan desnaturalizadas en el "*coupage*", por desviaciones del pH o a causa del calor que actúa sobre el vino cuando se embotella en caliente; como consecuencia final, la proteína se precipita. Afortunadamente el empleo de colas proteicas permite sustraer la totalidad de la proteína y con ello eliminar con absoluta seguridad cualquier peligro de precipitación (Oreglia, 1978).

FUNDAMENTO

Al agregar una cola proteica al vino, ésta es capaz de hacer flocular a los coloides presentes en él y producir grumos. La formación de los grumos y su sedimentación arrastran las partículas de enturbiamiento y clarifican el vino.

MATERIAL

- Tubos de ensaye
- Pipetas
- Balanza de precisión
- Probeta
- Manguera de plástico
- Recipiente para recibir el vino

REACTIVOS

- Vino que desea clarificarse
- Albúmina de huevo

METODOLOGÍA

DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE ALBÚMINA DE HUEVO

1. Depositar 10 ml de la muestra de vino en cada uno de 5 tubos de ensaye.
2. Medir el volumen de 2 claras de huevo, que es lo que se recomienda para clarificar 1 hL de vino y determinar el porcentaje de albúmina que representaría el volumen de las claras de huevo con respecto a 1 hL de vino.

3. Del porcentaje anterior obtenido, generar 5 concentraciones, sin que la última exceda en más de 100 % a la calculada originalmente.
4. Adicionar la albúmina a cada tubo de ensaye, de acuerdo a las porcentajes obtenidos y dejar reposar dos días en refrigeración.
5. Determinar la concentración ideal para clarificar, al observar cuál de los tubos de ensaye contiene el vino con mayor transparencia y brillo.
6. Realizar los cálculos para clarificar el volumen total de vino.
7. Medir la albúmina de huevo y adicionarla en los vitroleros. Dejar reposar en refrigeración.

TRASIEGO DEL VINO

1. Separar el vino claro por sifón utilizando una manguera de plástico, llenando los recipientes que lo reciben, los cuales deben ser de la misma capacidad que los que se utilizaron desde el inicio. Se debe cuidar de no succionar los sedimentos y de no airear el vino para evitar oxidaciones o contaminaciones.
2. Posteriormente, agregar una pequeña cantidad de metabisulfito de sodio o de potasio (décimas de gramo), como agente protector.

RESULTADOS

Elaborar una Tabla que contenga muestra de vino, concentración y observaciones a los dos días de refrigeración, con el fin de escoger con claridad la concentración ideal para realizar la clarificación.

Registrar las observaciones del vino antes y después del trasiego.

CUESTIONARIO

1. ¿Cómo actúa la bentonita al clarificar un vino? ^{269 (Larrea)}
2. En la Industria, ¿cual es el método más común que se emplea para clarificar el vino?
3. ¿Cuál es el fin de la clarificación en los vinos?
4. Además del empleo de colas proteicas, ¿Qué otros métodos existen para clarificar un vino?

BIBLIOGRAFIA

Carbonell, R. M. 1970. Vinificación. In: Tratado de viticultura. Editorial AEDOS. Barcelona. 72 – 93.

Navarre, C. 1988. L'Oenologie. 4^a Édition Entièrement revue. Editorial TEC DOC.

Oreglia, F. 1978. Enología teórico-práctica. Operaciones comunes a todas las vinificaciones. Ediciones Instituto Salesiano de Artes Gráficas. Buenos Aires. 357 – 390.

Peynaud, E. 1977. Enología Práctica. Conocimiento, y elaboración del vino. Editorial Dunod París.

Vogt, E. 1986. El vino. Obtención, elaboración y análisis. Editorial Acribia, S. A. 247 – 285.

X. FERMENTACIÓN MALOLACTICA

OBJETIVO

Determinar la acidez total inicial del vino e inducir la fermentación maloláctica.

INTRODUCCIÓN

La fermentación maloláctica (FM) es la conversión bacteriana del ácido L-málico a L-láctico y dióxido de carbono que ocurre en vinos nuevos como resultado del crecimiento de cepas de bacterias ácido lácticas; esto ocurre en forma esporádica en vinos de todas las regiones vitivinícolas del mundo. El principal efecto de la fermentación es una disminución en acidez del vino como resultado de reacciones de descarboxilación. Desde el momento en que la fermentación se ha utilizado como medio de desacidificación biológica, ha sido deseable, sobre todo en regiones que producen uvas con alta acidez (Peynaud, 1977).

