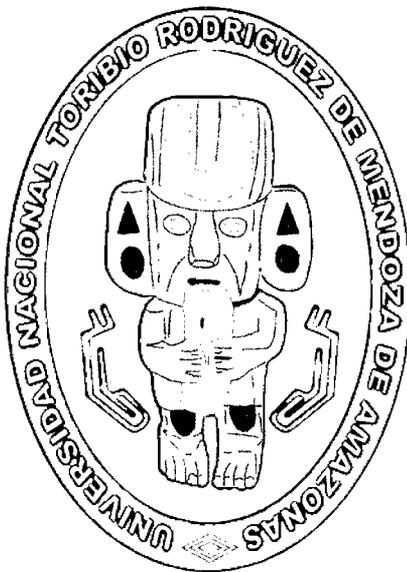


UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS

FACULTAD DE INGENIERIA Y CIENCIAS AGRARIAS

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA
AGROINDUSTRIAL**



Orden de cinética de fotodegradación del color de vinos tinto y rosé

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

**PRESENTADA POR
Br. CLAUDIA MARGARITA PINEDO TUESTA**

Asesor: ING. WILSON MANUEL CASTRO SILUPU

CHACHAPOYAS – PERÚ

2011

DEDICATORIA

A Dios en primer lugar que me brindó la oportunidad de vivir, por ser mi guía espiritual, con un inmenso respeto y amor a mis padres Nelson Pinedo Alva e Hirma Dolores Tuesta Arana, a mis hermanos por estar conmigo y apoyarme siempre, y a todas aquellas personas que me apoyaron en cada paso que di en mi carrera profesional por su dedicación y apoyo incondicional hicieron que culmine este anhelo tan deseado.

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar a Dios.

Al Ing. Wilson Manuel Castro Silupu, mi más sincero agradecimiento y reconocimiento por guiarme y asesorarme durante todo el tiempo de la presente tesis, quien además, ha sabido impartir en mí, conocimientos científicos y tecnológicos para mi formación profesional.

A mi abuela Nélica Ysabel Arana Tenorio (QPDYQDG), por su apoyo durante los primeros años de mi formación profesional. Que Dios le tenga en su Santa Gloria.

De una manera muy especial a Renato López Gómez por su apoyo incondicional, paciencia y comprensión durante el desarrollo de la presente tesis.

A todo el personal docente y técnicos de los diferentes laboratorios de la UNTRM, por su apoyo y paciencia, durante la parte experimental y análisis realizados en la presente investigación.

**AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO
RODRIGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS**

Ph. D, Dr. Hab. Vicente M. Castañeda Chávez

Rector

Blga. Msc. Zoila Rosa Guevara Muñoz

Vicerrector Académico

Ing. Wilson Manuel Castro Silupu

Decano (e) Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias

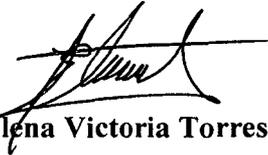
VISTO BUENO DEL ASESOR

Yo, Ing. Wilson Manuel Castro Silupu, identificado con DNI N° 33641933, Docente Asociado a Dedicación Exclusiva de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Agroindustrial, asesor de la tesis titulada **“Orden de cinética de fotodegradación del color de vinos tinto y rose”** presentado por la Br. Claudia Margarita Pinedo Tuesta, egresada de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Agroindustrial.

Por lo indicado doy testimonio y visto bueno, que la Br. Claudia Margarita Pinedo Tuesta, ha ejecutado la tesis mencionada, por lo que en fe a la verdad firmo la presente.

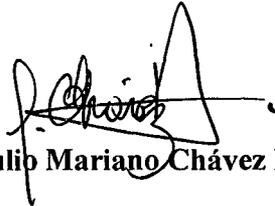

Ing. Wilson Manuel Castro Silupu
Asesor

JURADO EVALUADOR



Ing. Elena Victoria Torres Mamani

Presidente



Blgo.Ms.C. Julio Mariano Chávez Milla

Secretario



Ing. Efraín Manuelito Castro Alayo

Vocal



UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS

FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGRARIAS

ACTA DE EVALUACIÓN DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En la ciudad de Chachapoyas, el día 04 de Noviembre del año 2011, siendo las 4:00 horas, se reunieron los integrantes del Jurado conformado por:

Presidente: Ing. Elena Victoria Torres Mamani

Secretario: Blgo. MgC. Julio Mariano Chavez Mila

Vocal: Ing. Efraín Manuelito Castro Alayo

para evaluar la Sustentación del Informe de Tesis presentado por el(la) bachiller, don(ña) Claudia Margarita Pinedo Tuesta, titulado Orden de Cinética de fotodegradación del color de Vinos tinto y rose

Después de la sustentación respectiva, el Jurado acuerda la APROBACIÓN (X), DESAPROBACIÓN () por mayoría (), por unanimidad (X); en consecuencia, el (la) aspirante puede proseguir con el trámite subsiguiente, de acuerdo al Reglamento de Grados y Títulos de la UNAT-A.

Siendo las 5:15 horas del mismo día, el Jurado concluye el acto de sustentación del Informe de Tesis.

[Signature]
SECRETARIO

[Signature]
PRESIDENTE

[Signature]
VOCAL



Form6- T

ÍNDICE GENERAL

	<u>Pág.</u>
RESUMEN	1
ABSTRACT	2
I. Introducción.	3
1.1 Antecedentes.	3
1.2 Marco Teórico.	3
1.2.1 La vid.	3
1.2.2 El vino.	4
1.2.3 Clasificación de vinos.	10
1.2.4 Composición química del vino.	12
1.3 Generalidades de Iluminación.	19
1.3.1 Fuentes Luminosas.	20
1.3.2 Determinación de intensidad lumínica.	21
1.4 Colorimetría.	24
1.5 Espacio CieLab.	27
1.6 Espectrofotometría.	30
Materiales y Métodos.	33
2.2 Métodos.	33
2.2.1 Obtención de la muestra.	33
2.2.2 Diseño y Construcción del equipo de Tratamiento luminoso.	33
2.2.3 Preparación de muestras.	33
2.2.4 Aplicación de tratamiento luminoso.	34
Resultados	37

3.1	Construcción del equipo de tratamiento luminoso	37
3.2	Tratamiento de muestras con diferentes flujos	38
	luminosos.	
3.3	Determinación de fotodegradación.	39
3.4	Determinación de cinética de fotodegradación.	43
	Discusiones.	45
	Conclusiones.	48
	Recomendaciones.	49
	Referencias Bibliográficas.	50
	Anexos.	54

ÍNDICE DE TABLAS

	<u>Pág.</u>
Tabla 1. Composición general del vino.	12
Tabla 2. Principales vitaminas en el mosto y su variación en la vinificación	13
Tabla 3. Polifenoles presentes en vinos rosados y tintos.	16
Tabla 4. Presencia de antocianinas de acuerdo a la variedad de uva.	18
Tabla 5. Características físico-químicas del vino tinto y Rose.	33
Tabla 6. Codificación de muestras.	34
Tabla 7. Tiempo equivalente por tratamiento luminoso.	35
Tabla 8. Orden a la que se someten las muestras.	36
Tabla 9. Características del equipo de tratamiento luminoso.	37
Tabla 10. Energía luminosa y equivalencia de flujo luminoso.	38
Tabla 11. Análisis de varianza para a*-suma de cuadrados de tipo III.	42
Tabla 12. Análisis de la varianza para b*-suma de cuadrados de tipo III	43
Tabla 13. Análisis de la varianza para L*-suma de cuadrados de tipo III.	43

ÍNDICE DE FIGURAS

	<u>Pág.</u>
Figura 1. Producción de vino en los 12 principales países	7
Figura 2. Polifenoles del vino.	14
Figura 3. Estructura básica de flavonoides.	14
Figura 4. Composición del grano de uva.	27
Figura 5. Tipos de antocianinas presentes en la uva.	19
Figura 6. Secuencia de cálculos para determinación del Flujo luminoso.	23
Figura 7. Diagrama de Cromaticidad	27
Figura 8. Modelo del espacio color cielab.	28
Figura 9. Función del espectrofotómetro de reflectancia.	31
Figura 10. Equipo de tratamiento luminoso.	37
Figura 11. Valores promedio de absorvancia en vino rose de acuerdo a la energía luminosa aplicada.	39
Figura 12. Valores promedio de absorvancia en vino tinto de acuerdo a la energía luminosa aplicada.	39
Figura 13. Parámetros de color del vino rose a diferentes energías luminosas.	40
Figura 14. Distribución tridimensional de los parámetros de color del vino rose	41
Figura 15. Parámetros de color del vino tinto a diferentes Energías luminosas.	41

Figura 16. Distribución tridimensional de los parámetros de color del vino tinto.	42
Figura 17. Evolución del valor promedio de a^* en vino rose a diferentes dosis de energía luminosa.	44
Figura 18. Evolución del valor promedio de a^* en vino tinto a diferentes dosis de energía luminosa.	44

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se enfocó en el estudio de la fotodegradación de los parámetros de color, medidos estos en el espacio CIElab, de muestras de vino tinto y vino rose procedentes de la Vitivinícola Salesiana S.A del Departamento de Lima. Las unidades muestrales fueron elegidas al azar de la bodega de la Vitivinícola de las botellas producidas en la Campaña 2010. Se utilizó la metodología de tiempos acelerados; mediante el tratamiento de las muestras con elevados flujos luminosos. Para este fin, se construyó un equipo de tratamiento luminoso capaz de tratar las muestras con un flujo luminoso de 9000 lux. La secuencia de las labores utilizado para la obtención de la fotodegradación de color de vinos tinto y rose fue de la siguiente manera: selección y acondicionamiento de muestras, extracción de alícuotas (35 mL), aplicación de tratamiento luminoso ($T= 24-28^{\circ}\text{C}$ e intensidad luminosa de 9000 lumen/m^2), determinación de evolución de parámetros de color (L, a^* y b^*) y análisis estadístico. Los resultados experimentales mostraron que, a diferencia del parámetro a^* , los parámetros de color no mostraron dependencia con la dosis aplicada de energía luminosa. Por esta razón, el estudio de la cinética de fotodegradación se realizó sobre el parámetro a^* , en el espacio CieLab, por el método de mínimos cuadrados, para ambos tipos de vino. Este análisis mostro mayor ajuste en el vino tinto ($R^2 = 0.9796$), siendo la ecuación obtenida $a^* = 5 \times 10^{-13} E^2 + 5 \times 10^{-6} E + 75.336$; donde a^* = coordenada del espacio CIE Lab y E = energía luminosa (KJ).

ABSTRACT

The present work of investigation focused in studied of the photodegradation of the parameters of color, measured these in the space CIElab, of samples of white and red wine which were collected from the industry Salesiana S.A of the Department of Lima. The units were randomly chosen of the warehouse of the industry between the bottles produced in the Campaign 2010. The used methodology was that of intensive times; by means of the treatment of the samples with high luminous flows. For this purpose it was constructed an equipment of luminous treatment, capable it of treating the samples with a luminous flow of 9000 lux. The sequence used for obtaining the photodegradation of color in white and red wines was the following: selection and conditioning of samples, extraction of aliquots (35 mL), application of luminous treatment ($T = 24-28^{\circ}\text{C}$ and luminous intensity of 9000 lumen/m²), determination of evolution of color parameters (L, a* and b*) and statistical analysis. The experimental results showed that, unlike the parameter to a*, the color parameters did not show dependence with the applied dose of luminous energy. For this reason, the study of photodegradation kinetics was realized over the parameter a*, in the CIElab space, fitting it by square minimums method, for both types of wine. This analysis most major adjustment in the stained wine ($R^2 = 0.9796$), being the equation obtained $a^* = 5 \times 10^{-13} E^2 + 5 \times 10^{-6} E + 75.336$, where a* = coordinate of the CieLab space and E = luminous energy (KJ).

INTRODUCCIÓN

1.1. ANTECEDENTES

La degradación de color en alimentos y bebidas resulta un factor determinante en la decisión de compra, ya que es fundamental en la presencia de las características organolépticas y fisicoquímicas, por ende se resume a la calidad del producto. Por ello investigaciones como los de MacDougall (1982), Andersen y col (1989) trataron de determinar el problema de la “estabilidad del color” de la carne conservada en vitrinas de exposición y lo relacionado con las reacciones foto-oxidativas. Esto mostró que existen varios factores que influyen en la velocidad con que se realizan este tipo de reacciones como puede ser: longitud de onda, intensidad de la iluminación, y permeabilidad a la luz de la película de envasado.

A efecto de estudiar las fotodegradaciones los científicos Moreno y col (2002), efectúan investigaciones en el estudio cinético de la degradación de betalainas en remolacha a fin de realizar sistemas y estimaciones proponen, realizar la sustitución de colorantes producidas en la oxidación química durante el secado a fin de realizar comparación con la cinética de degradación.

1.2. MARCO TEÓRICO

1.2.1. La vid

La vid pertenece a la familia de la vitaceae esta es oriunda de la zona ubicada entre el Mar Caspio y el Asia Menor. La vid es una planta perenne que posee un periodo vegetativo con cosechas anuales, empezando a producir a partir del tercer año de instalada.

En cuanto a la producción y requerimientos edafo-climáticos esta requiere un clima tropical o sub-tropical, con temperaturas entre los 7° a 24° y una humedad relativa de

70 % u 80 % ; desarrollándose así exitosamente en suelos franco arcillosos. En Perú las zonas productoras son Ica, La Libertad, Lima, Tacna, entre otras, con una producción anual de 20, 883 toneladas reportadas desde Octubre del 2010 a Marzo del 2011(Minag, 2011).

1.2.2. El vino

El vino, deviene del latín vinum, y es una bebida obtenida de la uva, especie *Vitis vinifera*, mediante la fermentación alcohólica de su mosto o zumo. Dicha fermentación se produce por acción metabólica de levaduras que transforman los azúcares del fruto en alcohol etílico y dióxido de carbono.

Existen investigaciones que demuestran que el consumo moderado de vino posee efectos beneficiosos para la salud y que como parte de una dieta equilibrada y de un estilo de vida sano podría conllevar a la longevidad.

Se da el nombre de vino únicamente al líquido resultante de la fermentación alcohólica, total o parcial, del zumo de uvas, sin adición de ninguna sustancia (McGovern y col, 1996). En cuanto a la degradación alcohólica de los vinos está varia del 7 al 16 % de alcohol por volumen (°GL). La mayoría de los vinos embotellados oscilan entre 10 y 14 °GL, los vinos dulces de 15 a 22 °GL (Macek, 1999).

Aproximadamente el 66% de la cosecha mundial de uva se dedica a la producción vinícola y el resto es de consumo directo; a pesar de ello el cultivo de la vid cubre tan sólo un 0,5% del suelo cultivable en el mundo y se ha asociado a lugares con un clima mediterráneo (Garnier y col, 2003).

A. Historia del vino

Se desconoce a ciencia cierta la fecha exacta de la aparición del vino; sin embargo, se cree que el insumo fundamental del vino: la uva, existió antes que el ser humano. En civilizaciones tan antiguas como la griega y la romana, ya se hablaban del origen del vino. En la prehistoria existen otras menciones como en la etapa del viejo testamento, pero la teoría más exacta es atribuible al antiguo Egipto, país de origen del vino, Los griegos introdujeron viñas y produjeron vino en sus colonias del sur de Italia; por su parte llegados los romanos se enamoraron de esta bebida que llevaron a todos los lugares donde su imperio figuro, (África, Inglaterra, Italia,) y así fue como el vino se masifico en toda Europa y en otras partes del continente. Posteriormente, tras la caída de dicho Imperio, la producción de vino disminuyó, y se convirtió en una actividad exclusivamente de los monasterios; ya que cualquiera que fueran las circunstancias, el vino fue siempre necesario para los sacramentos cristianos. Llega a América con los españoles, pues históricamente no existe ningún tipo de producción vínica antes de 1492 (Jackson y col, 2008).

En la colonia española de América del sur, el vino fue implementado primero en las misas católicas, y particularmente se administra a los enfermos, pues aseguraban que tenía poderes curativos. Así, México, Perú y República Dominicana fueron los tres países en donde los españoles realizaron los primeros intentos de cultivar la vid. No teniendo éxito, dando muy bien resultado luego Chile y Argentina ahora en Latinoamérica ya hace años se ven muy buenos productores de vino en el Uruguay, Bolivia. Brasil, y hasta nuestro país.

B. Producción del vino

- ❖ **Mundial:** En el año 2008 casi el 60% de la superficie de viñedos mundial se encuentra repartida entre los diferentes estados de la Unión europea. De toda la recolección de la uva la mayoría se dedica a producción vinícola

(aproximadamente 66 % en 2008), el porcentaje varía de país en país debido a su situación geopolítica y a sus creencias religiosas.

El consumo per cápita de vino ha descendido desde la década de los 70 en países tradicionalmente productores como Francia (en un descenso de casi un 40% en 2006). Las razones de este descenso son complejas y han formado parte de numerosos estudios económicos; no obstante, en otros países el crecimiento ha sido sostenido (Wine and Spirit Record, 2009).

Las ventas externas de vino han aumentado en valor y volumen, a pesar de que la producción mundial ha tendido a reducirse durante los últimos dos decenios debido al desempeño de algunos países europeos. Al mismo tiempo, la proporción exportada de la producción mundial pasó de 16% en 1990 a 25% en 1997 (en volúmenes físicos); este fenómeno contrasta con la baja del consumo de vino en los principales países que lo producen y exportan en el mundo. Por ej: entre 1969 y 1995, el consumo anual per cápita de vino disminuyó en Francia de 113 L a 63; en Italia, de 112 a 60; en Portugal, de 99 a 58; en España, de 61 a 39; en Argentina, de 89 a 42; y en Chile, de 47 a 15 litros (Walters, 1997).

