

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN

FACULTAD DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL



**“EVALUACION DE LA TEMPERATURA Y LA
CONCENTRACIÓN DE AZUCAR DURANTE LA
ELABORACIÓN DE VINO UTILIZANDO LEVADURAS
SELECCIONADAS (*Saccharomyces cerevisiae* r.f.
cerevisiae).**

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

**PRESENTADO POR EL BACHILLER :
PIERRE VIDAURRE ROJAS**

Tarapoto - Perú

2004

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

FACULTAD DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

**“EVALUACIÓN DE LA TEMPERATURA Y LA
CONCENTRACIÓN DE AZUCAR DURANTE LA
ELABORACIÓN DE VINO UTILIZANDO LEVADURAS
SELECCIONADAS (*Saccharomyces cerevisiae* r.f.
cerevisiae).**

TESIS

Para Optar el Título Profesional de

INGENIERO AGROINDUSTRIAL

Presentado por la Bachiller

PIERRE VIDAURRE ROJAS

SUSTENTADA Y APROBADA ANTE EL SIGUIENTE JURADO:



Ing. Msc. Epifanio E. Martínez Mena
PRESIDENTE



Ing. Msc. Euler Navarro Pinedo
SECRETARIO.



Ing. Enrique Terleira García
MIEMBRO



Ing. Nelson García Garay
PATROCINADOR

Tarapoto – Perú

2004

DEDICATORIA

Con infinito amor:

A mi Reina Adita Corazón que siempre me transmite su cariño, su dulzura y su ternura. El apoyo que me brinda es ilimitado, paciente, comprensivo y específicamente repleto de amor.

A mis dos Princesas; Tatiana y Erika, que con sus innumerables acciones, palabras, afectos y sonrisas me han transmitido energías para seguir adelante.

Estas tres personas maravillosas no están dibujadas de una manera imaginaria, sino son las características peculiar y real que las identifican. Ellas son el espíritu de mi vida.

A una persona de pensamientos disidentes, transparentes y dueño absoluto de una mente brillante e inteligente. A cada instante irradiaba la sonrisa de un niño e incansable soñador de grandezas. Biométricamente pequeño pero en el fondo todo un gigante, siempre sencillo y humilde, colaborador sin límite alguno de la educación de nuestra región, amante infatigablemente de la Amazonía, deportista de alma y corazón, poseedor de un gran bagaje cultural que día a día transmitía a sus amigos. Esto y mucho más son las características de este hijo de nuestra tierra que en múltiples formas ha dejado sus huellas imborrables en la historia de nuestra región.

Este personaje es mi Padre, que a cada instante está presente en el interior de mi corazón y la sensibilidad de mi alma e iluminándome incansablemente.

AGRADECIMIENTO

Ingeniero Nelson García Garay por el asesoramiento constante que me ha brindado en al elaboración del presente trabajo de investigación.

Al ingeniero Pablo Tello García y a los universitarios Hugo Ushiñahua Torres, Jhon Sánchez Panduro y Omar Rojas García por el apoyo incondicional que me han brindado en las diferentes fases de la ejecución del presente trabajo de investigación.

A los docentes Coronado, Obregón, Mendieta, Valles, Mendopita, Pezo, Ballena por la asesoría brindada en al ejecución del presente trabajo.

A la señora Dolly Flores Dávila y al técnico Guido Saavedra Vela por las facilidades de brindadas en los laboratorios durante la ejecución del presente trabajo de investigación.

Al señor Porfirio Guerrero Soto por la atención esmerada en brindarme información de la biblioteca especializada de Agroindustria para la redacción del presente trabajo investigación.

Al personal de servicio de vigilancia por el trato y el servicio brindado durante ejecución de los análisis del presente trabajo de investigación

A mis amigos Geicen, Davis, Javier, Juan José, Roiser, Winqui, Lincol , Lidonil, Joel, Jancinto, Heisen, Fran, Darwin, Luis Alberto, Robert, Edson, Ciro, Lucho, Arturo, Cesar, Juan Carlos, Ivan, Jimi, Elieazar, Marcos, Gabriel, Bernales, Carola, Seidy Janice, Yzia, Marta, Jessica, Ángela, Mariela, Helena, Liley, Teresa, Nelsi, Jelli y Julli por la colaboración que me brindaron para la culminación del presente trabajo de investigación

Finalmente un agradecimiento a todas la personas que colaboran en diferente forma durante la ejecución del presente trabajo.

INDICE

	Pag.
RESUMEN	14
SUMMARY.....	16
I. INTRODUCCIÓN	17
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	18
2.1. HISTORIA DE LA VID Y EL VINO	18
2.2. SITUACION ACTUAL DE LA VITIVINICULTURA EN EL MUNDO	20
2.2.1 Producción.....	20
2.2.2 Consumo	21
2.2.3 Comercio.....	22
2.3 LA VID	23
2.4 TAXONOMIA DE LA VID	23
2.5 LA UVA	25
2.5.1 Componentes de la Uva	26
2.5.1.1 Los Granos.....	26
2.5.1.2 El escobajo.....	26
2.5.1.3 Los hollejos.....	26
2.5.1.4 Las pepitas.....	27
2.5.1.5 Componentes del mosto de Uva.....	27
2.6. MADURACION DE LA UVA	28
2.6.1 Transformaciones de la uva durante la maduración.....	28
2.6.2 Sobremaduración	33
2.7 LEVADURAS.....	33
2.7.1 Composición de la levadura	35
2.7.2 Clasificación de las levaduras.....	36
2.7.3 Características generales de las levaduras.....	37
2.7.4 Levaduras de vinificación	39
2.7.5 Reproducción de las levaduras.....	39
2.7.6 Características del sustrato de las levaduras.....	40
2.7.7 Utilización de levaduras seleccionadas.....	42
2.7.8 Pie de cuba	43

2.79	Levaduras secas activas.....	44
2.8	LA VENDIMIA.....	46
2.8.1	La vendimia el al región San Martín.....	47
2.9	DEFINICION DEL VINO.....	48
2.91	Requisitos del vino según INDECOPI.....	50
2.91.1	Caracteres organolépticos.....	50
2.91.2	Requisitos físicos-químicos	50.
2.91.3	Limites admitidos para mostos y vinos por la organización internacional vitivinicola.....	50
2.92	Clasificación de las vinos	51
2.10	VINIFICACION	54
2.10.1	Condiciones necesarias para la fermentación	54
2.10.2	Recepción de la uva	59
2.10.3	Despalillado de las uvas	60
2.10.4	El estrujado de las uvas.....	60
2.10.5	Chaptalización	61
2.10.6	La maceración	62
2.10.7	Fermentación alcoholica.....	63
2.10.8	Fermentación maloláctica.....	64
2.11	DESARROLLO DE LA LEVADURA	65
2.12	BIOQUIMICA DE LA FERMENTACION.....	66
2.12.1	Fermentación alcoholica	66
2.12.2	Fermentación Gliceropirúvica.....	67
2.12.3	Otras fermentaciones producidos por las levaduras	68
2.13	SUPERFICIES DE RESPUESTA.....	71
2.14	ANALISIS SENSORIAL.....	74
III.	MATERIALES Y MÉTODOS	75
3.1.	LUGAR DE EJECUCIÓN	75
3.2.	MATERIA PRIMA	75
3.3.	EQUIPOS Y MATERIALES	75
3.4.	REACTIVOS E INSUMOS	76
3.5.	MATERIALES DE VIDRIO, OTROS	76
3.6.	MÉTODO EXPERIMENTAL	77

3.6.1.	Estudio de la materia prima	77
3.6.2.	Estudio de la levadura.....	77
3.6.3.	Estudio de la fermentación	78
3.7.	METODOLOGÍA	79
3.7.1.	Materia prima	79
3.7.2.	Clasificación y selección	79
3.7.3.	Pesado	79
3.7.4.	Estrujado	81
3.7.5.	Control y corrección	81
3.7.6.	Agregado de nutrientes	81
3.7.7.	Inoculación	81
3.7.8.	Fermentación rápida	81
3.7.9.	Descube	82
3.7.10.	Fermentación lenta	82
3.7.11.	Trasiego	82
3.7.12.	Envasado y almacenamiento	82
3.8.	MÉTODOS DE CONTROL	83
3.8.1.	Materia prima	83
3.8.2.	Durante el proceso.....	83
3.8.3.	Producto terminado.....	84
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIONES	86
4.1.	CARACTERÍSTICAS DE LA MATERIA PRIMA	86
4.2.	COMPORTAMIENTO DE LEVADURAS	86
4.3.	FERMENTACION	91
4.3.1	Análisis de superficies de respuestas para la selección de tratamientos a evaluar	94
4.4.	PRUEBAS DEFINITIVAS	100
4.1.1	Superficies de respuestas para el análisis sensorial	103
4.5.	ESTUDIO DE ALMACENAMIENTO DEL VINO	109
4.5.1.	Análisis físico-químico	109
4.5.2.	Análisis microbiológico	113
4.5.3.	Determinación de color	114
4.5.4.	Análisis sensorial	115

V.	CONCLUSIONES.....	117
VI.	RECOMENDACIONES	118
VII.	BIBLIOGRAFÍA	119
VIII.	ANEXOS	122

INDICE DE FIGURAS

		Pag.
Fig 1	Representación gráfica de una superficie de respuesta	72
Fig 2	Representación grafica de las curvas de nivel de una superficie de respuestas.....	73
Fig 3	Representación esquemática de las impresiones que se perciben a través del análisis sensorial.....	74
Fig 4	Flujo experimental para obtención de vino a temperatura controlada.	80
Fig 5	Crecimiento de la levadura <i>Saccharomyces cerevisiae r.f. cerevisiae</i> en mostos de Borgoña negra a temperatura de 20°C.....	88
Fig 6	Crecimiento de la levadura <i>Saccharomyces cerevisiae r.f. cerevisiae</i> en mostos de Borgoña negra a temperatura de 25°C.....	89
Fig 7	Crecimiento de la levadura <i>Saccharomyces cerevisiae r.f. cerevisiae</i> en mostos de Borgoña negra ha u promedio de temperatura ambiente de 29.40°C.....	89
Fig 8	Influencia de la tempera y la concentración de azúcar sobre la producción de alcohol durante los tres primeros días de la fermentación rápida.....	94
Fig 9	Representación grafica de las curvas de nivel de la superficie de respuestas en los tres primeros días de la fermentación rápida.....	95
Fig10	Influencia de la tempera y la concentración de azúcar sobre la producción de alcohol durante los cuatro primeros días de la fermentación rápida.....	95
Fig11	Representación grafica de las curvas de nivel de la superficie de respuestas en los cuatro primeros días de la fermentación rápida.....	96
Fig12	Influencia de la tempera y la concentración de azúcar sobre la producción de alcohol durante los cinco primeros días de la fermentación rápida.....	97
Fig13	Representación grafica de las curvas de nivel de la superficie de respuestas en los cinco primeros días de la fermentación rápida.....	98
Fig14	Velocidad de formación de alcohol y degradación de azúcar durante la fermentación realizada a 20°C.....	99

Fig15	Velocidad de formación de alcohol y degradación de azúcar durante la fermentación realizada a 25°C.....	99
Fig16	Velocidad de formación de alcohol y degradación de azúcar durante la fermentación realizada a temperatura ambiente	100
Fig17	Superficie de respuesta para el atributo de color del vino seco.....	102
Fig18	Superficie de respuesta para el atributo de olor del vino seco.....	103
Fig19	Superficie de respuesta para el atributo de sabor del vino seco.....	104
Fig20	Superficie de respuesta para el atributo de apariencia general del vino seco.....	105
Fig21	Análisis descriptivo cuantitativo de los vinos evaluados.....	106
Fig22	Flujo para la elaboración de vino seco de uva variedad Borgoña negra a concentración de azúcar inicial de 23°Brix y a temperatura controlada a 25°C durante el proceso de fermentación.	108

INDICE DE CUADROS

	Pag
Cuadro 1. Producción histórica de uva variedad Borgoña negra en la Región San Martín 1992 – 2002.....	25
Cuadro 2. Levaduras utilizadas en la elaboración de vino.....	34
Cuadro 3. Composición de la levadura.....	35
Cuadro 4. Parámetros recomendables para las uvas destinadas a la elaboración de vinos.....	47
Cuadro 5. Composición físico-química del vino de uva Borgoña negra (<i>Vitis labrusca</i>) almacenada durante 90 días con azúcar invertido y azúcar granulado.....	49
Cuadro 6. Composición físico-química del vino de uva Borgoña negra (<i>Vitis labrusca</i>) con pie de cuba al 10% y biopectinasa al 0.02%, almacenado durante 90 días.....	49
Cuadro 7. Fermentación de un mosto de uva a diversas temperaturas.....	56
Cuadro 8. Fermentación de mostos de uva a diversas temperaturas.....	57
Cuadro 9. Fermentación de un mosto a diversas temperaturas.....	57
Cuadro 10. Características físicas y biométricas de la uva variedad borgoña negra.....	86
Cuadro 11. Características físico-químicas de la uva variedad borgoña negra en el experimento.....	87
Cuadro 12. Valores de velocidad de crecimiento específico y constante de afinidad al sustrato.....	90
Cuadro 13. Formación de alcohol y consumo de sólidos solubles durante el proceso de fermentación de los mostos de uva, tratados a temperaturas de 20°C, 25°C y Temperatura Ambiente, con concentraciones iniciales de azúcar de 20°Brix, 23°C y 26°Brix.....	93
Cuadro 14. Resumen de los promedios del análisis sensorial por atributo en función a la prueba no paramétrica de Friedman.....	100
Cuadro 15. Características físico-químicas del vino experimental (23°Brix a 25°C), durante el almacenamiento a temperatura ambiente.....	112
Cuadro 16. Análisis microbiológico del vino de uva borgoña negra durante el almacenamiento a temperatura ambiente.....	113

Cuadro 17. Valores del análisis sensorial prueba de diferencia método ranking u ordenamiento.....

INDICE DE ANEXOS

Anexo 01	Factores de control del experimento.....	119
Anexo 02	Representación grafica de las curvas de nivel de una superficie de respuestas.....	128
Anexo 03	Formato de evaluación sensorial : prueba afectiva método de escala hedonica de 5 puntos	130
Anexo 04	Valores de evaluación sensorial según la prueba de Friedman aplicados en vino de uva Borgoña Negra (<i>Vitis labrusca</i>), usando cepa pura de <i>Saccharomices cereviseae</i> r.f <i>cereviseae</i>	131
Anexo 05	Evaluación sensorial del vino de uva Borgoña negra (<i>Vitis labrusca</i>), con respecto al atributo color, aplicada según la prueba de Friedman.....	132
Anexo 06	Evaluación sensorial del vino de uva Borgoña Negra (<i>Vitis labrusca</i>) con respecto al atributo Olor aplicada según la prueba de Fridman.....	134
Anexo 07	Evaluación sensorial del vino de Uva Borgoña Negra (<i>Vitis labrusca</i>) con respecto al atributo sabor, aplicada según la prueba de Friedman.....	136
Anexo 08	Evaluación sensorial del vino de uva Borgoña Negra (<i>Vitis labrusca</i>) con respecto al atributo Apariencia General, aplicada según la prueba de Friedman.....	138
Anexo 09	Tablas de color Estándar y Nomenclatura.....	140
Anexo 10	Formato de evaluación sensorial : Prueba afectiva de diferencia Método, Ranking u ordenamiento.....	142

RESUMEN

El presente trabajo está orientado a la elaboración de vino seco utilizando levadura seca activa *Saccharomyces cerevisiae* r.f. *cerevisiae*, teniendo como medio de desarrollo el mosto de la Borgoña Negra (*Vitis labrusca*), que es la única variedad de uva que se cultiva en la región San Martín.

El experimento se llevó a cabo con mostos a nivel de concentración de azúcar de 20°Brix, 23°Brix y 26°Brix que se obtuvo mediante la corrección con azúcar granulada blanca. Durante el proceso de fermentación se evaluó el comportamiento de esta levadura en diferentes niveles de temperatura de 20°C, 25°C y temperatura ambiente, durante el periodo de 35 días.

Inicialmente se evaluó nueve tratamientos, que proceden de los mostos de diferentes porcentajes de sólidos solubles, en relación a las temperaturas mencionadas. Se selecciono los mejores tratamientos mediante la aplicación de la metodología de superficie de respuestas tomando como base de análisis la capacidad alcoholica de las levaduras; también se evaluó la curva de desarrollo de las levaduras, así como las características físico-químicas durante el proceso de fermentación.

Los mejores tratamientos seleccionados fueron sometidos a la prueba afectiva (método escala hedónica de 5 puntos); analizando los datos mediante la prueba no-paramétrica de Friedman, lo que determinó el mejor tratamiento en estudio (23°Brix a 25°C).

El vino experimental fue almacenado por un periodo de 90 días, evaluando las características físico-químicas y microbiológicas cada 30 días; notándose estabilidad o pequeñas variaciones en los análisis físico-químicos (densidad, pH, acidez total titulable, acidez fija, grado alcohólico, extracto seco total y azúcar reductor), y análisis microbiológico.

Finalmente se realizó un análisis sensorial mediante la Prueba de diferencia (método de ranking u ordenamiento), que consistió en la comparación del vino experimental con

dos vinos del mercado local. Mediante esta prueba se determinó que el vino experimental (23°Brix a 25°C) tiene mayor aceptabilidad por parte del consumidor.

SUMMARY

Our research principal aim is to produce red dry wine using dry active yeast *Saccharomyces cerevisiae* r.f. *cerevisiae*, cultivated in unfermented juice (must) of grapes called "Borgoña Negra" (*Vitis labrusca*), which is the only variety of grapes cultivated in the San Martin region, PERU, South America.

In our experiment research we used unfermented juice of the mentioned grapes to level of 20°Brix, 23°Brix and 26°Brix of sugar concentration which was obtained adding granulated white sugar. During the fermentation process we checked the "yeast" at different temperature levels of 20° C, 25°C and environment temperature, also, during 30 days.

At the beginning, we evaluated nine treatments, which belonged to "musts" of various soluble solid percentages, in relation with the temperatures we have already mentioned. We have chosen the best treatments by using "surface methodology answers", considering the alcoholic capacity of the "yeasts" as the fundament of our research . We evaluated not only the development of the "yeast", but physical and chemical characteristics during the fermentation process, as well.

The best selected treatments were submitted to a test (5 points "Hedonic Scale Method"); then, the registered data was analyzed according to "Friedman's Noparametric Test". We conclude that the best studied treatment was the one from 23°Brix to 25°Brix.

The "experimental" wine was stored during a 90 days period, in which its physical and chemical characteristics were evaluated every 30 days. We noticed stability and small variations in the physical-chemical analysis (density, pH, total acidity, fixed acidity, alcoholic grade, dry total extract, and reducer sugar) and microbiological analysis.

Finally, we did a sensorial analysis using the "Ranking Method", which consisted in making a comparison between our "experimental wine" and two wines available at the local market. Using this test it was determined that consumers of our town, Tarapoto, PERU, would prefer the "experimental wine" (23°Brix and 25°Brix) to the other two.

I. INTRODUCCION

En San Martín generalmente la elaboración de vinos se realiza en forma empírica lo que hace que no se pueda obtener un producto de buena calidad es decir que no cumplen con los requisitos mínimos de calidad establecidos por las normas técnicas peruanas de INDECOPI.

La materia prima que es la uva borgoña negra *Vitis labrusca* tiene un contenido de sólidos solubles entre 12 y 14 % por lo que es necesario agregar azúcar al mosto para obtener los grados alcohólicos necesarios en el producto.

Los trabajos de investigación realizados sobre elaboración de vinos por organismos no gubernamentales como Arco iris (CURMI), Tecnología Intermedia para Desarrollo en Grupos (ITDG), Centro de Estudios y promoción comunal del oriente (CEPCO), el instituto de la Amazonía Peruana (IIAP) y la Universidad Nacional de San Martín (UNSM) se fundamentan en la chaptalización que consiste en la corrección del mosto mediante la adición de azúcar blanca antes de la fermentación.

El presente estudio se justifica porque en la región estamos sujeto a variaciones constantes de temperaturas generalmente elevadas, lo que hace que las levaduras no puedan desarrollar su función de manera optima en la fermentación, además solo se dispone de una variedad de uva para elaborar vino y presenta bajo contenido en sólidos solubles.

Los objetivos planteados para este trabajo son :

- Determinar la influencia de temperatura, durante el proceso de fermentación y la concentración inicial de sólidos solubles del mostos corregido para la elaboración de vino seco, a partir de uva variedad Borgoña Negra (*Vitis labrusca*), utilizando levaduras secas activas específicas *Saccharomyces cerevisiae* r.f. *cerevisiae*.
- Evaluar la calidad físico-química, microbiológicas y organolépticas del producto obtenido.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 HISTORIA DE LA VID Y EL VINO

Aleixandre (2004), menciona que la historia de la vid y el vino está ligada a los comienzos de la Humanidad, aunque no puede determinarse la fecha exacta de su aparición en la Tierra. Parece seguro que la vitivinicultura se desarrolló inicialmente en las orillas del Nilo. La Biblia menciona el vino más de 200 veces, queriendo transmitir el símbolo de Noé, como su creador, y el hecho de ser elegido por Jesucristo como parte importantísima del ritual fundamental del culto cristiano, no hace sino reflejar la gran importancia que para los judíos de aquella época tuvo el vino

Testimonios en bajo relieve fechados 2.500 años antes de Jesucristo, y que se encuentran en el Museo Británico, muestran escenas relacionadas con el vino. En la antigua literatura china se expone el caso de un hombre que fue castigado en el año 2.285 antes de Jesucristo por mezclar el vino de uvas con vino de arroz.

Los griegos fueron en cierto modo los primeros innovadores en el arte de conservar el vino, al que añadían brea, resina y especias para prolongar el tiempo de conservación. El vino de resina todavía es muy popular en Grecia

Durante el imperio Romano, no solamente era normal que todo festejo y banquete hubiera vino como bebida fundamental asociada a la alegría, sino que el cultivo de la vid lejos de limitarse a las zonas mediterráneas, se extendió también a la cuenca del Danubio. En España ya existían varias y florecientes zonas productoras de vino. Podemos destacar entre las más citadas: Tarragona, Islas Baleares, Barcelona y la Bética en Andalucía. El vino fue una de las principales exportaciones de la Península Ibérica durante la dominación romana. En el siglo II después de Jesucristo se estima que alrededor de 20 millones de ánforas de vino español fueron embarcadas con destino a Roma, tal vez como tributo al Emperador

La invasión árabe supuso en España, una verdadera catástrofe para los viñedos, puesto que debido a la prohibición en el Corán del consumo del vino a sus creyentes, se abandonaron o arrasaron muchas vides en sus comienzos.

La labor de los monjes en la Reconquista contribuye decisivamente a la expansión del viñedo. Abadías y monasterios cultivaban la tierra, rodeando sus conventos de buenos viñedos y aplicando técnicas cada vez mejores para la obtención de excelentes vinos que poco a poco irían tomando fama. Durante este tiempo empiezan a desarrollarse viñedos tan prestigiosos como los del Priorato.

En la época del descubrimiento de América, Hernán Cortes ordena a cada español plantar 10 cepas de *Vitis vinífera* por cada indio que tuviera en su dominio. La cepa que se desarrolló en el Nuevo Mundo recibió el nombre de "criolla". Cada nuevo establecimiento o misión que se fundaba, daba lugar a un viñedo.

El Perú ha sido el primero en América en cultivar la vid y también el primero en producir vinos. De aquí salieron los viñedos que dieron origen a la industria vitivinícola de Argentina y Chile **(Rodríguez, 1982)**.

Según documentación del Instituto Nacional de Investigación y promoción Agropecuaria del Perú, la uva tinta fue introducida al Perú por el comisionado de don Francisco de Carabaotes, puede derivarse a la que en la actualidad se cultiva, conocida como Negra corriente utilizada para la producción de vino y pisco. El origen de otras variedades y viñedos de mayor difusión y que podrían considerarse como nativas o criollas por su antigüedad, corresponden también a importaciones de España: Quebrantas, Moscateles y Albilla, empleadas indistintamente para la elaboración de vino y de pisco. Se cultiva *Vitis vinífera* en todas las regiones, menos en la selva en que predomina la *Isabella*, denominada también *Borgoña Negra* **(Hidalgo, 1993)**.

En la selva, este cultivo se encuentra localizado en áreas de ceja de selva de Chachapoyas, Huayallamba, Condebamba y cumbaza; la producción se destina al consumo local como fruta de mesa, aunque en algunos lugares se elaboran vinos del tipo generoso. La variedad que más se cultiva es la *Borgoña Negra* o *Isabella* **(Rodríguez, 1982)**.

En San Martín, la uva se cultiva desde inicios de los 1950. Vásquez, citado por (CEPCO – ITDG), trajo las primeras parras a San Antonio de cumbaza. Anteriormente, los agricultores cultivaban caña de azúcar, café, cacao, cebolla china, curao, witina y

otros productos, todo con bajos rendimientos económicos. Al incrementarse la producción no había quien comprara, entonces los agricultores se interesaron por la elaboración de vino. Poco a poco fueron perfeccionando su técnica, utilizando sacarosa para fermento y sacar vino dulce porque la uva no tiene mucha azúcar. Este cultivo, trabajado a gran escala desde hace dos décadas produce con una técnica artesanal, dos cosechas al año y hasta tres en catorce meses. En mejores épocas algunos agricultores producían hasta 12 barriles de vino por cosecha, cada barril con capacidad de 200 botellas **(CEPCO-ITDG, 1994)**.

2.2 SITUACION ACTUAL DE LA VITIVINICULTURA EN EL MUNDO

2.2.1 Producción

España con 1.513.000 hectáreas es el primer país del mundo en cuanto a superficie de viñedo plantado, seguido de lejos por Italia, Francia y Rusia, pero en lo que respecta a la producción de vino, España ocupa el tercer lugar después de Italia y Francia **(Aleixandre, 2004)**.

Actualmente, hay 8,3 millones de Ha plantadas de viñedo en el mundo. Durante los últimos 15 años se ha producido un arranque progresivo de 1,9 millones de Ha, que representan un 19% de los 10,2 millones de Ha que existían en el año 1976. Italia y Rusia con 400.000 Ha arrancadas, Francia con 300.000, y Turquía y España con 200.000 Ha abarcan el 80% del total arrancado. En el caso opuesto tenemos a China con un aumento espectacular de su superficie de viñedo que pasa de 34.000 a 150.000 Ha durante este período **(Aleixandre, 2004)**.

El grupo de países grandes productores que apenas han experimentado variación en sus superficies de viñedos son Estados Unidos, Chile, Alemania y Portugal.

El rendimiento en hectolitros por hectárea de los principales países productores es el siguiente:

1. Alemania: 97,79%
2. Sudáfrica: 97,04%
3. Argentina: 69,37%
4. Australia: 65,72%
5. Italia: 60,45%
6. Estados Unidos: 51,66%
7. Francia: 45,66%
8. Portugal: 27,04%
9. Chile: 23,93%
10. España: 20,62%

Se observa que España es el país que menos rendimiento de vino tiene por hectárea, debido posiblemente a la prohibición, que siempre ha existido, del riego de la vid, y a la implantación del cultivo en zonas marginales con escasa pluviometría. Mientras que España produce unos 3.000 kg/ha de uva, por término medio, hay países como Alemania que producen 14.000 Kg/Ha. Por otra parte vemos que en países como Alemania y Sudáfrica los rendimientos se quintuplican respecto a España, e incluso en nuestros más próximos competidores, Francia e Italia, los rendimientos son más del doble que los del viñedo español (**Aleixandre, 2004**).

En el mundo se producen aproximadamente 250 millones de hL de vino. En los últimos 15 años ha habido una disminución que representa un descenso del 23% de la producción. (**Aleixandre, 2004**).

2.2.2 Consumo

El consumo actual de vino en el mundo es de 234 millones de HL. En los últimos 15 años se ha producido un descenso del consumo que supone un 17,6%. Esta

disminución en el consumo afecta sobre todo a Europa, siendo Rusia (con un 44% de descenso), Italia (30%), España (28%) y Francia (26%), los países más afectados. Sin embargo, en países como Alemania, Bélgica, Dinamarca, Países Bajos, Reino Unido, Suecia, y Suiza, el consumo ha aumentado durante estos 15 años **(Aleixandre, 2004)**. El análisis de los datos que aparecen publicados por la O.I.V. (Oficina Internacional de la Vid y el Vino), también pone de manifiesto que Europa es, además de elaborar el 75% de la producción mundial de vino, el principal continente consumidor.

Entre los países poco productores de vino y gran consumidores destacan el Reino Unido y los Países Bajos. Los principales países consumidores del mundo son Italia y Francia, pasando a segundo plano (prácticamente a la mitad de consumo) otros países como Argentina, Estados Unidos, Alemania, España y Rusia **(Aleixandre, 2004)**.

En el consumo por habitante y año, siguen siendo Francia, con casi 67 litros/habitante/año, e Italia con 62, los de mayor consumo, destacando el hecho de que un país como Luxemburgo esté con una media de 60 litros/habitante/año. España con unos 42 litros/habitante/año se sitúa incluso por detrás de países como Argentina (55 litros) y Suiza (47 litros) **(Aleixandre, 2004)**.

2.2.3 Comercio

El comercio del vino, tanto interior como exterior, tiene una gran movilidad, dándose la circunstancia de que un país como Francia, que es el segundo productor del mundo, sea también el segundo país exportador e importador de vino. No ocurre así con Italia, el otro gran país productor de vino, que aunque sí que es el primer país exportador del mundo, sin embargo sus importaciones son pequeñas y menores incluso que las de algunos países escandinavos como Suecia **(Aleixandre, 2004)**.

El país del mundo que más vino importa es Alemania seguida del Reino Unido. España con una política proteccionista, similar a la de Italia, apenas importa vino, pero en hectolitros exportados nos situamos a la cabeza de los países exportadores detrás de Italia y Francia, si bien con cantidades bastante inferiores a las de estos dos países (aproximadamente la mitad).

Vemos pues, que el comercio del vino se realiza, prácticamente, en Europa (el 92% de las exportaciones). Habría que destacar a Estados Unidos como principal país importador de vinos fuera de nuestro continente con 2,3 millones de hL, y Canadá con 1,4 millones. Finalmente mencionar a Japón que en la última década ha aumentado sustancialmente sus importaciones.

En el mundo hay unos excedentes de producción de vino calculados en 16 millones de HL, es decir, aproximadamente la mitad del vino que se produce España. Estos excedentes se corresponden con los excedentes que hay en Europa, y suponen el 6,7% de la producción mundial de vino y el 9% de la producción europea. El único continente deficitario es América, que consume 6 millones de hL más que produce (Aleixandre, 2004).

2.3 LA VID

La vid es un arbusto constituido por raíces, tronco, sarmientos, hojas, flores y fruto. A través de las raíces se sustenta la planta, mediante la absorción de la humedad y las sales minerales necesarias y que el tronco y los sarmientos son meros vehículos de transmisión por los que circula el agua con los componentes minerales. La hoja con sus múltiples funciones es el órgano más importante de la vid. Las hojas son las encargadas de transformar la savia bruta en elaborada, son las ejecutoras de las funciones vitales de la planta: transpiración, respiración y fotosíntesis. Es en ellas dónde, a partir del oxígeno y el agua, se forman las moléculas de los ácidos, azúcares, etc. que se van a acumular en el grano de la uva condicionando su sabor. La clorofila es la encargada de captar de los rayos del sol la energía suficiente para llevar a cabo todos estos procesos. (www.elvino.com).

2.4 TAXONOMÍA DE LA VID

Según Hidalgo (1993), la botánica sistemática sitúa a la variedad de vid, *Borgoña Negra*, en la más importante agrupación del reino vegetal:

Tipo	:	Fanerógamas
Sub-tipo	:	Angiospermas
Clase	:	Dicotiledóneas
Sub-clase	:	Dialipétalas
Orden	:	Ramnales
Familia	:	Vitáceas
Genero	:	Vitis
Especie	:	labrusca

En San Martín, se estima que la uva *Borgoña* o *Isabella* tiene más de 100 años cultivándose en forma muy empírica y empleándosele como materia prima para producir vino de manera poco ortodoxa; como por su naturaleza esta variedad no alcanza la concentración de azúcares para que se realice el proceso de vinificación, los productores agregan azúcar al prepararlo. **Castañeda, (1992).**

Según **Castañeda, (1992)** la uva *Borgoña negra* tiene las siguientes características:

- Variedad : Borgoña negra
- Tamaño racimo : Mediano a chico
- Forma racimo : Cónica
- Color racimo : Negro violeta
- Tamaño grano : Mediano
- Forma de grano : Esferoide
- Tamaño promedio : 1.5 cm. de diámetro
- Peso cáscara y pepas : 1.155 g. (33%)
- Peso total : 3.5 g.
- Sólidos solubles : 12 °Brix
- pH : 3.0
- Densidad de pulpa : 1.034 g/cm³
- Ácido ascórbico : 4.6 mg/100g de muestra
- Acidez : 1.35% (expresado como ácido tartárico)
- Índice de madurez : 8.89

En el cuadro 1, se aprecia las superficies cultivadas y volumen total de producción de la uva variedad *Borgoña Negra* o *Isabella* (*Vitis labrusca*), para los años 1992 – 2002, correspondiente a la región agraria XIII.