Muchos enólogos sugieren que la fermentación maloláctica provee una mayor complejidad en los vinos tintos, en los cuales es impredecible. Ésta toma lugar cuando una suficiente población de bacterias lácticas desarrolla en el vino. La fermentación se lleva a cabo ya sea, inmediatamente después de la fermentación alcohólica ó, en ocasiones, años más tarde, posiblemente cuando el vino está embotellado. En este último caso, el vino se deteriora, ya que el crecimiento de las bacterias produce una turbidez y una inapropiada efervescencia (Beelman y Gallander, 1979).

Las levaduras y las bacterias lácticas están involucradas en la elaboración de vinos. Las levaduras se desarrollan mejor en el mosto, en el cual hay altas

concentraciones de azúcar (>210 g/L) y tienen un bajo pH 3.0 – 3.3. Sin embargo, cuando todos los azúcares son fermentados a etanol, las levaduras declinan y las bacterias lácticas desarrollan. Durante su desarrollo, las bacterias lácticas fermentan los azúcares residuales, hexosas y pentosas, transformando numerosos componentes del vino, esto influye en la composición y calidad del vino (Oreglia, 1978).

Cuatro géneros están involucrados en la fermentación del vino: *Leuconostoc*, *Lactobacillus*, *Pediococcus* y *Oenococcus*. La fermentación maloláctica comienza cuando la población alcanza 10^6 ufc/mL, los factores que determinan el desarrollo de las bacterias son: pH, temperatura, concentración de etanol y concentración de SO_2 (Winkler, 1980).

Los cambios que se presentan en el vino durante la fermentación maloláctica son los siguientes:

- La acidez total es disminuída.
- Algunos aromas se incrementan y otros desaparecen o cambian.
- Después de la fermentación maloláctica, el color rojo y la astringencia del vino tinto son distintos. Esto se explica porque los antocianos libres y los taninos decrecen debido a que hay una reacción entre ellos, lo que se relaciona con una mayor estabilidad del color del vino.
- La acidez volátil aumenta, si excede de 1 g/l el vino ya ha sufrido la llamada picadura acética, lo cual se puede solucionar al emplear cultivos iniciadores (Fleet, 1997).

FUNDAMENTO

La conversión del ácido L-málico a L-láctico y dióxido de carbono se produce al inocular bacterias lácticas del género *Leuconostoc*

MATERIAL

- Matraz erlenmeyer
- Termómetro
- Balanza
- Potenciómetro
- Probeta

REACTIVOS

- Cepa liofilizada de *Leuconostoc oenos*. La cepa empleada dependerá de las características del vino, así como las características finales deseadas en el vino.
- Agua mineral

METODOLOGÍA

1. Para dar inicio a la fermentación maloláctica, la fermentación alcohólica debe haber terminado (< 2 g/L de azúcares reductores).
2. Determinar la acidez total del vino, antes de iniciar la fermentación maloláctica, de acuerdo a la técnica incluida en este manual de prácticas.
3. Para 10 L de vino, rehidratar 1.5 gramos de bacterias (*Leuconostoc oenos*) en 100 mL de agua mineral (20 – 30°C) por espacio de 10 minutos. Realizar los cálculos necesarios para el volumen de vino obtenido.
4. Agregar las bacterias previamente hidratadas, homogeneizando perfectamente.
5. Al terminar la fermentación maloláctica, determinar la acidez total del vino, de acuerdo a la técnica incluida en este manual de prácticas.

CONDICIONES PARA INOCULAR

- **pH:** Deberá ser ≥ 3.2
- **SO₂:** Después de la fermentación maloláctica y de haber sulfitado el vino, el nivel de SO₂ total deberá ser < 30 mg/l durante la inoculación.
- **Alcohol:** Máximo 13.5%
- **Temperatura:** 18°C a 23°C.

RESULTADOS

Elaborar una tabla que contenga la acidez total y las características organolépticas del vino antes y después de la fermentación maloláctica.

CUESTIONARIO

1. ¿En qué consiste el proceso de la fermentación maloláctica?
2. ¿Puede utilizarse una misma cepa de bacterias para cualquier tipo de vino?
3. ¿La acidez del vino aumenta o disminuye después de la fermentación maloláctica? ¿Por qué?