En 2005 la producción mundial de vino se redujo hasta los 28.7 mil millones de litros desde los 29.4 mil millones registrados en 2004, pero este volumen fue superior a lo registrado entre 2000 y 2003. Se observa en la figura 1 la estimación para el año 2005 la producción de vino en los principales países lo cual nos arroja que Italia al igual que Francia fueron los principales productores de vino.

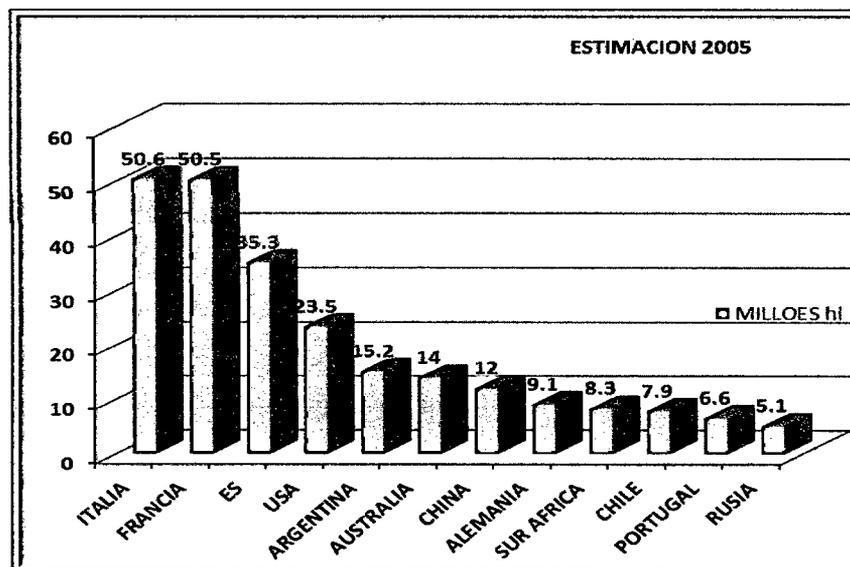


Figura 1. Producción de vino en los 12 principales países
Fuente: Logroño (2006).

Francia e Italia lideraron el pináculo de productores, cada uno con más de 5 mil millones de litros, les siguió España que experimentó una seria caída en 2005, hasta los 3.9 mil millones de litros desde los 4.9 mil millones de 2004. Si bien dichos países tradicionales mantienen los primeros lugares; es importante resaltar el dinamismo de EEUU, Australia y Argentina, cuyas industrias vitivinícolas han ganado terreno en los últimos años. Por el lado de las exportaciones, Francia e Italia son los responsables de más de la mitad 36% y 18%, respectivamente (Logroño, 2006).

Destacan también las exportaciones australianas, que se sitúan en más de 10%. En cuanto a las importaciones, estas se concentran principalmente en Reino Unido (23%), EE.UU. (20%) y Alemania (11%). EE.UU., país que se espera sea el mayor consumidor de vinos en el año 2010, importa principalmente vinos desde Italia, Australia, Argentina y España (Wine and Spirit Record, 2009).

El director general de la Organización Internacional de la Viña y el Vino (OIV), Federico Castellucci, presentó el pasado 31 de marzo los nuevos datos sobre la coyuntura mundial del sector, en los que destacó que el mercado vuelve a crecer en 2010, el consumo se estabiliza, tras haber sufrido los efectos de la crisis económica entre 2008 y 2009; mientras que, por el contrario, la superficie de viñedo y la producción de vino continúan disminuyendo. Así, tras un año, como el de 2009, en el que se sintió fuerte el impacto de la crisis económica mundial, Castellucci indicó que el comercio de vino, el volumen de los intercambios internacionales en 2010 superó los 92 millones de hectolitros, con un aumento del 6,7%, después de que un año antes se redujese en 2.9 millones de hectolitros (López, 2010).

La producción mundial de vino en 2010 se redujo en 11.2 millones de hectolitro, situándose en 260 millones. Entre los grandes países productores europeos, solamente Portugal experimentó un crecimiento en su producción en relación con el año anterior, con 900,000 hl más, mientras que se redujo levemente en España y Francia y de forma más acusada en Italia, Alemania, Austria y Rumania. El consumo mundial de vino seguirá creciendo en los próximos años y se pronostica que, en 2012, Estados Unidos alcanzará a Italia como primer consumidor mundial. Los estadounidenses gastan más en vino que cualquier otro país. En 2007 compraron vino por valor de 22 millones de dólares. También se percibe el crecimiento en economías emergentes como Rusia y China, cuyos niveles de consumo alcanzarían próximamente a los de países europeos. Se pronostica un aumento de la producción del 3,83% en el lapso 2008-2012 a algo más de 3 millones de cajas de 9 L. El consumo aumentaría a una tasa aún mayor, del 6%, para alcanzar los 2.8 millones de

cajas. El consumo también es constante en zonas de Sudáfrica, Australia y Nueva Zelanda (López, 2010).

- ❖ **Nacional:** La producción de vino en el Perú mantuvo su tendencia creciente de los últimos años y alcanzó los 5.9 millones de litros en 2005, superando el volumen importado ese año que fue de 5.3 millones de litros. Si a la producción local se le agregan las importaciones y se restan las exportaciones (que aún son menores), se obtiene un consumo aparente cercano a los 11.1 millones de litros, equivalente a 0.40 litros per cápita, es decir una copa al año por persona. El consumo aparente de vinos ha tenido un crecimiento en los últimos cinco años de 9,2% .La producción de vino en el Perú, a pesar de estar creciendo, apenas alcanzó los 4.8 millones de litros en 2004, aproximadamente 0.17 L per cápita, es decir menos de la mitad de una copa por persona al año. Si a la producción local le sumamos las importaciones y le restamos las todavía exiguas exportaciones, se tiene como resultado un consumo aparente cercano a los 10 millones de litros, equivalente a 0.37 L per cápita, es decir una copa al año por persona. El consumo aparente de vinos en el mercado peruano, a pesar de estar creciendo, es equivalente a menos del 2% de la producción nacional de cerveza, pero similar al consumo aparente de ron, el cual registró 10 millones de litros en el año 2004 (Delgado, 2007).

El consumo de vinos en el 2010, fue similar al del 2009 (que se ubicó menos de 1,2 L por habitante), manteniéndose en niveles exigüos comparado con el consumo del producto en otros países de la región. Sin embargo, a comparación del 2009, se retomaron las exportaciones de vinos chilenos con un crecimiento promedio anual de 8%. Al cierre de noviembre del 2010, el Perú reportó importaciones de vinos por un monto de US\$ 17, 316.660

millones, correspondiendo el 50,42 % a vinos de origen argentino, seguido de los vinos chilenos (32.65 %), vinos españoles (10.80%), vinos italianos (2.13 %), vinos franceses (1.29 %) y los vinos de EE.UU. (0.98 %), entre los más destacados. En términos de volumen, la oferta argentina se mostró sólida, aunque presentó una disminución de 2.83% (Herrero, 2010)

1.2.3. Clasificación de vinos.

La ley del año 2003 - Ley de la Viña y el Vino - y el reglamento sobre los Vinos de la tierra de acuerdo a la normativa europea, establecen las distintas clasificaciones, tanto por control y características, como por envejecimiento del vino (Johnson y col, 2006, Herrero, 2010)

En resumen podemos esquematizar taxonómicamente:

- *Según su proceso de elaboración y sus controles.* Se divide en dos grandes grupos como se mencionan a continuación:

Vinos de Calidad Producidos en Regiones Determinadas (VCPRD): Son los de mayor calidad debido a la exigencia y control que se establece en la producción clasificándose de la siguiente manera.

- Vinos con Denominación de Origen Calificada (DOCa): Son vinos de calidad durante un periodo de al menos diez años desde su reconocimiento como denominación de origen.
- Vinos con Denominación de Origen (DO): Son aquellos vinos con prestigio de una zona determinada, además deben haber transcurrido al menos cinco años desde su reconocimiento.
- Vinos de Calidad con Indicación Geográfica: Vinos elaborados en una región determinada.

- Vinos de Pago: Son originados de un pago entendiéndose por tal el paraje o sitio rural.

Vinos de Mesa (VDM): Son vinos de una calidad teóricamente inferior, pero que en ocasiones alcanzan niveles iguales o superiores dentro de esta tenemos:

- Vinos de la Tierra: Son vinos de determinadas zonas identificadas con característica local siguiendo la normativa vinícola y enológica

- ***Clasificación por envejecimiento y sus características.*** Son vinos clasificados según el periodo de envejecimientos mínimos en barriles y/o cubas.

- **Vino Gran reserva:** En vinos tintos posee un periodo mínimo de 60 meses de envejecimiento de los que 18 meses serán en barrica, en vinos rosados el periodo es de 48 meses y 6 de ellos en barrica, y los vinos espumosos, con un periodo mínimo de envejecimiento de 30 meses desde el tiraje hasta el degüelle.
- **Vino Reserva:** En vinos tintos con un periodo mínimo de envejecimiento de 36 meses y al menos 12 de estos en barrica, los vinos blancos y rosados con un periodo de 18 meses y 6 de ellos en barrica.
- **Vino de crianza:** Vinos tintos con un periodo de envejecimiento mínimo de 24 meses y al menos 6 de ellos en barrica, los vinos blancos y rosados con un periodo mínimo de 18 meses.
- **Vino viejo:** Vinos con un periodo de envejecimiento mínimo de 36 meses.
- **Vino añejo:** Vinos con un periodo de envejecimiento mínimo de 24 meses.

- **Vino noble:** Vinos con un periodo de envejecimiento mínimo de 18 meses.

1.2.4. Composición química del Vino.

La composición del vino es compleja, contiene azúcares, ácidos, vitaminas, etc.; no existiendo diferencias significativas entre vinos blancos, rosados y tintos; salvo en la concentración de fenoles (Delgado, 1997). En la tabla 1 se muestra la composición general de vinos tintos y rosados

Tabla 1. Composición general del Vino

Componentes	Vino Rosados (%peso)	Vino Tinto (% peso)
Agua	87.00	87.00
Etanol	10.00	10.00
Otros volátiles	0.04	0.04
Extracto	2.60	2.70
Azucares	0.05	0.05
Pectinas	0.30	0.30
Glicerol	1.10	1.10
Ácidos	0.70	0.60
Cenizas	0.20	0.20
Fenoles	0.01	0.20
Aminoácidos	0.25	0.25
Grasas, Terpenoides	0.01	0.20
Vitaminas	0.01	0.01
Total	100.00	100.00

Fuente: Delgado (1997)

Según Flanzky (2003), los medios acuosos como la uva, el vino y sus derivados contienen, en soluciones verdaderas o en forma de coloides, moléculas cuantitativamente mayoritarias como los glúcidos o el etanol, dentro de estos grupos de sustancias con fuerte incidencia organoléptica como los polifenoles, los

aromas y los compuestos nitrogenados participan significativamente en la caracterización de los productos procedentes de la viña.

- **Vitaminas presentes en el Mosto y Vino:**

La fermentación provoca un cambio considerable en el potencial vitamínico de la uva, Flanzky (2003), Las vitaminas del grupo B, la Tiamina desaparece desde el comienzo de la fermentación con las “Levaduras Saccharomyces” que consumen el 75%, y a veces más del 90% de la concentración del mosto en Tiamina de esta forma los vinos contienen solo trazas. Dittrich y col. (1975). En la tabla 2 se observa las vitaminas presentes en el mosto.

Tabla 2. Principales vitaminas en el mosto y su variación en la vinificación

Vitamina (µg/L)	Mosto	Vino
Tiamina (B1)	200-500	5-40
Riboflavina (B2)	10-60	60-360
Ac. pantoténico	500-700	500-120
Nicotinamida (PP)	1200-3000	800-1900
Biotina (H)	1.5- 4	0.6-4.6
Meso-inositol	2.7 x 10 ⁵	2.7 x 10 ⁵
Piridoxal (B6)	100-450	100-450
Ac. ascórbico C	6 x 10 ⁴	1-15

Fuente: Dittrich y col. (1975)

- **Composición Fenólica de uvas y vinos:**

Los compuestos fenólicos (polifenoles) de las uvas y el vino, presentan diversidad de estructuras químicas. Simplificando su clasificación, es posible señalar que existen dos grupos generales de compuestos: los no flavonoides y los flavonoides (Clarke, 2010).

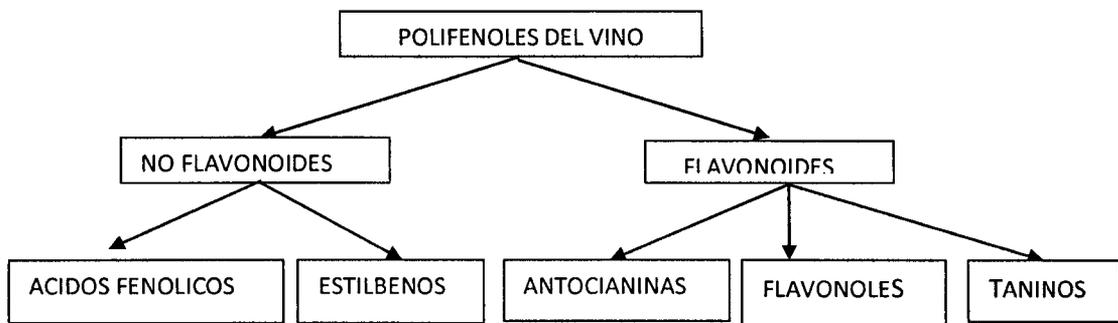


Figura 2. Polifenoles del vino
Fuente: Catania y col (2007).

En el caso de los no flavonoides desde un punto de vista enológico, radica en su relación con el gusto amargo de los vinos, así como en los flavonoides resultan importantes por su relación con el pardeamiento, en especial de los vinos blancos y en menor medida por su participación en el gusto amargo (Clarke, 2010).

El grupo más importante de compuestos fenólicos presentes en el vino correspondiente a los compuestos flavonoides, caracterizados por presentar dos anillos de 6 carbonos unidos por un heterociclo central de 3 carbonos (C₆-C₃-C₆).

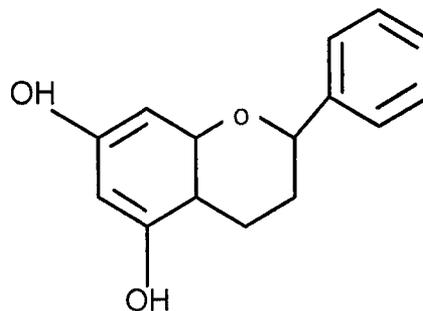


Figura 3. Estructura básica de flavonoides
Fuente: Catania y col (2007).

Los flavonoles o taninos condensados, presentan como base a la (+)-catequina y la (-)-epicatequina. La unión de estos compuestos da origen a los taninos de la uva (*taninos condensados*) ubicados en semillas y hollejos, que presentan una relación inversa en cuanto a amargor y astringencia a medida que aumentan de tamaño (es decir, aumenta el número de unidades de (+)-catequina o (-)-epicatequina en su estructura), disminuyendo el amargor en los taninos de mayor tamaño, pero

aumentando su astringencia, hasta alcanzar un tamaño en que no son solubles, y no pueden reaccionar con las proteínas de la saliva precipitándolas, por tanto dejan de producir la sensación de astringencia (Somers, 1973)

Finalmente, están los antocianos que dan el color rojo a las uvas tintas, presentes en los hollejos, existiendo 5 antocianinas en la especie *Vitis vinífera* L., siendo la más importante en todos los cultivares, la malvidina-3-glucósido. Durante la maduración de las bayas tintas se aprecia en los hollejos un aumento en el contenido de antocianinas, un aumento en el tamaño de los taninos de los hollejos y una disminución por oxidación de los taninos en las semillas.

Respecto al *vino tinto*, a medida que transcurre el tiempo, es posible apreciar la aparición de nuevos pigmentos originados por la unión de las antocianinas a taninos y otros compuestos resultantes de la fermentación alcohólica (piruvato, vinil guayacol, vinil fenol). Estos nuevos pigmentos más estables que las originales antocianinas, pueden presentar una coloración púrpura o bien anaranjada (más frecuente), que poco a poco contribuye a la modificación del color del vino en el tiempo. En cuanto a los taninos en el vino, ellos presentan cambios por precipitación, por ruptura de aquellos de mayor tamaño, formación de otros de tamaño medio (polimerización), lo que modificará las propiedades sensoriales de astringencia y amargor (Somers, 1973)

Estas reacciones, asociadas frecuentemente a un medio oxidativo, se ven favorecidas en el caso de la formación de nuevos pigmentos y polimerización de taninos, por la presencia de etanol (acetaldehído), el cual sirve de puente entre las moléculas (uniones Tanino-Antociano y Tanino-Tanino), y que se forma por la oxidación del etanol durante la guarda en barricas o cuando el vino se somete a tratamientos como la micro-oxigenación (Dittrich y col 1975)

En el vino hay cuatro grandes grupos de polifenoles:

- Los polifenoles ácidos
- Los flavonoles
- Los flavan-3-oles, que junto con el grupo anterior, son poli fenoles neutros
- Las antocianinas.

En la tabla 3 se muestra la cantidad relativa de estos cuatro grupos en vinos rosados y en vino tinto.

Tabla 3. Polifenoles presentes en Vinos Rosados y Tintos.