CUADRO 1. Producción histórica de uva variedad Borgoña negra en la Región San Martín 1992 – 2002.

AÑO	ÁREAS CULTIVADA (Has)	PRODUCCIÓN (TM)
1992	100.00	600
1993	150.00	850
1994	ND	ND
1995	121.60	689
1996	120.50	683
1997	121.60	689
1998	139.25	664
1999	127.25	841.50
2000	108.25	839
2001	109.25	781
2002	117.25	826

FUENTE: Ministerio de Agricultura – Región Agraria XIII, Oficina Estadística Agraria, Tarapoto-Perú, 2003.

2.5 LA UVA

Según Ribéreau y Gayon (1992), citado por Freixedas-Rafols (1998), para la vinificación en tinto la concentración de azúcares y la acidez de la uva tiene mucha importancia, además de la materia colorante, los taninos y los aromas que se encuentran principalmente en la piel. Así, el orujo aporta al vino tinto no solamente la materia colorante responsable del color, sino también elementos sápidos y aromáticos que le confieren sus características organolépticas.

2.5.1 Componentes de la uva

2.5.1.1 Los granos

En los granos de forma redonda u ovalada y color oscila en las diversas clases de uva entre verde amarillento y un rojo azulado oscuro, se distingue la piel u hollejo, la carne de la uva jugosa y situada en la parte exterior, el corazón o envoltura consiste de las pepitas, y las semillas o pepitas por lo general presenta un número par. El pigmento de los granos rojo y azules sólo se halla en las capas celulares exteriores de la piel, mientras que la carne de la uva no está en sí misma coloreada.

El peso y la composición química de la diversas partes de la uva oscilan notablemente de acuerdo con la variedad, característica del año y grado de madurez, ejerciendo gran influencia sobre la calidad del vino resultante. **(Vogt et al., 1986).**

2.5.1.2 El escobajo

Los tallos, también llamados raspón o escobajo, constan del vástago principal, que por lo común sale de la axila de una hoja, de los tallitos ramificados, en los que se asientan los granos. Constituye a la vez las vías de conducción de las sustancias nutricias, que se forman preferentemente en las hojas y durante la etapa de crecimiento y maduración se acumulan en la carne de las uvas como ácidos, azúcar, etc.

El peso del escobajo oscila entre el 3 y el 7 % del peso de los racimos. Contiene 1-3 % de tanino, que se transmite al vino cuando la uva se pisa excesivo tiempo y si en la preparación del vino tinto el vino joven no se separó con suficiente rapidez de los componentes sólidos de la uva aplastada (escobajo, piel y pepitas) **(Vogt et al.,1986).**

2.5.1.3 Los hollejos

Las pieles u hollejos de las uvas están cubiertos por lo regular por una fina capa cera llamada pruina. Protege las células de la piel de la acción de la humedad atmosférica e impide la penetración de gérmenes patógenos en el interior de los

granos. El componente más importante del hollejo es el pigmento contenido en las capas de células y cuya cantidad e intensidad cromática desempeñan papel especialmente en la elaboración de vino tinto. El pigmento rojo únicamente se disuelve con la apertura de las células, solo sale de estas durante la fermentación o calentamiento, mezclándose con el vino (Vogt et al., 1986).

2.5.1.4 Las pepitas

En todos los granos de uva normalmente desarrollados existen pepitas o semillas cuyo número oscilan entre 2 y 4.

Las pepitas, cuyo peso constituye el 3-4 % del de los granos, contienen el 10-20 % de aceite, que puede utilizarse como aceite de semillas, y un 5-9 % de tanino, pequeñas cantidades de ácidos volátiles y una resinosa muy amarga, que pasan al vino un desagradable sabor astringente cuando se disuelve a partir de las pepitas.

La pulpa constituye aproximadamente el 82-89% del peso total del racimo; es la parte más importante del grano de uva, puesto que es ella la que, después de estrujada la vendimia, da el mosto, y este, después de la fermentación, proporciona el vino (Vogt et al., 1986)..

2.5.1.5 Componentes del mosto de uva

Según García (1993), las uvas en general tienen un contenido de agua de 70-80% y un contenido de nitrógeno de alrededor de 0.06% siendo la mayor parte de éste no proteico. Los azúcares varían entre 12 y 25%, dependiendo de la variedad y las condiciones de cultivo, siendo la mayor parte de éstos la glucosa y fructuosa. La relación entre estos dos carbohidratos es de alrededor de 1. La concentración de sacarosa es en generalmente muy baja (alrededor del 0.2%) aunque existen variaciones de entre 0.02 y 2% de la composición total.

Según Vogt et al., (1986) el jugo obtenido de la uva contiene principalmente las siguientes sustancias y grupos de componentes:

- Agua.
- Azúcar (glucosa, fructuosa).
- Ácidos (tartárico, málico).
- Sales minerales.
- Compuestos nitrogenados (proteínas, peptonas, aminoácidos, etc.)
- Tanino y pigmentos.
- Grasas y ceras.
- Enzimas: Invertasa, oxidasa, pectasa, pectinasa.
- Sustancias sápidas y olorosas

Por término medio, los jugos de uva tienen la siguiente composición (g por litro):

• Agua	780-850 g/l
• Azúcar	120-254 g/l
• Ácidos	6-14 g/l
• Sales minerales	2,5-3,5 g/l
• Compuestos nitrogenados	0,5-1 g/l

Los restantes solo están presentes en cantidades muy pequeñas.

2.6 MADURACIÓN DE LA UVA

2.6.1 Transformaciones de la uva durante la maduración

Según **Aleixandre (2004)**, y **Peynaud (1984)**, la evolución de la uva se divide en cuatro períodos:

- El período herbáceo, que va desde el cuajado, momento en que el grano se forma, hasta el envero, momento en que la uva cambia de color. Durante este período la uva es verde, coloreada por la clorofila, y presenta una consistencia dura. Sólo contiene 20g de azúcar por kilo y casi otro tanto de acidez.

- El envero corresponde a la época fisiológica de la coloración de la uva. Al mismo tiempo el grano engorda y adquiere elasticidad. La uva blanca pasa de verde al amarillo, la uva tinta pasa del verde al rojo claro, después al rojo oscuro. EL fenómeno es muy brusco. Un grano de uva cambia de color en un solo día . Todas las uvas de una viña enveran, en condiciones normales, en unos quince días, aproximadamente Durante el envero el azúcar de las uvas aumenta de modo repentino.
- El período de la maduración comprende desde el envero al estado de madurez. Durante los cuarenta o cincuenta días que dura, la uva continúa engordando, acumulando azúcar y va perdiendo acidez. Hay que distinguir entre la madurez fisiológica, momento en que los granos de la uva alcanzan su mayor diámetro y su índice máximo de azúcar, y la madurez industrial, que define tan sólo el momento en que la uva debe ser recolectada para su posterior utilización. Los datos de estos dos estados de maduración no siempre son coincidentes.
- En algunos casos, cuando la uva permanece mucho tiempo en la cepa, la sobremaduración sucede a la maduración. El fruto vive de sus reservas, pierde agua y su zumo se concentra. La podredumbre noble que se beneficia de la intervención del *Botrytis cinerea* es un caso característico de la sobremaduración.

Los principales fenómenos que se producen durante la formación del grano de uva son los siguientes:

a) Engrosamiento del Grano

El grano aumenta continuamente de volumen y de peso desde el cuajado hasta la madurez. El crecimiento es irregular y se produce por etapas. Una vez maduro, el grosor depende de las condiciones climáticas y edáficas, y de los cuidados culturales, según la circulación del agua en la planta.

b) Acumulación de Azúcares

Los azúcares que, en forma de glucosa y fructosa, son almacenados en la uva tienen varios orígenes:

1. En el momento del envero el fruto se enriquece a partir de las reservas acumuladas en la planta
2. Proceden de las reservas formadas diariamente en las hojas, por acción de la fotosíntesis.
3. La planta dispone además de numerosas vías de formación de azúcares, como por ejemplo la transformación del ácido málico en glucosa, en el grano de uva.
4. Las maderas (raíces, troncos, sarmientos, etc.) tienen azúcares reductores, además de otros compuestos como sacarosa y almidón.

La distribución del azúcar en un racimo de uva no es homogénea. Los granos situados en la parte de arriba son los más azucarados, porque son los primeros en recibir la migración de los azúcares. En el grano de uva la distribución tampoco es homogénea:

- La pulpa de la periferia, bajo la piel, que es la que da el primer mosto cuando se estruja, es una zona azucarada y poco ácida.
- La zona intermedia es más ácida y algo azucarada.
- La pulpa que se encuentra en el centro del grano, cerca de las pepitas, es mucho menos azucarada y mucho más ácida.

La cantidad de azúcares formados por la fotosíntesis y acumulados por la uva, depende de la duración de la insolación durante el período de maduración. Por eso los climas más cálidos, y por lo tanto más soleados, son los que dan las uvas más ricas en azúcares y los vinos más alcohólicos.

c) Evolución de los Ácidos

La acidez de la uva disminuye durante la maduración, tanto cuantitativamente como cualitativamente. Los ácidos orgánicos de la uva (tartárico y málico) son degradados por fenómenos de respiración. El ácido málico se transforma en azúcar

hacia el final de la maduración. Esta no es la causa más importante del aumento del azúcar, pero sí de la disminución de este ácido.

El grano de uva maduro contiene, en valor absoluto, la misma cantidad de ácido tartárico que el grano de uva verde. La sequía hace disminuir su contenido en el grano de uva, que vuelve a aumentar en período húmedo porque sigue la migración del agua en la planta.

Entre los numerosos factores que influyen en la composición de la uva y en la calidad del vino, uno de los más importantes es el aporte de agua a la planta. Los mejores años suelen ser aquellos en los que el índice de lluvias es más bajo, siendo los mejores viñedos aquellos cuyo suelo puede suministrar agua a la planta durante el engrosamiento del grano, estando prácticamente seco durante el período de maduración de la uva.

Hay una evidente relación entre el agua retenida en el subsuelo y la acidez de la uva. En las tierras que retienen humedad, la maduración se retrasa y los ácidos málico y tartárico son más abundantes. Por el contrario, en las tierras muy permeables la uva madura rápidamente y es menos ácida.

d) Coloración de la Uva

En el momento del envero, los granos de las uvas verdes pierden su clorofila y se colorean, oscureciéndose a lo largo de la maduración. Las células de la piel de las uvas tintas acumulan antocianos, coloreándose en profundidad, y llegando incluso a colorearse las células adyacentes. De igual forma el color de las uvas blancas se oscurece y se dora en algunas cepas.

La coloración de los granos de uva tinta exige una determinada cantidad de energía solar, con sólo la luz la uva no se colorea. Por lo general, las uvas tintas no adquieren buen color más que en climas bastante cálidos. El empleo de abonos y el aumento del rendimiento da origen a uvas menos coloreadas.

Además de los antocianos, que son los pigmentos colorantes visibles, se acumulan también a lo largo de la maduración otros polifenoles como los leucoantocianos o tanino, cuya aparición sigue una evolución casi idéntica en los

hollejos y en el raspón, mientras que en las semillas disminuye de forma continua. Estos taninos, más rústicos, son abundantes en los años en los que la uva no madura bien.

Los años de veranos más cálidos son los que, en general, en igualdad de las otras condiciones, proporcionan los vinos más tánicos. Al igual que ocurría con la materia colorante, la síntesis de los taninos está también muy influenciada por las condiciones externas, es decir, el suelo y el clima. En el transcurso de la maduración, el índice de polifenoles alcanza un máximo y después disminuye.

e) Formación de aromas

Los aromas están inversamente repartidos en el grano de uva. Las células internas de la piel son las que contienen la parte más considerable de lo que se llama esencia característica de la variedad. El mosto es, generalmente, poco aromático. Los compuestos que proceden de las partes sólidas de la pulpa pueden comunicar al vino aromas herbáceos.

La cantidad de aromas en los hollejos y sobre todo su calidad va aumentando continuamente durante la maduración de la uva, llegando a su máximo un poco antes de alcanzar la madurez fisiológica. Sin embargo la maduración demasiado rápida en un clima muy cálido disminuye la intensidad y olor agradable de algunos aromas, resaltando los compuestos fenólicos con gusto a corteza o sabor leñoso.

Según sean las condiciones climáticas, la composición aromática de la uva, durante la maduración, será diferente:

1. En climas cálidos y secos (como el clima mediterráneo) el grano pierde agua, los azúcares se concentran y los ácidos y aromas son quemados por la intensa respiración de la planta. Se obtendrán así uvas muy ricas en azúcares que darán origen a vinos muy alcohólicos. Algunas variedades soportan bien este tipo de madurez pero sus vinos deben vinificarse de forma especial, ya sea como vinos dulces naturales o vinos para envejecimiento.
2. En climas fríos, soleados y secos, el grano pierde agua, concentrándose todos los otros componentes, incluidos los ácidos y aromas que no serán degradados. Este tipo de sobremaduración es utilizado en algunas regiones

un enriquecimiento natural de la uva. Es el caso de las vendimias tardías en Alsacia, Auslese, etc.

2.6.2 Sobre maduración

La sobremaduración comienza en el momento en que la uva ha alcanzado su máximo desarrollo y su más alta riqueza en azúcares. Se puede considerar que durante la sobremaduración la uva ya no recibe nada de la planta y además pierde agua.

Algunas vinificaciones se basan en la práctica de la pasificación, que consiste en dejar las uvas en la cepa, a veces después de la torsión del pedúnculo del racimo. Las bayas se marchitan (uvas pasas) y su zumo se concentra.

En la elaboración de algunos vinos especiales, las uvas se pasifican después de la recolección, exponiéndolas al sol o extendiéndolas sobre paja e incluso colgadas al abrigo del aire durante semanas (Aleixandre 2004, y Peynaud, 1984).

2.7 LEVADURAS

Vinos de Argentina (2001), define a las levaduras como microorganismos formados por una sola célula. Cuando las condiciones en bodega son óptimas comienzan a reproducirse. Trabajan sin la presencia de oxígeno (anaerobias) y transforman los azúcares por un proceso fermentativo.

La reacción química esquemática realizada por las levaduras podría ser:



Si bien, adheridas al hollejo del grano de uva, vienen las levaduras naturales (llamadas indígenas), hoy en bodega se agregan cepas de levaduras seleccionadas, para asegurar la fermentación óptima.

Una vez que las levaduras han degradado el azúcar y lo han transformado en

alcohol y demás sustancias, mueren y forman un sedimento en el fondo de la vasija llamado "borras". En el cuadro 02 se muestra las levaduras que se utilizan generalmente.

Cuadro 2. Levaduras utilizadas en la elaboración de vino.

LEVADURAS VINICAS	COMENTARIOS
Saccharomyces cerevisiae var. cerevisiae	En mostos de uva, forma células elípticas, redondeadas u ovals, globosas con gemación. Las colonias en agar-malta de color blancuzco.
Saccharomyces cerevisiae var. Bayanus	Presenta más células redondas que la var. cerevisiae. Se utiliza como levadura de flor y como levadura de champagne.
Zygosaccharomyces bailii	Es una levadura contaminante que tolera altas cantidades de SO ₂ y resiste al alcohol. Como es osmófila crece en mosto concentrados. Las células son más pequeñas que en las dos variedades anteriores pero difícil de distinguir.
Torulaspora delbrueckii	Forma velo y se utiliza en flor sherry se desarrollan bien en la superficie de los vinos y fermentan rápidamente a temperaturas más bien altas. Crecen lentamente cuando se siembra desde cultivos en agar malta.
Saccharomyces pombe	Células cilíndricas con división en el centro de las células. Utiliza ácido málico como sustrato. Fermenta lentamente y produce gustos desagradables.

FUENTE: Ough (1996).

Las levaduras son un amplio grupo de organismos monocelulares. Pueden vivir en una gran diversidad de condiciones y utilizar como alimento muchas sustancias. Las

levaduras de interés para la elaboración del vino, pertenecen a un pequeño grupo dentro del género *Saccharomyces*. Únicamente algunas especies de *Saccharomyces* son las que actúan en la fermentación del mosto; la *Saccharomyces cerevisiae* es la más común, siendo las dos variedades más frecuentes la *Saccharomyces cerevisiae* y al *Saccharomyces bayanus* (Ough, 1996).

2.7.1. Composición de la Levadura

Según el análisis general de Belohoubek citado por Brémont (1966), la composición química de la levadura como se presenta en el cuadro 03:

Cuadro 3. Composición de la levadura

Composición y Nutrición de la Levadura	Levaduras Frescas	Levaduras Desecadas
Agua	68.02%	----
Materias nitrogenadas	13.10%	40.98%
Materias Hidrocarbonadas	14.10%	44.10%
Materias minerales	1.77%	5.54%
Materias grasas	0.90%	2.80%
Celulosa	1.75%	5.47%
Varios	0.36%	1.11%

FUENTE: Brémont (1966).

La levadura seca o desecada contiene del 2.5 al 7.5% de materias minerales constituidas en su mayor parte por:

- Ácido fosfórico 51%
- Potasa 39%
- Magnesio 4.2%

La levadura respira, asimila y modifica sus principios como todo ser vivo. Necesita, como demuestra su composición, agua, sustancias nitrogenadas, materias

hidrocarbonadas y minerales que encuentra generalmente en cantidades suficientes en el mosto de uva, medio muy propicio a su vida.

Su densidad es cercana a 1.180, es decir, comparable a los mostos de uva (1.080 a 1.120) pero superior a la de los vinos (0.995 a 0.998) lo que le permite depositarse rápidamente al final de la fermentación.

2.7.2. Clasificación de las Levaduras

Según **Kreger-Van Rij (1984)**, citado por **De Rosa (1998)**, las levaduras se clasifican, en el ámbito de los Protisto Eucarióticos, en la división *Eumycota*, que agrupa a todos los hongos.

Las levaduras de interés enológico, según la mayor o menor capacidad de reproducirse sexualmente, se incluyen en los *Ascomycotina* o bien en los *Deuteromycotina*.

Los dos grupos taxonómicos a los que pertenecen los géneros de levaduras más frecuentes en los mostos y en los vinos son:

a) Levaduras esporógenas

subdivisión	ASCOMYCOTINA		
clase	HEMIASCOMYCETES		
orden	ENDOMYCETALES		
familia	SACCHAROMYCETACEAE		
subfamilias	SCHIZOSACCHAROMYCETOIDEAE	NADSONIOIDEAE	SACCHAROMYCETOIDEAE
géneros	Schizosaccharomyces	Hanseniaspora Saccharomycodes	Dekkera Hansenula Kluyveromyces Pichia Saccharomyces Torulaspora Zygosaccharomyces

b) Levaduras no esporógenas

Subdivisión	DEUTEROMYCOTINA
Clase	BLASTOMYCETES
Familia	CRYPTOCOCCACEAE
Géneros	Bettanomyces Candida Kloeckera

2.7.3. Características Generales de las Levaduras

Según **Peynaud 1984**, existe un gran número de especies de levaduras que se diferencian por su aspecto, sus propiedades, sus modos de reproducción y por la forma en que transforman el azúcar. Las levaduras de vino pertenecen a una docena de géneros, cada uno dividido en especies. En la clasificación botánica, las levaduras se designan con un doble nombre latino: el primero corresponde al género y el segundo a la especie. Ejemplo: *Saccharomyces ellipsoideus*. El género es *Saccharomyces* (literalmente el hongo del azúcar que transforma el azúcar) y la especie, *ellipsoideus* (que tiene forma elíptica).

Las levaduras de la vinificación pueden presentar una de las cuatro formas siguientes: elípticas u ovoide, alargada en forma de salchicha, esférica y apiculada, es decir, alargada y con extremos en punta, como un limón. La mayor parte de las levaduras de vino presentan, según las condiciones, dos sistemas posibles de producción: reproducción vegetativa por gemación y reproducción por formación de esporas, las cuales, después de la germinación, vuelven a generar levaduras, las levaduras carentes de esporas, poco abundantes en los vinos, se reproducen sólo por vía vegetativa. (**Peynaud 1984**).

A partir del momento en que la célula de levadura se encuentra en un medio nutritivo no tardará en aparecer en ella un engrosamiento, que irá aumentando progresivamente, al tiempo que se irá precisando la forma de una nueva pequeña célula. Cuando las dos células alcanzan el mismo grosor se separan y la generación de las dos células prosiguen de igual manera. Esta multiplicación puede seguirse

perfectamente bajo microscopio. En óptimas condiciones, se necesitarán sólo dos horas para doblar la población de las levaduras.

Cuando el medio es desfavorable, por ejemplo cuando las levaduras han eliminado el azúcar del medio nutritivo, cesan de multiplicarse por gemación y producen ascas o células madres que contienen las esporas. Estas últimas representan una especie de simiente de levaduras cuyo estado de vida paralizada y cuya resistencia les permiten sobrevivir en unas condiciones que serían fatales para las levaduras propiamente dichas (deseccación, color, contacto con agentes químicos, etc.). La reproducción de las esporas exige condiciones especiales y es excepcionalmente en el vino. Las levaduras llenas de granulaciones, observadas en las lías, son levaduras muertas, cuyo protoplasma está coagulado y raramente contienen esporas. Cuando las condiciones vuelven a ser favorables las esporas germinan y dan paso a nuevas células de levaduras. (**Peynaud 1984**).

El grosor de las levaduras varía mucho según la especie. Su diámetro puede variar de 2 a 10 micras.

Las levaduras se encuentran ya en la uva madura en el momento de la recolección y son transportadas con ella a la cuba y a la prensa. Otra parte de ellas prolifera en la misma cuba. El suelo es su principal hábitat en invierno. Se encuentra en la capa superficial de la tierra. En verano, por medio de los insectos y del polvo que levanta los arados, son transportados a la uva. Los mosquitos conducen hasta las levaduras y otros microorganismos que extraen de las fermentaciones naturales que se producen en esta época del año. En la uva verde apenas hay levaduras. Es después del invierno cuando los racimos empiezan a ser visitados por gran cantidad de insectos. La distribución de las levaduras se produce al azar. No hay, por lo tanto, levaduras específicas de la uva ni, mucho menos, de las cepas. No existe diferencia entre las levaduras que se encuentran en las uvas de viñas europeas y en las de las cepas híbridas.

Los microorganismos retenidos en la superficie de la uva son muy diversos y numerosos. El grano de uva no es liso como puede creerse, su epidermis está recubierta de una materia cerosa que forma escamas, la pruina, que retiene los

microorganismos. Junto a las levaduras buenas se encuentran en las uvas levaduras micodérmicas o fermentos de la flor, de los mohos, de las bacterias lácticas y de las bacterias acéticas. Sobre las uvas se encuentran, por lo tanto, los microorganismos útiles para la vinificación mezclados con los de las alteraciones del vino. (Peynaud 1984).

2.7.4. Levaduras de vinificación

Según Peynaud (1984), las especies que se encuentran en casi todos los mostos, son *Saccharomyces ellipsoideus*, levadura elíptica corriente, y *Kloeckera apiculata* o *Hanseniaspora uvarum*, pequeña levaduras apiculadas con o sin espora. Estas tres especies representan ellas solas, por lo menos, el 90 por 100.

Aleixandre-Álvarez (2003), y Peynaud (1984), mencionan que las diferentes especies de levaduras presentes en la uva se van sucediendo a lo largo de la fermentación del mosto:

- a) Las levaduras apiculadas aseguran la marcha de la primera parte de la fermentación en los mostos poco sulfatados (*Kloeckera apiculata*, *Hanseniospora*, *Rhodotorula*, etc.). A ellas se deben los 3 o 4 primeros grados de alcohol.
- b) Para las uvas podridas, la fermentación empieza bajo la influencia de *Torulopsis stallata*, que puede formar de 7 a 10 grados de alcohol. Su participación es más reducida si la vendimia a sido sulfatada.
- c) Las levaduras del genero *Saccharomyces cerevisiae* invaden rapidamente el medio y hacia la mitad de la fermentación, las levaduras del principio ya han desaparecido. Realizan el papel principal en la fermentación alcohólica y su predominio se debe, más que a su poder alcohólico, a su fuerte intensidad fermentativa (cantidad de azúcar transformado por unidad de tiempo).

2.7.5. Reproducción de las levaduras

Brémond (1966) y Negre-Francot (1980), menciona dos sistemas de reproducción de las levaduras y son:

a) Reproducción por gemación

Cuando las levaduras se encuentran en un medio favorable, la célula se hincha en un punto de superficie y aparece prominencia que va creciendo hasta adquirir el grosor de una célula madre. La célula hija desprendida empieza a su vez a iniciar otra gemación.

Esta multiplicación no tarda más de 10 a 50 minutos y una sola levadura puede dar muchos millones de individuos en veinticuatro horas.

b) Reproducción por esporas

Cuando el medio no es favorable a la vida de las levaduras (temperatura baja y elevada, ausencia de azúcares, porcentaje de agua insuficiente, etc.) ella se organiza para resistir: La membrana aumenta de espesor y el protoplasma forma un cierto número de glóbulos o esporas, de 2 a 4, que se encierran dentro de una envoltura. La levadura ha esporulado y se encuentra en estado de vida latente. El momento de aparición de las esporas es muy variable, de 1 a 24 horas, según las razas de las levaduras. Cuando el medio es favorable, a la temperatura alrededor de 25°C, la membrana de las levaduras esporuladas se rompe. Las esporas en libertad se hinchan, reproduciéndose y dando lugar al nacimiento de levaduras activas.

2.7.6. Características del sustrato de las levaduras

Las levaduras requieren, para sus necesidades metabólicas, fundamentalmente, dos tipos principales de sustancias: un sustrato deshidrogenable, del cual toma energía, casi siempre representado por glúcidos simples, y un cierto número de sustancias inorgánicas, como aniones y cationes que contienen principalmente nitrógeno, fosfato, azufre, potasio, calcio, magnesio y otros macro y microelementos (De Rosa 1998).

Saccharomyces cerevisiae y muchas otras especies de la fermentación alcohólica, glicolizan anaeróbicamente monosas de seis átomos de carbono, como la

glucosa y la manosa **Spagnolli (1974)**, citado por **De Rosa (1998)**. Después polisacáridos, tipo maltosa y sacarosa, y también trisacáridos, como la rafinosa.

Habitualmente el mosto está suficientemente dotado en lo que concierne a las sustancias minerales requeridas por las levaduras. A veces, no obstante, para estimular su crecimiento, puede ser recomendable la adición de pequeñas cantidades de sustancias amoniacaes, más frecuentemente bajo forma de fosfato.

Todas las especies de levaduras encontradas en el vino tienen exigencias precisas en lo que respecta a los factores de crecimiento **Ribéreau-Gayon, Peynaud (1971)** citado por **De Rosa (1998)**. Las principales de éstas sustancias son biotina, piridoxina, tiamina, ácido para-aminobenzoico y algunas otras.

La riboflavina, el ácido para-aminobenzoico, el ácido fólico, la cobalamina y la colina se consideran factores de crecimientos más específicos de bacterias que levaduras **Uhl (1967)**, citado por **De Rosa (1998)**.

Cuando las levaduras se ponen en contacto con el mosto, entran rápidamente en activa multiplicación. Respiran intensamente el azúcar para producir toda la energía posible, y consumen ávidamente el oxígeno presente. Así son ellas mismas las que crean el ambiente anaeróbico para la fermentación. En anaerobiosis, la glicólisis adquiere un aspecto oxidorreductor, desviando hacia la formación de etanol (**De Rosa, 1998**).

Según **Peynaud (1976)**, cita por **De Rosa (1998)**, las condiciones de desarrollo de las levaduras, de su crecimiento y multiplicación, son por tanto las mismas de la fermentación alcohólica. También éstas, como todos los seres vivos manifiestan exigencias bien precisas de nutrición y de condiciones ambientales.

En síntesis, los parámetros principales a considerar son la temperatura, el contenido de oxígeno, la presencia de un sustrato deshidrogenante (azúcares), de elementos minerales y de factores de crecimiento. Las influencias ambientales más fuertes son las de la temperatura y del oxígeno; después interviene también el alcohol.

2.7.7. Utilización de levaduras seleccionadas

El estrujado rompe la barrera naturales que impide a las levaduras presentes sobre los granos de uva entrar en contacto con el sustrato fermentable. Otras especies blastomicéticas, pueden llegar directamente a la masa estrujada desde diversas fuentes de inóculo. El mosto, por tanto, fermenta y se transforma en vino.

No obstante en muchas ocasiones, puede ser oportuno recurrir a la inoculación en el sustrato de controladas y específicas poblaciones microbianas, sustituyendo así la microflora indígena.

Muchas ventajas ofrece esta operación. Para **Verona (1966)**, citado por **De Rosa (1998)**, una mayor rapidez en el proceso fermentativo, un incremento en la relación entre alcohol etílico desarrollado y azúcar consumido, una menor formación de ácidos volátiles, una más rápida clarificación y en, fin, el vino presentará una mayor conservabilidad. Entre los inconvenientes tenemos la complicada manipulación del inóculo y la difícil selección de las cepas para obtenerlas con las características buscadas. Los cultivos mantenidos por largo tiempo en sustratos artificiales, pueden ir en contra de fenómenos de envejecimiento, perdiendo o modificando alguna de las características fisiológicas.

La introducción de la levaduras seleccionadas en la masa para a hacer fermentar se efectúa tradicionalmente con el mosto-levadura. Este no es otro que un sustrato adaptado que contiene las células en multiplicación activa. Es bueno que su composición química sea la más próxima posible a la de la masa a inocular, para evitar peligros de no adaptación de las levaduras a las nuevas condiciones.

Las operaciones relativas a la preparación del mosto levadura, por tanto, consisten en preparar, de los cultivos puros o de la microflora de la uva, una masa microbiana en activa multiplicación a añadir al sustrato a hacer fermentar. **Peynaud (1976)**, citado por **De Rosa (1998)**, aconseja la siguiente técnica: algunos días antes del comienzo de la vendimia, se recoge racimos maduros y sanos, se estruja y se sulfata con 10 g/hl de anhídrido sulfuroso. La cantidad es función de la masa de uva que llega inicialmente a la bodega; después, se tiene un inicio más fácil de la

fermentación, puesto que la carga de levaduras aumentan notablemente. A la masa inicial, se añade después el mosto, obteniendo siempre de materia prima sana, hasta alcanzar la cantidad deseada, equivalente al 3-5 % de todo el sustrato a inocular. La multiplicación del mosto-levadura debe ser gradual: cada adición no puede superar en diez veces el volumen precedente. Se procede después a su introducción en el primero o en los primeros depósitos. Después, se utiliza el mosto de éstos para facilitar el comienzo de la fermentación.

2.7.8. Pie de cuba

Para paliar la irregularidad del arranque y la duración de la fermentación se utiliza frecuentemente el viejo procedimiento del pie de cuba. Se llama así a unos fermentos preparados de antemano con uvas seleccionadas adicionadas o no de levaduras, que se colocan en el fondo de un cono de vendimia nueva, y que se emplea para favorecer el arranque de la fermentación **Peynaud (1989)**.

Según **Suarez (1997)**, en la preparación de un pie de cuba a escala industrial, todo el proceso inicial debe realizarse en condiciones estériles tratando de garantizar la pureza del cultivo seleccionado, normalmente conservado en estría en medio sólido; la operación comporta una fase de laboratorio y una fase de bodega.

El pie de cuba, que debe representar al menos 4% del volumen de mosto total a fermentar, constituye la operación clave de la técnica que se ha de aplicar en las fermentaciones en pureza, una vez esterilizado técnicamente el mosto, depurado por decantación, y corregido en su acidez si fuese necesario.

Alexander-Álvarez (2003), menciona que la siembra de un pie de cuba es una práctica habitual. Consiste en inducir la fermentación de un mosto preparado con uvas seleccionadas. Unos días antes de iniciarse la vendimia, se corta uvas maduras y sanas, que se estruja, se prensan y se dejan fermentar previo sulfitado. Cuando están en plena fermentación tumultuosa se utiliza para sembrar la vendimia fresca. Generalmente se siembra en un primer depósito; para los otros depósitos se puede utilizar mosto del primero, con el fin de estimular el inicio de la fermentación.

2.7.9. Levaduras secas activas


La tecnología de producción de levaduras secas activas para vinificación, está basada en la puesta a punto para levaduras de panadería con las lógicas diferencias en rendimientos de biomasa, y engloba de acuerdo con (Villezat,1992), citado por Suarez (1997), las siguientes etapas:

- Preparación de materias primas.
- Multiplicación de las levaduras.
- Separación.
- Granulación.
- Secado.
- Acondicionamiento.
- Control de calidad.

Según las experiencias hoy consolidadas, para estar seguros del predominio de las levaduras así añadidas, para sobre las ya preexistentes en el mosto, es necesario añadir un número de células activas de alrededor de cien veces mayor de las presentes naturalmente en el mosto o en el vino que son inoculados, lo que equivale a un aporte del orden de los 2-3 millones de células por mililitro. Naturalmente el inóculo, con el máximo número de células en plena actividad, deberá añadirse con extrema oportunidad para evitar un inicio de multiplicación de la flora ya preexistente (De Rosa, 1998).