BIBLIOGRAFIA

Bellman, R. B. and Gallander, J. F. 1979. Wine deacidification. Vol. 5 In: Advances in food research. Editor C. O. Chichester Editorial Board. New York. 1 – 44.

Fleet, H. G. 1997. Wine. In Food Microbiology Fundamentals and Frontiers. Edited by Dougle M. P., Beuchat L. R. y Montuville, T. J. 671 – 694.

Oreglia, F. 1978. Enología teórico-práctica. Operaciones comunes a todas las vinificaciones. Ediciones Instituto Salesiano de Artes Gráficas. Buenos Aires. 357 – 390.

Peynaud, E. 1977. Enología práctica. Conocimiento y Elaboración del vino. Ediciones Mundi-Prensa. 414

Winkler, A. J. 1980. Viticultura General. 6ª Edición. Compañía Editorial Continental, S. A. 792

X. DEGUSTACIÓN DE VINOS

OBJETIVO

Realizar la degustación de diversos vinos tintos, blancos y rosados. Determinar sus características sensoriales y calificarlos de acuerdo a éstas.

INTRODUCCIÓN

La degustación es el estado último de control de la calidad de los vinos. El consumo de una bebida impresiona siempre de una manera más ó menos agradable en el sentido del gusto y del olfato. La degustación consiste en probar un producto cuya calidad se quiere apreciar y tiene por objeto determinar, después de describir las diversas impresiones provocadas por el vino sobre los órganos de los sentidos (Galet, 1988).

El órgano visual es el que proporciona la primera información. Permite distinguir el color y el aspecto de un vino; si es transparente o turbio, su brillantez, intensidad y matiz, si tiene burbujas de gas carbónico, lagrimas, etc. El examen visual permite apreciar la limpieza del vino, el cual puede verse cristalino, brillante, opalescente, opaco, etc. También permite apreciar el color, que debe corresponder al criterio definido por los usos o gustos de los consumidores. Los vinos blancos secos serán pálidos o verdes, los vinos tintos serán violáceos, volviéndose rojo-marrones al envejecer (Peynaud, 1977).

El olfato es el encargado de descubrir los aromas propios de cada vino, tanto primarios como secundarios; aromas florales y afrutado en los vinos jóvenes, nobles perfumes de madera en el vino criado en roble, y el bouquet de los más envejecidos. Los órganos del sentido del olfato son estimulados por sustancias

volátiles que penetran en la nariz. Las impresiones olfativas son muy numerosas y apelan sobre todo a la memoria, el olor es siempre "de algo". Para favorecer la evaporación de sustancias volátiles, se recomienda calentar el vino entre las manos e imprimirle una ligera rotación a la copa. Este examen da información sobre el aroma o el bouquet del fruto proveniente de la uva que se atenúa con la edad, así como del bouquet secundario y terciario que se forman durante la fermentación y la maduración del vino (Navarre, 1998).

Finalmente, el vino llega a la boca para proporcionar la información final y definitiva. El gusto es percibido en las papilas gustativas situadas en diversas partes de la lengua. Estos órganos detectan cuatro gustos elementales: dulce, salado, ácido y amargo, siendo los dos primeros de manera fugaz y los dos últimos con un tiempo sostenido. Las sustancias con sabor dulce son elementos de la ligereza, del cuerpo y de la suavidad del vino. El sabor ácido es debido a los ácidos orgánicos que se encuentran en su seno, tales como el tartárico, láctico y acético. Las sustancias con sabor amargo pertenecen a la familia de las materias tánicas. La sensación amarga viene acompañada generalmente de astringencia (Navarre, 1998).

Para percibir estas impresiones, un pequeño volumen del vino se introduce en la boca, se le hace sufrir algunos movimientos de masticación, mientras que simultáneamente se aspira el aire que se hace mezclar con el vino. Al final se hace pasar todo en la parte posterior de la boca, donde ciertos gustos se aprecian en relación con las impresiones del olfato. El degustador debe evitar que los órganos del gusto y olfato sean bloqueados por cualquier causa (gripe, tabaco, especias, etc.) (Vogt, 1936).

FUNDAMENTO

Determinar las características sensoriales de los vinos mediante los sentidos de la vista, olfato y gusto, apoyándonos con fichas de degustación que permitan realizar la degustación objetivamente.