Cantidad Relativa de los grupos de Poli fenoles		
	Vino Rosado	Vino Tinto
Ácidos	75 % (224.1 mg/L EAG)	20 % (386,8 mg/L EAG)
Flavonoles		
Flavan-3-oles	25 % (74.5 mg/L EAG)	80 % (1547.23 mg/L EAG)
Antocianinas		

Fuente: Dittrich y col (1975)

Factores que influyen en la composición de polifenoles de un vino

La composición de polifenoles en el vino depende, del contenido que tenga la uva y esto depende, a su vez, de la variedad de vid, del clima, del terreno y de cómo se cultivó esa vid, si se cosechó temprana o tardíamente, y del rendimiento de la cosecha. También dependerá del proceso de vinificación utilizado, de la temperatura de vinificación, del tiempo de contacto del mosto, es decir del jugo, con la piel y las pepas, de las prácticas de remontaje y mezclado que se usaron durante la vinificación, de la concentración de alcohol, del pH y del procedimiento de prensado de la uva (Hidalgo ,2003)

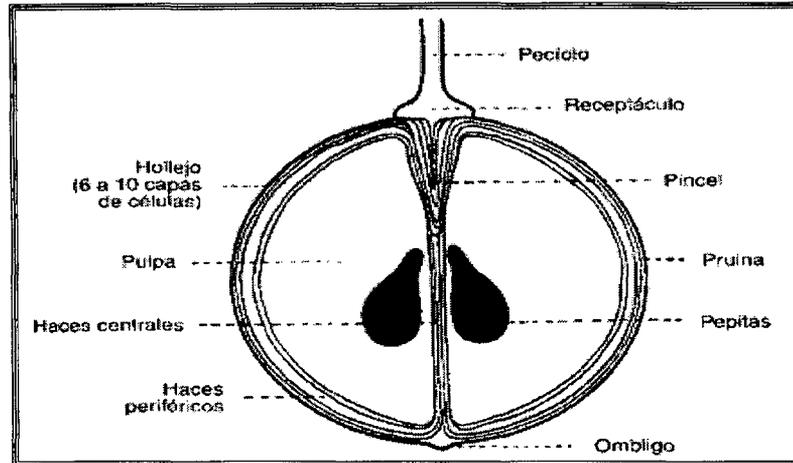


Figura 4. Composición del grano de uva.
Fuente: Hidalgo (2003).

Los polifenoles totales en vino tinto varían entre 1, 2 y 4,06 g/L EAG (equivalentes ácido gálico) y, en vino blanco; entre 0,16 y 0,33 g/L EAG. La diferencia entre tintos y blancos se debe al tipo de vinificación, en cuanto a esta etapa los vinos tintos requieren vinificar juntos el mosto, con la pepa y la piel de las uvas, en cambio, los vinos blancos se preparan sólo con el jugo, la piel y las pepas se separan antes de iniciar la vinificación (Urquiaga, 2002).

- **Contenido de Antocianinas en los vinos:**

Los vinos están compuestos por varias familias de compuestos químicos; dentro de estas familias las antocianinas son un importante parámetro de calidad de uvas rojas debido a la importancia que estos compuestos tienen en el color de los respectivos vinos.

Las antocianinas están en las plantas en una distribución específica, tanto cualitativa como cuantitativamente, lo que las hace un marcador bioquímico muy útil en quimio taxonomía, al igual que un índice de control de calidad y aseguramiento de calidad en productos de origen vegetal.

En las uvas y en los vinos realizados a partir de ellas, las antocianinas presentes están estructuralmente basadas en cinco agliconas, denominadas malvidina,

petunidina, peonidina, delphinidina y cianidina. Las antocianidinas glicosiladas (antocianinas) existen como 3-O-glucósidos, 3-O-acetilglucósidos y 3 - O - (6-O-p-cumaroil) glucósidos (Dellacassa, 2006)

Tabla 4. Presencia de antocianinas de acuerdo a la variedad de uva

ANTOCIANIDINAS	MALBEC	MERLOT	CABERNET SAUVIGNON
Delfinidina	0.39	0.30	5.00
Cianidina	0.10	0.18	0.35
Petunidina	3.93	7.90	8.80
Peonidina	1.39	10.29	2.52
Malnidina	94.19	81.33	83.33

Fuente: Dellacassa, (2006)

El pH del vino influye notablemente en el color de las antocianinas, estas son rojas (catión flavilium), en medio ácido, muy pocas coloreadas al pH del vino, y azules en medio alcalino (base quinónica). Por hidratación da una base incolora el carbinol, que está en equilibrio con otra de color levemente amarillo: la calcona, cambio que este se ve favorecido por temperaturas elevadas. Por otro lado se combinan con el bisulfito del vino produciendo una forma incolora (gran caída de color en vinos luego de agregar el SO₂) (Brouillard, 1978).

Las chalconas por oxidación dan lugar a ácidos fenólicos, todas estas reacciones son reversibles salvo las de oxidación que llevan irreversiblemente a la pérdida del color y que son favorecidas por las altas temperaturas (Catania y col 2007).

Existirían hasta 16 antocianidoles diferentes, la relación entre la cantidad de estas antocianidinas tiene origen genético y diferencian los cepajes. En estudios realizados que en Pinot negro la Malvidina representa más del 80 % de las antocianinas, mientras que en Cabernet Sauvignon apenas llega al 50 %. La más estable es la malvidina, el resto es decir la delphinidina, petunidina y cianidina son muy oxidables (Glorie 2010).

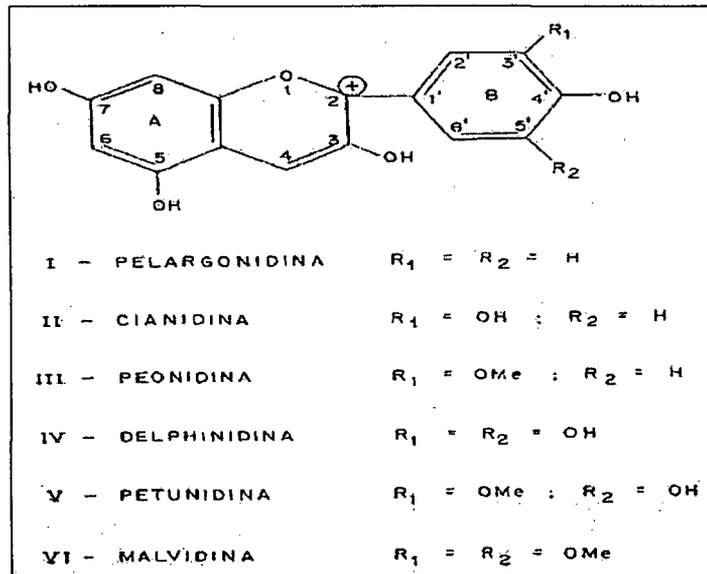


Figura 5. Tipos de antocianinas presentes en la uva
Fuente: Catania y col (2007).

1.3. GENERALIDADES DE ILUMINACIÓN

La iluminación viene siendo un parámetro importante en la calidad de los alimentos y/o bebidas, expuestas en el mercado ya que esta genera degradación y alteración tanto en el color como en las características organolépticas alterando y deteriorando el producto.

A fin de calcular los requerimientos necesarios para el equipo de tratamiento luminoso, que fue expuesto las muestras de vino para su respectivo tratamiento de fotodegradación se necesitó tener ciertos conocimientos de iluminación a todo esto se denomina *luminotécnica*; esta ciencia estudia, los distintos tipos de iluminantes y los cálculos necesarios para diseñar sistemas de iluminación. Es necesario, como es lógico, considerar los requerimientos específicos de iluminación para el adecuado desarrollo de las actividades a realizar en dichos ambientes.

Algunos conceptos de utilidad, para la adecuada comprensión de los cálculos y procedimientos a utilizar en el desarrollo del proyecto de investigación, extraídos del manual del montador electricista (Croft, T. y col. 2007), que son expuestos a continuación.

- *Flujo luminoso (Φ):* Es la intensidad media de objetos sobre la superficie total, dividida por el número de áreas. Su unidad de medida es el lumens.
- *Intensidad del flujo luminoso (W):* Es la cantidad de lumens que incide sobre la superficie de un objeto iluminado.
- *Rendimiento luminoso o coeficiente de eficacia luminosa (η):* Indica el flujo que emite por unidad de potencia electrónica consumida para su obtención.
- *Intensidad luminosa (I):* Es aquella cantidad de flujo luminoso incidente, que distribuido uniformemente sobre una superficie de un metro cuadrado, produce una iluminación de 1 lux en cada punto de la misma. Esta se clasifica de la siguiente manera:
 - *Intensidad luminosa media horizontal:* Es el promedio de las intensidades luminosas de una lámpara en todas las direcciones de un plano horizontal. Este término es aplicado solo a lámparas especiales para trabajos en laboratorio.
 - *Intensidad luminosa esférica media:* Es el promedio de las intensidades luminosas de una lámpara en todas direcciones.

1.3.1 Fuentes luminosas.

Así como se necesitó calcular las medidas del equipo de tratamiento luminoso, también se requiere tener conocimiento de las diferentes categorías de fuentes luminosas adecuadas para dicha exposición de acuerdo a conocimientos de investigaciones ya hechas en alimentos y / o bebidas.

Según Crofty col. (2007), a lo largo de los años, se han descubierto nuevos tipos de lámparas, dividiéndose actualmente en diversas categorías, actualmente disponibles en el mercado. A continuación se comentan brevemente dichas categorías.

- *De incandescencia (Filamento).*- Consiste en un filamento conductor altamente refractario montado en un bulbo de vidrio, transparente o traslúcido y provisto de una base de conexión eléctrica adecuada.

En las lámparas de incandescencia de los tipos antiguos del aire se extraía tanto como fuese posible del espacio interior del bulbo produciéndose un vacío parcial, la emisión o la radiación de una fuente caliente de tungsteno tiene una distribución espectral que abarca el ultravioleta, el visible y el infrarrojo a las temperaturas más altas posibles los picos de distribución de la radiación, están en unos 850 nanómetros

- *Fluorescentes.*- las lámparas fluorescentes son fuentes luminosas originadas como consecuencia de una descarga eléctrica en atmosfera de vapor de mercurio a baja presión.
- *De carga en medio gaseoso.*- La constitución de las lámparas de halogenuros metálicos es similar a la de las de vapor de mercurio, de las que se diferencia en que, además de mercurio contienen halogenuros de tierras raras, tales como disprosio.

1.3.2 Determinación de intensidad lumínica

Para esta investigación se utilizó cálculos matemáticos, técnicos y el requerimiento de un luxómetro para tener un dato exacto de cuanta intensidad de luz estaba expuesto las muestras de vino para ello se investigó sobre los diferentes instrumentos de medida de intensidad lumínica.

Según *Croft y col. (2007)*, *Blázquez (2004)* y lo reportado por la empresa PCE-GROUP (2010), la intensidad lumínica se puede determinar mediante instrumentos, equipos y cálculos técnicos; a continuación se da un breve comentario de los mismos.

- *Luxómetros:* Los luxómetros se gradúan corrientemente con lámparas de incandescencia y por consiguiente son estrictamente precisos. Sin embargo pueden obtenerse calibrados para uso con lámparas fluorescentes cuyos resultados son favorables.
- *Luminancímetro Mavo-Monitor USB:* Los luminancímetro son para medidas en contacto con el objeto luminoso en cd/m^2 con puerto USB. Con este se mide la densidad luminosa, el cual está clasificado según normativa DIN 5032 / T7 y CIE núm. 69. Este equipo usa la unidad candela por metro cuadrado (cd/m^2).
- *Cálculos Técnicos:* Para una buena iluminación es importante facilitar el rendimiento en una tarea visual y crear un entorno visual adecuado, garantizando la seguridad de los individuos y la de los establecimientos, lo cual tiene su importancia en nuestra sociedad como una forma más de prevención de riesgos laborales. Para conseguir una buena iluminación del área de trabajo es necesario tener en cuenta una serie de criterios básicos referentes a la disposición de la luz, las condiciones del alumbrado, la superficie a iluminar, etc, que a continuación detallamos en el siguiente diagrama de flujo.

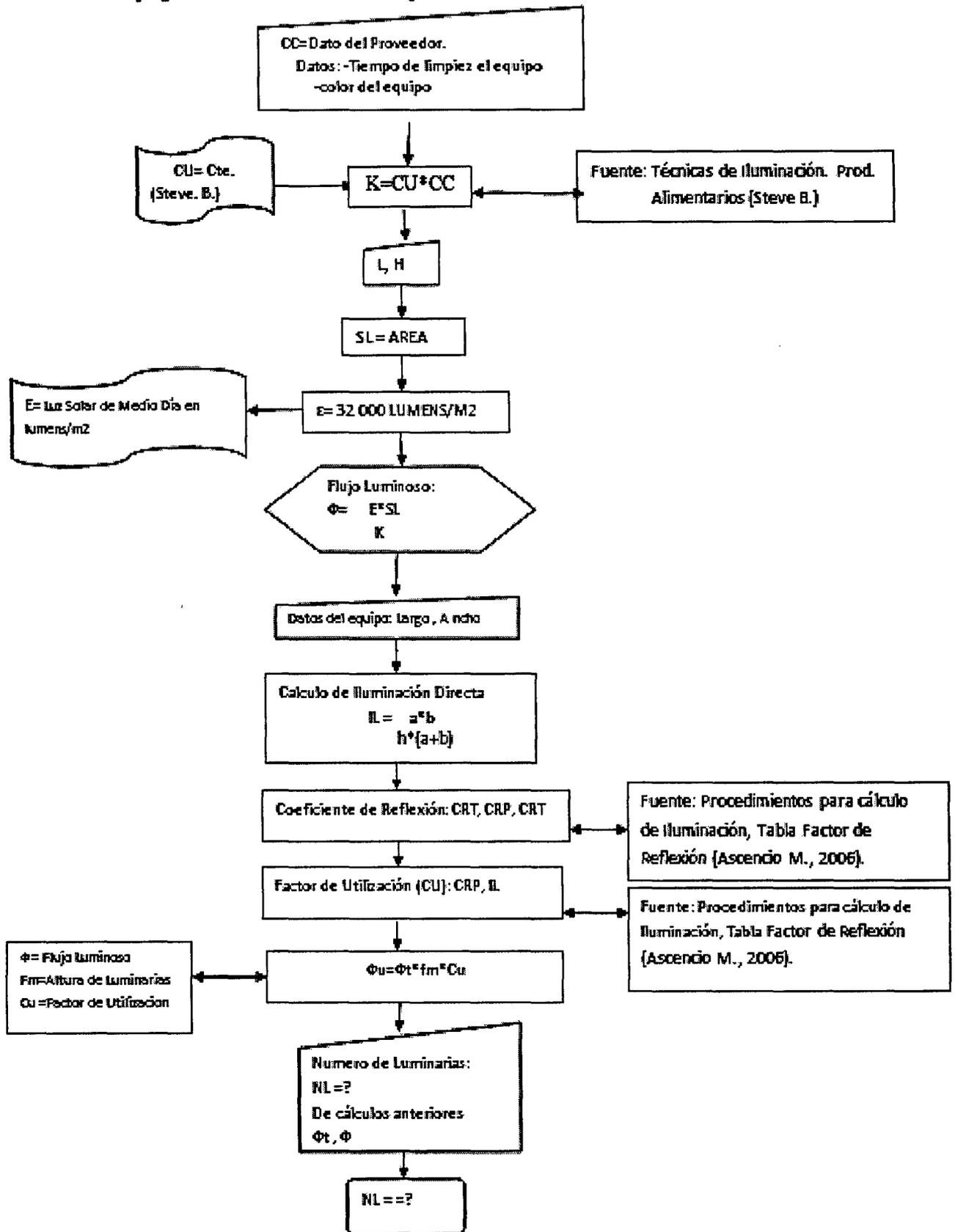


Figura 6. Secuencia de cálculos para determinación del flujo luminoso.
Fuente: Adaptado de Baustier (2010).

1.4 COLORIMETRÍA

Existe la necesidad de estandarizar el color para poder clasificar y reproducir, puesto que la percepción del color es subjetiva y depende de factores diferentes, como la visión particular de cada receptor, o la luz bajo la cual se miden, se han creado los sistemas de colores, que son sistemas adecuadas para especificar las sensaciones del color. El concepto e importancia sobre la Colorimetría, Según Pascual y Pujo (2003), Navarrete y Gemma (2003), en el lenguaje de la colorimetría a los componentes se les denomina valores triestímulos, y a esta manera de tratar el color, se le conoce colorimetría triestímulos, podríamos en estos momentos pensar que los valores triestímulos nos informa sobre el color percibido en cualquier condición de observación. Desafortunadamente esto no es así, por ejemplo estando rodeados por dos colores distintos se pueden percibir muy diferente la escena completa, es la que determina la percepción de un color y no solo la luz que nos llega al ojo, procedente del objeto en el que nos estamos fijando, maravillosamente el sistema visual es capaz de adaptar de manera automática a las escenas cambiantes permanentemente a nuestro alrededor, para mantener la percepción del color de los objetos lo más constante posible descontando parcialmente el iluminante de la luz, que nos llega al ojo para poder extraer la información propia del objeto, en definitiva los descriptores perceptuales del color, la luminosidad, la claridad, el tono, colorido, la saturación y el croma, están determinados por el estado de adaptación del sistema visual, en las condiciones de observaciones correspondientes este problema sin duda esencial para comprender el color y como el sistema visual se comporta.

a) *Importancia de colorimetría:* Entre los factores que contribuyen al aspecto de un producto: propiedades ópticas (color, brillo, opacidad/traslucidez), propiedades geométricas (forma, tamaño), etc. el color ocupa un lugar preferente en la decisión

del consumidor para aceptarlo o rechazarlo, lo que hace necesario su control al evaluar la calidad comercial del producto. Esto es así porque el color esta correlacionado, muchas veces, con la calidad nutricional, estado sanitario, defectos externos o internos, grado de madurez de frutos, concentración en determinados colorantes, etc., por lo que la medida del color puede ser una forma rápida de controlar otros procedimientos. Así, algunas aplicaciones concretas en el ámbito de la tecnología de alimentos son:

- Control de calidad en producción
- Control automático de procesos
- Control de las condiciones de almacenamiento.

