



UNIVERSIDAD DE CUENCA

RESUMEN

“COMPARACION DE VALORES DE ALCOHOL ETILICO EN MUESTRAS DE SANGRE Y HUMOR VITREO EN CADAVERES DE LA MORGUE DEL HOSPITAL VICENTE CORRAL MOSCOSO”

El propósito de este estudio fue determinar la concentración de alcohol etílico presente en muestras de sangre y humor vítreo obtenidas de cadáveres de la morgue del Hospital Vicente Corral Moscoso.

El estudio está enfocado en determinar si la muestra de humor vítreo puede ser útil para la detección de alcohol etílico y si la misma presenta ventajas con respecto a otras muestras utilizadas, específicamente la sangre, a través de la técnica de microdifusión.

Las muestras utilizadas deben ser obtenidas a partir de cadáveres que tengan antecedentes de haber ingerido alcohol previo a su muerte y no necesariamente que la causa de la muerte se haya producido por una intoxicación alcohólica, con este criterio obtuvimos resultados con una concentración baja de 0.54g/l en sangre y de 0.58g/l en humor vítreo y los resultados más altos de 3.02g/l en sangre y de 3.88g/l en humor vítreo lo que desde ya nos demuestra que la concentración de alcohol etílico es más elevado en el humor vítreo q en la sangre para un mismo cadáver, no se tomara en cuenta resultados negativos puesto que los mismos no permiten hacer una comparación para determinar que muestra nos proporciona mejores resultados. Se recolectaron las muestras tanto de sangre como de humor vítreo de 15 cadáveres de la morgue del Hospital Vicente Corral Moscoso sin diferenciar edad, sexo, raza ni condición social, puesto que el estudio no depende de estos factores.

PALABRAS CLAVES:

- Morgue del Hospital Vicente Corral Moscoso
- Alcohol Etílico
- Humor Vítreo
- Sangre
- Microdifusión



ÍNDICE

ÍNDICE	1
INTRODUCCIÓN	8
CAPÍTULO I	9
GENERALIDADES	9
1.1 ANATOMÍA Y FISIOLOGÍA DEL OJO.	9
1.1.1 PARPADOS.....	10
1.1.2 PIEL Y TEJIDO CELULAR SUBCUTÁNEO`	11
1.1.3 CONJUNTIVA.....	11
1.1.4 APARATO LAGRIMAL	11
1.1.5 GLOBO OCULAR.....	12
1.1.6 PAREDES DEL GLOBO OCULAR.....	14
1.1.7 NERVIO ÓPTICO	14
1.2 HUMOR VÍTREO	14
1.2.1 COMPOSICIÓN QUÍMICA.....	16
1.2.2 FUNCIÓN	17
1.2.3 HUMOR VÍTREO EN ANÁLISIS TOXICOLÓGICOS.....	17
1.3 TEJIDO SANGUÍNEO.....	18
1.3.1 GENERALIDADES DE LA SANGRE.....	18
1.3.2 COMPOSICIÓN SANGUÍNEA.....	18
1.4 ALCOHOLES.....	23
1.4.1 INTRODUCCION.....	23
1.4.2 CLASIFICACION	24
1.4.3 PROPIEDADES FISICAS.....	24
1.4.4 PROPIEDADES QUIMICAS	25
1.4.5 FUENTES Y USOS DE LOS ALCOHOLES.....	28
1.5. ETANOL.....	28
1.5.1 CARACTERISTICAS FISICO-QUIMICAS	29
1.5.2 CLASES DE BEBIDAS ALCOHOLICAS.....	29
1.5.3 TOXICIDAD	30
1.5.4 CUADROS CLINICOS.....	36
1.6 DESCOMPOSICIÓN CADAVERICA.....	38



UNIVERSIDAD DE CUENCA

1.6.1 FENÓMENOS CADAVERÍCOS.....	38
1.6.2 ALTERACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DEL ALCOHOL ETÍLICO POST MORTEM.....	41
1.6.3 DIAGNÓSTICO DE LA INTOXICACIÓN ALCOHÓLICA EN EL CADÁVER	42
1.6.4 RECOLECCIÓN DE MUESTRAS.....	43
CAPÍTULO II.....	45
TOXICOLOGÍA ANALÍTICA.....	45
2.1 HIPÓTESIS.....	45
2.2 OBJETIVOS.....	45
2.2.1 Objetivo general.....	45
2.2.2 Objetivos específicos.....	45
2.3 VARIABLES.....	46
2.4 MATERIALES Y MÉTODOS.....	46
2.4.1 MUESTREO.....	46
2.4.2 FUNDAMENTO BIOQUÍMICO DE LA TÉCNICA DE MICRODIFUSION.....	48
2.4.3 PROCEDIMIENTO.....	51
CAPÍTULO III.....	56
RESULTADO Y DISCUSIÓN.....	56
3.1 RESULTADOS.....	56
3.1.1 PRUEBA “F” PARA VARIANZAS DE DOS MUESTRAS.....	66
CONCLUSIONES.....	68
RECOMENDACIONES.....	70
ANEXOS.....	71
Anexo 1:.....	71
Figura 1.1: Párpados.....	71
Anexo 2:.....	72
Figura 1.2: Glándula Lagrimal, visión anterior.....	72
Anexo 3:.....	73
Figura 1.3: Globo Ocular.....	73
Anexo 4:.....	74