La principal ventaja de las levaduras seca activas, que ha conquistado los favores de los utilizadores, es la posibilidad de su utilización directa, sin tener que proceder a la premultiplicación necesaria en cambio para los cultivos disponibles en forma diferentes de la seca, operación que aunque conceptualmente es simple, requiere equipos idóneos, tiempo y un cuidado escrupuloso para evitar fáciles contaminaciones que harían inútil tal práctica (De Rosa, 1998).

Una buena preparación de levaduras desecadas, de preparación reciente o conservada racionalmente (bajo vacío, a baja temperatura, por tiempos no superiores a



un año) contiene de los 10 a los 30 millones de células por gramo, células prevalentemente vitales, por lo que la adición de 15-20 g/hl de mosto permite realizar los aportes antes indicados. No es normalmente aconsejable superar las dosis citadas dado que, además del costo suplementario, se corre el riesgo de un proceso excesivamente rápido, con rendimientos menores como graduación alcohólica y como calidad del producto terminado (**Kraus y col, 1984**), citado por **De Rosa (1998)**.

Las técnicas de siembra de las levaduras secas activas conllevan una rehidratación previa, y la determinación de la dosis de empleo y el momento más oportuno para inocular (**Suarez, 1997**).

La fase de rehidratación es fundamental para conseguir al máximo las potencialidades funcionales de las cepas seleccionadas, lo que suele lograrse siguiendo las instrucciones de los fabricantes acerca de la mejor forma de rehidratarlas. La Oficina Internacional de la Viña y el Vino, ha recomendado, según comunicación de **Delteil (1989)**, citado por **Suarez (1997)**, un máximo de 10 litros de agua por kilo de levadura seca activa a una temperatura comprendida entre 30 y 40°C, ya que por encima de ésta la población comienza rápidamente a decrecer. En la solución en agua las levaduras no deben permanecer por espacio superior a 15 minutos, ya que se pueden producir fenómenos de plasmolisis, al penetrar en exceso el agua en el interior de las células. Normalmente 50 gramos de azúcar por litro suelen ser suficientes para evitar el choque osmótico y conseguir una buena rehidratación al cabo de 10 ó 15 minutos.

Suarez (1997), menciona que la rehidratación se desarrolla en dos fases; en la primera de ellas se rehidrata la membrana celular que juega gracias a su permeabilidad un papel fundamental en los intercambios de la célula con el medio. A continuación, después del paso del agua a través de la membrana, tiene que rehidratarse los constituyentes celulares citoplasmáticos. Si la membrana no se rehidrata rápidamente, el agua hidrata directamente los orgánulos celulares y por diferencia osmótica con el medio exterior, los elementos solubles pueden emigrar hacia el medio exterior (nitrógeno, aminoácidos, vitaminas, etc.), modificándose negativamente el comportamiento enológico posterior de la levadura.

En cuanto al momento de inoculación, una fase de latencia larga o excesiva, o una inoculación tardía son factores que pueden incidir en una multiplicación de las levaduras salvajes del mosto que ofrecerán mayor competencia a la célula seleccionada. Por tanto, ya que el tiempo es un factor decisivo para la multiplicación, la siembra debe realizarse lo antes posible en el depósito de fermentación.

Existen técnicas muy divulgadas en cuanto a la forma de inocular el mosto: de ellas, la siembra directa es la más universal, de forma que la levadura convenientemente se rehidratada, se adicionan directamente al depósito de fermentación.

La influencia de la concentración de SO₂ libre sobre la actividad fermentativa de la levadura seca depende de la especie, de la cepa, y de la tecnología de fabricación, por lo que se ha recomendado **Kraus y col (1984)**, citado por **Suarez (1997)**, una fase de aclimatación y acomodación al SO₂ previa a la producción industrial. De acuerdo con estos autores un sulfitado de 75-100 mg/l no suele ocasionar problemas de relentización en la actividad celular.

2.8 LA VENDIMIA

Cuando la uva ha alcanzado su estado de madurez óptimo, es cosechada. Se cortan los racimos de uva y se van colocando en recipientes que se llevarán a la bodega. La cosecha se puede hacer en forma manual (cada cosechador recorre las hileras cortando los racimos) o mecánica (una máquina especial realiza la cosecha). Los cuidados en esta etapa tienen una importancia fundamental, ya que influyen directamente en la calidad final del vino obtenido. Los aspectos más importantes son la temperatura y el tiempo tomado entre la cosecha y el arribo de la uva a la bodega (para evitar oxidaciones no convenientes) (www.vinosdeargentina.com, 2001).

La vendimia sólo debe efectuarse en tiempos seco. Los racimos humedecidos por la lluvia, el rocío o la niebla pueden contener hasta un 6% de su peso en agua y producir un mosto de peso específico ostensiblemente bajo. Tanto en la recolección como a lo largo de todo el tratamiento del vino debe procurarse una limpieza máxima.

(Vogt et al., 1986). En el cuadro 04 se presenta los parámetros recomendables para las uvas destinadas a la elaboración de vinos.

CUADRO 4. Parámetros recomendables para las uvas destinadas a la elaboración de vinos.

Tipo de vino	°Brix	Acidez mínima (%)	°Brix/acidez
Blanco	19.5-23	0.70	27.9-33.0
Tinto	20.5-23.5	0.65	31.5-36.2
Dulce	22.0-25.0	0.65	33.8-38.5
Postre	23.0-26.0	0.65	46.0-52.0

FUENTE: García (1993).

2.8.1 La Vendimia en la región San Martín

Al igual que en el sistema de cultivo la vendimia en la región de San Martín se realiza de forma tradicional. No se lleva a cabo ningún tipo de estudio de maduración para establecer el día óptimo de vendimia. El viticultor se guía por el tiempo transcurrido desde que se realizó la poda, el color y el gusto de la uva.

En muchos casos la uva se recoge según la voluntad del mercado; si el precio es elevado, el viticultor no espera a que la uva haya madurado por completo y no destinará su producción a la vinificación o otros derivados, sino que la venderá a intermediarios como uva de mesa.

Se podrán realizar 3 cosechas en un año o 14 meses, dependiendo de su destino según lo explicado.

La vendimia es totalmente manual y no existe planificación previa. El viticultor vendimia junto con su familia y en muchos casos contrata operarios para que le ayuden. Para coger los racimos se utilizan tijeras de poda y la cosecha se va depositando en cajas de madera o plásticos.

A medida que estas se van llenando, son transportadas a la espalda o con caballos de carga hasta donde se realiza la venta o vinificación.

Muy pocos viticultores poseen balanzas, por tanto a la hora de vender la uva se hace por número de cajas (equivalente: 1 caja llena, igual a 50 kilogramos de uva). Debido a este sistema de medir la cosecha y, a que no se recoge toda la uva en un mismo día (este proceso se puede alargar incluso diez días, ya que la uva no madura de una forma regular en una misma parcela e incluso en una misma cepa), es difícil poder calcular el rendimiento por hectárea. **(Freixedas-Rafols,1998)**.

2.9 DEFINICIÓN DEL VINO

Vino es la bebida resultante de la fermentación alcohólica completa o parcial de la uva fresca o de su mosto.

No podrá designarse con el nombre de vino precedido o seguido de cualquier calificativo, ningún otro líquido, salvo aquellos específicamente definidos en la presente norma de **(INDECOPI, 1985)**.

Según **Aleixandre (2004)**, el vino es el producto de transformación de la uva por seres vivos. Sus caracteres organolépticos dependerán de la composición química de la uva, que está directamente ligada a fenómenos bioquímicos.

El vino puede considerarse como una solución hidroalcohólica que contiene azúcares, ácidos, sales minerales, compuestos fenólicos y otras muchas sustancias. Cada componente tiene un sabor y olor propio que comunica al conjunto, y la calidad de un vino no está relacionada con la cantidad de una sustancia única, sino con el armonioso y equilibrado conjunto cuantitativo de sus componentes.

Por una parte, en el vino hay ácidos fijos, azúcares, sales y compuestos fenólicos dotados cada uno de un gusto particular. Estos gustos tan diversos se acrecientan, se exaltan, o bien, al contrario, se oponen, se neutralizan. La fusión de todos ellos nos da un conjunto más o menos equilibrado y armonioso.

Por otro lado, en el vino hay sustancias volátiles, que pertenecen a las familias químicas de los alcoholes, ácidos volátiles, ésteres, aldehídos, acetales, hidrocarburos, combinaciones azufradas, terpenos, etc., que tienen un olor más o menos intenso, más o menos agradable. De la misma manera, estos olores variados se suman y se

refuerzan mutuamente o, por el contrario, se enmascaran. Estas sensaciones aparecen conjuntas y el sabor refuerza el olor y el olor refuerza el sabor. La composición físico química del vino se observa en el cuadro 5 y 6.

CUADRO 5: Composición físico-química del vino de uva Borgoña negra (*Vitis labrusca*) almacenada durante 90 días con azúcar invertido y azúcar granulado.

CARACTERÍSTICAS	Azúcar Invertido	Azúcar Granulado
Sólidos solubles (%)	9.50	8
Densidad (g/ml)	1.010	1.010
pH	3.35	3.33
Acidez total titulable (%), expresado en ácido tartárico	1.125	1.120
Acidez volátil (%), expresado en ácido acético	0.04	0.035
Acidez fija (%), expresado en ácido tartárico	1.06	1.065
Grado alcohólico (°GL)	16.00	17.00
Extracto seco total (%)	3.70	4.10
Azúcares reductores (%)	2.00	0.58

FUENTE: García, 1998.

CUADRO 6. Composición físico-química del vino de uva Borgoña negra (*Vitis labrusca*) con pie de cuba al 10% y biopectinasa al 0.02%, almacenada durante 90 días.

CARACTERÍSTICAS	
Sólidos solubles (%)	7.50
Densidad (g/ml)	0.987
pH	3.29
Acidez total titulable (%). Expresado en ácido tartárico	1.190
Acidez volátil (%). Expresado en ácido acético	0.032
Acidez fija (%). Expresado en ácido tartárico	1.061
Grado alcohólico (°GL)	14.40
Extracto seco total (%)	3.50
Azúcares reductores (%)	1.90

FUENTE: Ramírez, 2000.

2.9.1 Requisitos del vino según INDECOPI (1985)

2.9.1.1 Caracteres organolépticos

Color	: De acuerdo a su clase
Aspecto	: Límpido al momento de librarse al consumo
Olor	: Característico de su clase
Sabor	: Característico de su clase

2.9.1.2 Requisitos físicos y químicos

- Título alcohólico mínimo en % vol. a 20°C	10.13
- Título alcohólico mínimo en % vol. a 15°C	10.00
Con excepción de los vinos generosos, vinos espumantes naturales, vinos espumantes gasificados y de los aperitivos.	
- Acidez acética volátil expresada en Me/l máxima	30.00
(Acidez acética volátil en g/l de ácido acético, máxima 1,8)	
- Sulfitos expresados como sulfato de potasio, g/l máx	1.80
- Cloruros, expresados como cloruro de sodio, g/l máx	1.00
- Relación alcohol/extracto seco reducido:	
Vinos tintos máx.	5.00
Vinos blancos y rosados, máx.	6.80

2.9.1.3 Límites admitidos para mostos y vinos por la Organización Internacional Vitivinícola

Aproximaciones.- En las determinaciones analíticas de los requisitos físicos y químicos, se permitirán las siguientes aproximaciones en exceso o en defecto:

- 0.3°GL para el título alcohólico
- 3.0 me/l para la acidez acética volátil (0,18 g/l para la acidez acética volátil cuando se expresa en ácido acético)
- 0,05 g/l para los sulfatos
- 0,05 g/l para los cloruros

2.9.2 Clasificación de los vinos

Según Landeo (2001), los vinos se clasifican de la siguiente manera:

a) Por su calidad

- **Vinos Finos:**

Aquellos provenientes de uvas de variedades especiales que se adaptan a la región; que después de un proceso adecuado de crianza, han adquirido un conjunto completo y armónico de cualidades organolépticas propias.

- **Grandes Vinos:**

Son los vinos finos que después de un proceso adecuado de crianza, han adquirido un conjunto completo y armónico de cualidades organolépticas propias.

- **Vinos Reservados o Reservas:**

Son los vinos finos que después del proceso de crianza no han alcanzado la calidad de los grandes vinos.

- **Vinos Corrientes:**

Son los vinos lanzados al consumidor poco después de terminado su elaboración o que no correspondan a las condiciones fijadas para los vinos finos.

- **Vinos Ordinarios:**

Son los vinos que proceden del procesado del orujo fermentado, o del prensado, filtrado y centrifugado de borras.

b) Por su Color

- **Vinos Blancos:**

Son los vinos de color pajizo amarillento más o menos dorado, obtenidos por la fermentación del mosto de uvas blancas o , a partir del mosto blanco de uvas de hollejo rosado o tinto elaborado con precauciones especiales.

- **Vino Tinto:**
Son los vinos obtenidos por la fermentación del mosto provenientes de uvas tintas, en contacto con los orujos.
- **Vinos Rosado o Claretos:**
Son los vinos de color poco intenso obtenidos por fermentación del mosto de uvas tintas o tintas y blancas, que han estado muy pocas horas en contacto con los orujos.

c) Por su Contenido de Azúcar Reductores

- **Vino Seco:**
Aquellos cuyo contenido de azúcares reductores es menor a 5 gramos por litro.
- **Vino Abocados:**
Son aquellos cuyo contenido de azúcares reductores está entre 5 y 60 gramos por litro.
- **Vino Dulce:**
Son aquellos cuyo contenido de azúcares reductores es mayor de 60 gramos por litro.

d) Vinos Generosos

Son aquellos que tienen una graduación alcohólica no menor de 16% en volumen a 20°C que experimentan una crianza y se producen en regiones determinadas con características especiales. Los vinos generosos podrán ser edulcorados con mosto o arropes de uva, se clasifican en:

- **Vinos Generosos Naturales:**
Son los vinos generosos secos o dulces sin adiciones de alcohol.

- **Vinos Generosos Alcoholizados:**

Son los vinos generosos, secos o dulces, cuya graduación alcohólica proviene en parte de la adición de alcohol vínico, en cualquier momento de su elaboración.

e) Vinos Espumantes “NATURALES”, tipo champagne

Son los vinos que se expenden en botellas a una presión no inferior a cuatro atmósferas a 20°C, cuyo anhídrido carbónico proviene exclusivamente de una segunda fermentación alcohólica en envase cerrado. Esta fermentación puede obtenerse por la adición de azúcar refinada de caña. Para obtener los tipos “seco”, “semiseco” y “dulce”, se permitirá la adición de licor a base exclusivamente de azúcar refinada de caña y aguardiente de uva denominado “licor de expedición”.

Su riqueza alcohólica no debe ser inferior a 6.5% en volumen a 20°C sin tolerancia.

Las denominaciones de tipo champaña reserva, gran reserva, bruto, seco y similares, solo son autorizados para vinos espumantes naturales.

f) Vinos “Espumantes” gasificados

Son los vinos que han sido adicionados anhídrido carbónico puro. Su riqueza alcohólica no debe ser inferior a 6.5% en volumen a 20°C sin tolerancia.

g) Vinos aperitivos o compuestos

Son los vinos elaborados con base mínima de 70% de vino, alcoholizado o no, con la adición de sustancias aromáticas, amargas, estimulantes, pudiendo edulcorarse con sacarosa, mosto de uva concentrado o mistelas y colorarse con caramelo u otro colorantes permitidos de acuerdo con las normas correspondientes.

Su riqueza alcohólica no deberá ser inferior 15% en volumen a 20°C.

h) Por su origen

De acuerdo a la variedad de la uva de que proceden: Pinot, Carbenet, Quebranta, etc.

De acuerdo a la zona de origen: Ica, Chincha, Lunahuaná.

2.10 VINIFICACIÓN

En la elaboración de vinos tintos por métodos tradicionales la uva se estruja y despalillada es enviada a los depósitos de fermentación procediéndose al encubado. A continuación tiene lugar la fermentación alcohólica, junto con la maceración o disolución de los constituyentes de la parte sólida del racimo, tales como los pigmentos responsables del color y los elementos sápidos y aromáticos que le confieren al vino sus características propias. Una vez alcanzado el nivel óptimo de maceración, el vino se descuba, obteniéndose el vino yema y los orujos, que se prensan dando lugar al vino prensa. Posteriormente a la fermentación alcohólica, el vino sufre la fermentación maloláctica (Aleixandre-Álvarez, 2003).

Según Peynaud (1984), la vinificación en tinto implica esquemáticamente tres fenómenos principales: la fermentación alcohólica, la maceración y la fermentación maloláctica, fenómenos que por lo regular se desarrollan en cuatro etapas.

- Operaciones mecánicas: estrujado, despalillado.
- El encubado del mosto: maceración y fermentación alcohólica.
- Separación del vino: descube y prensado de orujos.
- Fermentaciones finales: fermentación maloláctica.

2.10.1 Condiciones necesarias para la fermentación

a) Influencia de la aireación

La levadura necesita oxígeno para multiplicarse (vida aerobia); al abrigo del aire, en el mosto, continúa viviendo (vida anaerobia), gracias a la descomposición de los azúcares que ella provoca y que le proporciona la energía que necesita.

Durante el encubado, para obtener por un lado un rápido comienzo de la fermentación, y por otro, un vino rico en alcohol, se deberá al principio airear el líquido para favorecer la multiplicación de las levaduras, y en cuanto la fermentación se haya declarado francamente, se disminuirá la aireación (Negre-Francot, 1980).

Las levaduras necesitan el oxígeno para sintetizar los esteroides y asimilar los ácidos grasos de larga molécula donde es necesario. Los esteroides son sustancias con

una cadena de carbonos y una función alcohol, origen de varias hormonas y vitaminas, y con una importancia biológica considerable. Al comienzo de la fermentación las primeras generaciones de levaduras se benefician de las reservas de esteroides de las células madres, y después de los esteroides del medio natural. Si la fermentación se realiza al abrigo del aire, los esteroides se agotan y no se renuevan. El oxígeno es indispensable para su síntesis y la continuación de la fermentación (**Peynaud, 1984**).

Aleixandre (1996) y Peynaud (1984), mencionan que el remontado ejerce mucho efecto sobre la vinificación y su utilidad se debe a diversas razones:

- Efectos de la aireación sobre las levaduras y su reproducción.
- Mezcla de las diversas zonas del depósito de fermentación. Esta homogenización afecta a la cantidad de azúcar y a la temperatura, muy irregular en las diferentes partes del depósito, sobre todo al principio de la fermentación.
- Distribución de las levaduras por toda la masa. No hay uniformidad de colonia de levaduras en el mosto que fermenta. La mayor parte de las levaduras se encuentran en el sombrero (hollejo y pepitas) que es la zona de los depósitos donde la fermentación es más activa y por lo tanto, la temperatura más elevada. El lavado del sombrero produce mayor uniformidad de levaduras por todo el depósito.
- Acentuación de la maceración. El remonto, desplazando el zumo intersticial del hollejo, acentúa la disolución de la materia colorante, antocianos y taninos.

b) Influencia de la temperatura

La temperatura es un factor preponderante para la vida de las levaduras. Estas no se desarrollan bien más que en una escala de temperaturas relativamente corta que oscila de 20 a 25°C. Por debajo de 13 ó 14°C el inicio de la fermentación de una vendimia es prácticamente imposible. Por ello se impone el empleo de un pie de cuba, o bien, calentar parcialmente el mosto.

La fermentación no se produce bien por encima de los 35°C. Cuando esta temperatura se alcanza progresivamente la actividad de las levaduras cesa y mueren incluso. Esto puede suceder ya a 30 ó 32°C.

La fermentación es mucho más rápida a 30°C que a 25°C y a 25°C más que a 20°C. Su actividad se duplica con diferencia de 10°C. Algunas fracciones de grado tiene una influencia mensurable y por cada grado suplementario de temperatura las levaduras transforman el 10% más de azúcar en el mismo espacio de tiempo.

Por encima de los 30°C, si al principio la fermentación ha sido rápido, se detiene debido a una especie de agotamiento de las levaduras.

En el cuadro 7, se muestra el azúcar fermentado en g/l en diferentes momentos y a diferentes temperaturas en una experiencia realizada con un mosto que contenía 178 g/l de azúcares reductores. Se observa que la fermentación es más rápida a temperatura elevada, pero a 35°C se detiene.

CUADRO 7. Fermentación de un mosto de uva a diversas temperaturas

	20°C	25°C	30°C	35°C
A los 2 días	0	36	60	75
A los 4 días	22	107	123	127
A los 7 días	95	167	172	145
A los 15 días	145	176	176	148

FUENTE: Aleixandre (1996) y Peynaud (1984).

La temperatura ideal en la vinificación en tinto se sitúa entre los 25 y 30°C, en función de conseguir una fermentación bastante rápida, una buena maceración y evitar el cese de la fermentación.

La temperatura crítica de fermentación es el por encima del cual las levaduras ya no se reproducen y acaban muriendo, lentificando y deteniendo finalmente la fermentación.

La población máxima de las levaduras es inferior a temperatura elevada. Parece como si las levaduras se fatigasen más cuando trabajan a temperaturas más elevadas.

En estas condiciones soportan mal el alcohol, asimilan peor las sustancias nitrogenadas y se reproducen mal. Después la fermentación se detiene.

En el cuadro 8, se muestra la población máxima de levaduras (en millones/cm³) alcanzada durante una fermentación con aireación suficiente a diferentes temperaturas. El resultado es que la multiplicación de las levaduras alcanzada una población más elevada a temperatura más baja.

CUADRO 8. Fermentación de mostos de uva a diversas temperaturas

TEMPERATURA	Mosto Numero 1	Mosto Numero 2
20°C	96 x 10 ⁶ / Cm ³	105 x 10 ⁶ / Cm ³
25°C	89 x 10 ⁶ / Cm ³	98 x 10 ⁶ / Cm ³
30°C	86 x 10 ⁶ / Cm ³	78 x 10 ⁶ / Cm ³
35°C	69 x 10 ⁶ / Cm ³	68 x 10 ⁶ / Cm ³

FUENTE: Aleixandre (1996) y Peynaud (1984).

En el cuadro 9, se observa los días que tarda en iniciarse la fermentación y el grado alcohólico que alcanza al final de la misma, un mosto de Sauternes (Francia).

De los resultados obtenidos puede observarse que el arranque de la fermentación es más rápido a temperatura elevada y que el grado alcohólico alcanzado es más elevado a baja temperatura.

CUADRO 9. Fermentación de un mosto a diversas temperaturas

Temperatura	Arranque de la Fermentación pasados	Grado alcohólico Alcanzado
10°C	8 días	16.2°
15°C	6 días	15.8°
20°C	4 días	15.2°
25°C	3 días	14.5°
30°C	36 horas	10.2°
35°C	24 horas	6.0°

FUENTE: Aleixandre (1996) y Peynaud (1984).

c) Necesidades Nutritivas de la Levaduras

Según **Alexander-Álvarez (2003)** y **Peynaud (1984)**, las levaduras de vinificación están constituidas en un 25 a 60% por materia nitrogenadas. Por lo tanto, para formar sus células y para reproducirse necesitan encontrar en el medio en el que viven suficiente nitrógeno fácilmente asimilable. El nitrógeno amoniacal es el primer alimento nitrogenado consumido por las levaduras elípticas, y le siguen ciertos aminoácidos libres como el ácido glutámico.

En 36 horas de fermentación las levaduras agotan el nitrógeno asimilable del mosto, así como otros factores nutritivos. Durante el resto de la fermentación las levaduras viven de ellas mismas, cediendo al vino aminoácidos al final de la misma.

La vendimia puede ser pobre en nitrógeno asimilable en el caso de algunos terrenos o por una excesiva maduración de la uva, por ataque de las uvas por *Botrytis cinerea*, que agota los compuestos nitrogenados necesarios para las levaduras, etc. La adición de nitrógeno amoniacal en forma de sal de amino es indispensable en unos casos, útil en otros y nunca está contra indicada, pues si las levaduras se benefician, las bacterias no lo utilizan. La suplementación nitrogenada puede dar lugar a un incremento en la síntesis de aromas fermentativos.

Para poder desarrollarse, las levaduras necesitan vitaminas como factores de crecimiento. Sin ser muy rico en esos factores, el mosto está, en condiciones normales, suficientemente provisto de ello como para poder asegurar un buen desarrollo de las levaduras. No obstante, a medida que el mosto fermenta y se suceden las generaciones de levaduras, los factores de crecimiento se agotan y la facilidad con que se desarrolla la fermentación disminuye.

Estas sustancias son activas en dosis extremadamente pequeñas; las más importantes es la vitamina B₁ o tiamina, de la que los mostos de uva sana contienen de 0.1 a 0.5 mg/l. Las carencias o contenidos insuficientes en los mostos son debidos, fundamentalmente, a uvas podridas, a uvas poco maduras o a operaciones de desmangado muy drásticas.

d) **Influencia de la Acidez**

La acidez real o pH, tiene una gran influencia sobre el desarrollo de diferentes microorganismos que viven junto con las levaduras en el medio de fermentación, perjudicando a unos y favoreciendo a otros. Las acciones diastásicas están igualmente bajo la influencia del pH.

La máxima actividad de la levaduras, en un medio libre de otros fermentos, se produce cuando el pH está comprendido entre 4,2 y 4,5. Pero a estos pH se pueden desarrollar también fermentos perjudiciales aportados por la uva (bacterias). Es preferible tener un pH comprendido entre 3,3 y 3,5 lo que corresponde generalmente a una acidez titulada de 5 a 4 g/l. Las levaduras resisten bastante mejor que las bacterias la acidez, por lo que se produce una purificación del medio: los fermentos perjudiciales disminuyen su actividad considerablemente, mientras las levaduras toman una gran ventaja produciendo una transformación normal del azúcar (**Brémond, 1966**).

2.10.2 Recepción de la Uva

La recepción tiene como función recibir los racimos que llegan en estado agrícola, es decir tal como han sido recolectados y transportados, normalmente sin otra intervención tecnológica.

La recepción se corresponde a menudo como una transferencia de propiedad de la uva, del productor a la bodega. En el caso de transferencias de propiedad, la recepción tiene como misión el realizar y dar medidas sobre las cuales se harán las transacciones: el peso y de forma complementaria, diferentes indicadores de calidad, tales como la concentración de azúcar, el estado sanitario, etc. Estas medidas deben ser precisas y fiables para evitar los riesgos de litigio comercial (**Flanzy, 2000**).

Aleixandre-Álvarez (2003), antes de realizar la descarga se procede al muestreo. La muestra ha de representar, para cualquier tipo de análisis, las cualidades promedios de la materia prima a analizar; ha de tomarse de las uvas intactas, nunca del líquido o mosto que escurre de la carga.

La toma de muestra puede hacerse manual o por medio de sondas hidráulicas. La manual se efectúa pinchando el remolque en varios lugares al azar con un

dispositivo que estruja las uvas y recoge el mosto para su posterior valoración. La toma de muestras mediante sondas hidráulicas simplifica la operación; el equipo consta de una columna soporte de más de 3 metros de altura, de la que sale un brazo hidráulico con desplazamiento vertical, horizontal y mediante giros. A él se acopla una sonda toma-muestras tubular, que recoge las uvas y las estruja, obteniéndose el mosto.

Las determinaciones que habitualmente se realizan en la recepción de la uva son el °Baumé o °Brix, para determinar el grado probable, el pH y la acidez total.

2.10.3 El despalillado de las uvas

Según Flanzy (2000), la función principal del despalillado es separar el raspón y las bayas. La función complementaria de esta operación unitaria es también separar las bayas de todas las partículas vegetales presentes: parte leñosas (trozos de sarmientos, brazos muertos de la cepa), las hojas, los pedúnculos, y todos los cuerpos extraños.

La misión del despalillado es respetar la integridad de la baya a partir del momento en el que se separa de su pedúnculo. Por lo anterior el despalillado no ha de provocar roturas o trituración de la baya, y en particular no debe partir, aplastar o dañar las pepitas o semillas.

Como criterio de calidad, se puede indicar la tasa de bayas aplastadas, la tasa de trozos de raspón, la tasa de cuerpos extraños en la vendimia, la tasa de bayas que aún permanecen en el raspón eliminados, el estado de los raspones (daños, roturas).

En tinto el despalillado tiene un impacto directo que se mantiene a largo plazo sobre la mayor parte de las sensaciones en boca. Se puede citar la sensación de volumen en boca, la intensidad tánica, la astringencia, y la sequedad.

2.10.4 El estrujado de las uvas

Según Flanzy (2000), la función principal del estrujado de las uvas es provocar que revienten las bayas por presión radial.

La misión del estrujado es liberar zumo de las células de la pulpa y abrir la baya para permitir al zumo libre que se ponga en contacto con la zona sub-pelicular en el interior de la baya. Debido a la estructura de la pruina y de la piel, las difusiones directas hacia el exterior son muy débiles, sobre todo durante la fase prefermentativa. La difusión de los compuestos de las células de la zona pelicular o de la zona sub-pelicular se hacen por el interior de la baya. El zumo vacuolar de las células de esta zona se difunde hacia el zumo libre por las zonas de fisuración de la pulpa.

Otra misión del estrujado es la de no romper, dañar o aplastar las pepitas o semillas.

En el caso en que el raspón esté todavía presente, la misión del estrujado es la de respetarlo, para no provocar la liberación de zumos vegetales.

Como criterio de medida de calidad se puede citar: la tasa de bayas partidas, la tasa de pepitas rotas y trituradas, la tasa de raspones dañados si no se tiene despalladora antes, etc.

El estrujado tiene un papel importante de acelerar las primeras fases de las maceraciones. En las maceraciones en tinto, la difusión importante y precoz de los antocianos libres tiene un efecto importante sobre las reacciones entre estos antocianos y los taninos que serán extraídos más tarde. Estas reacciones dan lugar a estructuras químicas más estables.

2.10.5 Chaptalización

Cuando el mosto presenta una concentración de azúcar insuficiente para producir un vino con graduación alcohólica aceptable, es el momento de efectuarse una corrección de tal riqueza natural de azúcar **De Rosa (1998)**.

Según **Aleixandre (2003)**, la chaptalización consiste en la adición de sacarosa al mosto, antes o durante la fermentación, para aumentar el grado alcohólico del vino. Se podría utilizar también glucosa, miel y uvas pasas, pero, generalmente, se utiliza azúcar blanco cristalino (sacarosa), bien de caña o de remolacha.

La sacarosa no es fermentable por sí misma y necesita una hidrólisis previa para transformarse en glucosa y fructuosa; son las levaduras las que hacen la inversión de la sacarosa. La adición de sacarosa se hace, normalmente, al inicio de la fermentación; y se disuelve con mosto que ya esté caliente para iniciar de la fermentación; si se añade a la mitad, las levaduras tendrán déficit de algún nutriente, siendo difícil que se agoten todos los azúcares en la fermentación, pudiendo dar lugar al picado láctico. Esto mismo puede suceder si la adición de azúcar es grande y las levaduras no son capaces de utilizarlo, o, en caso contrario, que se ocasione un grado alcohólico muy elevado que desequilibre al vino en cuanto a su sabor y enmascaramiento de los aromas (**Aleixandre, 2003**).

Para elevar el alcohol en 1º hay que añadir teóricamente 17g/l y en la vinificación en tinto hecha generalmente a temperaturas más elevadas que en blanco. Se debe utilizar 20 g/l en lugar de los 17 para compensar las pérdidas de alcohol por remontados y las mayores temperaturas de elaboración (**Aleixandre, 2003** y **Peynaud 1984**).

2.10.6 La Maceración

Aleixandre-Álvarez (2003), menciona que durante el encubado se produce la extracción fraccionada de las sustancias que se encuentran en las partes sólidas de la uva, principalmente polifenoles y aromas, que aportan al vino tinto sus características específicas, es decir, color, estructura, componentes del extracto y aromas.

La finalidad de la maceración de la vendimia tinta es la extracción y difusión en el mosto de los componentes fenólicos y los aromas, con la finalidad de obtener vinos armoniosos y equilibrados. Para ello, hay que tener en cuenta que la extracción de estos compuestos durante la maceración va depender de:

- La concentración inicial de los compuestos extraíbles de la uva. Va a depender de la variedad de uva, del grado de madurez y de la relación pulpa/hollejo de la baya.
- Los factores que intervienen en la extracción y disolución de estas sustancias, tales como:

- Los tratamientos mecánicos de la vendimia (estrujado, despalillado, bombeo).
- La dosis de SO₂ adicionada que favorece la disolución sobre todo de la materia colorante, provocado una mayor fragilidad de las células de los hollejos.
- La presencia de oxígeno, ya que la anaerobiosis impide la oxidación de los polifenoles.
- La temperatura de encubado, cuyo aumento favorece tanto la extracción como la dilución de los compuestos polifenólicos.
- El pH bajo facilita la extracción de color y su difusión es más estable.
- El incremento de grado alcohólico favorece la extracción.
- La homogeneidad de la masa, que permite al adecuado reparto del etanol.
- La circulación del líquido a través de la masa del hollejos del sombrero.
- El tiempo de encubado. A mayor tiempo, mayor extracción.