Sin atender a su origen físico-químico, el color es un conjunto de señales que entran en el cerebro a través del sentido de la vista. Esta sensación óptica está influida por una serie de atributos físicos del producto (forma, tamaño, brillo) y por un conjunto de percepciones psicológicas (estado de ánimo del observador, entorno del objeto).

Ya conocido los términos e importancia de la colorimetría pasamos a describir el concepto de color para tener una idea en el momento que tocamos el tema de los espacios de color según *Navarrete y Gemma (2003)*.

b) *Concepto de Color* : Es posible definir el color en un sentido puramente físico, pero esta aproximación tiene serias limitaciones cuando se intenta usar el color como una herramienta de control de calidad, ya que, en definitiva, es la impresión en el observador la que define las características de rechazo o aceptabilidad del producto. Una aproximación más satisfactoria es definir el color en un sentido físico, tan objetivamente como sea posible, e interpretar el conjunto de datos en términos de cómo ve el color el ojo. En este sentido la CIE (Comisión Internacional de Iluminación) define el color en base a tres conceptos:

- *Color Físico*: Es el resultado de la interacción de la radiación electromagnética visible (380-770 nm), con la materia del producto observado, cuando la luz incide sobre un determinado cuerpo se produce diferentes fenómenos ópticos: difracción, absorción por los grupos cromóforo, dispersión, transmisión, reflexión, de todos ellos la absorción de luz es el que más influye en el color.
- *Color Percibido*: La sensación de color es tridimensional, esto se debe a que el ojo aprecia tres características o atributos bien diferenciados: tono, pureza, saturación o croma y claridad o luminosidad. La luminosidad es el atributo de la sensación visual según la cual una superficie emite más o menos luz y la saturación es el contenido de color de una superficie, evaluado en proporción a su luminosidad el color percibido, es obviamente consecuencia del color físico de un objeto, de manera que existe una relación entre su espectro de reflexión o transmisión y los atributos de color que percibimos.
- *Color Psicofísico*: Tiene por objeto relacionar el color físico con el percibido, se trata de cuantificar la sensación llegada al cerebro desde la células foto receptoras, provocada por un determinado estímulo luminoso, en términos de la cantidad de rojo, verde y azul de dicho estímulo.

Ya conocidos los términos de color podemos describir los espacios de color XYZ con lo cual nos permitirá describir el modelo Cielab para nuestros cálculos correspondientes que requiere este proyecto

c) *Espacios de Color XYZ*: Según Navarrete y Gemma (2003), en el punto anterior, se ha comentado que la medida del color psicofísico tiene por objeto, cuantificar la sensación llegada al cerebro, desde las células foto receptoras, provocada por un determinado estímulo luminoso, en términos de la cantidad de rojo, verde y azul de dicho estímulo. Esta cuantificación se realiza a través de coordenadas de color. Estas representan la respuesta de cada cono al estímulo

recibido y, de forma general, podemos decir que la coordenada X representa la cantidad de rojo, la Y la cantidad de verde y la Z la cantidad de azul. Estas respuestas dependerán del estímulo luminoso exterior y del propio observador. El estímulo exterior dependerá a su vez de la interacción física del objeto con la luz (espectro visible) y de la distribución espectral del iluminante con que se realice la observación. Es decir, la radiación transmitida por el objeto, es función de la radiación que llegue del iluminante. Entre los espacios uniformes de color, uno de los más utilizados en el área de la tecnología de los alimentos es el espacio CIELAB, a partir de las coordenadas XYZ se obtienen 3 coordenadas colorimétricas $L^*a^*b^*$, las cuales permiten la construcción del espacio de color CIE $L^*a^*b^*$.

1.5 ESPACIO CIELAB

La necesidad de un espacio de color uniforme, condujo a la transformación de una serie de espacios no lineales CIE XYZ 1931 que concluyeron en la especificación concreta de una de estas transformaciones en lo que se conoce como espacio de color CIE 1976 ($L^*a^*b^*$).

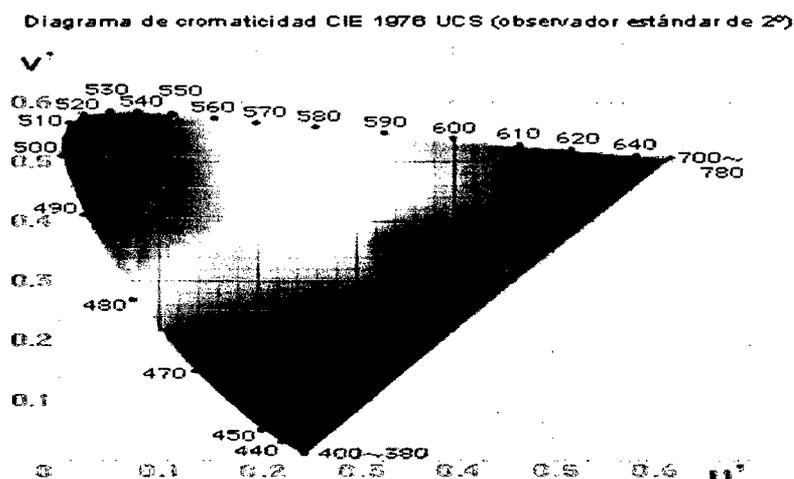


Figura 7. Diagrama de Cromaticidad CIE 1976
Fuente: Westland (2001).

De hecho, en 1976, CIE especificó dos espacios de color (Según figura7). Uno era para colores emitidos y otro para colores en superficies. Las notas que se ve aquí

tratan sobre todo de este último, al que conocemos como espacio de color CIE 1976 ($L^*a^*b^*$) o CIELAB que permite especificar estímulos de color en un espacio tridimensional. El eje L^* es el de luminosidad y va de 0 (negro) a 100 (blanco). Los otros dos ejes de coordenadas son a^* y b^* , y representan variación entre rojo-verdoso, y amarillento-azulado, respectivamente (Según figura 8). Aquellos casos en los que $a^* = b^* = 0$ son acromáticos; por eso el eje L^* representa la escala acromática de grises que va de blanco al negro.

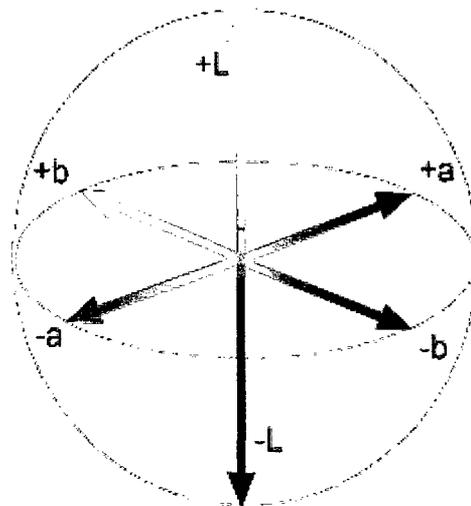


Figura 8. Modelo del espacio color de CIELAB
Fuente: Westland (2001).

Las proporciones de L^* , a^* y b^* se obtienen de los valores triestímulos de acuerdo con las siguientes transformaciones:

$$L^* = 116[(Y/Y_n)^{1/3} - 16, Y_n]^{1/3}$$

$$a^* = 500[(X/X_n)^{1/3} - (Y/Y_n)^{1/3}]$$

$$b^* = 200[(Y/Y_n)^{1/3} - (Z/Z_n)^{1/3}]$$

Donde X_n , Y_n , Z_n son los respectivos valores de X , Y y Z con el iluminante que se haya usado para obtener los valores X , Y y Z de la muestra; y los cocientes de X/X_n , Y/Y_n y Z/Z_n son todos superiores a 0,008856 (cuando alguno de ellos es menor a esa cifra, se usa un conjunto de ecuaciones levemente distinto).

a) *Características: Según Ramírez y Escalona (2004), el espacio de color más completo es el Cielab y se viene utilizando hace años como la más completa referencia de color que existe. Todos los procesos que incluyen la traducción de espacios de colores usan el Cielab en mayor o menor medida y está considerado como el referente más exacto. Sin embargo ningún dispositivo usa este espacio de color directamente, los espacios de color no solo varían en el tamaño (cuanto color se puede mostrar) sino en la forma (que colores sostiene cada uno). El color Cielab es independiente del dispositivo de salida, es decir crea colores coherentes con independencia de los dispositivos concretos, como monitores impresoras u ordenadores utilizados para crear o reproducir la imagen. El componente de luminosidad (L) oscila entre 0 y 100 el componente a (eje verde-rojo) y el componente b (eje azul-amarillo) pueden estar comprendidos entre +127 y -128*

b) *Ventajas: Según Ramírez y Escalona (2004), dentro de las ventajas del Modelo Cielab encontramos las Siguietes.*

- La ventaja de este espacio de color es que es más objetivo, ya que no depende del dispositivo una misma combinación de a, b y L sirve para describir siempre el mismo color de forma exacta.
- Comparado con el RGB y CMBK, es más rápido hacer correcciones eficientes el hecho que la luminosidad es completamente degradada en los canales A y B hace que sea mucho más sensible a errores.
- Aunque el número de valores numéricos posibles por cada pixel es menor en Lab que en RGB Y CMBK es posible referenciar una cantidad superior de colores en total desde el sistema Lab no solo colores que no pueden ser descritos con otros modelos sino también colores que no aparecen en absoluto en el mundo real. En algunos casos este acceso a colores imaginarios es de

utilidad cuando se generan manipulaciones de imagen de gran cantidad de pasos.

c) *Cálculos*: Para calcular el sistema Cielab se utilizan las siguientes formulas.

- Transformación *Directa*: Las proporciones de L^* , a^* y b^* se obtienen de los valores triestímulos de acuerdo con las siguientes transformaciones:

$$L^* = 116(Y/Y_n)^{1/3} - 16, Y_n^{1/3}$$

$$a^* = 500[(X/X_n)^{1/3} - (Y/Y_n)^{1/3}]$$

$$b^* = 200[(Y/Y_n)^{1/3} - (Z/Z_n)^{1/3}]$$

Donde X_n , Y_n , y Z_n son los respectivos valores de X, Y y Z con el iluminante que se haya usado para obtener los valores X, Y y Z de la muestra; y los cocientes de X/X_n , Y/Y_n y Z/Z_n son todos superiores a 0,008856 (cuando alguno de ellos es menor a esa cifra, se usa un conjunto de ecuaciones levemente distinto).

d) *Conclusión*: En una era de tecnología pujante, con cada vez más y mejores dispositivos para reproducir y representar el color, el uso de un espacio cromático maestro como referencia es determinante a la hora de requerir precisión. El CIELAB es quizás la referencia de color más exacta y completa hasta la fecha. Su empleo ha sido de gran ayuda para mantener coherencia en el intercambio y conversión entre los demás espacios de color que manejan los dispositivos disponibles.

e) *Métodos Experimentales De Medida De Color: Según Westland (2001)*, dentro de los métodos más utilizados para definir el color encontramos las siguientes:

1.6 ESPECTROFOTOMETRÍA

Según Westland (2001), los espectrofotómetros de reflectancia miden la cantidad proporcional de luz reflejada, por una superficie como una función de las longitudes de onda, para producir un espectro de reflectancia. (Según figura 9). El espectro de reflectancia de una muestra se puede usar, junto con la función del observador estándar CIE y la distribución relativa de energía espectral de un iluminante para calcular los valores triestimulos CIE XYZ para esa muestra bajo ese iluminante.

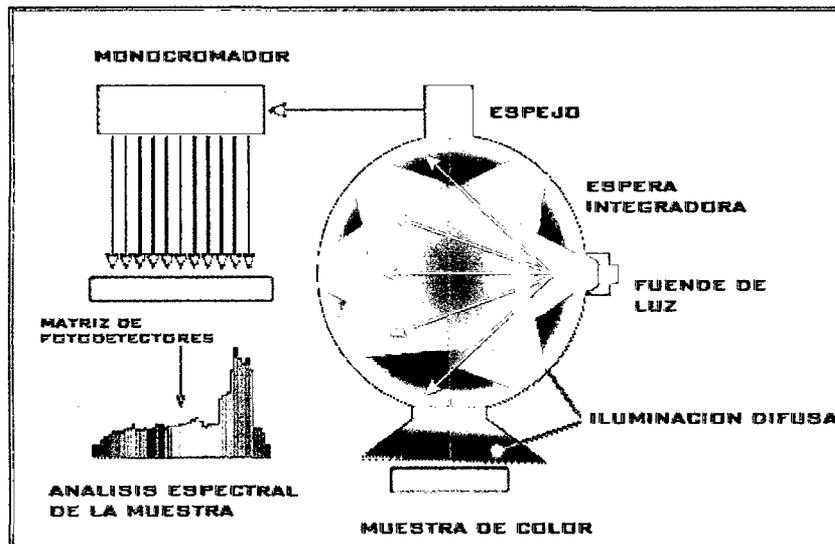


Figura 9. Función del Espectrofotómetro de Reflectancia
Fuente: Westland (2001)

El funcionamiento de un espectrofotómetro consiste básicamente en iluminar la muestra con luz blanca y calcular la cantidad de luz que refleja dicha muestra en una serie de intervalos de longitudes de onda. Lo más usual es que los datos se recojan en 31 intervalos de longitudes de onda (los cortes van de 400 nm, 410 nm, 420 nm, 700 nm). Esto se consigue haciendo pasar la luz a través de un dispositivo monocromático que fracciona la luz en distintos intervalos de longitudes de onda. El instrumento se calibra con una muestra o loseta blanca cuya reflectancia en cada segmento de longitudes de onda se conoce en comparación con una superficie de reflexión difusa perfecta. La reflectancia de

una muestra se expresa como una fracción entre 0 y 1, o como un porcentaje entre 0 y 100. Es importante darse cuenta de que los valores de reflectancia obtenidos son valores relativos y, para muestras no fluorescentes, son independientes de la calidad y cantidad de la luz usada para iluminar la muestra. Así, aunque los factores de reflectancia se midan usando una fuente de luz concreta, es perfectamente correcto calcular los valores colorimétricos para cualquier iluminante conocido.

OBJETIVOS

General

Determinar el orden de la cinética de fotodegradación del color de vinos tinto y rose

Específicos

- Diseño y construcción de un equipo de tratamiento luminoso.
- Tratamiento de muestras con diferentes flujos luminosos.
- Determinación de fotodegradación.
- Determinación de cinética de fotodegradación.

MÉTODOS

2.1 MÉTODOS

2.1.1 Obtención de muestra. La población estuvo conformada botellas de 625 ml de vino tinto y rose (materia prima), provenientes de la Vinícola Salesiana, cuyo diagrama de flujo se muestra en el anexo A, del lote de producción del mes de noviembre del año 2010, estas muestras requeridas fueron almacenadas en las bodegas de la vinícola.

La extracción de las muestra fue realizada al azar de diferentes lotes ubicados en la bodega y almacén de dicha vinícola las cuales no tuvieron acceso a luz ya que éstas estuvieron en cajas de 12 botellas cada una para evitar alguna alteración y cuyas características fisicoquímicas se detallan en el siguiente cuadro.

Tabla 5. Características fisico – químicas del vino tinto y rose

Características	Unidad	Vino Tinto	Vino Rose
Sulfuroso Libre	mg/L	81.92	72.15
Acidez Volátil	gr Ac. Acético/L	0.42	0.36
Densidad	Kg/m ³	1008	1002
pH		3.30	3.80

Fuente: Vitivinícola Salesiana

2.1.2 Diseño y construcción del equipo de tratamiento luminoso. El equipo se diseño utilizando la secuencia de calculo de Ascensio (2006), se utilizo madera como material de construcción y se pinto de color blanco el interior.

2.1.3 Preparación de muestras

– Las muestras, botellas de vino tinto y rose, se almacenaron a baja temperatura (10 °C) y en ausencia de luz para evitar la interacción de pigmentos de la luz del día.

- Se seleccionaron muestras al azar, tanto de vinos tinto y rose, las cuales fueron codificadas como M1 , M2 y M3.
- Se realizó un orificio en el corcho de las botellas para la extracción de alicuotas a evaluar.
- Posteriormente se extrajeron alicuotas de 35 ml de cada botella codificada como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 6. Codificación de muestras

Muestra	Tipo de vino	Semana de evaluacion
M ₁	Tinto	1
M ₁	Rose	1
M ₂	Tinto	2
M ₂	Rose	2
M ₃	Tinto	3
M ₃	Rose	3

Fuente: Elaboración propia.

- Se procedió a evaluar el pH y absorvancia a seis longitudes de onda λ , (445, 495, 550, 625, 420 y 520 nm) a 0 horas.
- Se extrajéron nuevamente alicuotas de 35 mL de vino, tanto rose como tinto, para ser colocadas en las placas petrix codificadas.
- Se cerraron los orificios del corcho de las botellas con silicona para no alterar las propiedades del vino.
- Con la ayuda del luxómetro y cálculos matemáticos se especificó un cuadrante, donde fue determinado la intensidad luminosa requerida.