MATERIAL

- Copas transparentes
- Fichas de degustación

REACTIVOS

- Vino tinto elaborado en el curso y vino tinto comercial
- Vino blanco elaborado en el curso y vino blanco comercial
- Vino rosado comercial

METODOLOGÍA

1. Dados los hábitos alimenticios en México, se recomienda realizar la degustación al medio día o entre 5 y 6 de la tarde.
2. El lugar donde se lleve a cabo la degustación debe contar con una buena iluminación. También es recomendable evitar interrupciones y ruidos externos que afecten el análisis sensorial.
3. Al realizar la degustación, los vinos, ya sean tintos o blancos, deben encontrarse a temperatura ambiente (alrededor de 18°C).

4. Etiquetar los vinos con el fin de registrar todas las observaciones. Iniciar la degustación con los vinos blancos, seguir con los rosados, y finalmente, con los tintos.
5. Servir el vino a menos de la mitad de una copa transparente en forma de tulipán.
6. Iniciar la degustación en el siguiente orden: aspecto visual, olfativo y gustativo. Llenar inmediatamente las fichas de degustación al percibir las características del vino.
7. Repasar las tres etapas anteriores para evaluar la calidad del vino.
8. Elegir otro vino y seguir el mismo procedimiento que en el paso anterior.

FICHAS DE DEGUSTACIÓN

La escala de calificación es de 1 – 5, aplicándose solamente donde se degusta la intensidad de alguna característica.

Donde : 1 = extremadamente bajo; 2 = bajo; 3 = medio; 4 = alto; 5 = extremadamente alto.

Marcar con X sobre el número

TIPO DE VINO _____

No DE MUESTRA _____

ASPECTO VISUAL

CARACTERÍSTICAS	VINO:																			
Color																				
Intensidad	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Reflejos																				
Brillo	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Lágrimas																				
Partículas extrañas																				

ASPECTO OLFATIVO

CARACTERÍSTICAS	VINO:																			
Intensidad aromática																				
Tipos de aromas																				
¿Pasado por barrica?																				

ASPECTO GUSTATIVO

CARACTERÍSTICAS	VINO:																			
Aroma retronasal																				
Alcohol																				
Azúcar																				
Acidez																				
Astringencia																				
Amargura																				
Persistencia																				

FIGURA X.1 FICHA DE DEGUSTACIÓN

RESULTADOS

- Realizar una tabla que contenga el tipo de vino y las características reportadas en la etiqueta.
- Escribir comentarios acerca de la degustación de cada vino, así como de la comparación entre vinos del mismo tipo (tintos, blancos o rosados).
- Comparar las características reportadas en la etiqueta con los comentarios finales de cada vino.

CUESTIONARIO

1. ¿Qué pruebas estadísticas son las más comunes para realizar una degustación?
2. ¿Qué puede interferir para realizar una degustación objetiva?
3. ¿Qué puede favorecer realizar una degustación objetiva?

BIBLIOGRAFIA

Galet, P. 1988. Cépages et Vignobles de France. Tome 1. Les Vignes Américaines. 2ª Edition. Imprimerie Charles Déhan. Montpellier, France.

Navarre, C. 1988. L'Oenologie. 4ª Édition Entièrement revue. Editorial TEC DOC.

Peynaud, E. 1977. Enología Práctica. Conocimiento, y elaboración del vino. Editorial Dunod París.

Vogt, E. 1986. El vino. Obtención, elaboración y análisis. Editorial Acibia, S. A. 247 – 285.