2.10.7 Fermentación alcohólica

Según **Aleixandre (2004)**, la fase fermentativa comprende el conjunto de transformaciones bioquímicas que se producen durante la fermentación alcohólica. Esta se manifiesta por un calentamiento del mosto, desprendimiento de carbónico que produce una ebullición, y descenso de la densidad. La ecuación global de la transformación es:



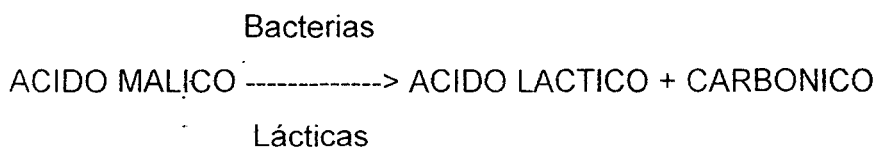
La uva al ser estrujada libera el jugo que contenían las vacuolas de la pulpa de los granos de uva. Este jugo (mosto) se introduce en un depósito para que fermente, normalmente, de forma espontánea. La fermentación consiste, esencialmente, en la conversión de los azúcares del mosto en alcohol, carbónico y aromas. Los agentes responsables de esta transformación son las levaduras, organismos microscópicos, que viven y crecen en los viñedos, en el suelo y en el ambiente de las bodegas. El polvillo blancuzco que suele cubrir los granos de uva está formado en buena parte por

levaduras, por lo que al estrujar el grano se ponen en contacto con el mosto. Una gota de mosto en fermentación puede contener de 5 a 6 millones de levaduras.

Cada zona vinícola y cada microclima tiene sus propias levaduras autóctonas, transmitiendo a los distintos vinos características peculiares que los hacen diferenciarse unos de otros. Como todo ser vivo las levaduras necesitan, para subsistir y desarrollarse, alimentos, que encuentran de manera abundante en el mosto, principalmente nitrógeno y aminoácidos. Los azúcares, glucosa y fructosa, son consumidos por las levaduras para obtener energía y realizar la fermentación. En presencia de aire, la fermentación de los azúcares del mosto, produce gas carbónico y agua, pero afortunadamente, el mismo carbónico producido impide el contacto con el aire, formando una barrera protectora, y el resultado final es la formación de alcohol, y demás elementos aromáticos que constituyen el vino.

2.10.8 Fermentación Maloláctica

Aleixandre (2004), menciona que la fermentación maloláctica es la transformación, por las bacterias lácticas, del ácido málico en ácido láctico y anhídrido carbónico, es decir, la reacción fundamental se reduce a una simple descarboxilación del ácido málico:



Constituye una verdadera desacidificación biológica del vino. Cuanto más rico es el vino en ácido málico, y por lo tanto más ácido, más fuerte es la desacidificación y más marcado el suavizamiento del vino. El vino joven pierde así su sabor amargo y su dureza se suaviza. Su acidez disminuye y su color se modifica, se convierte en un rojo menos vivo. El aroma también se transforma, desapareciendo los aromas de la uva y enriqueciéndose en matices de vinosidad.

Los vinos adquieren suavidad, carnosidad y pastosidad, elementos esenciales de los vinos de calidad. Así pues, los buenos vinos tintos son fruto de dos fermentaciones: una fermentación alcohólica del azúcar por las levaduras y una fermentación láctica del ácido málico por las bacterias

2.11 DESARROLLO DE LA LEVADURA

Flanzy (2000), menciona que generalmente las fermentaciones son realizadas con cepas puras gracias a la disponibilidad y aporte de las levaduras secas activas. Por ello su desarrollo es más reproducible. Este aporte no basta sin embargo para estandarizar las fermentaciones: la variabilidad de las condiciones del medio lo impiden.

Según **Owen (1989)**, cuando un organismo se inocula en un volumen de medio dado, el cultivo pasa por una serie de fases. Después de la inoculación existe una fase de latencia, en la que el organismo se adapta a las condiciones del medio. **Flanzy (2000)**, menciona que en este periodo se da la saturación del medio en CO₂. Al final de esta fase, la población es aproximadamente 10⁷ células/ml. Su duración es ante todo función de la temperatura. No excede generalmente de 24 horas.

Owen (1989), tras un cierto período de tiempo en el que la velocidad de crecimiento de la células aumentan gradualmente, las células crecen a una velocidad constante máxima; esta fase se denomina exponencial y logarítmica. Según **Flanzy (2000)**, durante este periodo pasan sucesivamente por un máximo la velocidad específica de liberación de CO₂ se corresponde con la actividad máxima de las células que se alcanza muy pronto, aunque se haya producido menos de 5g/l de CO₂, lo que corresponde con un consumo de azúcar inferior a 10 g/l. En este momento, el número de células es inferior al tercio de la población final. La actividad de cada célula disminuye pues durante la casi totalidad de la fermentación.

Flanzy (2000), durante la fase estacionaria, las levaduras ya no son proliferantes. Su número es pues constante, la actividad de las levaduras continúa disminuyendo progresivamente, a pesar que en la mayoría de los casos se conserva una fuerte tasa de viabilidad.

Varios fenómenos están implicados en esta caída de actividad de la levadura, siendo el principal, el agotamiento del medio en nutrientes nitrogenados asimilables. El nitrógeno no solo interviene sobre el nivel de crecimiento de la levadura, sino también

sobre la cinética de transporte de los azúcares por las levaduras a lo largo de la fermentación.

Al final de la fermentación cuando las azúcares residuales están ya en pequeñas concentraciones, la velocidad cae y después se anula. Esta caída puede ser brutal, o muy progresiva (caso de las fermentaciones largas). La cinética final es sobre todo función del número de levaduras viables (**Flanzy, 2000**).

Esponáneamente no hay uniformidad de la colonia de levaduras durante la fermentación del mosto

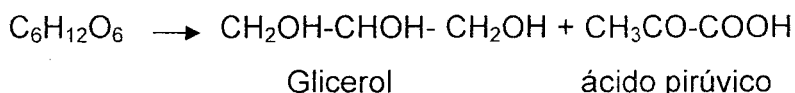
2.12 BIOQUÍMICA DE LA FERMENTACIÓN

2.12.1 Fermentación alcohólica

La fermentación alcohólica consiste en la formación de alcohol a partir de los azúcares según la ecuación de Gay-Lussac:



Pero se sabe que no todas las moléculas de azúcar sufren la transformación anterior, ya que la fermentación gliceropirúvica degrada un cierto número de ellas, como indica la ecuación de Neuberg:



Junto con la glicerina aparece el ácido pirúvico, eventualmente descarboxilado en etanal, pero no reducido a alcohol, siendo el origen de diferentes productos secundarios.

La glucólisis constituye la primera fase de fermentación alcohólica. El ácido pirúvico que aparece está descarboxilado bajo la forma de acetaldehído y reducido a alcohol etílico. Esta reacción la realiza la forma reducida del NAD que aparece durante la oxidación del gliceraldehído 3-fosfato. Las dos reacciones están, pues, interrelacionadas, produciéndose una óxido-reducción. Se comprende así la necesidad

de la reoxidación de NADH_2 , ya que de no ser así, la glucólisis se detendría cuando todo el NAD presente en la célula se hubiese reducido.

El balance energético de la fermentación alcohólica es idéntico al de la glucólisis, o sea, 2 ATP formados por cada molécula de azúcar degradada. El balance químico de la fermentación por las levaduras es:



En el plano energético, la variación de energía libre de la transformación química de una molécula de glucosa en CO_2 y etanol es de 40 kcal. Como la energía de formación de una unión ATP es de 7.3 kcal. De las 40 kcal liberadas, 14.6 son utilizadas por las células de las levaduras para asegurar sus funcionamientos vitales, en particular su multiplicación. La diferencia se libera en forma de calor y provoca el calentamiento de los depósitos de fermentación.

En la fermentación de los azúcares por las levaduras siempre aparece un poco de ácidos láctico, alrededor de 400 mg/l, debido a la reducción directa del ácido pirúvico en ácido láctico por acción de la lacticodeshidrogenasa (**Aleixandre y Álvarez, 2003**).

2.12.2 Fermentación Gliceropirúvica

En el mecanismo de la fermentación alcohólica se observa la necesidad de reoxidación del NAD reducido durante la glicólisis. Esta oxidación se hace a partir del acetaldehído, pero al principio éste está ausente del medio, es decir, que hay un círculo vicioso: para que la glucólisis pueda llevarse a cabo normalmente es necesaria la presencia de acetaldehído, pero éste se forma justamente al finalizar la glicólisis.

Se explica así la existencia de un periodo de inducción, durante el cual la reoxidación del NADH_2 se hace a expensa de una molécula de dihidroxiacetona fosfato procedente de la ruptura de la molécula de azúcar por la glucólisis; esta reducción conduce a la formación de glicerina.

Simultáneamente, el ácido 3-fosfoglicérico procedente de la oxidación del gliceraldehído 3-fosfato se descompone, según las reacciones de la glucólisis, en ácido pirúvico, eventualmente descarboxilado en acetaldehído, que no se puede reducir a alcohol porque los dos hidrógenos (procedentes NADH_2), que sirven para esta reducción en el caso de la fermentación alcohólica, ya se utilizaron para formar glicerina a partir de la dihidroxiacetona fosfato.

En suma, cada vez que hay formación de una molécula de glicerina, se acumula una molécula de ácido pirúvico (o de acetaldehído) sin ser transformada en ácido láctico (o en alcohol etílico). Es pues en el ácido pirúvico, procedente de la fermentación Gliceropirúvica, donde está el origen de muchos productos secundarios.

La fermentación gliceropirúvica, y en consecuencia la formación de glicerina, predomina al principio de la fermentación, pero incluso durante el período de plena fermentación no hay nunca una fermentación alcohólica pura.

Teniendo en cuenta el hecho de que el vino contiene, por términos medio, 8g/l de glicerina, se considera que en la fermentación del mosto de uva, alrededor del 8% de las moléculas de azúcar siguen la vía de la fermentación gliceropirúvica y, en consecuencia, el 90% la de fermentación alcohólica propiamente dicha (**Aleixandre y Álvarez, 2003**).

2.12.3 Otras transformaciones producidas por las levaduras

a) Fermentación en presencia de ácido acético

La cantidad de ácido acético formado durante la fermentación alcohólica no es función lineal del azúcar fermentado. La formación es rápida al principio, pero luego se relentiza, sobre todo hacia el final de la fermentación.

El fenómeno es diferente según la especie de levadura. Por otra parte, las levaduras son capaces de consumir el ácido acético existente antes de la fermentación permitiendo disminuir, por refermentación, la acidez volátil de un vino ligeramente picado. La utilización de ácido acético por las levaduras origina una reducción de

acetaldehído, favoreciendo la fermentación alcohólica en detrimento de la Gliceropirúvica, aumentando así la producción de alcohol y de los productos secundarios y disminuyendo la producción de glicerina (**Aleixandre-Álvarez, 2003**).

b) Degradación de ácido málico

La cantidad de ácido málico del mosto de uva disminuye durante la fermentación alcohólica, independiente de la fermentación maloláctica, y que según la especie de levadura la pérdida de ácido málico representa entre 10 y el 24% de la cantidad inicial. La degradación es tanto más importante cuanto más bajo es el pH, y a pH 5.0 no se produce.

En un primer momento el ácido málico se transforma en ácido pirúvico por la enzima málica, luego el ácido pirúvico sigue el ciclo de las reacciones de la fermentación alcohólica con descarboxilación a acetaldehído, que se reduce a etanol (**Aleixandre-Álvarez, 2003**).

c) Metabolismo de los constituyentes nitrogenados y formación de alcoholes superiores

La síntesis de los aminoácidos y de las proteínas por las levaduras utiliza los mecanismos clásicos de la bioquímica. La introducción de nitrógeno amoniacal se hace a partir del ácido α -cetoglutarico para dar ácido glutámico. Todos los demás aminoácidos están formados ya sea por modificación del esqueleto carbonado del ácido glutámico, por ejemplo en la formación de prolina, ya sea por transaminación, como por ejemplo la síntesis del ácido aspártico a partir del ácido oxalacético o la síntesis de la alanina a partir del ácido pirúvico **Aleixandre-Álvarez (2003)**.

Según **Rapp y Mandery (1986)**, citado por **Suárez (1997)**, menciona que los alcoholes superiores, protagonizan por sí solos y sobre todo por sus ésteres un papel importante en el bouquet del vino, y contribuyen de manera favorable no sobrepasando los 350-400 mg/l .

Según **Aleixandre-Álvarez (2003)**, los aminoácidos son los principales precursores de los alcoholes superiores. El mecanismo de reacción comprende la desaminación en ácido cetónico, que es descarboxilado a aldehído para ser reducido luego a alcohol.

Los precursores indispensables de la síntesis de alcoholes superiores no son los aminoácidos, sino los ácidos cetónicos correspondientes, que no proceden exclusivamente de la degradación de los aminoácidos, sino que proceden también del metabolismo glucídico. Se explica así que algunos alcoholes superiores (isobutílico e isoamílicos) puedan tener muchos mecanismos de síntesis (a partir de los aminoácidos o por medio de el metabolismo glucídico). Además, el hexanol del vino puede proceder de los aldehídos en C₆ (hexanal, sexenal) presente en la uva.

Giudici y col. (1990), citado por **Suárez (1997)**, menciona que la capacidad de producir alcoholes superiores es una característica general de todas las levaduras pero la cantidad varía en función del género, de la especie y de la cepa, es además un carácter hereditario y utilizable con fin de mejoramiento genético.

d) Reducción de los sulfatos en sulfitos y en sulfhídrico

Las levaduras pueden incorporar y metabolizar los compuestos azufrados presentes en el mosto y pueden también producir distintos tipos de compuestos azufrados.

Los compuestos azufrados incorporados pueden ser utilizados sin modificación por parte de las levaduras, pero también pueden ser movilizados como fuentes de azufre. Este último mecanismo va a dar lugar a nuevos compuestos azufrados y está ligado a la necesidad de las levaduras de sintetizar aminoácidos azufrados, especialmente metionina y cisteína y a la necesidad de las levaduras de degradar las proteínas para utilizarlas como fuente de nitrógeno fácilmente asimilable en mosto pobres en él.

La reducción de los sulfatos (SO₄) por las levaduras pueden formar sulfuro de hidrógeno o sulfhídrico (H₂S) y, en ciertas condiciones particulares, iones sulfito (SO₃),

que en el vino aparecen en forma de iones bisulfito (HSO_3) y ácido sulfuroso (H_2SO_3). Inicialmente los sulfatos se reducen a sulfitos y posteriormente a sulfuros, compuestos centrales en la síntesis de los aminoácidos azufrados. Parte de los sulfitos formados quedan bloqueados en forma de combinación estable con compuestos aldehídicos o cetónicos.

La producción de anhídrido sulfuroso (SO_2) por parte de las levaduras no es, normalmente, muy elevada (de 10 a 30 mg/l), aunque puede, en algunas cepas, llegar a los 100 mg/l. La producción de sulfuros por las levaduras depende de las características genéticas de la cepa y de las condiciones del medio; si es rico en sulfato, la reacción está facilitada; en cambio, las fermentaciones que realizan en presencia de aminoácido azufrados dan lugar a menor formación de sulfuroso. La interrupción de las reacciones de reducción de sulfatos en sulfuros, después de haberse formado el sulfuroso, parece ser debida a un fenómeno de mutación que causa la imperfección de las enzimas, inhabilitándolas para la prosecución del proceso (Aleixandre-Álvarez, 2003).

2.13 SUPERFICIE DE RESPUESTA

El análisis de superficie de respuesta tiene como base el método de planeamiento factorial y consiste en grupos de técnicas usadas para el estudio de las relaciones entre una y otra respuesta medidas analíticamente en un número de variables de entrada que pasan a ser controladas (Box et al., 1978). Estas técnicas son usadas para dilucidar las interrogantes siguientes:

- Como una respuesta es afectada sobre la región de interés dado por un conjunto de variables de entrada.
- Que conjuntos de variables de entrada resultarán como producto dentro de las especificaciones deseadas.
- Cual de los valores de las variables de entrada tendrá el menor valor para una respuesta específica y como la superficie de respuesta se aproxima a ese punto.

Supóngase que la dependencia de una variable de respuesta Y sobre los niveles X_1 , X_2, \dots, X_k de K variables cuantitativas o factores se puede expresar por el siguiente modelo matemático:

$$Y = f(X_1, X_2, \dots, X_k) + e$$

Esta relación funcional en general se llama una superficie de respuesta. Uno de los objetivos más frecuentes en una investigación por experimentación consiste en determinar los valores de k variables independientes, X_i ; ($i = 1, \dots, k$), las cuales pueden producir un máximo (o mínimo) de $E(Y)$. En la figura 01 se muestra la representación gráfica de la superficie de respuesta y en la figura 02 las curvas de nivel asociadas con la superficie de respuesta.

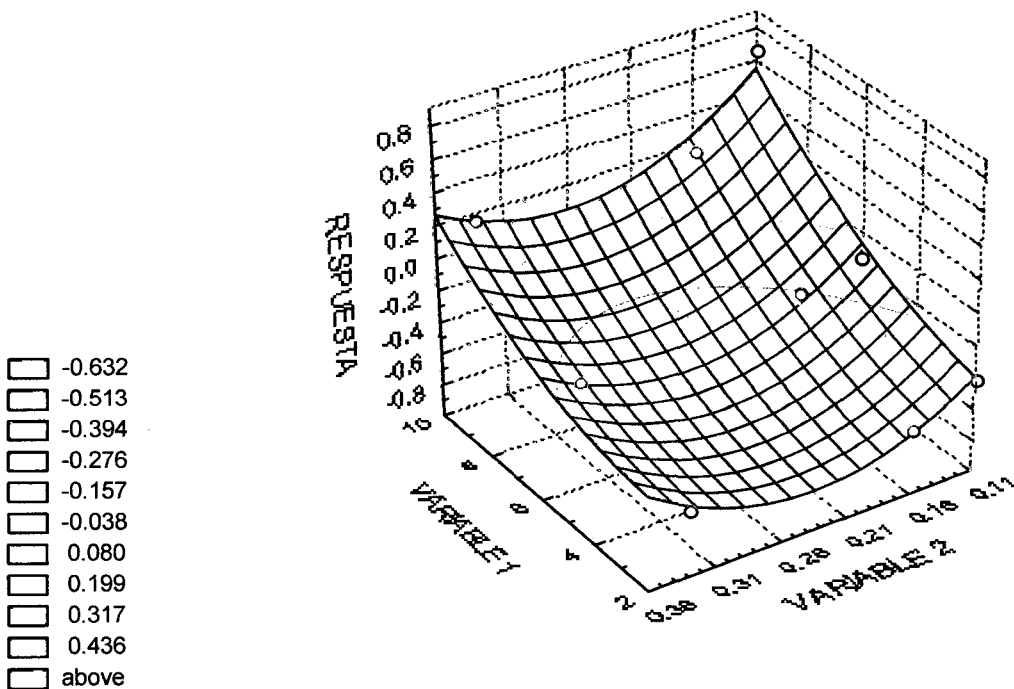


Figura 1. Representación gráfica de una superficie de respuesta

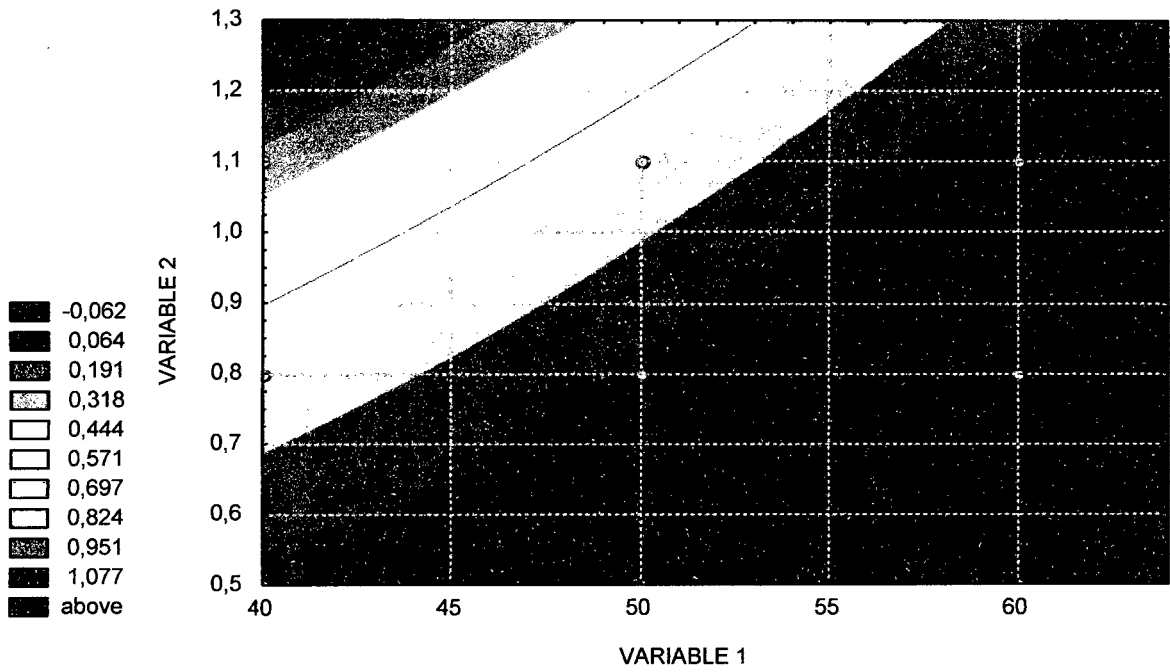


Figura 2. Representación gráfica de las curvas de nivel de una superficie de respuesta.

2.14 ANÁLISIS SENSORIAL

El análisis sensorial es una herramienta más del control de calidad total de cualquier empresa (Sancho *et al.*, 1999). En esta disciplina científica se pueden llevar a cabo dos tipos de estudios (panel entrenado y panel de consumidores).

- a) **Las evaluaciones analíticas.** Las llevan a cabo un grupo de personas (panel) debidamente seleccionadas y entrenadas.
- b) **Los estudios de consumidores.** Los hacen personas sin entrenar, con un perfil socio-cultural representativo del tipo de mercado al cual va destinado ese producto. El análisis sensorial se realiza con los sentidos, pero con unas condiciones que aumentan su objetividad y su fiabilidad, teniendo en cuenta que tanto el entorno físico como el psicológico (influencia de la edad, sexo, estatus social, etc.) puede influir en el resultado final. En la figura 03 se muestra un sensograma de sentidos.

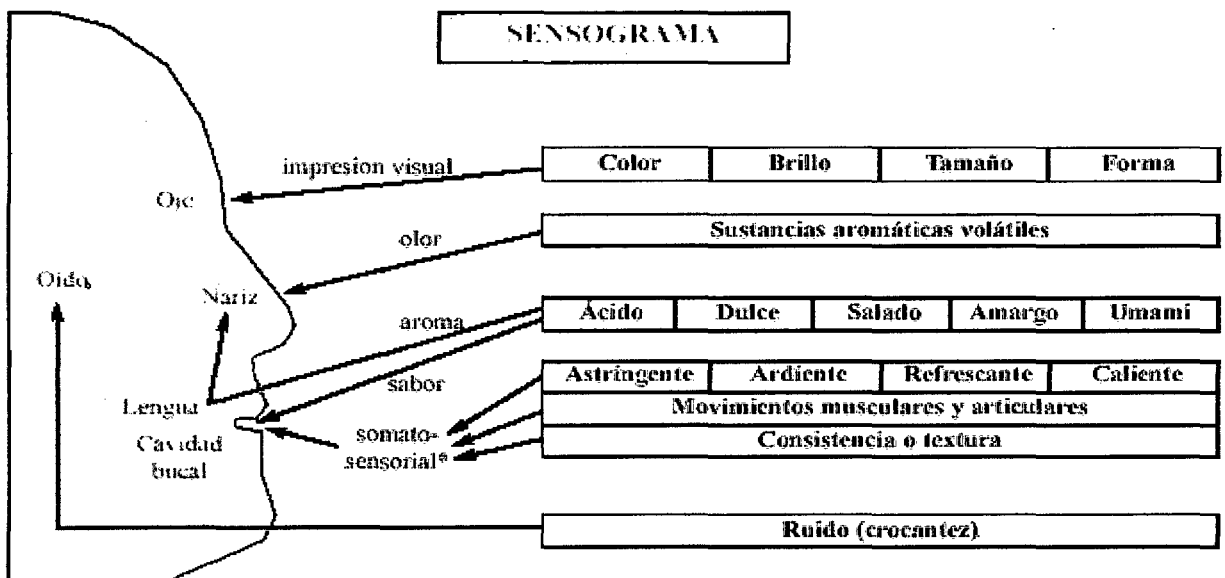


Figura 03. Representación esquemática de las impresiones que se perciben a través del Análisis Sensorial (Sancho *et al.*, 1999).

III. MATERIALES Y METODOS

3.1 LUGAR DE EJECUCIÓN

El presente trabajo de investigación se desarrollo en el Jr. Alonso de Alvarado 129, donde se llevo acabo el procesamiento, la fermentación y el almacenamiento del producto terminado. Los análisis microbiológicos se realizo en las instalaciones del Laboratorio de Microbiología y Fermentación, Laboratorio de Análisis y Composición de los Alimentos; del Departamento Académico de Ingeniería Agroindustrial, de la Facultad de Ingeniería Agroindustrial, de la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto.

3.2 MATERIA PRIMA

La materia prima utilizada para el presente trabajo fue, uva variedad Borgoña Negra (*Vitis labrusca*).

3.3 EQUIPOS Y MATERIALES

- Termómetro de mercurio graduados de 0 a 100 °C
- pH-metros digital marca Checker.
- Mostímetro, con su tabla correspondiente.
- Densímetro, rangos de medición, 0.700 – 1.000 y 1.000 – 1.500, graduados a temperatura de 15°C.
- Refractómetro manual de 0 a 32%
- Balanza capacidad de 10 kg.
- Balanza analítica de precisión, marca Denver, modelo AC-2KD, capacidad máxima 2000g., precisión 1.0 mg., USA.
- Equipos de Fermentación; envases de plásticos de 18 litros de capacidad, acondicionados para el proceso.
- Bandejas
- Equipos de destilación marca Pirex, Balón de destilación de 2000 ml. y 250 ml. (fondo plano), refrigerante y serpentín en espiral.
- Ebulómetro, marca Dujardin Salleron, Francés.

- Equipo de titulación o valoración
- Cocinilla eléctrica
- Aire acondicionado de 9000 BTU, marca LG.
- Termostato, rango: (-20°C ~ 35°C)
- Termómetro de aguja, rango: (-40°C ~ 40°C)
- Auto clave vertical, marca Hirayama, 220 V, 2000 W, Japón.
- Estufa de incubación, marca Memmert, modelo 450 W, Alemania.
- Estufa de esterilización, marca Selecta, modelo 800 W, España.
- Baño María, marca Memmert, modelo 350 W, Alemania.

3.4 REACTIVOS E INSUMOS

- Levadura seca activa, cepa seleccionada de *Saccharomyces cerevisiae* *r.f. cerevisiae*, temperatura de activación máxima 35°C, marca Fermol Rouge, Francesa, distribuido por AEB Argentina S.A.
- Antioxidante marca Aromax, distribuido por AEB Argentina S.A.
- Nutriente marca Fermocel, distribuido por AEB Argentina S.A.
- Solución de hidróxido de sodio 0.1N, 1.0N.
- Fenolftaleína al 1%.
- Agar recuento.
- Oxitetraciclina glucosa agar (OGA).
- Solución de Azul de Metileno al 1%.
- Solución A y B de reactivo de Fehling.
- Solución saturada de Acetato de plomo.
- Ácido cítrico en polvo.
- Bicarbonato de sodio en polvo
- Carbonato de sodio en polvo.
- Carbonato de calcio en polvo.

3.5 MATERIALES DE VIDRIO, OTROS

- Equipo de fermentación: garrafrones de 25 lts.
- Probetas de 50, 100, 250 ml.
- Matraces de 125, 250 y 500 ml.

- Placas petri.
- Tubos de ensayo
- Fiolas de 25, 50, 100, 250 y 500ml.
- Pipetas de 1.0, 2.0, 5.0 y 10.0 ml.
- Vasos precipitados de 30, 50, 100 y 250 ml.
- Goteros de 50 ml.
- Botellas de vidrio de color verde oscuro, corchos.
- Baldes, bandeja, paletas, colador, tocuyo, etc.

3.6 MÉTODO EXPERIMENTAL

3.6.1 Estudio de Materia Prima

La cosecha de la uva se realizó con un previo seguimiento de la maduración, mediante el análisis de sólidos solubles y la acidez titulable para determinar de esta manera el índice de madurez (I.M.). La primera determinación del Índice de madurez se llevó a cabo a los 120 días después de iniciada la poda, obteniéndose un valor de índice de madurez igual a 16, la vendimia se llevó a cabo a los 135 días, cuando la uva presentaba un valor de índice de madurez igual a 16.89. Una vez cosechada la uva se procedió a determinar las características biométricas – fisicoquímicas.

3.6.2 Estudio de la Levadura

La inoculación de la levadura se realizó con una previa corrección de los mostos, mediante la adición de azúcar y se agregó al mosto corregido 60 g/hl de nutriente (Fermocel) (AEB Argentina S.A.), luego se procedió a inocular la levadura secas activas *Saccharomyces cerevisiae r.f. cerevisiae* (Fermol Rouge), a los mostos en dosis de 60g/hl (AEB Argentina S.A.), observándose la fermentación en un promedio de 4 horas.

Se evaluó el crecimiento de la biomasa durante las 60 primeras horas de la fermentación rápida, trazando la curva de crecimiento en función al tiempo, cuantificando la masa celular mediante recuento en placa, la velocidad de crecimiento

específico se determinó en función al incremento de la biomasa mediante la ecuación de Monod (Owen, 1989):

$$\frac{dx}{dt} = \mu x$$

$$\frac{dx}{x} = \mu \int dt$$

$$\log X_1 - \log X_0 = U (t_1 - t_0)$$

Donde:

x = concentración celular (ufc/ml)

μ = velocidad de crecimiento específico (h^{-1})

t = tiempo de incubación (h)

$$K_s = 0.5 \mu$$

Donde: K_s = coeficiente de afinidad al sustrato (h^{-1})

3.6.3 Estudio de la fermentación

Se realizaron dos diseños experimentales, uno aplicado durante la fermentación rápida donde se evaluaron la influencia de la temperatura (20°C, 25°C y temperatura ambiente : 28.58°C) y la concentración de azúcar (20°Brix, 23°Brix y 26°Brix) en la producción de alcohol y el crecimiento de la biomasa, con la finalidad de determinar una zona óptima de crecimiento de la masa celular y la producción de alcohol. Las evaluaciones de producción de alcohol fueron analizadas durante el tercer, cuarto y quinto día del inicio de la fermentación rápida, analizado los valores mediante la metodología de superficie de respuesta. Las gráficas del crecimiento de la biomasa demostraron las mejores condiciones de desarrollo para la levadura que dan como resultado los mismos tratamientos determinados en la superficie de respuestas. A cada tratamiento se determinó sus características fisicoquímicas (Densidad, pH, acidez titulable, azúcar residual y grado alcohólico).

El segundo diseño experimental determina la zona óptima en los tratamientos de dos niveles de temperatura (25 y 28.58°C) y dos concentraciones de azúcar (20 y

23 °Brix) con la finalidad de evaluar la influencia de estas variables en los atributos organolépticos. Los tratamientos fueron sometidos a una evaluación sensorial mediante la prueba afectiva (Escala hedónica de cinco niveles), utilizando un diseño de bloques completamente aleatorio con arreglo factorial 2x2, (variables temperatura y concentración de azúcar), en el cual cada panelista evaluó los atributos de color, olor, sabor y apariencia general, estos valores se analizaron mediante la prueba no paramétrica de Friedman, determinando de esta manera el mejor tratamiento que corresponde al vino experimental.

El vino experimental (23°Brix a 25°C) fue almacenado a temperatura ambiente por el transcurso de 90 días, siendo analizado cada 30 días sus características físico-químicas y microbiológicas. Finalmente fue sometido a un análisis sensorial de aceptabilidad con dos vinos del mercado local, mediante la Prueba de Diferencia (Método Ranking u Ordenamiento).

3.7 METODOLOGÍA

El presente trabajo se inició realizando los análisis físicos químicos a la materia prima antes de la cosecha y después, luego se procedió con las pruebas de acuerdo al flujograma preestablecido, (Figura 4), que comprende los siguientes:

3.7.1 Materia Prima

La uva variedad Borgoña Negra (*Vitis vinifera*), fue obtenida de una parra ubicada en el Jr. Sachapuquio 346, Partido Alto – Tarapoto.

3.7.2 Selección

Se fundamenta en la separación de los granos del escobajo, eliminando los granos malogrados y los que no han completado su maduración, quedando los buenos, también se eliminan las impurezas; esta operación se realizó en forma manual y por inspección visual.

3.7.3 Pesado

Operación que se realizó para determinar el rendimiento de la materia prima (grano de uva) a producto terminado.