2.1.4 Aplicación de tratamiento luminoso

- Se determinó la ubicación de las muestras mediante el análisis del flujo luminoso sobre diferentes puntos en la base del equipo de tratamiento luminoso, para ello se utilizo tanto el luxómetro como cálculos matemáticos (vease Anexo B)

- Las muestras se colocaron en los cuadrantes que permitían un flujo de 9 000 lumen/m².
- El tratamiento al que las muestras se sometieron es de tiempos acelerados; para este fin cada muestra fué tratada con dosis elevadas de energía luminosa, en el equipo de tratamiento luminoso. La dosis entregada se calcula utilizando el flujo luminoso (9000 Lux) y el tiempo de tratamiento (evaluación). Finalmente esta dosis de energía luminosa al ser comparada con la dosis suministrada en un día promedio se expresa en tiempo equivalente, tiempo en el que la muestra debería haber sido tratada en condiciones normales para alcanzar la dosis suministrada, estos tiempos para el estudio en ejecución se muestran en la tabla 7.

Tabla 7. Tiempo equivalente por tratamiento luminoso

Tratamiento	Tiempo de evaluación (horas)	Tiempo equivalente (semanas)
T ₁	0	0
T ₂	2	6
T ₃	4	12
T ₄	6	18
T ₅	8	24
T ₆	10	30
T ₇	24	73
T ₈	28	85
T ₉	34	103
T ₁₀	48	146
T ₁₁	72	218
T ₁₂	96	291
T ₁₃	120	364

Fuente: Elaboración Propia
Equivalencia, anexo B.

- El orden, en que se sometieron las muestras de vino tanto tinto como rose se aprecia en la siguiente tabla.

Tabla 8. Orden a la que se someten las muestras.

Orden	Muestra
1	M1 ₂
2	M3 ₁
3	M2 ₂
4	M3 ₂
5	M2 ₁
6	M1 ₁

Fuente. Elaboración Propia.

- Las muestras fueron sometidas a pre pruebas y post pruebas en cada tratamiento, como se muestra en el siguiente esquema:

$M1_i \rightarrow PrePrueba \rightarrow Tt_1 \rightarrow PostPrueba \rightarrow \dots \rightarrow Tt_{13} \rightarrow PostPrueba \dots$

$$i \in [1 - 13]$$

- En la pre y post prueba se realizaron las evaluaciones y las lecturas de las muestras (tinto y rose) de 5 ml en el espectrofotómetro (650 UV / vis. Spectrophotometer) en las siete longitudes de ondas mencionadas anteriormente así como se realizó la medición de pH.
- Por último se realizaron los cálculos para determinar los parámetros L, a* y b* del espacio CIELAB, utilizando los datos de absorbancia del espectrofotómetro.

RESULTADOS

3.1 CONSTRUCCIÓN DEL EQUIPO DE TRATAMIENTO LUMINOSO

El equipo de tratamiento luminoso se diseñó a partir de los cálculos y teoría de Ascencio (2006), con dichos cálculos se obtuvieron las dimensiones, cantidad y disposición de luminarias, ver anexo B. Las características de este equipo se aprecian en la tabla 9.

Tabla 9. Características del equipo de tratamiento luminoso

Características	Unidad	Valor
Dimensiones		
Largo	cm	80
Ancho	cm	80
Profundidad	cm	80
Luminarias		
Cantidad	Unidad	3
Potencia	Watts	40

Fuente: Elaboración propia

En la figura 10 y fotografía 01 de los anexos se aprecian detalles del equipo de tratamiento luminoso.

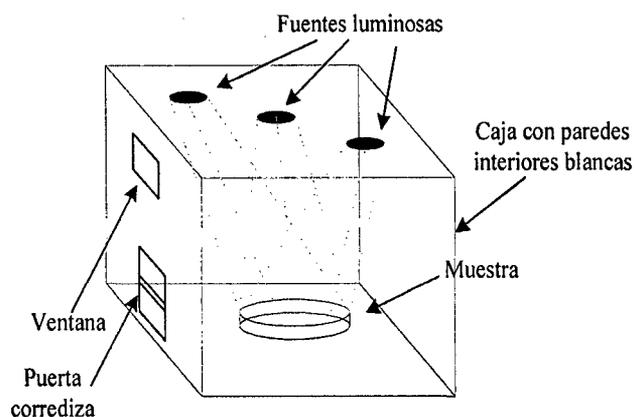


Figura 10. Equipo de tratamiento luminoso.

Los valores medidos del flujo luminoso, tabla 9, se utilizaron para calcular la dosis entregada a la muestra y la equivalencia en tiempo de la misma. Dichos valores se aprecian en la tabla 10 y Anexo C.

Tabla 10. Energía Luminosa y equivalencia de flujo luminoso

Lectura (Horas)	Dosis (KJ)	Equivalencia	
		Horas	Semanas
0	0.0.E+0	0	0
2	6.5.E+4	509	6
4	1.3.E+5	1019	12
6	1.9.E+5	1528	18
8	2.6.E+5	2037	24
10	3.2.E+5	2546	30
24	7.8.E+5	6112	73
28	9.1.E+5	7130	85
34	1.1.E+6	8658	103
48	1.6.E+6	12223	146
72	2.3.E+6	18335	218
96	3.1.E+6	24446	291
120	3.9.E+6	30558	364

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a estos resultados se logra el efecto de la exposición de muestras de vino a luz promedio del día, 364 semanas o equivalente a 7.27 años.

3.2 TRATAMIENTO DE MUESTRAS CON DIFERENTES FLUJOS LUMINOSOS

Las muestras de vino rose y vino tinto expuestas a diferentes flujo luminoso fueron evaluadas con respecto a la absorvancia durante el proceso, véase anexo D y E. Estos valores de absorvancia promedios para el vino rose y vino tinto se aprecian en las figuras 11 y 12 respectivamente.

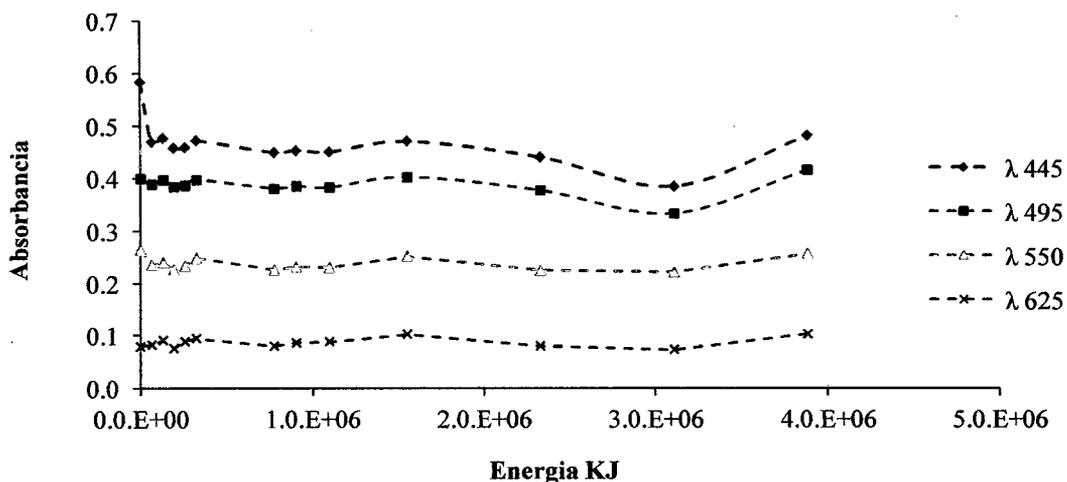


Figura 11. Valores promedio de absorvancia en vino rose de acuerdo a la dosis aplicada

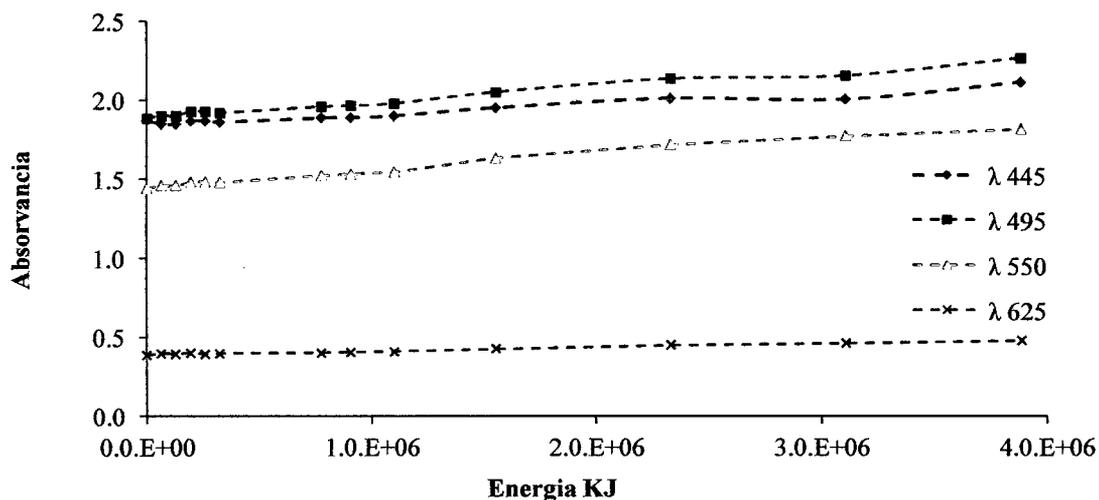


Figura 12. Valores promedio de absorvancia en vino tinto de acuerdo a la dosis aplicada

A diferencia de la figura 11 en la figura 12 se aprecia que la absorvancia muestra tendencia lineal creciente, con mayor pendiente a bajas longitudes de onda.

3.3 DETERMINACIÓN DE FOTODEGRADACIÓN

Utilizando los valores de absorvancia de los vinos tinto y rose, a diferentes dosis de energía luminosa, y el procedimiento para el cálculo del color (espacio Cielab), propuesto por Chiralt (2007) se determinaron los parámetros de color L^* , a^* y b^* .

Los valores promedio de estos parámetros, para las diferentes condiciones del estudio, se muestran en las figuras 13, 15 y Anexos F, G.

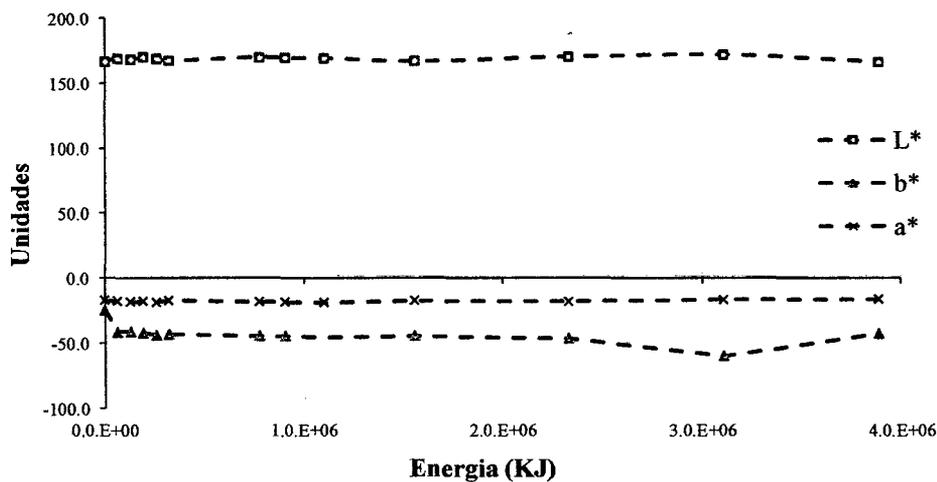


Figura 13. Parámetros de color del vino rose a diferentes energías luminosas

Las muestras de vino rose muestran, como se aprecia la Figura 13, al iniciar el estudio:

- Valor de L*, superior a 100 unidades; lo cual indica tendencia translúcida fluorescente.
- Valor de a*, valor negativo menor de 50 unidades; lo cual indica tendencia a color verde.
- Valor de b*, valor negativo menor de 50 unidades; lo cual indica tendencia al color azul.

Estas tendencias en las muestras de vino rose no varían apreciablemente con la dosis suministrada de energía luminosa.

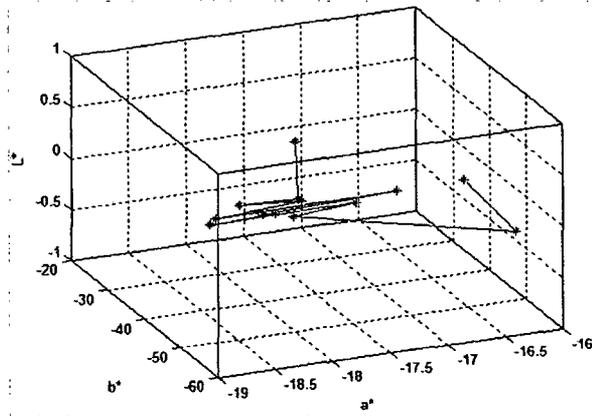


Figura 14. Distribución tridimensional de los parámetros de color del vino rose

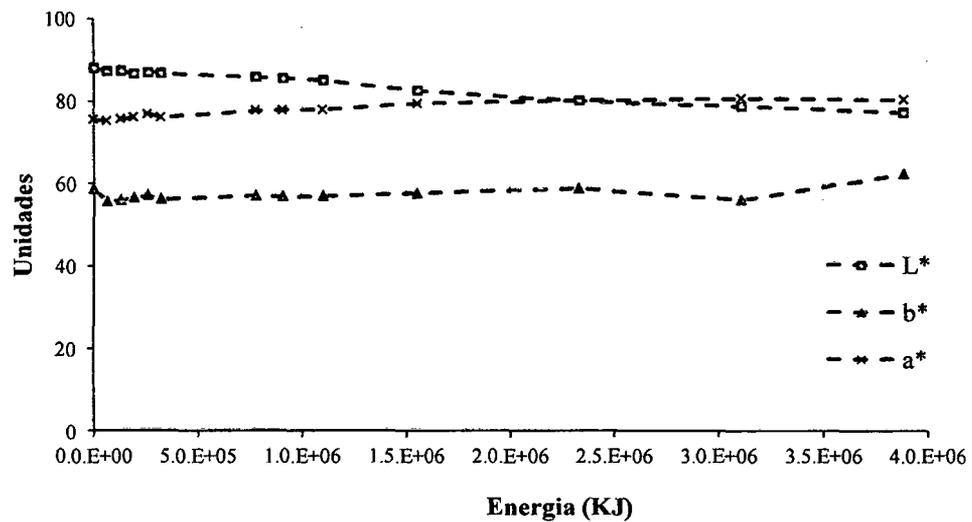


Figura 15. Parámetros de color del vino tinto a diferentes energías luminosas

Las muestras de vino tinto muestran, como se aprecia la Figura 15 y Anexos H-I, al iniciar el estudio:

- Valor de L^* , superior a 100 unidades; lo cual indica tendencia translucida fluorescente.
- Valor de a^* , valor negativo menor de 50 unidades; lo cual indica tendencia a color rojo.
- Valor de b^* , valor negativo menor de 50 unidades; lo cual indica tendencia al color amarillo.

Estas tendencias en las muestras de vino tinto varían apreciablemente con la dosis suministrada de energía luminosa.

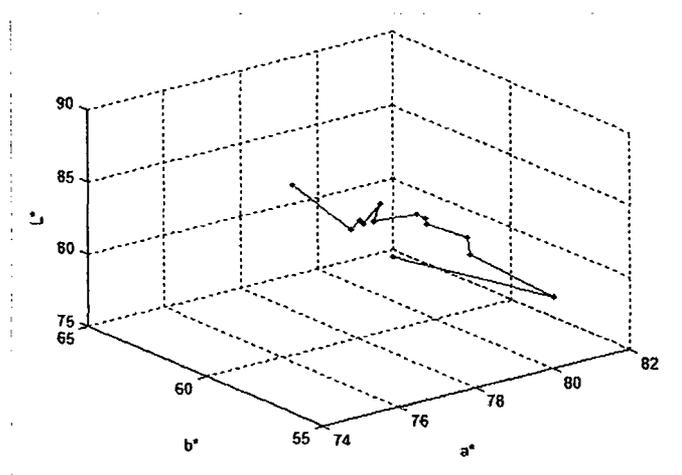


Figura 16. Distribución tridimensional de los parámetros de color del vino tinto

A fin de estudiar la influencia de cada factor (tipo de vino, dosis y repetición) así como de sus interacciones en los parámetros de color (L, a, b) se realizó el análisis de varianza factorial. El resultado de este análisis se aprecia en las tablas 11 a 13 y Anexo J.

Tabla 11. Análisis de la varianza para a* - suma de cuadrados de tipo III

Fuente	Suma de cuadrados	GL	Cuadrado medio	Cociente - F	P-Valor
Variables principales					
A: Dosis (KJ)	108.34	12	9.03	4.44	0.0009
B: Repetición	3.39	2	1.69	0.83	0.4474
C: Tipo	176615.00	1	17615.00	86790.55	0.0000
Interacciones					
AB	34.24	24	1.43	0.70	0.8047
AC	64.78	12	5.40	2.65	0.0202
BC	30.03	2	15.01	7.38	0.0032
Residuos	48.84	24	2.03		
Total (Corregido)	176905.00	77			

Tabla 12. Análisis de la varianza para b* - suma de cuadrados de tipo III

Fuente	Suma de cuadrados	GL	Cuadrado medio	Cociente - F	P-Valor
VARIABLES PRINCIPALES					
A: Dosis (KJ)	626.26	12	52.19	4.91	0.0005
B: Repetición	254.54	2	127.27	11.98	0.0002
C: Tipo	202205.00	1	202205.00	19035.95	0.0000
INTERACCIONES					
AB	1108.92	24	46.21	4.35	0.0003
AC	437.99	12	36.50	36.50	0.0049
BC	445.53	2	222.76	222.76	0.0000
Residuos	254.935	24	10.62		
Total (Corregido)	205334.00	77			

Tabla 13. Análisis de la varianza para L* - suma de cuadrados de tipo III

Fuente	Suma de cuadrados	GL	Cuadrado medio	Cociente - F	P-Valor
VARIABLES PRINCIPALES					
A: Dosis (KJ)	257.67	12	21.47	4.00	0.0019
B: Repetición	592.19	2	296.10	55.10	0.0000
C: Tipo	139565.00	1	139565.00	25971.19	0.0000
INTERACCIONES					
AB	442.61	24	18.44	3.43	0.0018
AC	271.43	12	22.62	4.21	0.0013
BC	287.78	2	143.89	26.78	0.0000
Residuos	128.97	24	5.37		
Total (Corregido)	128.97	77			

3.4 DETERMINACIÓN DE CINÉTICA DE FOTODEGRADACIÓN

La cinética de fotodegradación se estudio mediante la evolución del parámetro a* del espacio de color CIELab, en los dos tipos de vino en función de la dosis de energía luminosa aplicada a las muestras, los resultados se muestran en las Figuras 17 -18 y Anexo K .