ANEXOS

ANEXO III
TITULO ALCOHOLIMETRICO INTERNACIONAL A 20°C

φ	TITULO ALCOHOLIMETRICO VOLUMICO EN %																							
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11												
20°	998,20	1,51	996,70	1,46	995,24	1,43	993,81	1,39	992,42	1,36	991,06	1,33	989,73	1,29	988,44	1,27	987,17	1,24	985,93	1,22	984,71	1,19	983,52	1,16
21°	998,00	1,50	996,50	1,46	995,04	1,43	993,61	1,40	992,21	1,36	990,85	1,33	989,52	1,30	988,22	1,27	986,95	1,25	985,70	1,23	984,47	1,19	983,26	1,17
22°	997,79	1,50	996,29	1,46	994,83	1,43	993,40	1,40	992,00	1,37	990,63	1,33	989,30	1,31	987,99	1,28	986,71	1,25	985,46	1,23	984,23	1,21	983,42	1,18
23°	997,57	1,50	996,07	1,47	994,60	1,43	993,17	1,40	991,77	1,37	990,40	1,34	989,06	1,31	987,75	1,28	986,47	1,26	985,21	1,24	983,97	1,20	982,77	1,20
24°	997,33	1,49	995,84	1,47	994,37	1,43	992,94	1,41	991,53	1,37	990,16	1,34	988,82	1,32	987,50	1,29	986,21	1,26	984,95	1,25	983,70	1,22	982,43	1,20
25°	997,09	1,50	995,59	1,46	994,13	1,44	992,69	1,40	991,29	1,38	989,91	1,35	988,56	1,32	987,24	1,29	985,95	1,27	984,68	1,26	983,42	1,22	982,20	1,21
6°	999,80	1,51	998,29	1,46	996,83	1,41	995,42	1,36	994,06	1,32	992,74	1,27	991,47	1,22	990,25	1,18	989,07	1,14	987,93	1,10	986,83	1,06	985,22	1,03
7°	999,77	1,51	998,26	1,46	996,80	1,41	995,39	1,37	994,02	1,32	992,70	1,27	991,43	1,23	990,20	1,19	989,01	1,15	987,86	1,11	986,75	1,07	985,64	1,03
8°	999,72	1,50	998,22	1,46	996,76	1,42	995,34	1,37	993,97	1,32	992,65	1,27	991,38	1,24	990,14	1,19	988,95	1,16	987,79	1,12	986,67	1,08	985,59	1,05
9°	999,67	1,51	998,16	1,46	996,70	1,42	995,28	1,37	993,91	1,32	992,59	1,28	991,31	1,24	990,07	1,20	988,87	1,17	987,70	1,13	986,57	1,09	985,48	1,06
10°	999,60	1,51	998,09	1,46	996,63	1,42	995,21	1,37	993,84	1,33	992,51	1,28	991,23	1,25	989,98	1,20	988,78	1,17	987,60	1,14	986,46	1,10	985,36	1,06
11°	999,51	1,51	998,00	1,46	996,54	1,41	995,13	1,41	993,75	1,33	992,42	1,29	991,13	1,25	989,88	1,21	988,67	1,18	987,49	1,15	986,34	1,11	985,23	1,07
12°	999,41	1,50	997,91	1,46	996,45	1,42	995,03	1,38	993,65	1,34	992,31	1,29	991,02	1,25	989,77	1,22	988,55	1,19	987,36	1,15	986,21	1,12	985,09	1,09
13°	999,30	1,50	997,80	1,46	996,34	1,42	994,92	1,38	993,54	1,34	992,20	1,30	990,91	1,25	989,65	1,23	988,42	1,20	987,22	1,16	986,06	1,13	984,93	1,09
14°	999,18	1,50	997,63	1,46	996,22	1,43	994,79	1,38	993,41	1,34	992,07	1,30	990,77	1,26	989,51	1,23	988,28	1,21	987,07	1,17	985,90	1,13	984,63	1,11
15°	999,05	1,51	997,54	1,46	996,08	1,42	994,66	1,38	993,28	1,35	991,93	1,30	990,63	1,27	989,36	1,24	988,12	1,21	986,91	1,18	985,73	1,14	984,54	1,12
16°	998,90	1,50	997,40	1,46	995,94	1,43	994,51	1,38	993,13	1,35	991,78	1,31	990,47	1,27	989,20	1,25	987,95	1,21	986,74	1,19	985,55	1,15	984,42	1,13
17°	998,74	1,50	997,24	1,46	995,78	1,43	994,35	1,38	992,97	1,36	991,61	1,31	990,30	1,28	989,02	1,25	987,77	1,22	986,55	1,19	985,36	1,16	984,54	1,14
18°	998,57	1,50	997,07	1,46	995,61	1,42	994,19	1,39	992,80	1,36	991,44	1,32	990,12	1,28	988,84	1,26	987,58	1,23	986,35	1,20	985,15	1,17	983,94	1,14
19°	998,39	1,50	996,89	1,46	995,43	1,43	994,00	1,39	992,61	1,36	991,25	1,32	989,93	1,29	988,64	1,26	987,38	1,23	986,15	1,21	984,94	1,18	983,36	1,15
20°	998,20	1,51	996,70	1,46	995,24	1,43	993,81	1,39	992,42	1,36	991,06	1,33	989,73	1,29	988,44	1,27	987,17	1,24	985,93	1,22	984,71	1,19	983,52	1,16