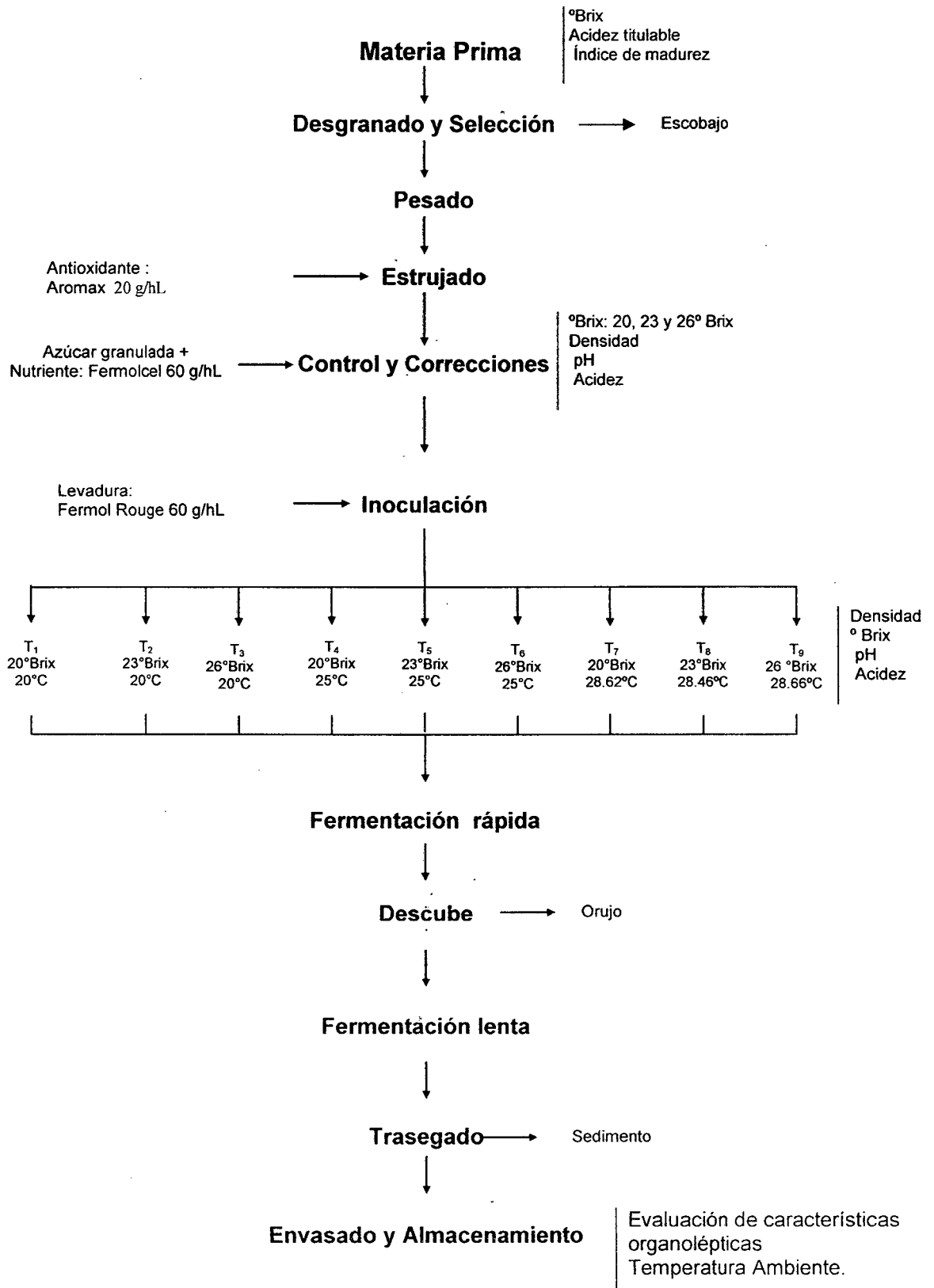


Figura 4. Flujo experimental para obtención de vino a temperatura controlada

3.7.4 Estrujado

Se realizó en forma manual, con la finalidad de obtener el mosto. Durante la operación del estrujado se agregó Aromax en dosis 20g/hl (AEB Argentina S.A.), que desempeña la función de antioxidante.

3.7.5 Control y Corrección

Al mosto obtenido se sometió a un análisis físico-químico: Acidez titulable, pH, densidad y porcentaje de sólidos solubles (°Brix). Luego se hizo la corrección de sólidos solubles a los siguientes niveles 20°Brix, 23°Brix y 26°Brix, con adición de azúcar granulada blanca.

3.7.6 Agregado de Nutrientes

Se agregó al mosto corregido 60 g/hl de nutriente, marca: Fermocel (AEB Argentina S.A.) con la finalidad de acondicionar al medio fermentativo y para que las levaduras no sufran estrés alimentario.

3.7.7 Inoculación

El mosto se inoculó con levadura seca activa específica *Saccharomyces cerevisiae r.f cerevisiae* (Fermol Rouge), en dosis de 60g/hl (Dosis recomendado por el fabricante: Laboratorio de microbiología general de la Universidad de Reims, Champagne-Ardenne Francia, Facultad de Ciencias. Distribuido por AEB Argentina S.A.).

3.7.8 Fermentación Rápida

Este proceso se llevo a cabo a tres niveles de temperaturas a 20°C, 25°C y temperatura ambiente, durante periodo de 5 días, evaluando la velocidad de fermentación mediante determinación de °Brix (consumo de azúcar) y la formación de alcohol por día. Cada uno de los porcentajes de sólidos solubles (20, 23 y 26°Brix) fueron evaluados a las temperaturas mencionadas, mediante la metodología de superficie de respuestas y se determinó sus características físico-químicas, teniendo en un inicio nueve tratamientos en estudio.

La metodología aplicada en el control de temperatura consiste en adaptar a dos ambientes completamente cerrados e independientes, equipos de aire acondicionado, en un ambiente el equipo se calibró a 20°C y el otro ambiente el equipo se calibró a 25°C. Los aires acondicionados están acoplados independientemente a un termostato y a un termómetro de aguja, estando en contacto directo con una muestra de mosto. Durante la evaluación preliminar, cada ambiente contenía nueve envases con quince litros de mosto, resultado de los tres niveles de concentración de azúcar con sus tres respectivas repeticiones ($9 \times 3 = 37$ muestras).

3.7.9 Descube

Operación en el cual se separa el orujo (cáscaras y semillas) del líquido en fermentación (vino), se realizo al termino de la fermentación rápida.

3.7.10 Fermentación Lenta

Se efectuó en garrafones de vidrio, por un periodo de 30 días (García 1998). Este proceso también se llevó a cabo a tres niveles de temperaturas mencionados. Terminada esta etapa el proceso se realizó únicamente a temperatura ambiente.

3.7.11 Trasiego

Operación que consiste en separar el vino de la suspensión de materias tenues y de los sedimentos que se depositan en el fondo del recipiente. Se realizó tres veces, la primera fue a los 30 días después del descube, la segunda a los siguientes 15 días y la tercera a los 15 días restantes.

3.7.12 Envasado y Almacenamiento

El vino se envasó en botellas de vidrio de color oscuro. El almacenamiento fue por un periodo de 90 días, donde se evaluó el producto terminado mediante análisis físico-químicos (densidad, pH, acidez total titulable, acidez volátil, acidez fija, grado alcohólico, azúcares reductores), y Microbiológico cada 30 días, y Análisis Sensorial al culminar el periodo de almacenamiento.

3.8 MÉTODOS DE CONTROL

3.8.1 Materia prima

Análisis Físico-Químico: % Sólidos Solubles (Rankine, 2000).

% Acidez Titulable (Rankine, 2000).

Con estos análisis se determinó el Índice de Madurez de la materia prima.

$$\text{INDICE DE MADUREZ (IM)} = \frac{\% \text{Sólidos Solubles}}{\% \text{Acides Titulable}}$$

pH y densidad aparente (INDECOPI-ITINTEC 210004, 1966)

3.8.2 Durante el Proceso

A) Análisis Físico-Químico

- Densidad, usando densímetro (INDECOPI-ITINTEC 210.004, 1996).
- pH, usando potenciómetro digital.
- Acidez total titulable, mediante valoración (INDECOPI-ITINTEC, 1987).
- Grados alcohólicos, por destilación (INDECOPI-ITINTEC 210.011, 1997).
- Azúcares reductores, mediante titulación (INDECOPI-ITINTEC 212.021, 1970).

B) Superficie de Respuestas

Este análisis se utiliza con la finalidad de determinar los tratamientos a investigar y se aplica en función a los valores de grado alcohólico producido durante el tercero, cuarto y quinto día de cada tratamiento.

3.8.3 Productos Terminados

A) Análisis Físico-Químico

- Densidad, usando densímetro (INDECOPI-ITINTEC 210.004, 1996).
- pH, usan potenciómetro digital.
- Acidez Total Titulable, mediante valoración (INDECOPI-ITINTEC, 1987).
- Acidez Volátil, mediante destilación y valoración (INDECOPI-ITINTEC, 1987).
- Acidez Fija, mediante destilación y valoración (INDECOPI-ITINTEC, 1987).
- Grados Alcohólico, por destilación (INDECOPI-ITINTEC 210.011, 1997).
- Extracto Seco, por evaporación en Baño María (INDECOPI-ITINTEC 210.012, 1967).
- Azúcares Reductores, mediante titulación (INDECOPI-ITINTEC 212.021, 1970)
- Color, mediante tablas de Color Standard And Color Nomenclature.

B) Análisis Microbiológicos

- Determinación de la curva de crecimiento de la levadura, se realizo mediante recuento en placas.
- Numeración de mohos y levaduras, se utiliza como medio de cultivo OGA, y se va incubar a temperatura ambiente por 3 días (Mossel-Quevedo, 1967 citado por García, 1998)
- Numero Total de gérmenes aerobios mesófilos viables, se utiliza como medio de cultivo Agar Recuento, incubando a 37°C por 48 horas (Mossel-Quevedo, 1967 citado por García, 1998)

C) Análisis Sensorial

- **Prueba Afectiva** (Método Escala Hedónica de 5 puntos); esta prueba se realizó con la finalidad de determinar el mejor tratamiento en

estudio, proveniente de las muestra que fueron seleccionados durante la fermentación rápida, se evaluaron las características de color, olor, sabor y apariencia general, prueba que fue realizada por panelitas semi-entrenados, siendo 30 el número de personas asignadas a evaluar.

El formato 1, del anexo 3, se usó para determinar la diferencia entre los siguientes tratamientos: $T_1=285$ (23°Brix a 25°C), $T_2=450$ (23°Brix a Temperatura Ambiente: 28.46°C), $T_3=647$ (20°Brix a Temperatura Ambiente: 28.62°C) y $T_4=730$ (20°Brix a 25°C).

- **Prueba de diferencia** (método ranking u ordenamiento); mediante está prueba se determino la preferencia del consumidor en función al vino experimental comparando con dos vinos secos comerciales de la zona (vino Cocopa y vino Santa María), que presentan cierta similitud en su características físico-químicas grado alcohólico y densidad. Está prueba se realizo con la finalidad de tener una idea del grado de aceptación que tendría el producto en el mercado, siendo evaluado mediante el formato 2, del Anexo 10.

El panel estuvo conformado por 30 personas, no entrenadas y tomadas al azar (Ureño et al., 1999). Las muestras de vinos se presentaron en copas de vidrio, con un volumen aproximado 30 ml.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1 CARACTERÍSTICAS DE LA MATERIA PRIMA

La variedad de uva que desarrolla en San Martín, se limita básicamente a la Borgoña Negra (*Vitis labrusca*). **García (1998)** y **Ramírez (2000)** realizaron trabajos de investigación sobre esta variedad, reportando valores de las características físicas y porcentuales, similares a las obtenidas en el presente trabajo. En los cuadros 10 y 11 se muestran las características evaluadas en base a 50 racimos.

Cuadro 10. Características físicas y biométricas de la uva variedad borgoña negra en base a 50 racimos.

RACIMO	PESO PROMEDIO: 105.62 g. - Raspón o Escobajo: 5% - Granos : 95%
GRANO	DIÁMETRO PROMEDIO: 1.78 cm. PESO PROMEDIO: 4.20 - Semillas o pepitas: 5.90% - Hollejo : 13.80% - Pulpa : 80.30% RENDIMIENTO MOSTO: 60%

Fuente: Elaboración propia

La composición media del azúcar reductor de un mosto de uva es de 130 a 250 g/l. En el caso de uva poco madura, el contenido en azúcar es bajo, del orden de 130 g/l. **Madrid et al., (1994)**, de manera similar menciona **García (1993)**, valores de azúcar reductora que varían de 120 a 250g/l. que dependen de la variedad y las condiciones de cultivo. Como se aprecia en el cuadro 13, el valor de azúcar reductora se encuentra dentro del rango mencionado.

Según **García (1993)**, la acidez total titulable de la uva varía entre 0.3 y 1.5%. En el presente estudio se obtuvo una acidez titulable de 1.03%, que está dentro del rango mencionado.

El control de índice de maduración de la uva antes de la cosecha, se realizó a los 120 días después de iniciada la poda, reportando un valor igual a 16 IM , en cuanto a la acidez titulable se obtiene un valor igual a 1.05 % y con respecto al porcentaje de solidos solubles se determina un valor de IM igual a 16.8%. A los 135 días después de iniciada la primera poda se lleva acabo la vendimia reportando la uva un índice de madurez igual a 16.89, en cuanto a la acidez titulable se determina un valor igual a 1.03 % y con respecto al porcentaje de solidos solubles se obtiene un valor igual a 17.40.

Celis (2001), García (1998) y Ramírez (2000), reportan valores de sólidos solubles: 14%, 14%, 15.5%, acidez total titulable: 1.061%, 1.06%, 1.19% e índice de madurez: 13.20, 13.20, 13.03, diferentes con relación a los resultados obtenidos en el presente estudio; atribuido probablemente al tiempo de la vendimia que se realiza a los 135 días después de iniciada la primera poda o variaciones en la fertilidad del suelo, influencia del clima y manejo del viñedo.

Cuadro 11. Características fisico-químicas de la uva variedad Borgoña negra en el experimento.

CARACTERÍSTICAS	PRUEBAS EXPERIMENTALES
• Sólidos solubles (%)	17.40
• Densidad (g/l)	1065
• pH	3.32
• Acidez total titulable (%)	1.03
• Índice de madurez	16.89
• Azúcares Reductores (g/l) (glucosa y fructuosa)	174.00

Fuente : Elaboración propia

4.2 COMPORTAMIENTO DE LA LEVADURA

Se evaluó la curva de crecimiento de la levadura, en los tratamientos de 20°C a concentraciones iniciales de azúcar de 20°Brix, 23°Brix y 26°Brix, alcanzan poblaciones de 5.57×10^8 ufc, 5.68×10^8 ufc y 5.26×10^8 ufc, que son las biomásas

poblacionales más elevadas alcanzada entre los tratamientos, presentando en un inicio menor valor en biomasa en relación a los demás tratamientos. Los tratamientos de 20°C tienen un tiempo de crecimiento de 54 horas, los tratamientos de 25°C tienen un tiempo de crecimiento de 42 horas y los tratamientos de ambiente tienen un tiempo de crecimiento de 36 horas. **Alexandre (1996) y Peynaud (1984)**, sostienen que la multiplicación de las levaduras alcanza una población más elevada a temperatura más baja.

El desarrollo del crecimiento de levadura *Saccharomyces cerevisiae* r.f. *cerevisiae* se aprecian en las figuras 5, 6 y 7, observándose una población promedio de siembra de 3.6×10^6 ufc/ml.

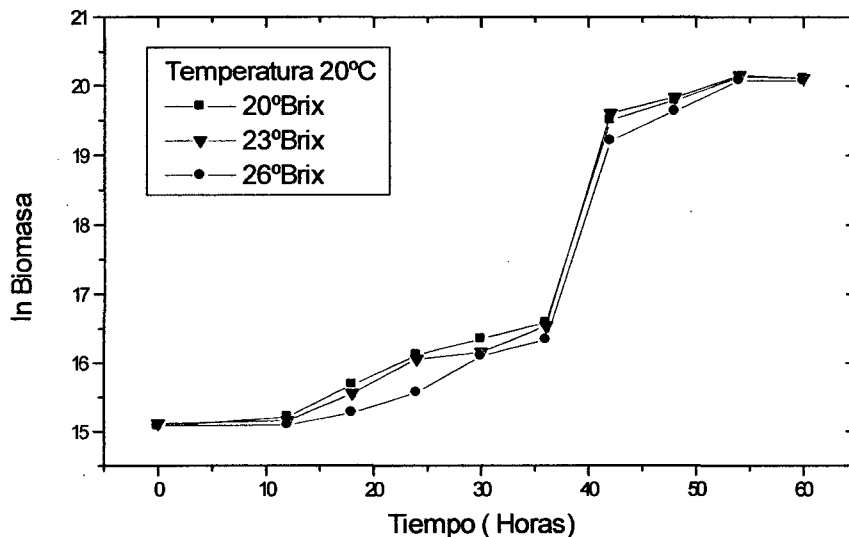


Figura 5. Crecimiento de la levadura *Saccharomyces cerevisiae* r.f. *cerevisiae* en mostos de Borgoña negra a temperatura de 20°C.

En la figura 5, la levadura presenta una fase de retardo muy prolongada en los tres tratamientos, mostrando menor crecimiento de biomasa en el mosto de 26°Brix y mayor crecimiento celular a concentración de azúcar de 23°Brix.

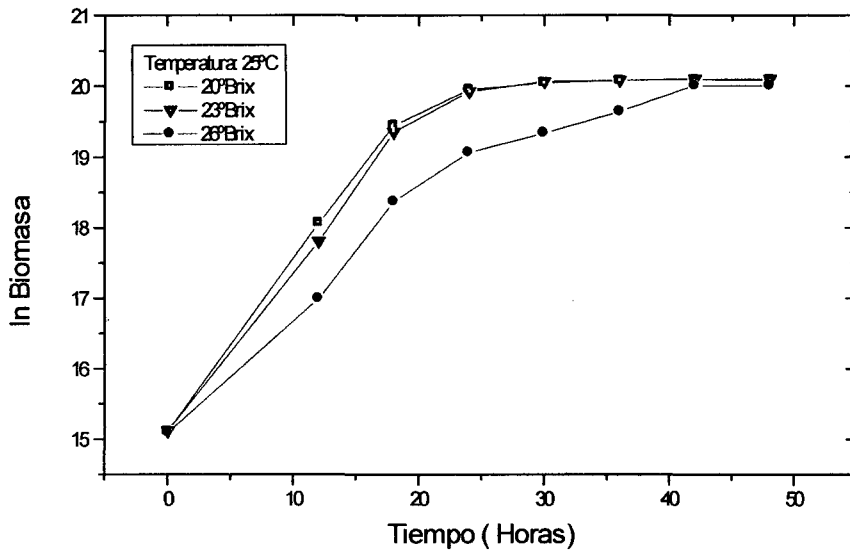


Figura 6. Crecimiento de la levadura *Saccharomyces cerevisiae* r.f. *cerevisiae* en mostos de Borgoña negra a temperatura de 25°C.

En la figura 6, se aprecia que en los mostos con concentración de azúcar de 20°Brix y 23°Brix la levadura presenta una fase logarítmica definida desde el inicio de la fermentación. En el mosto de 26°Brix la levadura presenta menor crecimiento de biomasa.

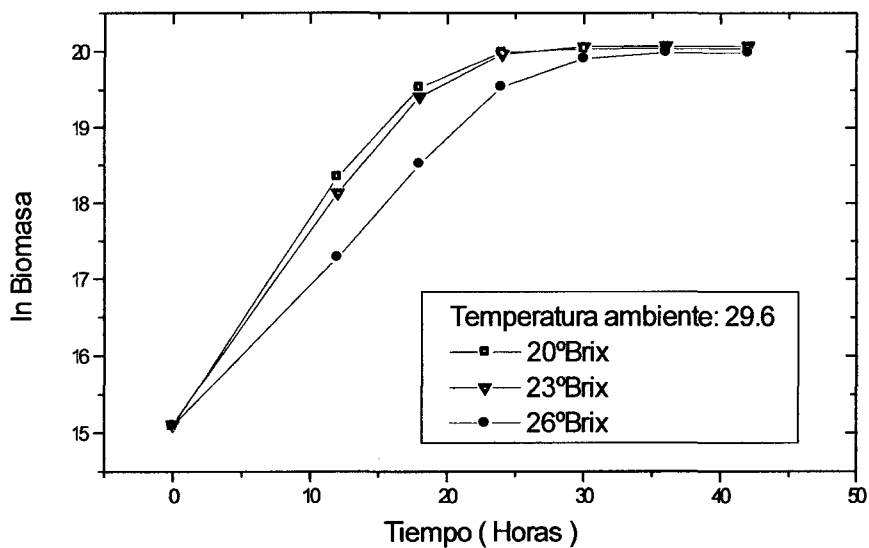


Figura 7. Crecimiento de la levadura *Saccharomyces cerevisiae* r.f. *cerevisiae* en mostos de Borgoña negra a un promedio de temperatura ambiente de 29.40°C.

En la figura 7, se aprecia que en los mostos de 20°Brix y 23°Brix el crecimiento de la biomasa presenta una fase logarítmica marcada desde el inicio de la fermentación. En el mosto de 26°Brix la levadura presenta menor crecimiento de biomasa.

Cuadro 12. Valores de velocidad de crecimiento específico y constante de afinidad al sustrato.

TRATAMIENTOS	μ (Velocidad de Crecimiento Específico, expresado en h^{-1})	K_s (Coeficiente de Afinidad al Sustrato, expresado en h^{-1})
20°C a 20°Brix	0.193	0.097
20°C a 23°Brix	0.197	0.099
20°C a 26°Brix	0.192	0.096
25°C a 20°Brix	0.210	0.105
25°C a 23°Brix	0.208	0.104
25°C a 26°Brix	0.170	0.085
Ambiente: 29.38°C a 20°Brix	0.212	0.106
Ambiente: 29.35°C a 23°Brix	0.209	0.104
Ambiente: 29.48°C a 26°Brix	0.187	0.093

El μ y el K_s se determinaron en función a la fase logarítmica de cada tratamiento, donde los tratamientos de 25°C y temperatura ambiente presentan esta fase en las 24 primeras horas y para el tratamiento de 20°C la fase exponencial se encuentra entre las 36 y 54 horas.

En cuadro 12, se observa que a 20°C la levadura presenta velocidades de crecimientos específica ligeramente diferentes, presentando menor valor el tratamiento de 20°C a 26°Brix. La fase logarítmica de estos tratamientos se presenta a las 36 y 54 primeras horas de la fermentación rápida, debido a que la temperatura influye retardando el crecimiento de la biomasa.

A temperatura ambiente y a 25°C la levadura presenta velocidades específicas de crecimiento diferentes en el aspecto cuantitativo, cuando la temperatura aumenta por encima de 20°C, las levaduras se multiplican muy rápidamente, también la

fermentación es más rápida. A temperaturas entre 25°C y 30°C, la fermentación dura habitualmente de 2 a 4 días, 48 a 96. **(Ough, 1966 citado por Ough, 1996).**

En el tratamiento de 25°C, con mosto de concentración de azúcar de 26°Brix, la levadura presenta menor afinidad al sustrato, debido a que presenta mayor concentración en carbohidrato, originando al inicio de la fermentación rápida una acentuada inhibición por efecto osmótico **(Owen, 1989).**

En el tratamiento de temperatura ambiente la levadura presenta diferentes velocidades específicas de crecimiento, mostrando menor valor a 26°Brix, debido a la mayor concentración de azúcar, que marca acentuada inhibición al inicio de la fermentación rápida por efecto osmótico **(Owen, 1989).** En los demás niveles la levadura se desarrolla con velocidades específicas de crecimiento mayores, como también con mayor afinidad al sustrato.

4.3 FERMENTACIÓN

Se evaluaron inicialmente nueve tratamientos con tres niveles de concentraciones de azúcar 20°Brix, 23°Brix y 26°Brix, obtenidos con la adición de azúcar granulada y tres niveles temperaturas de 20°C, 25°C y temperatura ambiente, teniendo en cuenta la evaluación de graduación alcohólica, para establecer los tratamientos a estudiar.

En el cuadro 13; se presenta los valores de los grados alcohólicos y porcentajes de sólidos solubles de cada tratamiento durante la fermentación. Estos valores se utilizaron para graficar la velocidad de formación de alcohol y el consumo de azúcar durante la fermentación. En las figuras 4, 5 y 6, se muestra, el consumo del azúcar y la velocidad de formación de alcohol durante la fermentación de los mostos. Observándose una relación inversa entre los grados brix y los grados alcohólicos, a medida que disminuye los grados brix, aumenta el contenido del grado alcohólico. Entre los tratamientos evaluados se alcanzó el nivel más alto en grado alcohólico en el tratamiento (26°Brix a 20°C), pero la producción de grado alcohólico al inicio de la fermentación es la más baja de todos los tratamientos, alcanzando un valor de 8.40°GL en el sexto día y a los 30 días de la fermentación lenta se alcanza un valor de 14.80°GL. De manera similar se comportan los tratamientos de (20°Brix a 20°C) y

(23°Brix a 20°C) comparados con los tratamientos de 25°C y temperatura ambiente con el mismo porcentaje inicial de sólidos solubles.

Los grados alcohólicos alcanzados por las levaduras en el transcurso del tercer, cuarto y quinto días fueron analizados mediante la metodología de superficie de respuestas, saliendo seleccionados cuatro tratamientos como los mejores y son: T₄ (20°Brix a 25°C), T₅ (23°Brix a 25°C), T₇ (20°Brix a temperatura ambiente), T₈ (23°Brix a Temperatura Ambiente). Se puede apreciar en las figuras tridimensionales 1, 2 y 3, los tratamientos que se encuentran en el área de mayor influencia.

En el anexo 1, se muestran las características físico-químicas de cada tratamiento durante la fermentación, se observa en cada tratamiento una leve subida del valor pH con un descenso de la acidez titulable mostrando una relación inversa entre ambos. Según **Rankine (2000)**, la fermentación de los vinos tintos puede ocurrir un considerable asenso del pH. Los factores que contribuyen a este efecto son la disminución de la ionización de los ácidos orgánicos debida a la acumulación de alcohol, la conversión de ácido málico en ácidos más débiles, y la extracción de potasio de las partes sólidas de la uva.

Los tratamientos con concentración inicial de azúcar de 20°Brix a 20°C, 25°C y temperatura ambiente (28.58°C), reportan valores de grado alcohólico: 11.85°GL, 11.50°GL y 11.18°GL, los tratamientos con concentración inicial de azúcar de 23°Brix a 20°C, 25°C y 28.58°C, reportan valores de grado alcohólico: 13.90°GL, 13.30°GL y 12.90°GL y los tratamientos con concentración inicial de azúcar de 26°Brix a 20°C, 25°C y 28.58°C, reportan valores de grado alcohólico: 14.80°GL, 14.50°GL y 14.10°GL. La temperatura muestra influencia sobre la producción de alcohol en todos los tratamientos, se observa que a menor temperatura e igual concentración inicial de azúcar se alcanza mayor grado alcohólico, de manera similar sostiene **Aleixandre (1996)** y **Peynaud (1984)**, la cantidad de azúcar que pueden transformar las levaduras o el grado alcohólico que se pueda alcanzar, depende de la temperatura. Cuanto más elevada sea la temperatura más rápido es el comienzo de la fermentación, pero se detiene antes y el grado alcohólico alcanzado es menor.

Cuadro 13. Formación de alcohol y consumo de sólidos solubles durante el proceso de fermentación de los mostos de uva, tratados a temperaturas de 20°C, 25°C y Temperatura Ambiente, con concentraciones iniciales de azúcar de 20°Brix, 23°C y

DIAS	T1		T2		T3		T4		T5		T6		T7		T8		T9	
	%SS	°GL	%SS	°GL	%SS	°GL	%SS	°GL	%SS	°GL	%SS	°GL	%SS	°GL	%SS	°GL	%SS	°GL
0	20.00	0.00	23.00	0.00	26.00	0.00	20.00	0.00	23.00	0.00	26.00	0.00	20.00	0.00	23.00	0.00	26.00	0.00
1	16.05	2.36	18.15	2.95	24.64	0.78	13.79	3.60	16.28	3.91	23.15	1.60	11.12	5.00	15.57	4.20	19.78	3.40
2	9.96	6.00	14.13	5.40	18.94	4.05	8.27	6.80	9.44	7.90	14.89	6.24	7.40	7.10	7.27	8.90	13.74	6.70
3	7.62	7.40	11.67	6.90	14.85	6.40	2.89	9.92	5.34	10.29	9.98	9.00	3.94	9.05	3.55	11.00	10.63	8.40
4	6.45	8.10	8.08	9.09	14.33	6.70	1.71	10.60	4.46	10.80	8.32	9.93	1.50	10.42	1.95	11.90	8.45	9.59
5	5.69	8.55	7.73	9.30	13.59	7.12	0.42	11.35	2.58	11.90	7.39	10.45	0.83	10.80	1.07	12.40	6.78	10.50
6	2.51	10.45	5.27	10.80	11.36	8.40	0.33	11.40	1.89	12.30	5.79	11.35	0.47	11.00	0.89	12.50	3.85	12.10
15	1.26	11.20	0.68	13.60	2.63	13.40	0.24	11.45	0.52	13.10	0.89	14.10	0.15	11.18	0.53	12.70	1.46	13.40
30	0.17	11.85	0.18	13.90	0.19	14.80	0.16	11.50	0.18	13.30	0.18	14.50	0.15	11.18	0.17	12.90	0.18	14.10

26°Brix.

LEYENDA:

T1: TRATAMIENTO 1 (20°C a 20°Brix)

T2: TRATAMIENTO 2 (20°C a 23°Brix)

T3: TRATAMIENTO 3 (20°C a 26°Brix)

T4: TRATAMIENTO 4 (25°C a 20°Brix)

T5: TRATAMIENTO 5 (25°C a 23°Brix)

T6: TRATAMIENTO 6 (25°C a 26°Brix)

T7: TRATAMIENTO 7 (Temperatura Ambiente: 28.62°C a 20°Brix)

T8: TRATAMIENTO 8 (Temperatura Ambiente: 28.46°C a 23°Brix)

T9: TRATAMIENTO 9 (Temperatura Ambiente: 28.66°C a 26°Brix)

4.3.1 Análisis de superficies de respuestas para la selección de tratamientos a evaluar

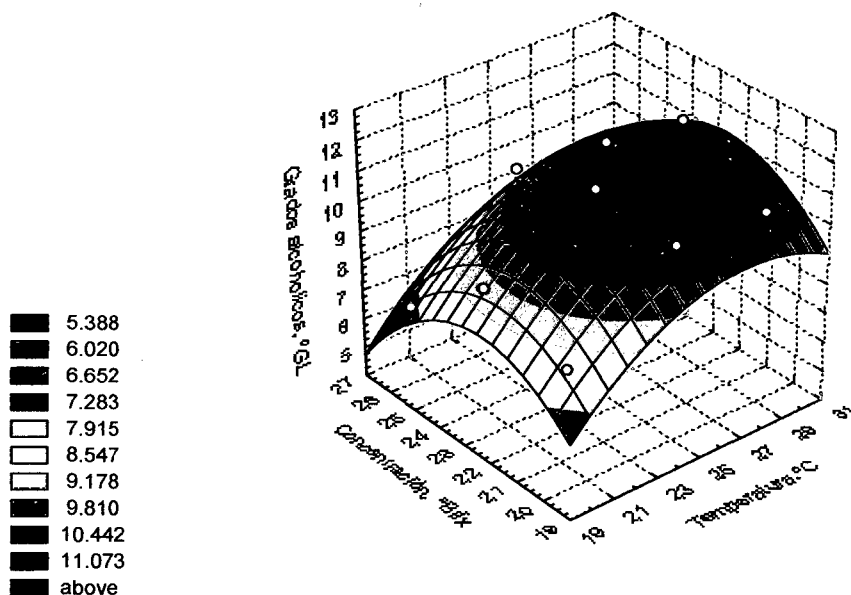


Figura 8. Influencia de la temperatura y la concentración de azúcar sobre la producción de alcohol durante los tres primeros días de la fermentación rápida.

En la figura 8, se observa que a temperaturas de 25°C y 29.4°C, se obtiene mayores grados alcohólicos, tomando en cuenta que al nivel de concentración de azúcar de 26°Brix, el contenido alcohólico producido es notoriamente menor.

La concentración de azúcar muestra una influencia irregular sobre la producción de alcohol, apreciándose niveles bajos a 26°Brix. A concentración de azúcar de 20°Brix y 23°Brix la producción de alcohol es estable y depende directamente de la temperatura, a 20°C se aprecia valores menores de alcohol.

La ecuación que representa la superficie de respuesta para el análisis de grados alcohólicos durante el tercer día de la fermentación rápida es la siguiente:

$$Z = -90.647 + 3.4366 * x - 0.0670 * x^2 + 4.938 * y - 0.114 * y^2 + 0.0065 * x * y$$

Donde la variable "x" representa la temperatura durante los tres primeros días de la fermentación rápida y la variable "y" representa la concentración de azúcar del mosto inicial.