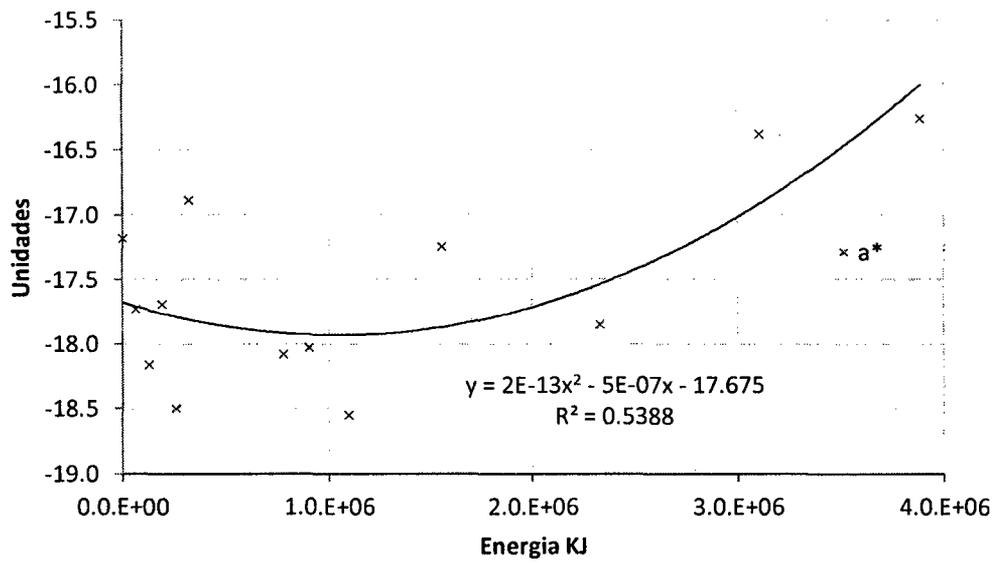


Figura 17. Evolución del valor promedio de a* en vino rose a diferentes dosis de energía luminosa

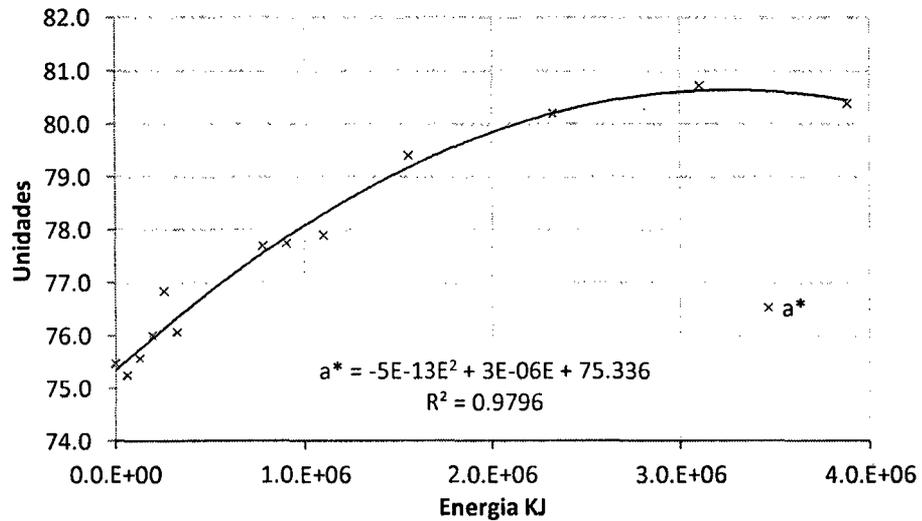


Figura 18. Evolución del valor promedio de a* en vino tinto a diferentes dosis de energía luminosa

DISCUSIONES

A partir de las ecuaciones de Baustier (2010) se obtuvieron las características del equipo de tratamiento luminoso, presentados en la tabla 9; siendo esta la información base para la posterior construcción de dicho equipo. Esta información, como menciona Raitelli (2006) para etapas básica de planificación de los proyectos de iluminación, permitió proponer y disponer un arreglo de luminarias para proveer un valor de iluminación de 20 000 lux. Sin embargo; el flujo luminoso obtenido fue inferior al calculado tal como se aprecia en la tabla 10, lo cual podría deberse a una reducida difusión de la superficie interna del equipo, causada por una deficiente distribución de la pintura al interior del equipo, esto en razón que la luminancia es dependiente de la capacidad de difusión de la superficie sobre la que incide un haz de luz (Colombo y O'Donnell, 2010).

El tiempo necesario para poder evaluar el proceso de fotodegradación de los parámetros de color en vino en condiciones ambientales hace poco viable realizar un estudio en condiciones controladas. Por tanto; se decidió aplicar la metodología de estudios de vida útil acelerados. Esta metodología como refiere García y Molina (2008), Herrera (1998), Torres, Guerra y Rosquete (2001) consiste en incubar el alimento bajo condiciones controladas que permitan que las reacciones de deterioro se aceleren y se obtengan valores en el factor de calidad, en nuestro caso parámetros de color, en períodos más cortos. Tal como se aprecia de la tabla 10 las dosis aplicadas permiten el estudio bajo la metodología de tiempo acelerado.

Tal como se puede apreciar, las Absorvancia de muestras de vino rose, en la figura 11, presentan comportamiento contrario al vino tinto. Esto es presumiblemente debido al descenso del pH sobre la antocianina que como refiere Brouillard (1978) genera incremento del color rojo lo cual se percibe como incremento en la absorvancia a elevadas longitudes de onda.

Sin embargo; en la figura 12, la Absorvancia a elevadas longitudes de onda, en las muestras de vino tinto, decrece al inicio del tratamiento y posteriormente se mantiene prácticamente constante. Esto concuerda con lo reportado por Maury, Clark, Scollary (2009) quienes evaluaron la evolución de la absorvancia en muestras de vino tinto envasadas en botellas translúcidas y expuestas durante tres meses a condiciones luminosas medioambientales en Australia, condiciones en esencia similares a las utilizadas en esta investigación. Por tanto, se desprende que a bajas dosis existe una reducción importante de la absorvancia a bajas longitudes de onda; esto correspondería a una rápida degradación de los compuestos fotosensibles detectables a esta longitud de onda. En el resto de las longitudes de onda analizados no se aprecia cambios importantes. Por tanto, los compuestos responsables del color a percibir en estas longitudes de onda no tendrían comportamiento fotosensible.

Los valores de los parámetros de color L^* , a^* y b^* , figuras 13 y 15, en las muestras de vino tinto y vino rose, calculadas utilizando las ecuaciones propuestas por Chiralt (2007), distan de los reportados por Pérez y González (2002) para vinos tintos españoles de distintas procedencias y cosechas. Esto debido a que como explica Maury, Clark, Scollary (2009) el color del vino es dependiente de un gran número de factores entre ellos el contenido de antocianinas del hollejo, las condiciones de fermentación y almacenamiento, entre otras.

Asimismo; al analizar la variación del parámetro a^* , parámetro de mayor significación para nuestro estudio del color, y correlacionarla con la reducción del pH, de 4.00 a 3.41, se puede asociar, como lo hicieron en su investigación Cassasa y Sari (2006), los cambios de a^* y de pH. Por tanto existirían una variable y una interacción no considerada en este estudio. Además de esta evidenciada interacción se presumen que otras variables, como las reportadas por Bordignon, Gauche, Gris, y Falcão (2006), presencia de oxígeno y temperatura las cuales se trato de controlar pudieron haber afectado al color del vino. Por

tanto; aunque se esperaba disminución del valor del parámetro a^* (indicador del color rojo), debido a la fotodegradación de antocianinas, se observó por el contrario en ambos tipos de vino ligero incremento. Esta posiblemente, a que la degradación, fué enmascarada por la variación de color del pigmento debido al cambio de pH u otras variables no controladas, lo cual se puede asociar a la reducción de la luminosidad de la pigmentación observable a través del parámetro L^* .

De las tablas 11 a 13 se aprecia que para el parámetro a^* las variables que tienen efecto significativo son la dosis y el tipo de vino, no mostrando diferencias significativas entre repeticiones. En cuanto al parámetro b^* todas las variables e interacciones presentan diferencias significativas, siendo la variable de mayor importancia el tipo de vino. Finalmente para el parámetro L^* , al igual que para el parámetro b^* todas las variables e interacciones son estadísticamente significativas.

En la figura 17 se aprecia una tendencia ligeramente creciente del parámetro a^* ; sin embargo, al aplicar el ajuste por mínimos cuadrados se obtiene un pobre ajuste de los datos a la ecuación de regresión utilizada ($R^2 = 0.5388$). La figura 18 muestra que el parámetro a^* para el vino tinto presenta tendencia creciente positiva y al aplicar el ajuste por mínimos cuadrados se obtiene un buen ajuste de los datos a la ecuación de regresión utilizada ($R^2 = 0.9796$). Todo esto se debe a las diferentes concentraciones de antocianina en los dos tipos de vino y lo cual está en directa proporción con el parámetro a^* , tal como anteriormente ha sido comentado.

CONCLUSIONES

- Es posible desarrollar sistemas para estudios acelerados de degradación del color, aplicando altos valores de energía luminosa a materiales alimentarios en estado líquido.
- La absorbancia en las muestras de vino rose no son función de la dosis de energía luminosa aplicada al mismo. Por el contrario, en el vino tinto la absorbancia si es función de la dosis de energía luminosa.
- En el caso del vino tinto, los parámetros L^* y a^* son función de la dosis de energía aplicada y solo el a^* en el caso del vino rose. Por tanto el análisis de fotodegradación se realiza sobre el parámetro a^* .
- El parámetro a^* , indicador de fotodegradación, mostro un ligero incremento en ambos tipos de vino. Esto debido posiblemente al efecto de variables no controladas que enmascaran la fotodegradación.
- El parámetro a^* se ajusto por el método de mínimos cuadrados para ambos tipos de vino; mostrando mayor ajuste ($R^2 = 0.9796$) en el vino tinto. En este caso la ecuación obtenida es $a^* = 5 \times 10^{-13} E^2 + 5 \times 10^{-6} E + 75.336$; donde a^* = coordenada del espacio CIE Lab y E = energía luminosa (KJ); con lo este parámetro muestra comportamiento cinético de segundo orden.

RECOMENDACIONES

- Ante los resultados obtenidos se propone como trabajo futuro realizar el estudio en condiciones controladas de pH, oxígeno y temperatura e incrementar el flujo luminoso a fin de disminuir el tiempo de observación y los errores por interacción entre las variables no controladas.
- Analizar las variaciones de color en coordenadas CIEhc a fin de desarrollar un modelo en coordenadas polares.
- Aplicar la metodología, incrementando el flujo luminoso, a otros productos fotodegradables.
- Evaluar el efecto del envase de vidrio de diferentes grados de translucidez en la fotodegradación de los parámetros de color en productos sensibles a la luz.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Croft, T. y col. 2007. *Manual del montador electricista*. Tercera edición, editorial Reverte, S.A.
- Flanzky C. y col. 2003. *Fundamentos científicos y tecnológicos*. Segunda edición, editorial Mundi-Prensa.
- Hidalgo, J. 2003. *Tratado de enología*. Volumen 1, Editorial Mundi- Prensa.
- Jackson, R. 2008. *Wine science principles and applications*. Third edition.
- Steve, B. 2001. *Técnicas de Iluminación. Productos Alimentarios*. Primera edición, ediciones Omega S.A.
- García, E. 1992. *Diseño y construcción de industrias agroalimentarias*. Primera edición, editorial Mundo – prensa.
- Dougall, M. 1982. *Sistemas combinados de conservación para prolongar la vida útil de la carne y los productos cárnicos*. Volumen 2, derechos reservados, MMVIII.
- Calkins y col 1986. *Making of bakery products using composite flours: Wheat and cactus pear (opuntia boldinghii Britton et rose) stems (cladodes)*. Volumen 1.
- Blazquez, V. 2004. *Calculo de alumbrado de interiores*. Gaceta Óptica 381.
- Westland, S. 2001. *Coloration Technology*. Colour e imaging Institute, university of derby.
- Moreno, M. y col 2002. *Degradación de betalainas en remolacha estudio cinético*. Volumen 12, México.
- Ranzungles et. 1996. *Anthocyanin and aroma profiling of the 'Albarossa' grapevine crossbreed (Vitis vinifera L.) and its parent varieties 'Barbera' and 'Nebbiolo di Dronero'*.
- Kropf 1980. *Accelerated versus Conventional Beef Production and Processing*. Kansas state university manthhan.

- Navarrete, n. y Gemma M. 2003. *Influence of osmotic pre-treatment and microwave application on properties of air dried strawberry related to structural changes* .Ref. revista: European Food Research and Technology.
- Oeckel, V. y col 1999. *Incorporation of dietary polyunsaturated fatty acids into pork fatty tissues*. Downloaded from jas.fass.org
- Chiralt, A 2007. *Propiedades físicas de los alimentos*. Editorial Universidad Politécnica de Valencia. UPV.
- Baustier, V. 2010. *Técnicas de Iluminación. Productos Alimenticios*. Primera Edición. Editorial Reverte S.A.
- Ramírez, K. & Escalona D. 2004. *Página informativa de modelo cielab*. Primera Edición México.
- Delgado, C. 1997. *“El libro del vino”*. Segunda Edición. Alianza editorial.
- Herrero, M. 2010. *“La uva y el Pisco potenciales productivos”*. Editorial Navarrete. Perú.
- Urquiaga, I. 2002. *Polifenoles del vino* .Edición 4 editorial Salamanca.
- Dellacassa, E. 2006 *“Composición de uvas y vinos componentes químicos”*. Universidad de Salamanca Editorial España.
- Somers, T y col. 1973. *“Direct determination of Wine proteins”*. Am. J. Enol Vític.
- Macek, M. 1999. *“Fermentación alcohólica del vino”* Segunda Edición. Madrid España.
- Minag, 2011. *“Cultivo de la uva en el Perú”*. Ministerio de Agricultura página informativa.
- Johnson y col, 2006. *“Normativa Europea del vino y clasificaciones”*. primera edición, editorial Mundi-Prensa.
- Delgado, C. 2007. *“Análisis económico del vino”*. Editorial Navarrete. Perú.

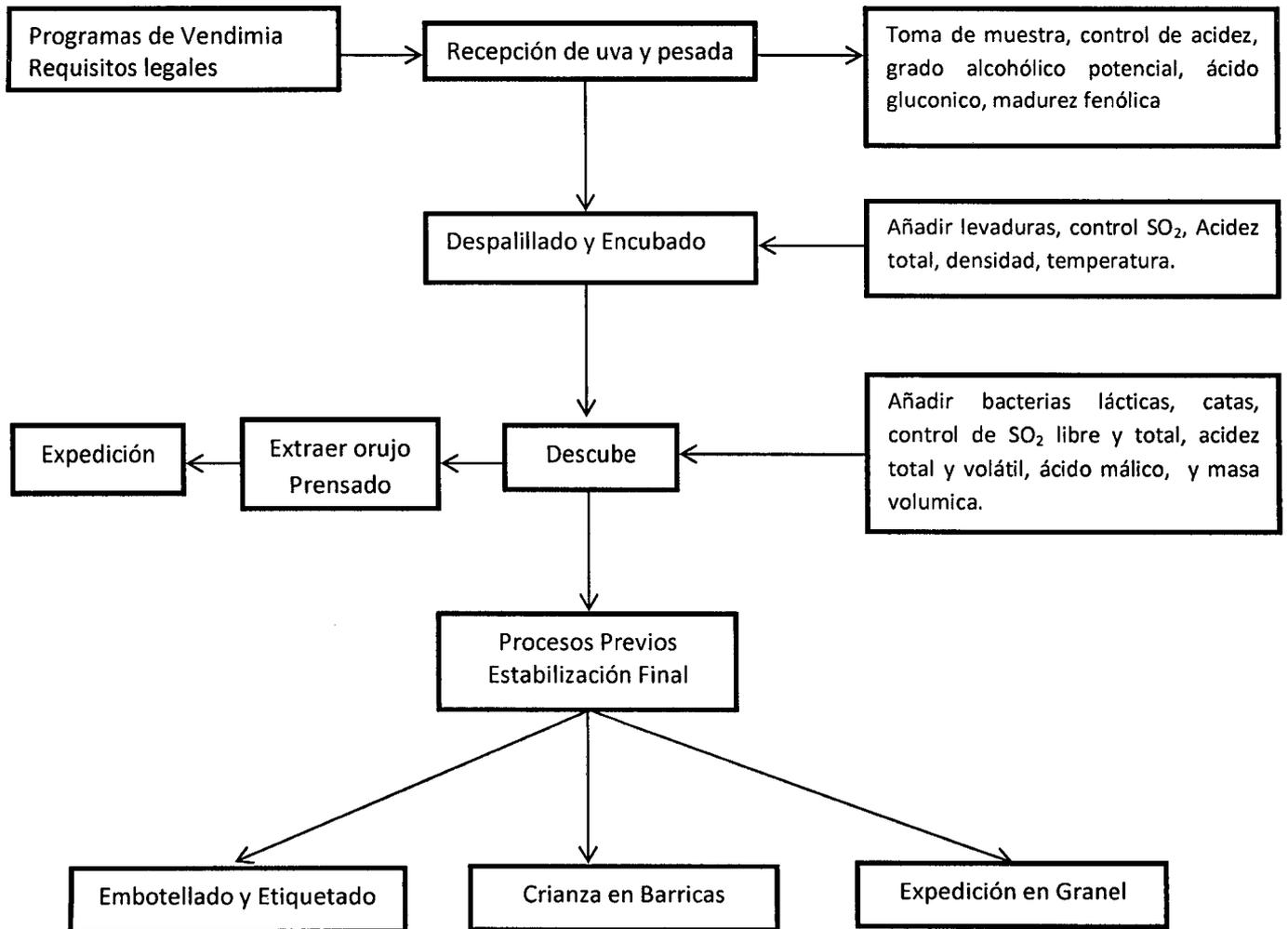
- López, A. 2010 "*Principales productos potencias en el mundo*" página informativa. España.
- Dittrich y col, 1975. "*Producción de uva y fabricación de vino*". Editorial FILB ediciones de Horticultura.
- Clarke, D. 2010. "*The effects of enological practices in anthocyanin, phenolic compounds and wine colour and their dependence on grape characteristics*" received in revised form 11.
- Catania y col, 2007. "*Implicancias Organolépticas de los Polifenoles del vino*" Corte superior de degustación de vinos. EEA Mendoza.INTA.
- Wine and Spirit Record, 2009 "*Estadísticas mundiales de producción de vino*". El Atlas del vino.
- Garnier y col, 2003 "*Organic matter dynamics and budgets in the turbidity maximum zone of the Seine Estuary*" Fontainebleau, France
- Glorie. A, 2010 "*Las antocianinas como colorantes naturales y compuestos bioactivos*" Departamento de Química, Universidad Nacional de Colombia. AA 14490 Bogotá, Colombia.
- Logroño, P. 2006. "*El mercado mundial del vino evolución, tendencias y perspectivas*" Federación española del vino.
- Mac Dougall. 1982 "*Reacciones foto-oxidativas en cárnicos*" editorial Mundi-Prensa.
- Cassasa y col. 2006 "*Aplicación del sistema Cie-lab a los vinos tintos. Correlación con algunos parámetros tradicionales*" Centros de estudios de enología-EEA Mendoza INTA.

- García. C, Y Molina. E, (2008) *Estimación de la vida útil de una mayonesa mediante pruebas aceleradas*. Universidad de San José, Costa Rica.
- Herrera K, (1998). *Determinación de la vida útil de un producto con alto contenido de azúcares elaborado mediante fritura*. Universidad de Costa Rica.
- Maury. Ch, Clark. C, y col (2009) *Determination of the impact of bottle colour and phenolic concentration on pigment development in white wine stored under external conditions*. Elsevier B. V all rights reserved.
- Bordignon L, y col (2006). *Colour stability of anthocyanins from Isabel grapes (Vitis labrusca) in model systems*. Science Direct.
- Torres A, y col (2019). *Estimación de la vida útil de una fórmula dietética en función de la disminución de lisina disponible*. Ciencia y tecnología de alimentos volumen 21. Versión impresa ISSN 0101-2061.
- Raitelli M, (2006) *Diseño de iluminación de interiores*, Norma Iramaa dl J2005.
- Colombo E, y col (2010) *Iluminación eficaz, calidad y factores humanos*. Revista luminotecnica (AADL) col. 6, 1-4.
- Perez S y col (2002). *Application of absorbance values used in wineries for estimating color parameters in red wines*. Received in revised form food chemistry.

ANEXOS

ANEXO: A

FLUJOGRAMA DEL PROCESO DE ELABORACION DE VINO



ANEXO: B

Calculo de luminarias a utilizar en el equipo de tratamiento luminoso.

- Calculamos el flujo Luminoso:

$$\Phi = \frac{E * SL}{K}$$

- Según Ascencio M. 2006, la luz optima requerida para degradar alimentos y/o bebidas es de 9 000 lumen/ m2. Como dato adicional nos proporciona que el flujo luminoso emitido al media día es igual a 32 000 lumen/ m2.

Dónde: $K = CU * CC$

CU= Coeficiente de utilización.

CC= Factor de mantenimiento.

$K = 0.8 * 0.8$ Según manual de procedimientos de
Cálculo de iluminarias (Ascencio M. 2006).

$K = 0.64$

$$\Phi = \frac{32\,000 \frac{\text{Lumen}}{\text{m}^2} * 0.75 \text{ m}^2}{0.64}$$

$$\Phi = 37\,500 \frac{\text{Lumen}}{\text{m}^2}$$

- Calculando la iluminación Indirecta tenemos:

$$IL = \frac{a * b}{h (a + b)}$$

a = dimensión del largo en cm

b=dimensión del ancho en cm

h=altura en cm

$$= \frac{0.80 * 0.80}{0.50(0.80 + 0.80)}$$

$$IL = 2$$

- Según Ascencio M. 2006, en la tabla 1.3 obtenemos los datos de coeficiente de reflexión del techo, pared y suelo como se detalla a continuación.

$$C_{RT}=0.7$$

$$C_{RP}=0.5$$

$$C_{RS}=0.3$$

- Luego con los cálculos obtenidos de los coeficientes de reflexión pasamos a buscar en la tabla 1.4 el factor de utilización como se observa a continuación.

$$CU= 0.39.$$

- De acuerdo a lo citado por Ascencio M. (2006), las luminarias vienen hacer igual a la distancia, igual a la altura y esto nos da los reflectores amplios utilizados en el diseño del equipo de tratamiento de flujo luminoso.
- La altura de la luminarias es igual a 0.80 cm
- Con los datos obtenidos mencionados anteriormente pasamos a calcular el factor de mantenimiento como se detalla a continuación.

$$\phi_t = \frac{\phi_u}{fm * cu}$$

$$\phi_t = \frac{0.50}{0.80 * 0.39}$$

$$\phi_t = 1.602$$

$$\phi_u = \phi_t * fm * cu$$

$$\phi_t = \frac{32000}{0.80 * 0.39}$$

$$\phi_t = 102\ 564.10$$

- Por último se realizó el cálculo del número de luminarias.

$$NL = \frac{\phi_r}{\phi}$$

$$NL = \frac{102\ 564.10}{37\ 500}$$

$$NL = 2.7$$

$$NL = 3 \text{ Lámparas.}$$

ANEXO C

Calculo de la dosis aplicada

Placa Petri D = 0.15 m Lumen = Joules/m².s
 A = 0.0176715 m²

Potencia (KJ/s)	Potencia luz día (J/m ² .s)	Dosis (KJ/s)	Dosis x hora (KJ)
9000	2000	0.035343	127

Lectura (Horas)	Dosis (KJ)	Equivalencia	
		Horas	Semanas
0	0.0.E+00	0	0
2	6.5.E+04	509	6
4	1.3.E+05	1019	12
6	1.9.E+05	1528	18
8	2.6.E+05	2037	24
10	3.2.E+05	2546	30
24	7.8.E+05	6112	73
28	9.1.E+05	7130	85
34	1.1.E+06	8658	103
48	1.6.E+06	12223	146
72	2.3.E+06	18335	218
96	3.1.E+06	24446	291
120	3.9.E+06	30558	364

= el tiempo equivalente en años es 7.27.

ANEXO D

Valores promedios de Absorvancia de vino rose

Absorvancia.																
Dosis (KJ)	λ 445				λ 495				λ 550				λ 625			
	M1	M2	M3	M	M1	M2	M3	M	M1	M2	M3	M	M1	M2	M3	M
0.0.E+00	0.839	0.444	0.470	0.584	0.456	0.361	0.384	0.400	0.371	0.199	0.224	0.265	0.128	0.047	0.064	0.080
6.5.E+04	0.462	0.430	0.517	0.470	0.379	0.356	0.433	0.389	0.221	0.203	0.281	0.235	0.065	0.054	0.129	0.083
1.3.E+05	0.421	0.448	0.562	0.477	0.344	0.371	0.478	0.398	0.194	0.211	0.315	0.240	0.050	0.061	0.162	0.091
1.9.E+05	0.444	0.439	0.492	0.458	0.370	0.365	0.418	0.384	0.213	0.207	0.260	0.227	0.061	0.057	0.110	0.076
2.6.E+05	0.450	0.406	0.521	0.459	0.378	0.341	0.444	0.388	0.218	0.192	0.290	0.233	0.074	0.051	0.142	0.089
3.2.E+05	0.453	0.428	0.536	0.472	0.379	0.358	0.458	0.398	0.220	0.206	0.320	0.249	0.070	0.062	0.151	0.094
7.8.E+05	0.432	0.417	0.500	0.450	0.367	0.354	0.424	0.382	0.210	0.202	0.267	0.226	0.063	0.060	0.118	0.080
9.1.E+05	0.428	0.419	0.515	0.454	0.364	0.357	0.438	0.386	0.211	0.210	0.275	0.232	0.066	0.069	0.124	0.086
1.1.E+06	0.418	0.411	0.524	0.451	0.356	0.350	0.444	0.383	0.204	0.200	0.289	0.231	0.062	0.061	0.142	0.088
1.6.E+06	0.423	0.412	0.577	0.471	0.362	0.354	0.493	0.403	0.211	0.205	0.339	0.252	0.065	0.064	0.179	0.103
2.3.E+06	0.427	0.415	0.479	0.440	0.369	0.357	0.406	0.377	0.219	0.209	0.248	0.225	0.070	0.066	0.104	0.080
3.1.E+06	0.426	0.269	0.459	0.385	0.370	0.239	0.391	0.333	0.214	0.218	0.232	0.221	0.064	0.074	0.080	0.073
3.9.E+06	0.443	0.413	0.588	0.481	0.386	0.360	0.503	0.416	0.230	0.201	0.338	0.256	0.073	0.062	0.174	0.103

ANEXO E

Valores promedios de Absorvancia de vino tinto.

Absorvancia																
Energía Luminosa (KJ)	λ 445				λ 495				λ 550				λ 625			
	M1	M2	M3	M												
0.0.E+00	1.910	1.915	1.797	1.874	1.850	1.947	1.862	1.886	1.490	1.428	1.415	1.444	0.410	0.401	0.350	0.387
6.5.E+04	1.892	1.838	1.825	1.852	1.929	1.887	1.890	1.902	1.482	1.437	1.460	1.460	0.392	0.368	0.435	0.398
1.3.E+05	1.812	1.845	1.895	1.851	1.849	1.889	1.968	1.902	1.425	1.437	1.514	1.459	0.371	0.374	0.439	0.395
1.9.E+05	1.883	1.857	1.873	1.871	1.933	1.908	1.950	1.930	1.489	1.455	1.505	1.483	0.395	0.380	0.430	0.402
2.6.E+05	1.881	1.843	1.883	1.869	1.932	1.899	1.962	1.931	1.498	1.448	1.508	1.485	0.378	0.376	0.429	0.394
3.2.E+05	1.893	1.816	1.879	1.863	1.944	1.865	1.954	1.921	1.503	1.430	1.502	1.478	0.398	0.374	0.424	0.399
7.8.E+05	1.914	1.854	1.898	1.889	1.986	1.915	1.978	1.960	1.562	1.476	1.536	1.525	0.407	0.385	0.416	0.403
9.1.E+05	1.908	1.853	1.912	1.891	1.983	1.918	1.999	1.967	1.560	1.494	1.543	1.532	0.409	0.389	0.419	0.406
1.1.E+06	1.938	1.881	1.883	1.901	2.026	1.956	1.960	1.981	1.600	1.522	1.516	1.546	0.417	0.396	0.416	0.410
1.6.E+06	1.981	1.930	1.947	1.953	2.086	2.025	2.045	2.052	1.672	1.600	1.630	1.634	0.440	0.416	0.430	0.429
2.3.E+06	2.027	1.996	2.017	2.013	2.156	2.114	2.142	2.137	1.745	1.699	1.715	1.720	0.454	0.446	0.452	0.451
3.1.E+06	2.073	1.884	2.065	2.007	2.215	2.047	2.208	2.157	1.792	1.759	1.775	1.775	0.470	0.459	0.462	0.464
3.9.E+06	2.127	2.091	2.128	2.115	2.283	2.232	2.289	2.268	1.864	1.721	1.869	1.818	0.495	0.442	0.501	0.479

ANEXO F

Valores de L* a* y b* de vino Rose

Energía Luminosa (KJ)	L*				a*				b*				x	y	z
	M1	M2	M3	M	M1	M2	M3	M	M1	M2	M3	M	a	L	b
0.0.E+00	155.4	174.2	171.0	166.8	-16.2	-18.4	-16.9	-17.2	4.1	-39.8	-38.4	-24.7	-17.2	166.8	-24.7
6.5.E+04	171.3	173.7	162.8	169.2	-17.5	-18.3	-17.4	-17.7	-39.9	-44.1	-39.6	-41.2	-17.7	169.2	-41.2
1.3.E+05	174.8	172.4	158.0	168.4	-19.5	-18.2	-16.8	-18.2	-44.9	-41.4	-35.9	-40.7	-18.2	168.4	-40.7
1.9.E+05	172.3	173.0	165.5	170.3	-17.7	-18.1	-17.4	-17.7	-42.6	-42.6	-40.9	-42.1	-17.7	170.3	-42.1
2.6.E+05	171.2	175.0	161.4	169.2	-18.8	-19.2	-17.5	-18.5	-42.6	-48.1	-40.5	-43.7	-18.5	169.2	-43.7
3.2.E+05	171.2	173.1	158.4	167.5	-17.9	-18.9	-13.9	-16.9	-42.0	-45.5	-41.8	-43.1	-16.9	167.5	-43.1
7.8.E+05	172.5	173.6	164.5	170.2	-17.9	-18.8	-17.6	-18.1	-45.0	-47.3	-40.6	-44.3	-18.1	170.2	-44.3
9.1.E+05	172.4	172.4	163.4	169.4	-18.2	-18.8	-17.2	-18.0	-46.3	-48.6	-38.6	-44.5	-18.0	169.4	-44.5
1.1.E+06	173.3	173.8	161.5	169.5	-18.7	-19.2	-17.8	-18.6	-47.5	-48.5	-39.7	-45.2	-18.6	169.5	-45.2
1.6.E+06	172.4	173.1	155.3	166.9	-17.8	-18.5	-15.4	-17.3	-47.4	-49.2	-36.9	-44.5	-17.3	166.9	-44.5
2.3.E+06	171.4	172.7	167.0	170.3	-17.0	-18.1	-18.4	-17.9	-47.8	-49.1	-41.9	-46.3	-17.9	170.3	-46.3
3.1.E+06	172.1	173.8	169.5	171.8	-16.7	-15.4	-17.0	-16.4	-46.9	-89.5	-42.7	-59.7	-16.4	171.8	-59.7
3.9.E+06	170.0	173.5	155.4	166.3	-15.4	-18.6	-14.8	-16.3	-45.6	-48.0	-33.9	-42.5	-16.3	166.3	-42.5

ANEXO G

Valores de L* a* y b* de vino Tinto.

Energía Luminosa (KJ)	L*				a*				b*				x	y	z
	M1	M2	M3	M	M1	M2	M3	M	M1	M2	M3	M	a	L	b
0.0.E+00	86.0	87.5	91.0	88.1	74.6	73.4	78.3	75.5	57.0	61.7	57.3	58.7	75.5	, 88.1	, 58.7
6.5.E+04	87.1	89.4	85.0	87.2	76.8	77.4	71.5	75.2	59.1	58.3	49.6	55.7	75.2	, 87.2	, 55.7
1.3.E+05	89.5	89.0	83.7	87.4	76.4	76.7	73.7	75.6	55.7	58.2	54.1	56.0	75.6	, 87.4	, 56.0
1.9.E+05	86.8	88.3	84.4	86.5	76.9	76.9	74.2	76.0	58.0	58.2	53.4	56.5	76.0	, 86.5	, 56.5
2.6.E+05	87.7	88.7	84.4	87.0	79.0	77.1	74.4	76.8	59.4	57.6	54.3	57.1	76.8	, 87.0	, 57.1
3.2.E+05	86.4	89.2	84.8	86.8	77.2	76.4	74.7	76.1	58.2	55.8	54.6	56.2	76.1	, 86.8	, 56.2
7.8.E+05	84.9	87.7	84.8	85.8	78.8	77.4	76.9	77.7	57.9	57.0	56.3	57.0	77.7	, 85.8	, 57.0
9.1.E+05	84.8	87.1	84.4	85.5	78.5	77.8	76.9	77.8	57.2	56.0	57.1	56.8	77.8	, 85.5	, 56.8
1.1.E+06	83.7	86.2	85.1	85.0	79.3	78.3	76.1	77.9	58.2	57.2	55.4	56.9	77.9	, 85.0	, 56.9
1.6.E+06	81.4	83.8	82.5	82.6	79.6	79.4	79.2	79.4	58.0	57.7	57.1	57.6	79.4	, 82.6	, 57.6
2.3.E+06	79.6	80.7	80.1	80.1	80.7	80.0	80.0	80.2	59.2	58.3	59.1	58.8	80.2	, 80.1	, 58.8
3.1.E+06	78.1	79.3	78.8	78.7	80.6	80.8	80.8	80.7	60.4	46.8	60.9	56.1	80.7	, 78.7	, 56.1
3.9.E+06	75.9	80.6	75.5	77.3	80.2	81.1	79.8	80.4	60.9	66.0	60.3	62.4	80.4	, 77.3	, 62.4

ANEXO H

Valores promedios de L* a* y b* de vino Rose

Dosis (KJ)	L*	a*	- a*	b*
0.0.E+00	166.8	-17.2	17.2	55.6
6.5.E+04	169.2	-17.7	17.7	56.4
1.3.E+05	168.4	-18.2	18.2	56.1
1.9.E+05	170.3	-17.7	17.7	56.8
2.6.E+05	169.2	-18.5	18.5	56.4
3.2.E+05	167.5	-16.9	16.9	55.8
7.8.E+05	170.2	-18.1	18.1	56.7
9.1.E+05	169.4	-18.0	18.0	56.5
1.1.E+06	169.5	-18.6	18.6	56.5
1.6.E+06	166.9	-17.3	17.3	55.6
2.3.E+06	170.3	-17.9	17.9	56.8
3.1.E+06	171.8	-16.4	16.4	57.3
3.9.E+06	166.3	-16.3	16.3	55.4

ANEXO I

Valores promedios de L* a* y b* de vino Tinto.