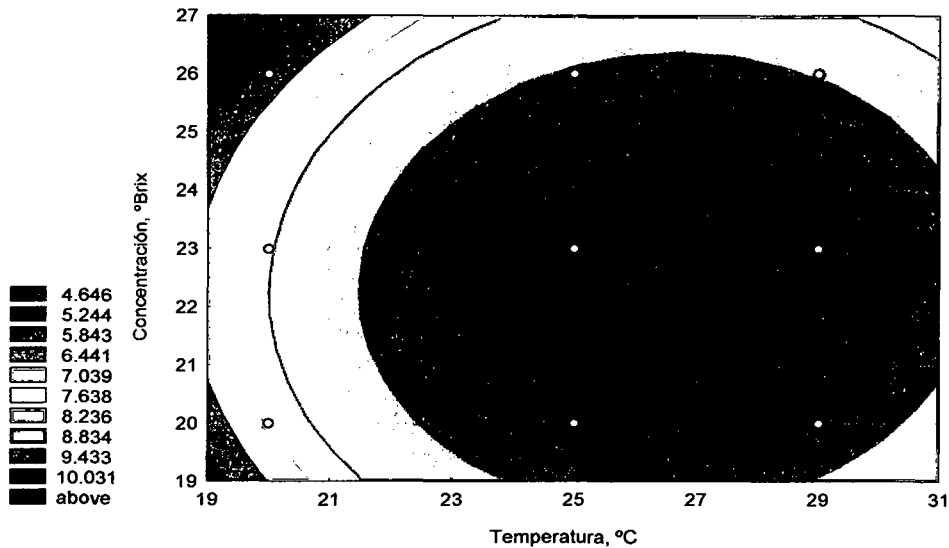


Figura 9. Representación gráfica de las curvas de nivel de la superficie de respuesta en los tres primeros días de la fermentación rápida.

En la figura 9, se observa que los tratamientos de 25°C a concentración de azúcar de 20°Brix y 23°Brix se encuentran ubicados en el área de mayor influencia, como también los tratamientos de 29.4°C a niveles de azúcar de 20°Brix y 23°Brix.

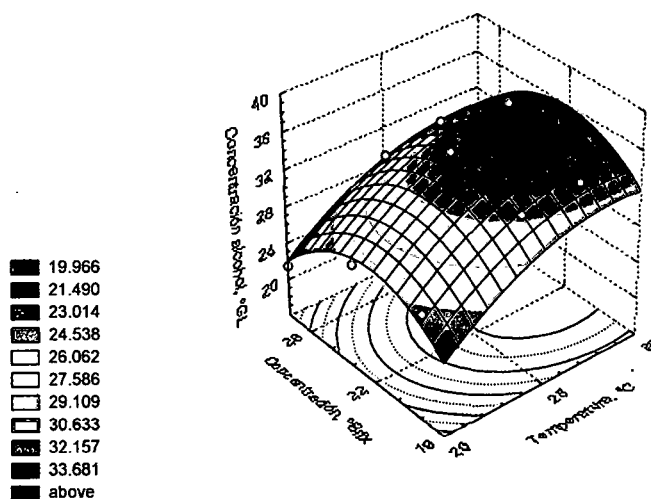


Figura 10. Influencia de la temperatura y la concentración de azúcar sobre la producción de alcohol durante los cuatro primeros días de la fermentación rápida.

En la figura 10, se observa que los tratamientos a temperaturas 25°C y 29.2°C, con concentraciones de azúcar de 20°Brix y 23°Brix, obtiene valores mayores de grados alcohólicos, tomando en cuenta que al nivel de concentración de azúcar de 26°Brix, el contenido alcohólico producido es acentuadamente menor.

La ecuación que representa la superficie de respuesta para el análisis de grados alcohólicos durante el tercer día de la fermentación rápida es la siguiente:

$$Z = -311.30 + 7.28 * x - 0.1267 * x^2 + 21.81 * y - 0.491 * y^2$$

Donde la variable "x" representa la temperatura durante los cuatro primeros días de la fermentación rápida y la variable "y" representa la concentración de azúcar del mosto inicial.

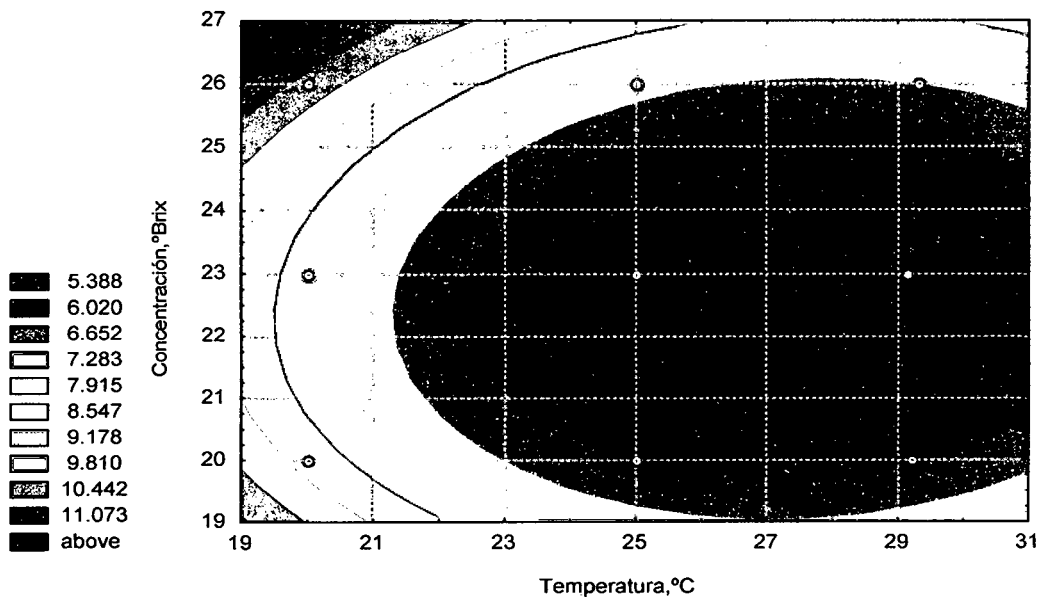


Figura 11. Representación grafica de las curvas de nivel de la superficie de respuesta en los cuatro primeros días de la fermentación rápida.

En la figura 11, se observa que los tratamientos de 25°C a concentración de azúcar de 20°Brix y 23°Brix se encuentran ubicados en el área de mayor influencia, como también los tratamientos de 29.2°C a niveles de azúcar de 20°Brix y 23°Brix.

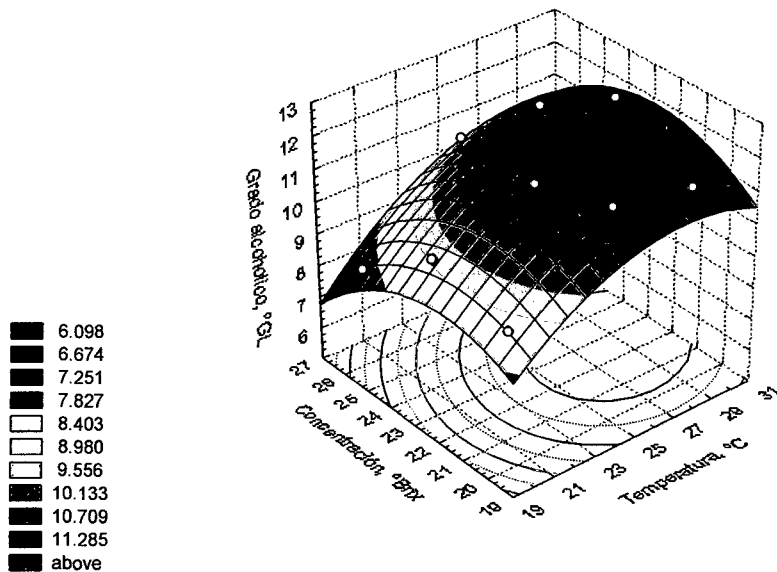


Figura 12. Influencia de la temperatura y la concentración de azúcar sobre la producción de alcohol durante los cinco primeros días de la fermentación rápida.

En la figura 12, se observa que los tratamientos a temperaturas 25°C y 29°C, con concentraciones de azúcar de 20°Brix y 23°Brix, presentan contenido mayor de grados alcohólicos, tomando en cuenta que al nivel de concentración de azúcar de 26°Brix, el contenido alcohólico producido es marcadamente menor.

La ecuación a la que se ajusta la superficie de respuesta en el análisis de grado alcohólico durante el quinto día de la fermentación rápida es la siguiente:

$$z = -62.48 + 2.172 * x - 0.0476 * x^2 + 3.91 * y - 0.099 * y^2 + 0.020 * x * y$$

Donde la variable "x" representa la temperatura durante los cinco primeros días de la fermentación rápida y la variable "y" representa la concentración de azúcar del mosto inicial.

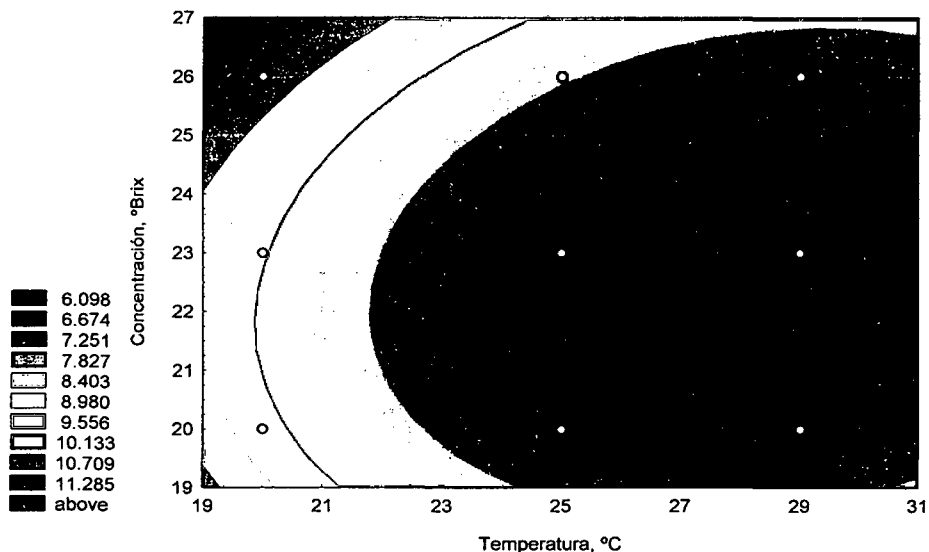


Figura 13. Representación gráfica de las curvas de nivel de la superficie de respuesta en los cinco primeros días de la fermentación rápida.

En la figura 13, se observa que los tratamientos de 25°C a concentración de azúcar de 20°Brix y 23°Brix se encuentran ubicados en el área de mayor influencia, como también los tratamientos de 29°C a niveles de azúcar de 20°Brix y 23°Brix.

De la evaluación realizada durante los tres días, se concluye que los mejores comportamientos presenta los tratamientos de 25°C a concertaciones de azúcar de 20°Brix y 23°Brix, como también los tratamientos de temperatura ambiente a 20°Brix y 23°C, porque presentan una fermentación bien definida, en cuanto a la producción de alcohol sin la presencia de retardo alguno durante el proceso. En la práctica de la vinificación se busca periodos bastante cortos de fermentación, se comprende que esta zona sea mucho menos vasta de lo que permiten las posibilidades reales de las levaduras (Ribéreau-Gayon *et al.* 1989).

Graficas de la velocidad de formación de alcohol y consumo de azúcar de los nueve tratamientos evaluados

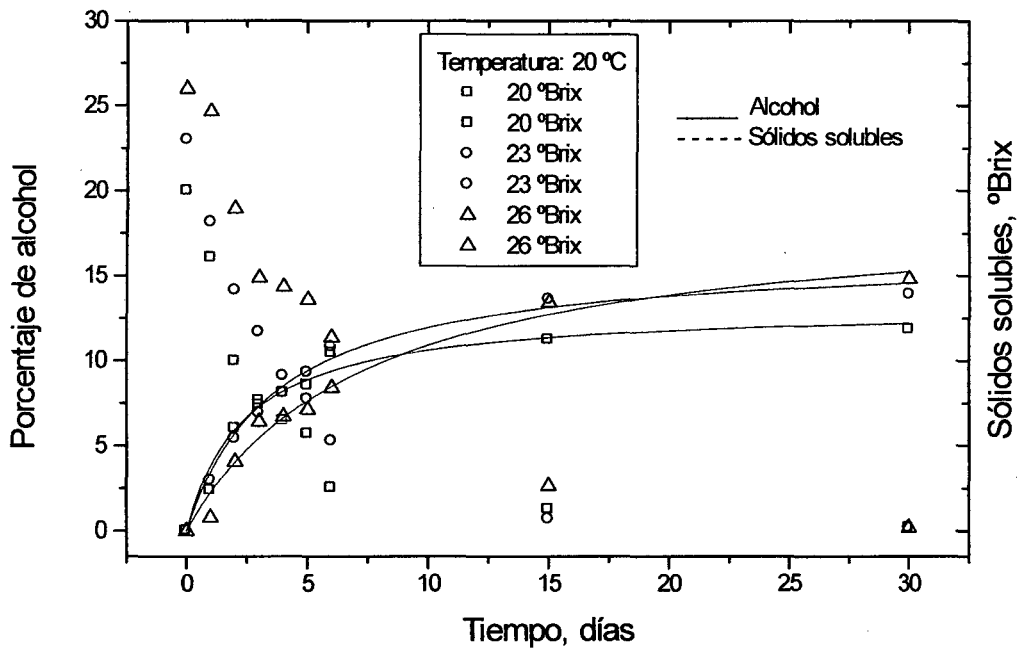


Figura 14. Velocidad de formación de alcohol y degradación del azúcar durante la fermentación realizada a 20°C.

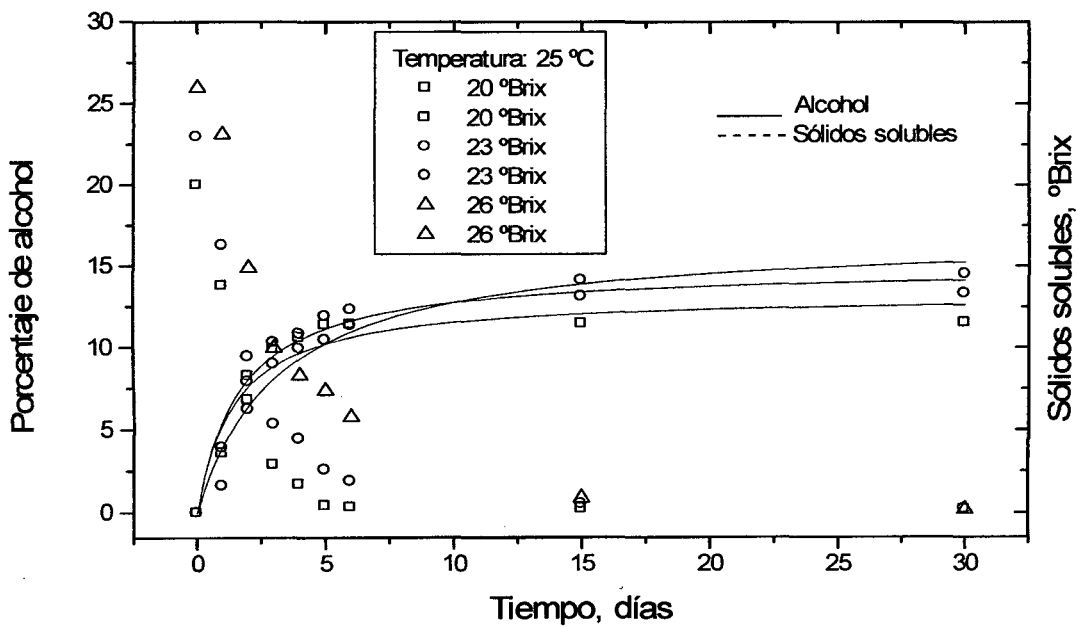


Figura 15. Velocidad de formación de alcohol y degradación del azúcar durante la fermentación realizada a 25°C.

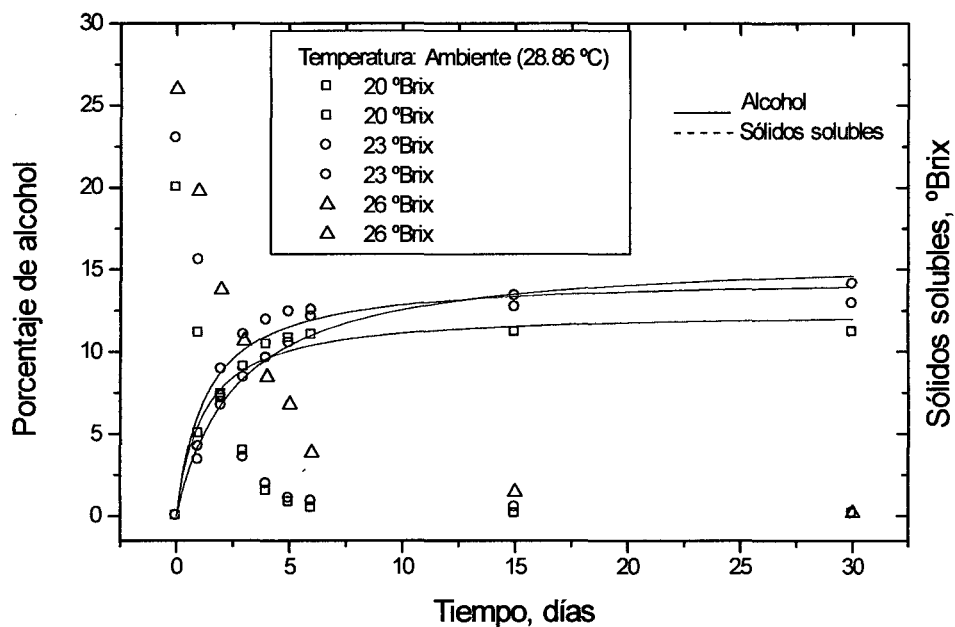


Figura 16. Velocidad de formación de alcohol y degradación del azúcar durante la fermentación realizada a temperatura ambiente.

4.4 PRUEBA DEFINITIVA

CUADRO 14. Resumen de los promedios del análisis sensorial por atributo en función a la prueba no paramétrica de Friedman.

CARACTERÍSTICAS	TRATAMIENTO			
	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄
COLOR	2.87	1.96	1.83	2.58
OLOR	3.27	2.40	1.43	2.90
SABOR	3.08	2.47	1.97	2.48
APARIENCIA GENERAL	3.10	2.43	1.72	2.75
PROMEDIO	3.08	2.32	1.74	2.68

LEYENDA: T₁ = 23°Brix a 25°C

T₂ = 23°Brix a Temperatura Ambiente: 28.46°C

T₃ = 20°Brix a Temperatura Ambiente: 28.62°C

T₄ = 20°Brix a 25°C

Se evaluaron los cuatro tratamientos seleccionados, mediante la Prueba Afectiva (Método Escala Hedónica), por 30 panelistas semi-entrenados; cuyos resultados y promedios de los atributos evaluados se observan en el cuadro 14, colocando al tratamiento uno (23°Brix a 25°C), con el mayor puntaje promedio de 3.08.

Los resultados fueron sometidos a la prueba no paramétrica de Friedman, donde los panelistas determinaron el mejor tratamiento en función a los atributos de color, olor, sabor y apariencia general. Los resultados de esta prueba se presentan en los anexos 5, 6, 7 y 8.

Los resultados obtenidos en cuanto al olor se aprecia que todas las muestras son diferentes entre sí, mostrando los panelistas mayor preferencia al tratamiento uno (23°Brix a 25°C) sobre los demás tratamientos. En cuanto al color los cuatro tratamientos: (23°Brix a 25°C), (23°Brix a 28.46°C), (20°Brix a 28.62°C) y (20°Brix a 25°C), presentan una diferencia ligera, los panelistas no mostraron mayor ni menor preferencia a ninguno de los tratamientos. En cuanto al sabor no existe diferencia significativa entre el tratamiento dos (23°Brix a 28.46°C) y el tratamiento cuatro (20°Brix a 25°C), pero el tratamiento uno (23°Brix a 25°C) y el tratamientos tres (20°Brix a 28.62°C) son diferentes entre sí, mostrando los panelistas mayor preferencia al tratamiento uno (23°Brix a 25°C) sobre los demás tratamientos. En cuanto a apariencia general todos los tratamientos son diferentes entre sí, mostrando los panelistas mayor preferencia al tratamiento uno (23°Brix a 25°C) sobre los demás tratamientos.

De la prueba no paramétrica de Friedman, se concluye que la mejor muestra corresponde al tratamiento con mosto inicial corregido de 23°Brix y tratado a temperatura de 25°C durante el proceso de fermentación.

4.4.1 Superficie de respuestas para el análisis sensorial

a). Color

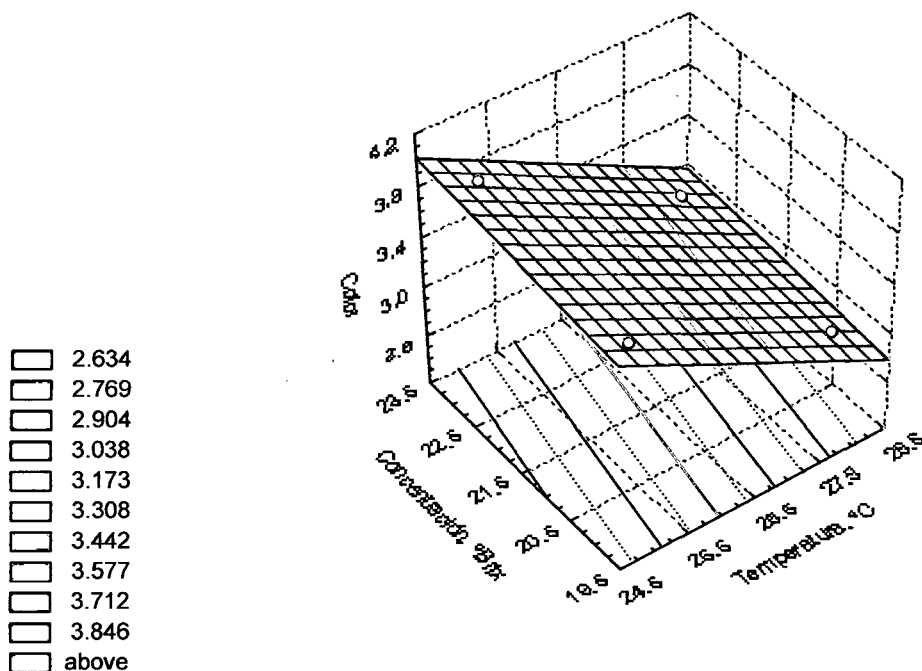


Figura 17. Superficie de respuestas para el atributo color del vino seco

En la figura 17, se aprecia que a mayor temperatura el color del vino se presenta de manera decreciente, en el caso de 28.5°C, se tiene menor valor de este atributo. La concentración de azúcar no presenta un efecto definido sobre el color del vino, porque los valores de este atributo determinados a diferentes grados brix, presenta una ligera variación.

La ecuación que representa la superficie de respuesta para el atributo color es la siguiente:

$$Z = 10.518 - 0.3175 * x + 0.0528 * y$$

Donde la variable "x" representa a la temperatura del proceso de fermentación y la variable "y" representa a la concentración de azúcar.

b). Olor

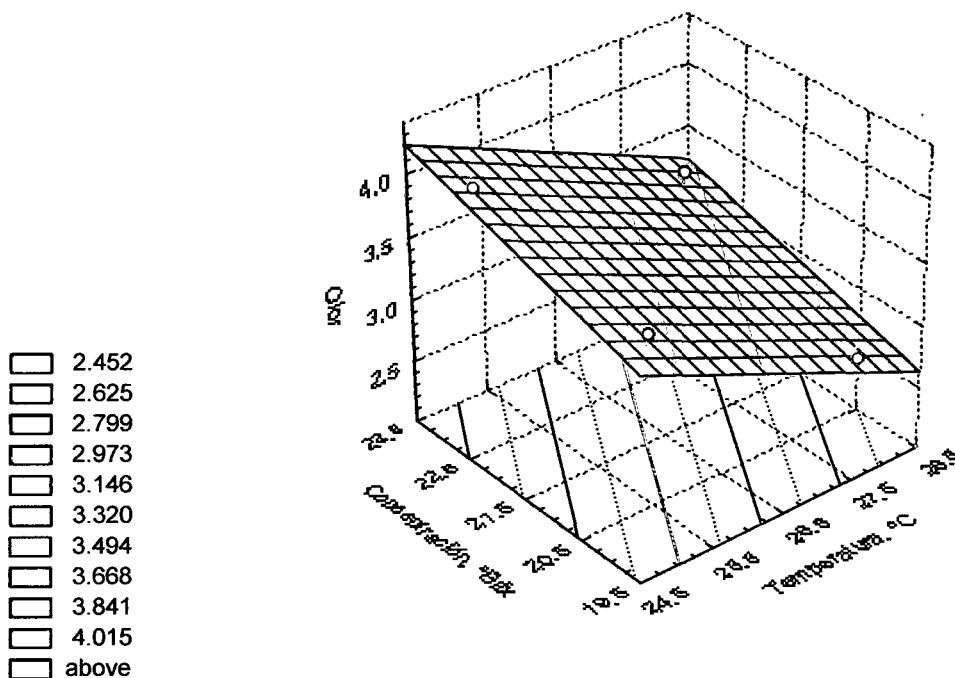


Figura 18. Superficie de respuestas para el atributo olor del vino seco

En la figura 18, se observa que a menor temperatura el olor del vino se acentúa de manera marcada, en el caso de 25°C, se obtiene mayor valor de este atributo. La concentración de azúcar no presenta un efecto definido sobre el aroma del vino, porque los valores obtenidos de este atributo a diferentes niveles de grados brix, presentan leve diferencia.

La ecuación que representa la superficie de respuesta para el atributo olor es la siguiente:

$$Z = 7.3677 - 0.3 * x + 0.1777 * y$$

Donde la variable "x" representa a la temperatura del proceso de fermentación y la variable "y" representa a la concentración de azúcar.

c). Sabor

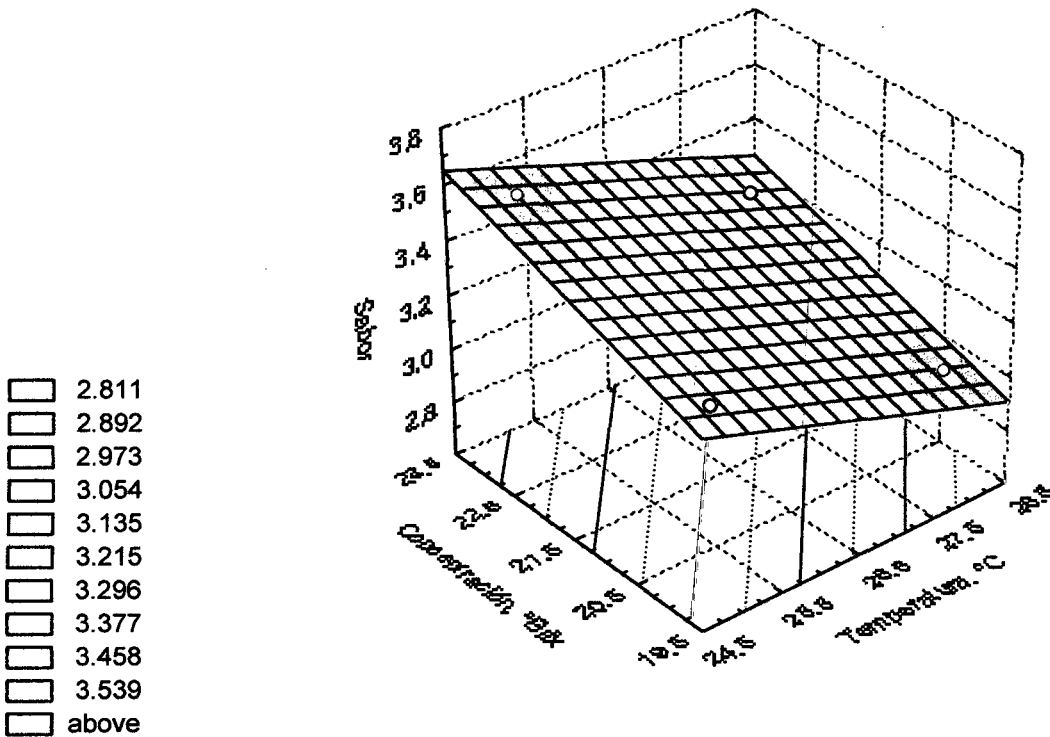


Figura 19. Superficie de respuestas para el atributo sabor del vino seco

En la figura 19, se aprecia que a mayor temperatura el sabor del vino decrece, en el caso de 28.5°C, se obtiene menor valor de este atributo. El efecto de la concentración de azúcar, no influye de manera definida en el sabor, porque a diferentes niveles de grados brix los valores determinados presentan ligera diferencia.

La ecuación que representa la superficie de respuesta para el atributo sabor es la siguiente:

$$Z = 3.99 - 0.1166 * x + 0.1055 * y$$

Donde la variable "x" representa a la temperatura del proceso de fermentación y la variable "y" representa a la concentración de azúcar.

d). Apariencia general

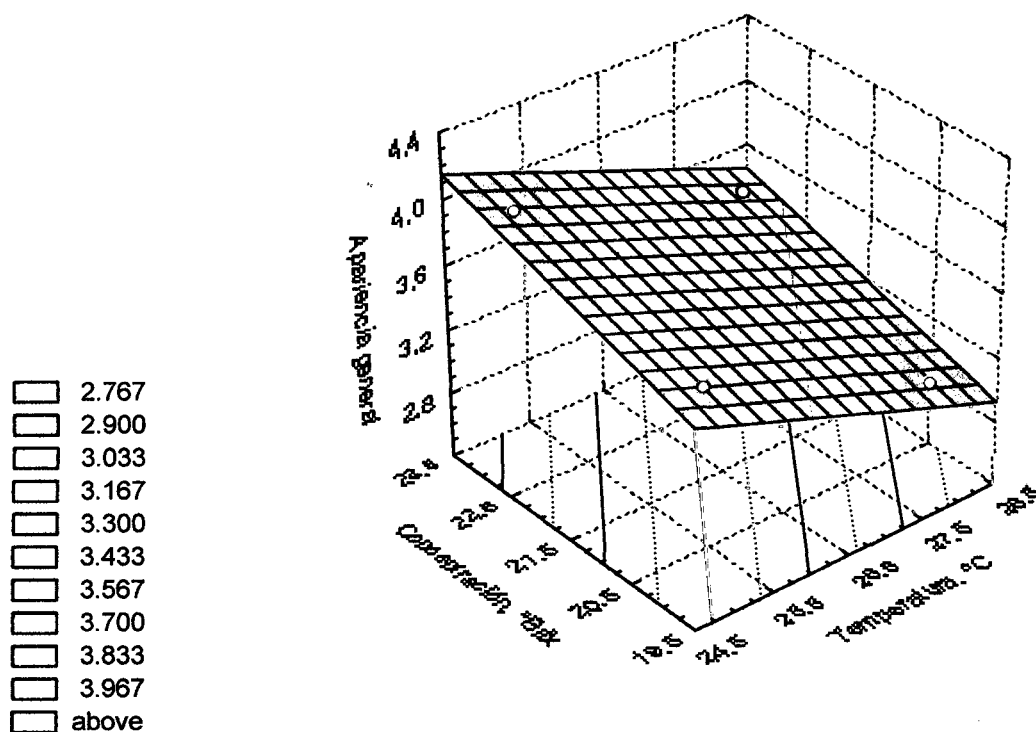


Figura 20. Superficie de respuestas para el atributo apariencia general del vino seco

En la figura 20, se aprecia que a menor temperatura, la apariencia general del vino se presenta de manera creciente, en el caso de 25°C, se obtiene mayor valor de este atributo. El efecto de la concentración de azúcar sobre la apariencia general no se presenta de manera definida, porque los valores obtenidos de este atributo a diferentes grados brix presenta ligera diferencia.

La ecuación que representa la superficie de respuesta para el atributo apariencia general es la siguiente:

$$Z = 5.617 - 0.2111 * x + 0.1555 * y$$

Donde la variable "x" representa a la temperatura del proceso de fermentación y la variable "y" representa a la concentración de azúcar.