Dosis (KJ)	L*	a*	b*
0.0.E+00	88.1	75.5	58.7
6.5.E+04	87.2	75.2	55.7
1.3.E+05	87.4	75.6	56.0
1.9.E+05	86.5	76.0	56.5
2.6.E+05	87.0	76.8	57.1
3.2.E+05	86.8	76.1	56.2
7.8.E+05	85.8	77.7	57.0
9.1.E+05	85.5	77.8	56.8
1.1.E+06	85.0	77.9	56.9
1.6.E+06	82.6	79.4	57.6
2.3.E+06	80.1	80.2	58.8
3.1.E+06	78.7	80.7	56.1
3.9.E+06	77.3	80.4	62.4

ANEXO J

Contraste Múltiple de Rangos para a según Dosis (a*)
Método: Porcentaje Duncan (95 %)

Dosis (KJ)	Recuento	Media LS	Sigma	Grupos Homogéneos
1.3.E+05	6	28.72	0.582	X
6.5.E+04	6	28.75	0.582	X
0.0.E+00	6	28.78	0.582	X
1.9.E+05	6	29.13	0.582	X
2.6.E+05	6	29.17	0.582	X
3.2.E+05	6	29.60	0.582	XX
1.1.E+06	6	29.67	0.582	XX
7.8.E+05	6	29.80	0.582	XX
9.1.E+05	6	29.83	0.582	XX
1.6.E+06	6	32.08	0.582	XX
2.3.E+06	6	31.20	0.582	XX
3.9.E+06	6	32.05	0.582	X
3.1.E+06	6	32.18	0.582	X
3.1.E+06	6	32.18	0.582	X

Contraste Múltiple de Rangos para a según Dosis (b*)
Método: Porcentaje Duncan (95 %)

Dosis (KJ)	Recuento	Media LS	Sigma	Grupos Homogéneos
3.1.E+06	6	-1.83	1.33	X
1.1.E+06	6	5.85	1.33	X
9.1.E+05	6	6.13	1.33	X
2.3.E+06	6	6.30	1.33	X
7.8.E+05	6	6.38	1.33	X
3.2.E+05	6	6.55	1.33	XX
1.6.E+06	6	6.55	1.33	XX
2.6.E+05	6	6.68	1.33	XX
6.5.E+04	6	7.23	1.33	XX
1.9.E+05	6	7.25	1.33	XX
1.3.E+05	6	7.63	1.33	XX
3.9.E+06	6	9.95	1.33	XX
0.0.E+00	6	10.98	1.33	X

Contraste Múltiple de Rangos para a según Dosis (L*)
Método: Porcentaje Duncan (95 %)

Dosis (KJ)	Recuento	Media LS	Sigma	Grupos Homogéneos
3.9.E+06	6	121.82	0.946	X
1.6.E+06	6	124.75	0.946	X
2.3.E+06	6	125.25	0.946	XX
3.1.E+06	6	125.67	0.946	XX
0.0.E+00	6	126.68	0.946	XX
3.2.E+05	6	127.18	0.946	XX
1.1.E+06	6	127.27	0.946	XX
9.1.E+05	6	127.42	0.946	XX
1.3.E+05	6	127.90	0.946	XX
7.8.E+05	6	128.00	0.946	X
2.6.E+05	6	128.07	0.946	X
6.5.E+04	6	128.22	0.946	X
1.9.E+05	6	128.38	0.946	X

ANEXO K

Cuadros comparativos de los valores L* a* y b*.

VINO TINTO						
	m1	m2	m3			
HORA	L*			prom	S²	ΔL*
0	81.0	87.5	91.0	86.5	5.1	
2	87.1	89.4	85.0	87.2	2.2	0.7
4	89.5	89.0	83.7	87.4	3.2	0.2
6	86.8	88.3	84.4	86.5	2.0	-0.9
8	87.7	88.7	84.4	87.0	2.3	0.4
10	86.4	89.2	84.8	86.8	2.2	-0.2
24	84.9	87.7	84.8	85.8	1.6	-1.0
28	84.8	87.1	84.4	85.5	1.5	-0.3
34	83.7	86.2	85.1	85.0	1.2	-0.5
48	81.4	83.8	82.5	82.6	1.2	-2.4
72	79.6	80.7	80.1	80.1	0.5	-2.4
96	78.1	79.3	78.8	78.7	0.6	-1.4
120	75.9	80.6	75.5	77.3	2.8	-1.4

VINO ROSE						
	m1	m2	m3			
HORA	L*			prom	S²	ΔL*
0	155.4	174.2	171.0	166.8	10.1	
2	171.3	173.7	162.8	169.2	5.7	2.4
4	174.8	172.4	158.0	168.4	9.1	-0.8
6	172.3	173.0	165.5	170.3	4.1	1.8
8	171.2	175.0	161.4	169.2	7.0	-1.1
10	171.2	173.1	158.4	167.5	8.0	-1.7
24	172.5	173.6	164.5	170.2	4.9	2.7
28	172.4	172.4	163.4	169.4	5.2	-0.8
34	173.3	173.8	161.5	169.5	7.0	0.1
48	172.4	173.1	155.3	166.9	10.1	-2.6
72	171.4	172.7	167.0	170.3	3.0	3.4
96	172.1	173.8	169.5	171.8	2.2	1.5
120	170.0	173.5	155.4	166.3	9.6	-5.5

VINO TINTO

HORA	a*		prom		S ²	Δa*
0	72.5	73.4	78.3	74.8	3.1	
2	76.8	77.4	71.5	75.2	3.2	0.5
4	76.4	76.7	73.7	75.6	1.7	0.3
6	76.9	76.9	74.2	76.0	1.6	0.4
8	79.0	77.1	74.4	76.8	2.3	0.8
10	77.2	76.4	74.7	76.1	1.3	-0.8
24	78.8	77.4	76.9	77.7	1.0	1.6
28	78.5	77.8	76.9	77.8	0.8	0.1
34	79.3	78.3	76.1	77.9	1.7	0.1
48	79.6	79.4	79.2	79.4	0.2	1.5
72	80.7	80.0	80.0	80.2	0.4	0.8
96	80.6	80.8	80.8	80.7	0.1	0.5
120	80.2	81.1	79.8	80.4	0.6	-0.3

VINO ROSE

HORA	a*		prom		S ²	Δa*
0	-16.2	-18.4	-16.9	-17.2	1.1	
2	-17.5	-18.3	-17.4	-17.7	0.5	-0.5
4	-19.5	-18.2	-16.8	-18.2	1.4	-0.4
6	-17.7	-18.1	-17.4	-17.7	0.4	0.5
8	-18.8	-19.2	-17.5	-18.5	0.9	-0.8
10	-17.9	-18.9	-13.9	-16.9	2.6	1.6
24	-17.9	-18.8	-17.6	-18.1	0.6	-1.2
28	-18.2	-18.8	-17.2	-18.0	0.8	0.0
34	-18.7	-19.2	-17.8	-18.6	0.7	-0.5
48	-17.8	-18.5	-15.4	-17.3	1.6	1.3
72	-17.0	-18.1	-18.4	-17.9	0.8	-0.6
96	-16.7	-15.4	-17.0	-16.4	0.9	1.5
120	-15.4	-18.6	-14.8	-16.3	2.0	0.1

VINO TINTO

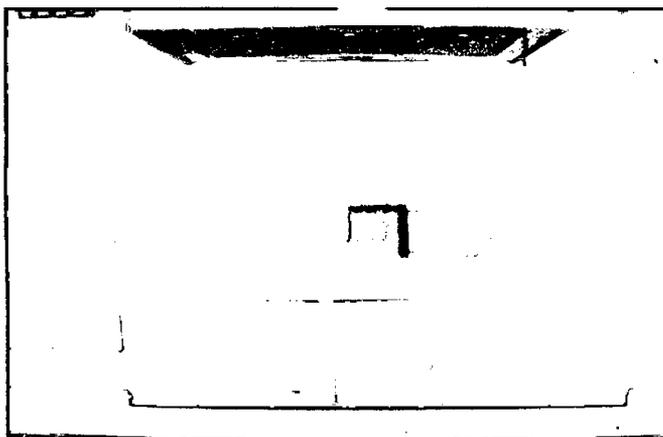
HORA	b*		prom		S ²	Δa*
0	62.2	61.7	57.3	60.4	2.7	
2	59.1	58.3	49.6	55.7	5.2	-4.7
4	55.7	58.2	54.1	56.0	2.1	0.3
6	58.0	58.2	53.4	56.5	2.7	0.5
8	59.4	57.6	54.3	57.1	2.6	0.6
10	58.2	55.8	54.6	56.2	1.8	-0.9
24	57.9	57.0	56.3	57.0	0.8	0.9
28	57.2	56.0	57.1	56.8	0.7	-0.3
34	58.2	57.2	55.4	56.9	1.4	0.2
48	58.0	57.7	57.1	57.6	0.5	0.7
72	59.2	58.3	59.1	58.8	0.5	1.2
96	60.4	46.8	60.9	56.1	8.0	-2.8
120	60.9	66.0	60.3	62.4	3.1	6.3

VINO ROSE

HORA	b*		prom		S ²	ΔL*
0	4.1	-39.8	-38.4	-24.7	24.9	
2	-39.9	-44.1	-39.6	-41.2	2.6	-16.5
4	-44.9	-41.4	-35.9	-40.7	4.5	0.5
6	-42.6	-42.6	-40.9	-42.1	1.0	-1.3
8	-42.6	-48.1	-40.5	-43.7	3.9	-1.7
10	-42.0	-45.5	-41.8	-43.1	2.1	0.6
24	-45.0	-47.3	-40.6	-44.3	3.4	-1.2
28	-46.3	-48.6	-38.6	-44.5	5.2	-0.2
34	-47.5	-48.5	-39.7	-45.2	4.8	-0.7
48	-47.4	-49.2	-36.9	-44.5	6.6	0.8
72	-47.8	-49.1	-41.9	-46.3	3.8	-1.8
96	-46.9	-89.5	-42.7	-59.7	25.9	-13.4
120	-45.6	-48.0	-33.9	-42.5	7.5	17.2

ANEXO L

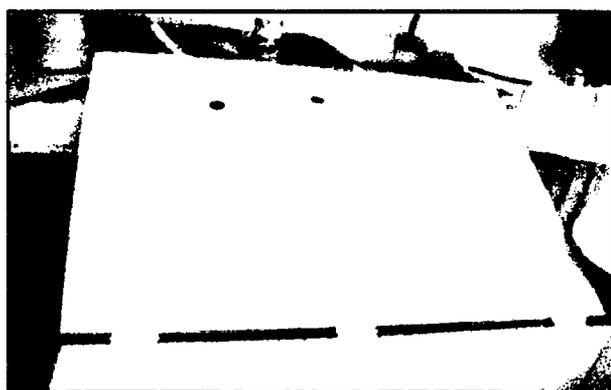
Imágenes Adjuntas donde se observa el procedimiento realizado para las diferentes pruebas hechas para la presente tesis.



Fotografía 1. Equipo de tratamiento luminoso sin acabados.



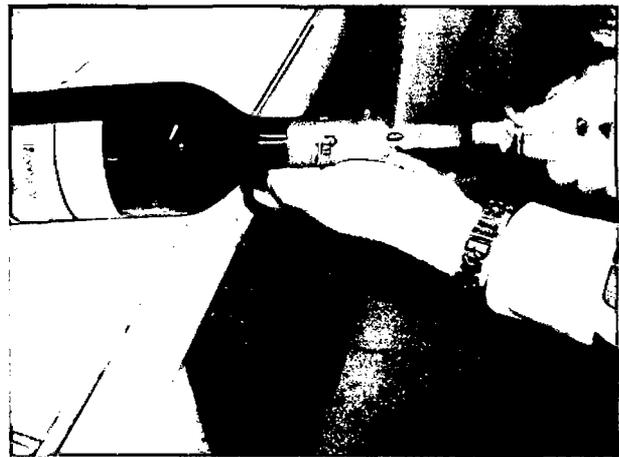
Fotografía 2. Imagen pintando el equipo de tratamiento luminoso.



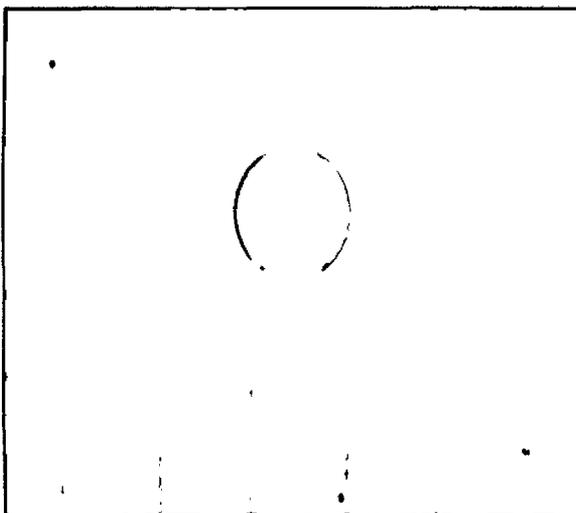
Fotografía 3. Imagen donde se realizó la instalación de las luminarias.



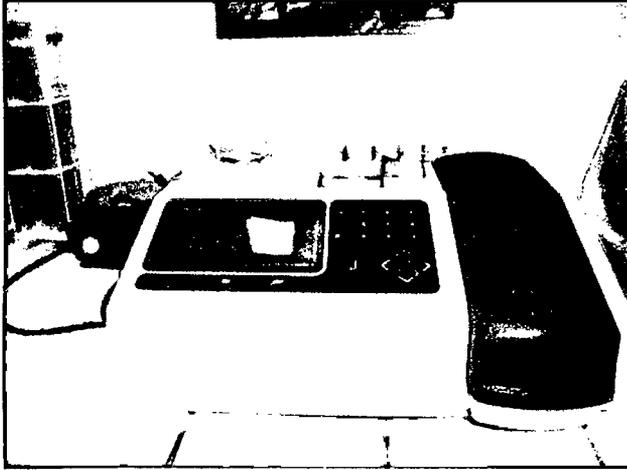
Fotografía 4. Imagen donde se observa realizando el orificio para la extracción de la muestra.



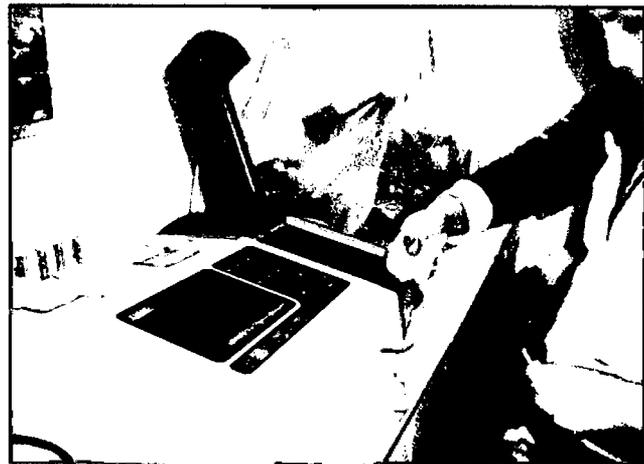
Fotografía 5. Imagen donde se observa realizando La extracción de la muestra.



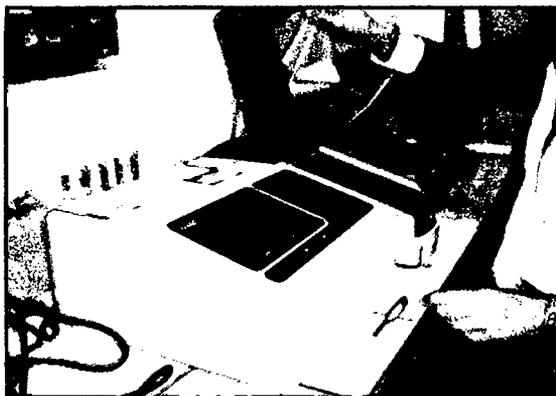
Fotografía 6. La muestra en la placa Petri que posteriormente se colocó en el equipo de tratamiento luminoso.



Fotografía 7. Espectrofotómetro digital donde se realizaron las lecturas de absorvancia.



Fotografía 8. Preparando la muestra en la cubeta para ser colocadas en el espectrofotómetro.



Fotografía 9. Realizando la lectura de Absorvancia de la muestra.