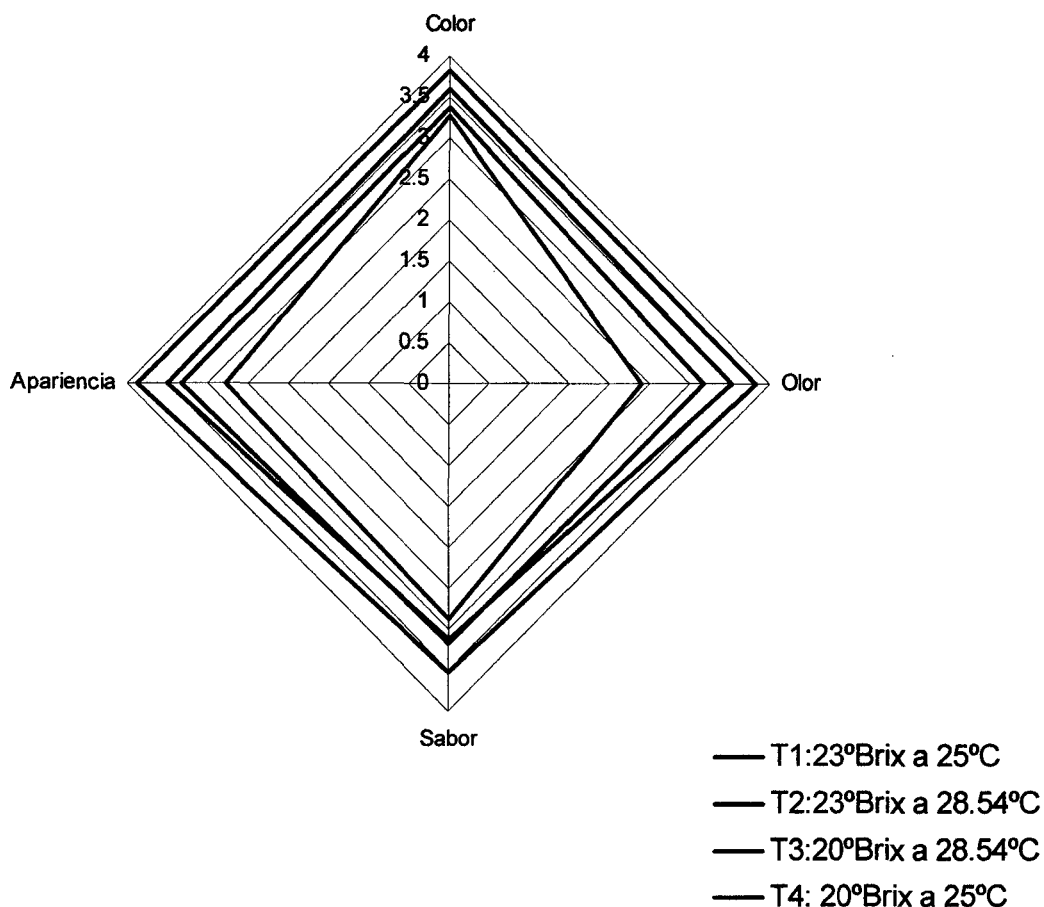


Figura 21. Análisis descriptivo cuantitativo de los vinos evaluados.

En la figura 21, se observa que el tratamiento uno presenta mayor valor en el atributo sabor, los tratamientos dos y cuatros tienen valores muy cercanos en cuanto a este atributo y el tratamiento tres presenta el menor valor en sabor.

En cuanto al olor los tratamientos presenta valores diferentes, el tratamiento uno presenta mayor valor en cuanto a aroma, el tratamiento cuatro es el segundo en puntuación, seguido del tercer tratamiento; finalmente el tratamiento tres presenta menor valor en cuanto a olor.

Con respecto al color el tratamiento uno muestra nuevamente mayor valor que los demás tratamientos; el tratamiento cuatro es el segundo en puntuación con respecto a este atributo y los tratamientos dos y tres muestra valores muy cercanos en cuanto a color.

En relación a la apariencia general, nuevamente el tratamiento uno muestra mayor valor con respecto a los demás tratamientos; los tratamientos cuatro y dos muestra valores bastante cercanos y el tratamiento tres es el de menor valor entre todos los tratamientos.

Finalmente; presenta mayor valor en función a todos los atributos evaluados el tratamiento uno, definiéndolo como el mejor.

Operaciones de Procesamiento

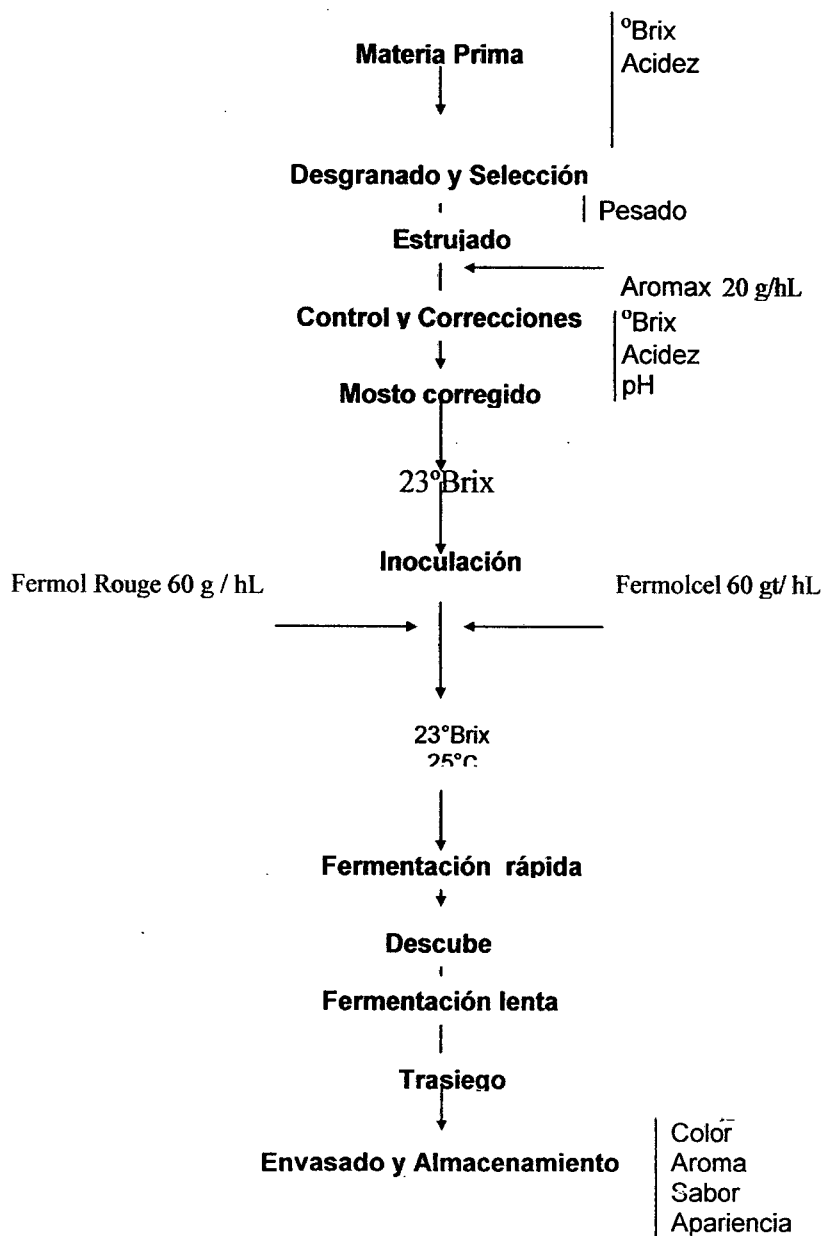


Figura 22. Flujo para la elaboración de vino seco de uva variedad Borgoña negra a concentración de azúcar inicial de 23°Brix y a temperatura controlada a 25°C durante el proceso de fermentación.

4.5 ESTUDIO DE ALMACENAMIENTO DEL VINO

4.5.1 Análisis Físico-Químico

Según **Vogt et al., (1986)**, los vinos completamente fermentados y exento de azúcar suelen tener densidades por debajo de 1.000. Los vinos cuyo contenido alcohólico oscila entre 74 y 106 g/lit tienen densidades de 0.9979 y 0.9925, en general los vinos con mayor grado alcohólico le corresponde menor densidad.

A pesar de su elevado contenido alcohólico, los vinos ricos en azúcar suelen tener densidades superiores a 1.000.

Ruiz (1990), menciona valores de densidad de 0.984 y 0.9828 para vinos de 12 y 13°GL, **Ibar (1998)**, menciona valores de densidad comprendidas entre 0.992 y 0.996.

El vino experimental presenta un valor de 0.980, tomándose como aceptable porque la diferencia es mínima y depende de la composición del producto terminado.

El pH medido al final del vino experimental fue de 3.6, valor que se encuentra dentro de los rangos establecidos. **Larrea (1983)**, cita valores de pH de 2.7 a 3.9, **Ruiz (1990)**, cita valores de pH de 3.2 a 4.0 y **De Rosa (1998)**, cita valores de pH de 2.8 a 3.8.

INDECOPI-ITINTEC (1985), **Ruiz (1990)** y **Rodríguez (1982)**, mencionan valores de azúcar reductores menor de 5 gramos por litro para vino seco. **Ruiz (1990)**, menciona valores de azúcar reductores de 1.2 a 2 gramos por litro para sus vinos secos. Según esta definición el vino elaborado, que contiene 1.75 gramos por litro, se considera como vino seco.

Según **INDECOPI-ITINTEC (1985)**, el contenido mínimo en alcohol de los vinos debe ser 10 %, **Carbonell (1970)**, y **Vogt (1986)**, mencionan valores que comprenden de 8 a 18 %, **Ruiz (1990)**, cita valores que oscilan desde 9 hasta 18 % y sus vinos tintos están comprendidos entre 12 y 14 %.

Según **García (1986)**, afirma que la acidez total de vinos expresado en ácido tartárico está comprendida normalmente en los límites de 4.5 a 15.0 g/l. El vino experimental presenta una acidez total de 0.83 % (8.3 g/l), es decir, según los valores de **García (1986)**, se encuentra dentro de los límites de acidez total.

La acidez volátil que reportan algunos autores: **Aleixandre (2003)**, rango que varía de 0.25 a 0.35 g/l; **Carbonell (1970)**, y **Vogt (1986)**, rango que varía de 0.20 a 0.30 g/l y **García (1986)**, afirma que la composición de los vinos, en cuanto a ácidos volátiles no debe superar de 1/10 de la graduación alcohólica expresada en volumen de alcohol por ciento, expresada en gramos de ácido acético por litro.

El valor que presenta el vino experimental al culminar el tiempo de almacenamiento es 0.03 % (0.3 g/l), como se aprecia este valor se encuentra dentro de los rangos mencionados y según **García (1986)**, la cantidad máxima de acidez volátil que debe contener el vino será 1.3 g/l (0.13%).

Ibar (1998), cita valores de extracto seco total de 17 a 30 g/lt., El vino elaborado presenta 2.70% (27 g/lt.) que es aceptable ya que se encuentran dentro del rango mencionado.

Los alcoholes superiores protagonizan por sí solos y sobre todo por sus ésteres un papel importante en el bouquet del vino, contribuyen de manera favorable no sobre pasando 350 – 400 mg/l según **Rapp y Mandery (1986)** mencionado por **Súarez (1997)**.

Son producidos anabólicamente a partir de glucosa o catabólicamente a partir de aminoácidos presentes en el medio, posiblemente sintetizados por ellas mismas incorporando nitrógeno amoniacal a esqueletos de cetoácidos por transaminación, y con fines varios como la edificación de sus propias proteínas (**Súarez, 1997**).

Los principales alcoholes superiores de los vinos son los siguientes: alcohol isomílico o metil-3 butanol-1, alcohol amílico activo o metil-2 butanodiol-1, alcohol isobutílico o metil-2propanol-1, alcohol feniletílico, tirasol, alcohol n-butílico o butanol-1,

triptofol, γ -butirolactona, butanol-2, alcohol n-amílico o pentanol-1, alcohol n-hexílico o hexanol-1 (Larrea, 1983).

Estos alcoholes suelen estar presentes en los vinos en concentraciones comprendidas entre 80 y 550 mg/l Guymon y Heitz (1952); Peynaud y col. (1958); Radler (1960), mencionado por Suarez (1997).

El vino experimental presenta un valor de alcohol superior de 81.90 mg/100 ml alcohol anhidro que se encuentra dentro de los rangos mencionados.

El alcohol metílico (CH_3OH), es tóxico: se metaboliza cuatro veces más lentamente que el etílico en el organismo humano y su acumulación puede causar lesiones en los nervios ópticos. Proviene de la hidrólisis de las pectinas, sustancias que suelen encontrarse en los hollejos de las uvas, se produce durante la fermentación. La cantidad presente en los vinos oscila de 38 mg/l a 186 mg/l. Algunas legislaciones dan como límite máximo permitido el de 400 mg/l Larrea (1983), Alexandre (2004), y Ribéreau-Gayon *et al.* (1989), mencionan presencia de alcohol metílico en los vinos en dosis que varían de 36 a 350 mg/l. Influye en su contenido el proceso de elaboración, la variedad de uva y su calidad sanitaria.

Según De Rosa (1988), contenidos de alcohol metílico del orden de los 200 – 300 mg/l. en el vino es sobre pasable sin daños.

El vino experimental presenta 66.60 mg/l, que es un valor normal de la fermentación y no es nocivo para la salud.

Cuadro15. Características físico-químicas del vino experimental (23°Brix a 25°C), durante el almacenamiento a temperatura ambiente.

Características	00 Días	30 Días	60Días	90 Días
- Sólidos Solubles (%)	0.175	0.175	0.175	0.175
- Densidad (g/l)	985	985	980	980
- pH	3.62	3.61	3.60	3.60
- Acidez Total Titulable (%)				
Expresado en Ácido Tartárico	0.837	0.835	0.830	0.830
- Acidez Volátil (%)				
Expresado en Ácido Acético	0.036	0.030	0.030	0.030
- Acidez Fija (%)				
Expresado en Ácido Tartárico	0.797	0.795	0.795	0.795
- Grados Alcohólico (°GL)	13.30	13.30	13.00	13.00
- Extracto Seco Total (%)	2.83	2.75	2.70	2.70
- Azúcares Reductores (g/l)	1.75	1.75	1.75	1.75
- Alcoholes Superiores (mg/100 ml alcohol anhidro) (*)	ND	ND	ND	81.90
- Metanol (mg/l de muestra original) (*)	ND	ND	ND	66.60

LEYENDA: (*) Laboratorios La Molina Calidad Total

(ND) No determinado

4.5.2 Análisis Microbiológico

En el cuadro 16 se muestra el análisis microbiológico del vino de uva borgoña negra durante el almacenamiento a temperatura ambiente.

Cuadro 16. Análisis microbiológico del vino de uva borgoña negra durante el almacenamiento a temperatura ambiente.

MUESTRA	TIEMPO DIAS	ANALISIS		
		NUMERACIÓN DE GÉRMENES AEROBIOS MESÓFILOS VIABLES (UNF/ml)	NUMERACIÓN DE LEVADURAS (UNF/ ml)	NUMERACIÓN DE MOHOS (UNF/ ml)
Vino Experimental	00	2.7×10^2	Ausentes	8.0×10
	30	1.9×10^2	Ausentes	9.0×10
	60	1.2×10^2	Ausentes	7.0×10
	90	1.1×10^2	Ausentes	6.0×10

En el cuadro 16, se observa presencia gérmenes areobios mesófilos viables y Mohos en el rango establecido; reportando ausencia con respecto a las levaduras, originado probablemente por los trasiegos que fueron realizados antes de efectuar el análisis microbiológico, además Celis, (2001) y García, (1998), reportan ausencia de levaduras en sus trabajos de investigación.

Carbó (1997), afirma que en España no existe legislación sobre microbiología del vino, las empresas siguen criterios adaptados a sus necesidades específicas, por lo tanto el análisis microbiológico es optativo.

4.5.3 Determinación de Color

El color del vino experimental se determinó utilizando el libro de Color Standards And Color Nomenclatura, donde el color se describe como: Pomegranate Purple (Morado Granate o Púrpura Granate) y está constituido por 5.50 % de violeta, 45.00 % de negro y 49.50 % rojo, el cuadro de comparación de color se presenta en el anexo 9. El color determinado se aproxima a la característica de un vino tinto muy joven que tiene dotación suficiente de antociano y 4 a 6 meses de almacenamiento. Los vinos tintos se pueden clasificar en dos grupos en lo que respecta en cambio de tono y son: los rosados cuyo color puede ser rosado vivo con reflejos violáceos, o un rosado apagado con reflejos amarillentos; los tintos normales, que pueden tener esta progresión de color: rojo rubí con reflejos violáceos, rojo rubí granate, granate, granate ladrillo, ladrillo, anaranjado. El paso a la coloración sucesiva, en los rosados o en los tintos, está por lo regular ligado a fenómenos de envejecimiento, o talvez a fenómenos de oxidación más o menos violentas (**De Rosa, 1988**).

No existe legislación establecida sobre el color del vino, esto vá depender generalmente de los antocianos, taninos y flavonoles presentes y del tiempo de almacenamiento.

4.5.4 Análisis Sensorial

Cuadro17. Valores del análisis sensorial prueba de diferencia método ranking u ordenamiento

PANELISTAS	MUESTRAS		
	V ₅₂	V ₂₉	V ₃₄
1	2	1	3
2	3	1	2
3	2	1	3
4	3	1	2
5	3	1	2
6	1	2	3
7	3	1	2
8	3	1	2
9	2	1	3
10	1	2	3
11	3	1	2
12	3	1	2
13	1	2	3
14	3	1	2
15	3	1	2
16	3	1	2
17	3	1	2
18	1	2	3
19	3	1	2
20	2	1	3
21	2	1	3
22	1	2	3
23	2	1	3
24	2	1	3
25	3	1	2
26	2	1	3
27	1	2	3
28	3	1	2
29	2	1	3
30	2	1	3
TOTAL	68	36	76

LEYENDA: V₅₂ = Vino comercial 1

V₂₉ = Vino experimental (Tratamiento: 23°BRIX A 25°C)

V₃₄ = Vino comercial 2

CALCULO DEL FACTOR (Q)

$$Q_C = \frac{12}{n k (k + 1)} \sum_{i=1}^k R^2 i - 3 n (k + 1)$$

$$Q_C = (12/360) (11696) - 360$$

$$Q_C = 29.87$$

Q_T , de tabla de Friedman (Teixeira, 1987). Con $n = 30$, $K = 3$ y 5% de significancia.

$$Q_T = 5.99$$

Como $Q_C > Q_T$ ($29.87 > 5.99$), entonces hay diferencia significativa entre las muestras en tratamiento, es decir la muestra experimental tiene marcada preferencia entre los panelistas sobre las demás muestras.

V. CONCLUSIONES

1. Durante el proceso de fermentación el control de la temperatura mejora las características organolépticas del producto (vino seco).
2. La fermentación controlada usando levaduras secas activas *Saccharomyces cerevisiae r.f. cerevisiae*, en dosis de 60 g/hl, acompañado con la adición de antioxidante en dosis de 20 g/hl y la adición de nutrientes en dosis de 60 g/hl, mejora la calidad del producto.
3. Los valores más elevados de grados alcohólicos y producción de biomasa se obtuvieron a temperaturas comprendidas entre 25°C y 28.58°C con concentraciones de azúcar de 20°Brix y 23°Brix, durante la fermentación rápida. Lo que determina el rango en el cual las levaduras presenta los mejores comportamientos.
4. En el tratamiento de 23 °Brix a 25°C, las levaduras *Saccharomyces cerevisiae r.f. cerevisiae* presentan las mejores características organolépticas en el producto final.
5. Las características de calidad que se obtuvieron del vino elaborado a temperatura de 25°C durante el proceso de fermentación, partiendo de un mosto con 23°Brix fueron las siguientes:

Sólidos Solubles (%)	: 0.175
Densidad (g/l)	: 980
pH	: 3.60
Acidez total (%)	: 0.830 (Expresado en ácido tartárico)
Acidez volátil (%)	: 0.030 (Expresado en ácido acético)
Acidez fija (%)	: 0.795 (Expresado en ácido tartárico)
Azúcar reductora (g/l)	: 1.75
Grado alcohólico (°GL)	: 13.00

6. El vino elaborado con mosto de 23°Brix y temperatura controlada de 25°C durante el proceso de fermentación, presenta estabilidad en los análisis físico-químicos y microbiológicos que se evaluó durante el almacenamiento, lo que demuestra el buen control de las operaciones durante el proceso de vinificación y el cuidado durante el almacenamiento.

VI. RECOMENDACIONES

1. Realizar otros estudios de fermentación con temperatura controlada para elaborar vinos semiseco y dulce.
2. Utilizar cepa seleccionada *Saccharomyces cerevisiae r.f. cerevisiae*, en la elaboración de vinos secos, porque permite realizar una fermentación completa y obtener un vino de calidad homogénea.
3. Utilizar siempre antioxidante porque nos permite reducir al mínimo los niveles de oxígeno, alargando los tiempos de latencia de las levaduras indígenas, las cuales necesitan oxígeno para multiplicarse.
4. Utilizar nutrientes porque nos permite acondicionar el medio para que la fermentación sea completa y las levaduras no sufran estrés alimentario.
5. Realizar un estudio del mercado para determinar el grado de aceptación que presentaría el vino seco en la región San Martín
6. Adaptar variedades *Vitis vinifera*, con la finalidad de poder tener uvas con porcentajes de sólidos solubles adecuados para la fermentación, permitiendo elaborar vinos sin la necesidad de agregar azúcar granulada al mosto.
7. Realizar un estudio en la región San Martín sobre zonificación en cultivo de uva, para poder determinar que lugar cuenta con las condiciones para el desarrollo de la uva y tener una producción de mejores características.

VII. BIBLIOGRAFÍA

1. Aleixandre L. 1996. "Proceso de elaboración de alimentos" Universidad Politécnica de Valencia – Servicio de Publicaciones. Barcelona – España.
2. Aleixandre L. 2004 "La cultura del vino, cata y degustación" Universidad Politécnica de Valencia – Servicio de Publicaciones. Barcelona -España.
3. Aleixandre L. y Álvarez I. 2003. "Tecnología enológica" Editorial Síntesis, S.A. Madrid-España.
4. Box, G.; Hunter, G.; Hunter, J.; 1978. "Statistics for Experimenters: an Introduction to Design, data Analysis and model building", New York, Wiley & Sons.
5. Brémond, E (1966). "Técnicas Modernas de Vinificación y de Conservación de los Vinos". Editorial Montesó. Barcelona – España.
6. Carbó, M, R. 1997 "Microbiología del vino" Boletín informativo Universidad Politécnica de Cataluña (UPC). Cataluña España.
7. Carbonell, R. M. 1970. "Tratado de viticultura "; Editorial Aedos, Barcelona – España.
8. Castañeda, C. M.. 1992. "Viticultura y Vinicultura"; Oportunidades Comerciales, Boletín de la Cámara de Comercio Industrias y Turismo de San Martín-Tarapoto. Año 1, N° 5, Setiembre, Tarapoto-Perú.
9. CEPSCO-ITDG, 1994. "San Antonio de Cumbaza: Diagnostico y Plan de Desarrollo Integral", Tecnología intermedia-ITDG, Julio 1994. Tarapoto San Martín.
10. Celis E, F.R. (2001) "Tesis: Elaboración de vino con mosto concentrado de uva borgoña negra (*Vitis labrusca*)", Tarapoto – Perú.
11. De Rosa, T. (1988). "Tecnología del vino tinto" Ediciones Mundi Prensa. España.
12. De Rosa, T. (1998). "Tecnología de los vinos blancos" Ediciones Mundi Prensa. España.
13. Flanzy, C. 2000. "Enología: fundamentos científicos y tecnológicos" Ediciones Mundi Prensa. España.
14. Freixedas C, F. y Rafols F, A. (1998) "Microvinificación en tinto de la variedad isabella y estudios del potencial vitícola de la zona de San Antonio de Cumbaza, región de San Martín, Perú.
15. García G, N (1998) "Elaboración de Vino a Partir de Uva Variedad Borgoña Negra (*Vitis labrusca*) Usando Azúcar Invertido en Tarapoto San Martín", Tarapoto-Perú.

16. García Gariby y otros (1993). "Biotecnología alimentaria" Editorial Limusa S.A.- México.
17. Landeo, E. (2001). "Manuales técnicos de enología" Pie de Trigo Editores & Publicitas S.A. Lima-Perú.
18. Larrea, A. 1983. "Enología básica" Editorial Aedos. Barcelona - España.
19. Hidalgo, L. 1993 "Tratado de viticultura", tercera Edición, Editorial Mundi -Prensa, Madrid - España.
20. Ibar, L, (1998), "Como se hace un buen vino" Editorial de Vecchi S.A. Barcelona-España.
21. INDECOPI-ITINTEC. 1985. "Normas técnicas Peruana"; Comisión de Reglamentos Tecnológicos y Comerciales, Lima-Perú.
22. Madrid, A.; Madrid, J.; Madrid, A. 1994. "tecnología y legislación del vino y bebidas derivadas" Editorial Mundi Prensa. Madrid – España.
23. Ministerio de Agricultura, 2003. "Resúmenes Anuales"; Oficina Estadística Agraria, Región Agraria XIII, Tarapoto-Perú.
24. Negre, E. Y Francot, P. (1980). "Vinificación y conservación de los vinos" Editorial José Montesó, Barcelona–España.
25. Ough, C. 1996. "Tratado Básico de enología" Editorial Acriba S.A. Zaragoza-España.
26. Owen, W. 1989. "Biotecnología de la fermentación Principios, procesos y productos", Editorial Acribia, S.A. Zaragoza-España.
27. Peynaud, E. 1984 "Enóloga Práctica, Conocimiento y Elaboración del Vino" Ediciones Mundi-Prensa. España.
28. Ramírez, E. 2000 "Evaluación comparativa durante la fermentación en la elaboración de vino de uva Borgoña negra *Vitis labrusca* usando cepa pura *Saccharomyces cerevisiae* y pie de cuba *Saccharomyces Spp.*" Tarapoto – Perú.
29. Rankine, B. 2000 "Manual práctico de enología" Editorial Acribia, S.A. Zaragoza España.
30. Ribéreau-Gayon, J; Ribéreau-Gayon, P; Peynaud, E & Sudraud, P. 1989 "Tratado de enología Ciencias y Técnicas del Vino, Tomo II, Caracteres de los Vinos, Maduración de la uva, levaduras y bacterias". Editorial Hemisferio Sur S.A. Buenos Aires - Argentina.
31. Ridgway, R (1912) "Color Standards And Color Nomenclature" Washington.

32. Rodríguez, F. R.; Ruesta, L. A. 1982. "Cultivo de la vid en el Perú"; Serie: Manual Técnico INIPA, Ministerio de Agricultura, Lima-Perú.
33. Ruiz, H, (1990) "www.riojalta.com"
34. Sancho, J.; Bota, E. ; Castro, JJ. (1999). "Introducción Al Análisis Sensorial de los Alimentos". Ediciones Universitarias de Barcelona. P. 26 – 27.
35. Suárez J. (1997) "Levaduras vínicas funcionalidad y uso en bodega" Ediciones Mundi-Prensa, Madrid-España.
36. Teixeira, E.; Meinert, E.; Barbeta, P. 1987. "Análisis Sensorial de Alimentos"; Editora Da UFSC, Florianópolis-Brazil.
37. Uerño, M.; D'Arrigo, H.; Girón, M.; 1999. "Evaluación sensorial de los alimentos" Universidad Nacional la Molina. Lima – Perú.
38. Vinos de Argentina (2001) Levaduras. (www.vinosdeargentina.com).
39. Vorgt, L.; Jacob, L.; Temperle, E.; Weiss, E. 1986. "El Vino: Obtención, Elaboración y Análisis"; Editorial Acribia, S.A., Zaragoza-España.

VIII. ANEXOS

ANEXO 1

Factores de control del experimento
Tratamiento: 20°Brix a 20°C

Características		pH	Acidez Titulable (%)	Densidad (g/l)	°Baumé	°Brix	Azúcar sin fermentar (g/l)	Azúcar Consumida (g/l)/Día	Grado Alcohólico (°GL)/Día	Azúcar Consumida (g) para producir un °GL./ Día	Grado Alcohólico Acumulado (°GL)
Fermentación	Días										
Rápida	00	3.39	1.010	1085	11.00	20.00	200.00	0	0	0	0
	01	3.42	0.995	1080	9.03	16.05	160.50	39.50	2.36	16.7373	2.36
	02	3.44	0.978	1037	5.98	9.96	99.64	60.86	3.64	16.7198	6.00
	03	3.48	0.960	1030	4.81	7.62	76.23	23.41	1.40	16.7214	7.40
	04	3.50	0.940	1027	4.23	6.45	64.51	11.72	0.70	16.7429	8.10
	05	3.53	0.925	1017	3.85	5.69	56.91	7.54	0.45	16.7556	8.55
Lenta	00(06)	3.55	0.928	1012	2.26	2.51	25.12	31.79	1.90	16.7316	10.45
	15	3.58	0.920	985	1.63	1.26	12.57	12.55	0.75	16.7333	11.20
	30	3.60	0.915	980	1.08	0.17	1.68	10.89	0.65	16.7538	11.85
Sumatoria								198.32	11.85		

Probabilidad Alcohólica en Función a Oechsle (°GL) o (%)	11.67
Promedio de Azúcar Consumida (g)/(GL)/Día Durante el Proceso	16.7370
Azúcar Consumida (g)/(GL)/Día en un Proceso Perfecto	16.7360
Azúcar no Fermentada Durante el Proceso (%)	0.84

Tratamiento: 20°Brix a 25°C

Características		pH	Acidez Titulable (%)	Densidad (g/l)	°Baumé	°Brix	Azúcar sin fermentar (g/l)	Azúcar Consumida (g/l)/Día	Grado Alcohólico (°GL)/Día	Azúcar Consumida (g) para producir un °GL./ Día	Grado Alcohólico Acumulado (°GL)
Fermentación	Días										
Rápida	00	3.39	1.010	1085	11.00	20.00	200.00	0	0	0	0
	01	3.42	0.990	1065	7.90	13.79	137.90	62.10	3.60	17.2500	3.60
	02	3.46	0.968	1036	5.13	8.27	82.65	55.25	3.20	17.2656	6.80
	03	3.49	0.950	1020	2.44	2.89	28.86	53.79	3.12	17.2404	9.92
	04	3.52	0.934	1013	1.86	1.71	17.11	11.75	0.68	17.2794	10.60
	05	3.54	0.918	1005	1.21	0.42	4.17	12.94	0.75	17.2533	11.35
Lenta	00(06)	3.57	0.903	995	1.17	0.33	3.30	0.87	0.05	17.4000	11.40
	15	3.59	0.895	990	1.12	0.24	2.43	0.87	0.05	17.4000	11.45
	30	3.61	0.892	985	1.08	0.16	1.55	0.88	0.05	17.6000	11.50
Sumatoria								198.45	11.50		

Probabilidad Alcohólica en Función a Oechsle (°GL) o (%)	11.67
Promedio de Azúcar Consumida (g)/(GL)/Día Durante el Proceso	17.3361
Azúcar Consumida (g)/(GL)/Día en un Proceso Perfecto	17.2565
Azúcar no Fermentada Durante el Proceso (%)	0.775

Tratamiento: 20°Brix a Temperatura Ambiente

Características		pH	Acidez Titulable (%)	Densidad (g/l)	°Baumé	° Brix	Azúcar sin fermentar (g/l)	Azúcar Consumida (g/l)/Día	Grado Alcohólico (°GL)/Día	Azúcar Consumida (g) para producir un °GL./ Día	Grado Alcohólico Acumulado (°GL)
Fermentación	Días										
Rápida	00	3.39	1.010	1085	11.00	20.00	200.00	0	0	0	0
	01	3.44	0.984	1056	6.56	11.12	111.22	88.78	5.00	17.7560	5.00
	02	3.49	0.962	1030	4.70	7.40	73.96	37.26	2.10	17.7429	7.10
	03	3.52	0.945	1013	2.97	3.94	39.37	34.59	1.95	17.7487	9.05
	04	3.55	0.928	1004	1.75	1.50	15.02	24.35	1.37	17.7737	10.42
	05	3.56	0.910	995	1.41	0.83	8.27	6.75	0.38	17.7632	10.80
Lenta	00(06)	3.59	0.895	992	1.24	0.47	4.72	3.55	0.20	17.7500	11.00
	15	3.62	0.886	990	1.08	0.15	1.51	3.21	0.18	17.8333	11.18
	30	3.64	0.880	990	1.08	0.15	1.51	0	0	0	11.18
Sumatoria								198.49	11.18		

Probabilidad Alcohólica en Función a Oechsle (°GL) o (%)	11.67
Promedio de Azúcar Consumida (g)/(GL)/Día Durante el Proceso	17.7668
Azúcar Consumida (g)/(GL)/Día en un Proceso Perfecto	17.7540
Azúcar no Fermentada Durante el Proceso (%)	0.755
Temperatura Promedio Durante el Proceso (°C)	28.62

Tratamiento: 23°Brix a 20°C

Características		pH	Acidez Titulable (%)	Densidad (g/l)	°Baumé	°Brix	Azúcar sin fermentar (g/l)	Azúcar Consumida (g/l)/Día	Grado Alcohólico (°GL)/Día	Azúcar Consumida (g) para producir un °GL./Día	Grado Alcohólico Acumulado (°GL)
Fermentación	Días										
Rápida	00	3.44	0.950	1095	12.50	23.00	230.00	0	0	0	0
	01	3.48	0.932	1075	10.08	18.15	181.50	48.50	2.95	16.4407	2.95
	02	3.52	0.925	1056	8.07	14.13	141.30	40.20	2.45	16.4082	5.40
	03	3.55	0.920	1046	6.83	11.67	116.68	24.62	1.50	16.4133	6.90
	04	3.57	0.902	1030	5.04	8.08	80.76	35.92	2.19	16.4018	9.09
	05	3.60	0.890	1026	4.87	7.73	77.30	3.46	0.21	16.4762	9.30
Lenta	00(06)	3.63	0.875	1019	3.64	5.27	52.70	24.60	1.50	16.4000	10.80
	15	3.65	0.866	985	1.34	0.68	6.75	45.95	2.80	16.4107	13.60
	30	3.67	0.860	980	1.09	0.18	1.81	4.94	0.30	16.4667	13.90
Sumatoria								228.19	13.90		

Probabilidad Alcohólica en Función a Oechsle (°GL) o (%)	13.33
Promedio de Azúcar Consumida (g)/(GL)/Día Durante el Proceso	16.4272
Azúcar Consumida (g)/(GL)/Día en un Proceso Perfecto	16.4165
Azúcar no Fermentada Durante el Proceso (%)	0.787

Tratamiento: 23°Brix a 25°C

Características		pH	Acidez Titulable (%)	Densidad (g/l)	°Baumé	° Brix	Azúcar sin fermentar (g/l)	Azúcar Consumida (g/l)/Día	Grado Alcohólico (°GL)/Día	Azúcar Consumida (g) para producir un °GL./ Día	Grado Alcohólico Acumulado (°GL)
Fermentación	Días										
Rápida	00	3.44	0.950	1095	12.50	23.00	230.00	0	0	0	0
	01	3.47	0.930	1067	9.14	16.28	162.80	67.20	3.91	17.1867	3.91
	02	3.49	0.915	1039	5.72	9.44	94.35	68.45	3.99	17.1554	7.90
	03	3.52	0.898	1021	3.67	5.34	53.40	40.95	2.39	17.1339	10.29
	04	3.55	0.880	1016	3.23	4.46	44.60	8.80	0.51	17.2500	10.80
	05	3.57	0.865	1005	2.29	2.58	25.75	18.85	1.10	17.1364	11.90
Lenta	00(06)	3.59	0.848	995	1.95	1.89	18.91	6.84	0.40	17.1000	12.30
	15	3.60	0.841	990	1.26	0.52	5.18	13.73	0.80	17.1625	13.10
	30	3.62	0.837	985	1.09	0.18	1.75	3.43	0.20	17.1500	13.30
Sumatoria								228.25	13.30		

Probabilidad Alcohólica en Función a Oechsle (°GL) o (%)	13.33
Promedio de Azúcar Consumida (g)/(GL)/Día Durante el Proceso	17.1594
Azúcar Consumida (g)/(GL)/Día en un Proceso Perfecto	17.1617
Azúcar no Fermentada Durante el Proceso (%)	0.761

Tratamiento: 23°Brix a Temperatura Ambiente

Características		pH	Acidez Titulable (%)	Densidad (g/l)	°Baumé	°Brix	Azúcar sin fermentar (g/l)	Azúcar Consumida (g/l)/Día	Grado Alcohólico (°GL)/Día	Azúcar Consumida (g) para producir un °GL./Día	Grado Alcohólico Acumulado (°GL)
Fermentación	Días										
Rápida	00	3.44	0.950	1095	12.50	23.00	230.00	0	0	0	0
	01	3.47	0.925	1065	8.79	15.57	155.70	74.30	4.20	17.6905	4.20
	02	3.52	0.905	1032	4.63	7.27	72.65	83.05	4.70	17.6702	8.90
	03	3.55	0.888	1014	2.78	3.55	35.52	37.13	2.10	17.6810	11.00
	04	3.58	0.870	1007	1.98	1.95	19.50	16.02	0.90	17.8000	11.90
	05	3.59	0.854	995	1.53	1.07	10.66	8.84	0.50	17.6800	12.40
Lenta	00(06)	3.61	0.840	990	1.44	0.89	8.88	1.78	0.10	17.8000	12.50
	15	3.63	0.830	985	1.27	0.53	5.30	3.58	0.20	17.9000	12.70
	30	3.64	0.825	985	1.09	0.17	1.70	3.60	0.20	18.0000	12.90
Sumatoria								228.30	12.90	17.7777	

Probabilidad Alcohólica en Función a Oechsle (°GL) o (%)	13.33
Promedio de Azúcar Consumida (g)/(GL)/Día Durante el Proceso	17.7777
Azúcar Consumida (g)/(GL)/Día en un Proceso Perfecto	17.6977
Azúcar no Fermentada Durante el Proceso (%)	0.739
Temperatura Promedio Durante el Proceso (°C)	28.46

Tratamiento: 26°Brix a 20°C

Características		pH	Acidez Titulable (%)	Densidad (g/l)	°Baumé	°Brix	Azúcar sin fermentar (g/l)	Azúcar Consumida (g/l)/Día	Grado Alcohólico (°GL)/Día	Azúcar Consumida (g) para producir un °GL./Día	Grado Alcohólico Acumulado (°GL)
Fermentación	Días										
Rápida	00	3.52	0.935	1104	14.00	26.00	260.00	0	0	0	0
	01	3.56	0.918	1101	13.32	24.64	246.43	13.57	0.78	17.3974	0.78
	02	3.59	0.903	1080	10.47	18.94	189.43	57.00	3.27	17.4312	4.05
	03	3.62	0.887	1073	8.43	14.85	148.50	40.93	2.35	17.4170	6.40
	04	3.65	0.872	1055	8.16	14.33	143.25	5.25	0.30	17.5000	6.70
	05	3.68	0.853	1050	7.80	13.59	135.94	7.31	0.42	17.4048	7.12
Lenta	00(06)	3.71	0.837	1046	6.68	11.36	113.63	22.31	1.28	17.4297	8.40
	15	3.73	0.829	990	2.32	2.63	26.33	87.30	5.00	17.4600	13.40
	30	3.75	0.824	980	1.10	0.19	1.95	24.38	1.40	17.4143	14.80
Sumatoria								258.05	14.80		

Probabilidad Alcohólica en Función a Oechsle (°GL) o (%)	14.83
Promedio de Azúcar Consumida (g)/(GL)/Día Durante el Proceso	17.4318
Azúcar Consumida (g)/(GL)/Día en un Proceso Perfecto	17.4358
Azúcar no Fermentada Durante el Proceso (%)	0.750

Tratamiento: 26°Brix a 25°C

Características		pH	Acidez Titulable (%)	Densidad (g/l)	°Baumé	°Brix	Azúcar sin Fermentar (g/l)	Azúcar Consumida (g/l)/Día	Grado Alcohólico (°GL)/Día	Azúcar Utilizada (g) para producir un °GL/Día	Grado Alcohólico Acumulado (°GL)
Fermentación	Días										
Rápida	00	3.52	0.935	1104	14.00	26.00	260.00	0	260.00	0	0
	01	3.56	0.915	1095	12.58	23.15	231.50	28.50	231.50	17.8125	1.60
	02	3.60	0.896	1077	8.45	14.89	148.91	82.59	148.91	17.7996	6.24
	03	3.63	0.876	1053	5.99	9.98	99.78	49.13	99.78	17.8007	9.00
	04	3.67	0.859	1034	5.16	8.32	83.20	16.58	83.20	17.8280	9.93
	05	3.70	0.842	1029	4.70	7.39	73.94	9.26	73.94	17.8077	10.45
Lenta	00(6)	3.73	0.827	1024	3.89	5.79	57.89	16.05	57.89	17.8333	11.35
	15	3.76	0.819	990	1.47	0.89	8.94	48.95	8.94	17.8000	14.10
	30	3.78	0.814	985	1.09	0.18	1.80	7.14	1.80	17.8500	14.50
Sumatoria								258.20	14.50		

Probabilidad Alcohólica en Función a Oechsle (°GL) o (%)	14.83
Promedio de Azúcar Consumida (g)/(GL)/Día Durante el Proceso	17.8165
Azúcar Consumida (g)/(GL)/Día en un Proceso Perfecto	17.8069
Azúcar no Fermentada Durante el Proceso (%)	0.692

Tratamiento: 26°Brix a Temperatura Ambiente

Características		pH	Acidez Titulable (%)	Densidad (g/l)	°Baumé	°Brix	Azúcar sin Fermentar (g/l)	Azúcar Consumido (g/l)/Día	Grado Alcohólico (°GL)/ Día	Azúcar Consumida (g) para producir un (°GL)/ Día	Grado Alcohólico Acumulado (°GL)
Fermentación	Días										
Rápida	00	3.52	0.935	1104	14.00	26.00	260.00	0	0	0	0
	01	3.55	0.910	1088	10.89	19.78	197.78	62.22	3.40	18.2940	3.40
	02	3.59	0.888	1071	7.87	13.74	137.38	60.40	3.30	18.3030	6.70
	03	3.62	0.865	1046	6.31	10.63	106.25	31.13	1.70	18.3118	8.40
	04	3.64	0.845	1029	5.22	8.45	84.46	21.79	1.19	18.3109	9.59
	05	3.67	0.827	1023	4.39	6.78	67.76	16.70	0.91	18.3516	10.50
Lenta	00(06)	3.68	0.810	1017	2.92	3.85	38.45	29.31	1.60	18.3188	12.10
	15	3.70	0.797	995	1.73	1.46	14.64	23.81	1.30	18.3154	13.40
	30	3.72	0.789	990	1.09	0.18	1.77	12.87	0.70	18.3857	14.10
Sumatoria								258.23	14.10		

Probabilidad Alcohólica en Función a Oechsle (°GL) o (%)	14.83
Promedio de Azúcar Consumida (g)/(GL)/Día Durante el Proceso	18.3239
Azúcar Consumida (g)/(GL)/Día en un Proceso Perfecto	18.3142
Azúcar no Fermentada Durante el Proceso (%)	0.681
Temperatura Promedio Durante el Proceso (°C)	28.66

ANEXO 2**Crecimiento de las levaduras durante su desarrollo a la temperatura de 20°C.**

	20°C	20°Brix	23°Brix	26°Brix
ufc/ml	0	3540000	3680000	3570000
	12	4050000	3840000	3590000
	18	6500000	5700000	4300000
	24	10000000	9400000	5800000
	30	12700000	10400000	9800000
	36	16100000	15300000	12500000
	42	297000000	328000000	220000000
	48	476000000	498000000	350000000
	54	654000000	678000000	503000000
	60	629000000	667000000	500000000
In Biomasa	0	15.0796373	15.1184233	15.0880762
	12	15.2142274	15.1609829	15.0936628
	18	15.6873127	15.5559767	15.2741256
	24	16.1180957	16.0562202	15.5733685
	30	16.3571126	16.1573164	16.0978929
	36	16.5943298	16.5433634	16.3412392
	42	19.5092427	19.6085242	19.2091381
	48	19.9809284	20.0261106	19.6734437
	54	20.2986179	20.3346578	20.0361007
	60	20.2596418	20.3183006	20.0301187

Crecimiento de las levaduras durante su desarrollo a la temperatura de 25°C.

	25°C	20°Brix	23°Brix	26Brix
ufc/ml	0	3650000	3680000	3580000
	12	70000000	54000000	24000000
	18	281000000	255000000	95000000
	24	465000000	450000000	190000000
	30	510000000	519000000	250000000
	36	525000000	528000000	339000000
	42	532000000	539000000	488000000
	48	530000000	536000000	487000000
	In Biomasa	0	15.1102377	15.1184233
12		18.0640058	17.8044946	16.9935644
18		19.4538652	19.3567741	18.3693874
24		19.957548	19.9247581	19.0625346
30		20.0499213	20.0674144	19.3369715
36		20.0789088	20.0846068	19.6415107
42		20.092154	20.1052261	20.005826
48		20.0883876	20.0996447	20.0037747

Crecimiento de las levaduras durante su desarrollo a la temperatura ambiente: 29.6°C.

	Amb.	20°Brix	23°Brix	26°Brix
ufc/ml	0	3550000	3640000	3580000
	12	93000000	75000000	32000000
	18	305000000	270000000	110000000
	24	480000000	468000000	306000000
	30	502000000	517000000	440000000
	36	508000000	523000000	478000000
	42	506000000	522000000	477000000
ln Biomasa	0	15.0824582	15.1074942	15.0908734
	12	18.3481101	18.1329987	17.2812465
	18	19.5358223	19.4139325	18.5159909
	24	19.9892967	19.9639789	19.5390957
	30	20.0341107	20.0635534	19.9022853
	36	20.045992	20.075092	19.9851213
	42	20.0420472	20.0731781	19.983027

ANEXO 3**FORMATO DE EVALUACION SENSORIAL: PRUEBA AFECTIVA METODO DE ESCALA HEDONICA DE 5 PUNTOS**

NOMBRE DEL PANELISTA:

.....

Ud., va evaluar tres muestras de VINOS, que se están investigando, pruebe cuidadosamente en el orden que presenta y califique según la escala que se muestra en función a sus características de: Color, Aroma, Sabor y Apariencia General:

EXCELENTE : 5

MUY BUENO : 4

BUENO : 3

REGULAR : 2

MALO : 1

MUESTRAS	COLOR	AROMA	SABOR	A. GENERAL
285				
450				
647				
730				

OBSERVACIONES:

.....

.....

.....

.....

.....

ANEXO 4.

Valores de evaluación sensorial según la prueba de Friedman aplicados en vino de una uva Borgoña negra (*Vitis labrusca*) usando cepa pura *Saccharomyces cerevisiae r.f. cerevisiae*

MUESTRA	TTOS	CARACTERIS	PANELISTAS																														TOTAL	PROM. P	P. GLOBAL
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30			
CEPA PURA	T1	COLOR	5	5	5	4	4	4	4	3	3	2	4	4	4	4	2	4	5	2	3	3	4	5	3	4	3	4	5	4	4	5	115	3.83	3.77
		OLOR	5	5	5	4	3	4	3	4	4	3	4	4	5	4	3	3	4	3	4	4	3	4	4	4	3	5	4	4	3	3	115	3.83	
		SABOR	4	5	5	3	3	4	3	4	2	3	4	3	3	4	2	3	4	5	4	4	1	3	4	4	2	5	5	3	3	4	106	3.53	
		A. GENERAL	5	5	4	3	2	5	4	5	3	4	4	4	4	5	3	4	3	4	3	4	3	4	4	4	3	5	4	3	4	4	116	3.87	
	T2	COLOR	4	4	3	3	3	5	4	3	4	3	4	4	4	3	3	4	2	2	2	1	2	2	5	4	4	5	4	4	4	2	101	3.37	3.26
		OLOR	5	4	4	2	3	2	3	3	2	3	2	3	4	4	2	3	4	2	3	3	3	3	4	3	3	3	2	5	4	4	95	3.17	
		SABOR	3	4	4	2	3	3	2	3	2	3	3	3	4	4	3	3	3	3	2	2	3	2	5	3	3	4	4	5	4	3	95	3.17	
		A. GENERAL	3	4	5	3	3	4	2	3	3	2	3	3	3	4	2	4	4	3	4	3	4	4	4	3	3	4	2	5	3	3	100	3.33	
	T3	COLOR	4	3	2	3	3	4	4	3	4	3	4	4	3	4	3	3	3	3	4	2	3	4	1	3	5	3	4	3	3	3	98	3.27	2.83
		OLOR	5	3	3	3	2	3	2	2	5	2	3	2	2	3	2	2	4	2	1	1	2	2	2	2	2	2	3	2	2	1	72	2.40	
		SABOR	3	3	4	2	2	3	2	3	3	2	3	4	3	2	2	2	3	2	2	4	2	3	3	4	5	3	4	4	2	2	86	2.87	
		A. GENERAL	1	4	5	3	2	4	2	2	4	2	2	3	2	2	2	3	3	2	2	1	3	5	2	3	5	3	3	4	2	2	83	2.77	
	T4	COLOR	4	3	4	4	2	5	4	3	3	3	4	4	4	4	3	4	4	4	2	4	3	3	4	5	4	4	4	2	3	4	108	3.60	3.44
		OLOR	5	3	4	3	4	5	4	3	3	3	4	3	3	5	2	4	4	4	3	2	4	4	3	4	4	4	5	3	2	2	106	3.53	
		SABOR	3	3	5	3	2	4	4	3	4	3	2	3	5	3	2	3	3	4	3	3	3	4	2	2	2	4	5	2	3	2	94	3.13	
		A. GENERAL	4	4	5	4	3	5	3	3	3	3	4	4	3	3	2	4	4	4	2	2	4	4	3	5	3	4	4	3	3	3	105	3.50	

Leyenda:

T1=285 (23°Brix a 25°C)

T2=450 (23°Brix a AMB:28.46°C)

T3=647 (20°Brix a AMB:28.62°C)

T4=730 (20°Brix a 25°C)

ANEXO 5.

**EVALUACION SENSORIAL DEL VINO DE UVA BORGOÑA NEGRA (*Vitis labrusca*)
CON RESPECTO AL ATRIBUTO COLOR, APLICADA SEGÚN LA PRUEBA DE
FRIEDMAN**

PANELISTAS	TRATAMIENTOS				TOTAL
	T1 = 285	T2 = 450	T3 = 647	T4 = 730	
1	4	2	2	2	10
2	4	3	1.5	1.5	10
3	4	1.5	1.5	3	10
4	3.5	1.5	1.5	3.5	10
5	4	2.5	2.5	1	10
6	1.5	3.5	1.5	3.5	10
7	2.5	2.5	2.5	2.5	10
8	2.5	2.5	2.5	2.5	10
9	1.5	3.5	3.5	1.5	10
10	1	3	3	3	10
11	2.5	2.5	2.5	2.5	10
12	2.5	2.5	2.5	2.5	10
13	3	3	1	3	10
14	3	1	3	3	10
15	1	3	3	3	10
16	3	3	1	3	10
17	4	1	2	3	10
18	1.5	1.5	3	4	10
19	3	1.5	4	1.5	10
20	3	1	2	4	10
21	4	1	2.5	2.5	10
22	4	1	3	2	10
23	2	4	1	3	10
24	2.5	2.5	1	4	10
25	1	2.5	4	2.5	10
26	2.5	4	1	2.5	10
27	4	2	2	2	10
28	3.5	3.5	2	1	10
29	3.5	3.5	1.5	1.5	10
30	4	1	2	3	10
Σ TOTAL	86	70.5	66	77.5	
# OBSERV	30	30	30	30	300
MEDIA	2.87	1.96	1.83	2.58	

CALCULO DE VALOR ESTADISTICO

VALOR ESTADISTICO "T" DE LA PRUEBA DE FRIEDMAN

Por formula tenemos:

Determinamos la suma de los rangos en cada condición(tratamiento)

$$Rt = \sum_{j=1}^b Rij$$

Calculo estadístico de la prueba (T) :

Se calcula primero A_2 y B_2 :

$$A_2 = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^b Rij$$

$$B_2 = \frac{1}{b} \sum_{i=1}^k Ri^2$$

$$T_2 = \frac{(n-1) \left[B_2 - \left(bk(k+1)^2 / 4 \right) \right]}{A_2 - B_2}$$

Donde :

k = numero de tratamientos

b = numero de bloques

Ri = suma de los rangos en la condición (tratamientos)

SUMA DE CUADRADOS "A"

857.0000

SUMATORIA PROMEDIO AL CUADRADO/°N BLOQUES "B"

757.6167

ESTADÍSTICO DE PRUEBA "T"

2.2225

CRITERIO DE DECISIÓN

DISTRIBUCIÓN F

Si $T \leq F$ (Se acepta la H_p)

Donde: $F(0.95, 3, 87) = 2.724$

Si $T > F$ (Se rechaza la H_p)

F > T

No existen diferencias significativas en las muestras de vino, ya que sus valores de color tienen una diferencia ligera.

ANEXO 6.

**EVALUACION SENSORIAL DEL VINODE UVA BORGOÑA NEGRA (*Vitis labrusca*)
CON RESPECTO AL ATRIBUTO OLOR, APLICADA SEGÚN LA PRUEBA DE
FRIEDMAN**

PANELISTAS	TRATAMIENTOS				TOTAL
	T1 = 285	T2 = 450	T3 = 647	T4 = 730	
1	2.5	2.5	2.5	2.5	10
2	4	3	1.5	1.5	10
3	4	2.5	1	2.5	10
4	4	1	2.5	2.5	10
5	2.5	2.5	1	4	10
6	3	1	2	4	10
7	2.5	2.5	1	4	10
8	4	2.5	1	2.5	10
9	3	1	4	2	10
10	3	3	1	3	10
11	3.5	1	2	3.5	10
12	4	2.5	1	2.5	10
13	4	3	1	2	10
14	2.5	2.5	1	4	10
15	4	2	2	2	10
16	2.5	2.5	1	4	10
17	2.5	2.5	2.5	2.5	10
18	3	1.5	1.5	4	10
19	4	2.5	1	2.5	10
20	4	3	1	2	10
21	2.5	2.5	1	4	10
22	3.5	2	1	3.5	10
23	3.5	3.5	1	2	10
24	3.5	2	1	3.5	10
25	2.5	2.5	1	4	10
26	4	2	1	3	10
27	3	1	2	4	10
28	3	4	1	2	10
29	3	4	1.5	1.5	10
30	3	4	1	2	10
Σ TOTAL	98	72	43	87	
# OBSERV	30	30	30	30	413
MEDIA	3.27	2.40	1.43	2.90	

SUMA DE CUADRADOS "A"

877.0000

SUMATORIA PROMEDIO AL CUADRADO/°N BLOQUES "B"

806.8667

ESTADÍSTICO DE PRUEBA "T"

23.5143

CRITERIO DE DECISIÓN**DISTRIBUCIÓN F**Si $T \leq F$ (Se acepta la H_p)Donde: $F(0.95;3.87) = 2.724$ Si $T > F$ (Se rechaza la H_p) **$T > F$**

Las muestras de vino presentan diferencias significativas en cuanto al aroma.

Calculo del valor critico de Friedman:

$$F = t(1 - \alpha / 2, ((b-1)(k-1)gl)) \sqrt{\frac{2(A_2 - B_2)}{(k-1)(k-1)}}$$

-Para la de Múltiples Comparaciones los criterios de decisión son:

Si $[R_i - R_j] > F$. se rechaza la H_p

Si $[R_i - R_j] \leq F$. se acepta la H_p

MÚLTIPLES COMPARACIONES "F"	Diferencias de Totales	Valor Critico de Fiedman
	IA - BI = 26.00	2.5281 significativo
	IA - CI = 55.00	2.5281 significativo
	IA - DI = 11.00	2.5281 significativo
Valor Crítico de Friedman	IB - CI = 29.00	2.5281 significativo
2.5281	IB - DI = 15.00	2.5281 significativo
	IC - DI = 44.00	2.5281 significativo

Todas las muestras de vino son diferentes entre sí, en cuanto al aroma.

ANEXO 7.

**EVALUACION SENSORIAL DEL VINODE UVA BORGOÑA NEGRA (*Vitis labrusca*)
CON RESPECTO AL ATRIBUTO SABOR, APLICADA SEGÚN LA PRUEBA DE
FRIEDMAN**

PANELISTA	TRATAMIENTOS				TOTAL
	T1 = 285	T2 = 450	T3 =647	T4 = 730	
1	4	2	2	2	10
2	4	3	1.5	1.5	10
3	3.5	1.5	1.5	3.5	10
4	3.5	1.5	1.5	3.5	10
5	3.5	3.5	1.5	1.5	10
6	3.5	1.5	1.5	3.5	10
7	3	1.5	1.5	4	10
8	4	2	2	2	10
9	1.5	1.5	3	4	10
10	3	3	1	3	10
11	4	2.5	2.5	1	10
12	2	2	4	2	10
13	1.5	3	1.5	4	10
14	3.5	3.5	1	2	10
15	2	4	2	2	10
16	3	3	1	3	10
17	4	2	2	2	10
18	4	2	1	3	10
19	4	1.5	1.5	3	10
20	3.5	1	3.5	2	10
21	1	3.5	2	3.5	10
22	2.5	1	2.5	4	10
23	3	4	2	1	10
24	3.5	2	3.5	1	10
25	1.5	3	4	1.5	10
26	4	2.5	1	2.5	10
27	3.5	1.5	1.5	3.5	10
28	2	4	3	1	10
29	2.5	4	1	2.5	10
30	4	3	1.5	1.5	10
Σ TOTAL	92.5	74	59	74.5	
# OBSERV	30	30	30	30	300
MEDIA	3.08	2.47	1.97	2.48	

A B C -- D

SUMA DE CUADRADOS "A"

873.5000

SUMATORIA PROMEDIO AL CUADRADO/°N BLOQUES "B"

768.7833

ESTADÍSTICO DE PRUEBA "T"

5.2018

CRITERIO DE DECISIÓN DISTRIBUCIÓN F

Si $T \leq F$ (Se acepta la H_p) Donde: $F(0.95, 3, 87) = 2.724$

Si $T > F$ (Se rechaza la H_p) **T > F**

Las muestras de vino presentan diferencias significativas en cuanto al sabor

MÚLTIPLES COMPARACIONES "F"

Valor Crítico de Friedman

3.0891

Diferencias de Totales	Valor Critco de Fiedman
IA - BI = 18.50	3.0891 significativo
IA - CI = 33.50	3.0891 significativo
IA - DI = 18.00	3.0891 significativo
IB - CI = 15.00	3.0891 significativo
IB - DI = 0.50	3.0891 no significativo
IC - DI = 15.50	3.0891 significativo

No existe diferencia significativa entre los tratamientos T2 y T4, ya que sus valores de sabor seco tienen una diferencia ligera. Por el contrario los restantes tratamientos son diferentes entre sí.

ANEXO 8.

**EVALUACION SENSORIAL DEL VINODE UVA BORGOÑA NEGRA (*Vitis labrusca*)
CON RESPECTO AL ATRIBUTO APARIENCIA GENERAL, APLICADA SEGÚN LA
PRUEBA DE FRIEDMAN**

PANELISTAS	TRATAMIENTOS				TOTAL
	T1 = 285	T2 = 450	T3 = 647	T4 = 730	
1	4	2	1	3	10
2	4	2	2	2	10
3	1	3	3	3	10
4	2	2	2	4	10
5	1.5	3.5	1.5	3.5	10
6	3.5	1.5	1.5	3.5	10
7	4	1.5	1.5	3	10
8	4	2.5	1	2.5	10
9	2	2	4	2	10
10	4	1.5	1.5	3	10
11	3.5	2	1	3.5	10
12	3.5	1.5	1.5	3.5	10
13	4	2.5	1	2.5	10
14	4	3	1	2	10
15	4	2	2	2	10
16	3	3	1	3	10
17	1.5	3.5	1.5	3.5	10
18	3.5	2	1	3.5	10
19	3	4	1.5	1.5	10
20	4	3	1	2	10
21	1.5	3.5	1.5	3.5	10
22	2	2	4	2	10
23	3.5	3.5	1	2	10
24	3	1.5	1.5	4	10
25	2	2	4	2	10
26	4	2.5	1	2.5	10
27	3.5	1	2	3.5	10
28	1.5	4	3	1.5	10
29	4	2.5	1	2.5	10
30	4	2.5	1	2.5	10
Σ TOTAL	93	73	51.5	82.5	
# OBSERV	30	30	30	30	418
MEDIA	3.10	2.43	1.72	2.75	

SUMA DE CUADRADOS "A"

872.0000

SUMATORIA PROMEDIO AL CUADRADO/°N BLOQUES "B"

781.2167

ESTADÍSTICO DE PRUEBA "T"

9.9722

CRITERIO DE DECISIÓN

DISTRIBUCIÓN F

Si $T \leq F$ (Se acepta la H_0)

Donde: $F(0.95, 3, 87) = 2.724$

Si $T > F$ (Se rechaza la H_0)

$T > F$

Las muestras de vino presentan diferencias significativas en cuanto a las apariencias generales





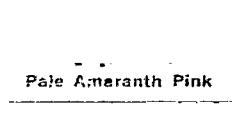

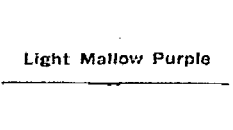
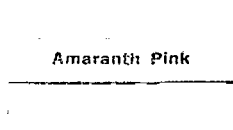
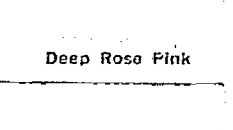
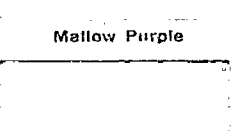
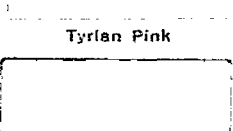
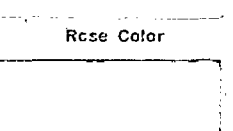
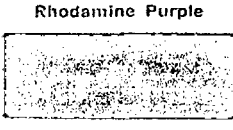
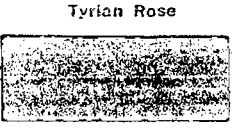
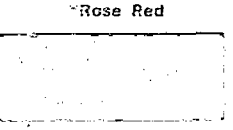



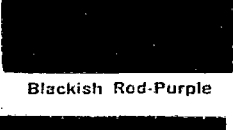

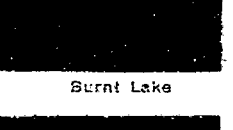



MÚLTIPLES COMPARACIONES "F"	Diferencias de Totales	Valor Crítico de Friedman
Valor Crítico de Friedman	IA - BI = 20.00	2.8797 significativo
2.8797	IA - CI = 41.50	2.8797 significativo
	IA - DI = 10.50	2.8797 significativo
	IB - CI = 21.50	2.8797 significativo
	IB - DI = 9.50	2.8797 significativo
	IC - DI = 31.00	2.8797 significativo

Todas las muestras de vino son diferentes entre sí en cuanto a apariencias generales

ANEXO 9.

Tablas de color Standard y Nomenclatura

Plate XII

	67. V-R.	69. RV-R.	71. V-RR.
<i>f</i>	 Mallow Pink	 Pale Amaranth Pink	 Rose Pink
<i>d</i>	 Light Mallow Purple	 Amaranth Pink	 Deep Rose Pink
<i>b</i>	 Mallow Purple	 Tyrian Pink	 Rose Color
	 Rhodamine Purple	 Tyrian Rose	 Rose Red
<i>i</i>	 *Aster Purple	 Amaranth Purple	 *Pomegranate Purple
<i>k</i>	 *Dahlia Purple	 *Pansy Purple	 Bordeaux
<i>zz</i>	 Blackish Red-Purple	 Violet Carmine	 Burnt Lake
			

Fuente: Ridgway, 1912

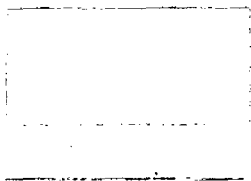
Plate XXVI

67'. V-R.

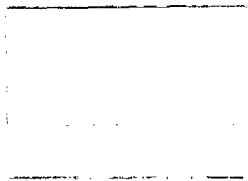
69'. RV-R.

71'. V-RR.

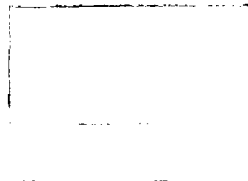
f



Pale Rose-Purple

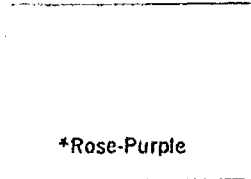


Rosolane Pink

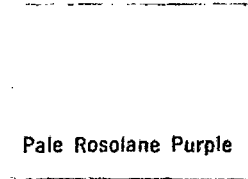


Cameo Pink

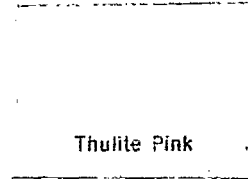
d



*Rose-Purple

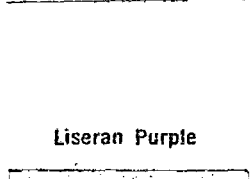


Pale Rosolane Purple

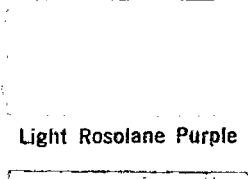


Thulite Pink

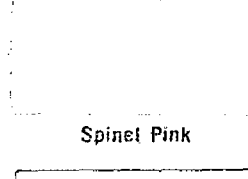
b



Liseran Purple



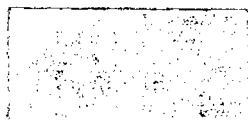
Light Rosolane Purple



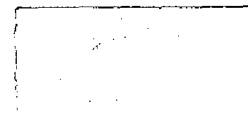
Spinet Pink



*Magenta

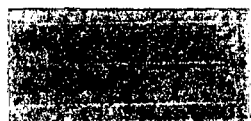


Rosolane Purple



Spinel Red

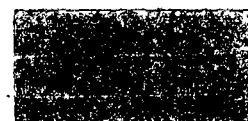
i



Dull Magenta Purple



Schoenfeld's Purple



Indian Lake

k



Dull Dark Purple



*Auricula Purple



Dahlia Carmine

m



Dull Dusky Purple



Dusky Auricula Purple



Dark Maroon-Purple



ANEXO 10.

**FORMATO DE EVALUACION SENSORIAL: PRUEBA DE DIFERENCIA METODO
RANKING U ORDENAMIENTO.**

NOMBRE DEL PANELISTA:

.....

Usted está recibiendo tres muestras de VINOS, que se está investigando, pruebe cuidadosamente en el orden que se presenta y ordene las muestras de acuerdo a su preferencia:

MUESTRA	ORDEN DE PREFERENCIA
V52
V29
V34

OBSERVACIONES:

.....