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Figura 1.4: Desprendimiento Vítreo	74
Anexo 5:	74
Figura 1.5: Microfotografía electrónica de barrido de eritrocitos.....	74
Anexo 6	75
Figura 1.6: Toxicocinética del alcohol.....	75
Anexo 7:	76
Grafico 1.1: Curva alcoholemica.....	76
Anexo 8: Consentimiento Informado.....	77
Anexo 9:	78
Foto 2.1: Cámara de Conway	78
Anexo 10: Cámaras de Microdifusión	78
Anexo 11: Medición del reactivo de Anties y colocación en el compartimiento interno.....	79
Anexo 12: Medición del reactivo liberante y colocación en el compartimiento externo.....	79
Anexo 13: Medición de las muestras y colocación en el compartimiento externo	80
Anexo 14: Homogenización.....	80
Anexo 15: Resultados positivos en sangre (derecha) y humor vítreo (izquierda)	81
Anexo 16: Resultado positivo en sangre	81
Anexo 17: Resultado positivo en humor vítreo	82
Anexo 18: Blanco.....	83
BIBLIOGRAFIA	84



UNIVERSIDAD DE CUENCA



UNIVERSIDAD DE CUENCA
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
ESCUELA DE BIOQUÍMICA Y FARMACIA

**“COMPARACION DE VALORES DE ALCOHOL ETILICO EN MUESTRAS DE
SANGRE Y HUMOR VITREO EN CADAVERES DE LA MORGUE DEL HOSPITAL
VICENTE CORRAL MOSCOSO”**

**Tesis previa a la obtención del
Título de Bioquímico Farmacéutico**

AUTORES:

MARÍA EUGENIA SERRANO RODAS
MARÍA ETNA VÉLEZ SOLANO

DIRECTORA:

DRA. RUTH ROSAS C.

CUENCA – ECUADOR

2011



UNIVERSIDAD DE CUENCA

DEDICATORIA

María Eugenia:

La acumulación de mi carrera universitaria, no solo es esfuerzo y sacrificio mío si no de muchas personas que estuvieron y están a mi lado para apoyarme.

Por tal motivo esta tesis va dedicada a mí querida familia: Santiago, Elizabeth, Carlos, Laura, Luis, María Laura y Luis Alberto por ser incondicionales y demostrarme siempre que no estoy sola.

A mi esposo Aníbal por su paciencia, apoyo y amor; y a mi querido hijo Juan Andrés que es mi alegría y mi razón para seguir adelante.

Gracias Dios por darme todo.

María Etna:

A mis queridos padres Arturo y Ethna por ser ellos quienes me dieron la vida e inculcaron en mí los valores para ser una persona de bien, por brindarme su apoyo incondicional en todas las etapas de mi vida.

A mi madre que desde el cielo alumbra mi caminar y es mi modelo de lucha y perseverancia.

A mis hermanos Jaime y Juan; y mis hermanas políticas MaAgusta y Tania, por todos sus consejos, comprensión, palabras de aliento y por el inmenso cariño.

A mis amigos y compañeros que formaron parte de mi vida universitaria y con los cuales he compartido hermosos momentos.

A todos mil gracias.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

AGRADECIMIENTOS

Queremos expresar nuestra gratitud y agradecimiento primero a Dios por darnos la fe y el valor para concluir exitosamente con una etapa más de nuestra vida.

A nuestros padres y demás familiares por ser nuestro apoyo incondicional siendo un pilar importante para lograr esta meta.

Agradecemos al Doctor Jaime Pacheco Solano por su colaboración en el proyecto, permitiendo cumplir con nuestro objetivo establecido.

Nuestra gratitud a la Doctora Ruth Rosas, Docente de la Escuela de Bioquímica y Farmacia de la Universidad de Cuenca, por cumplir con responsabilidad como nuestra directora de tesis y brindarnos todo su apoyo y conocimientos profesionales sobre el tema tratado.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

INTRODUCCIÓN

El consumo de las distintas clases de bebidas alcohólicas ha sido de conocimiento en todas las épocas por diversos pueblos y culturas. Durante los últimos años, países de todo el mundo han experimentado un alarmante aumento en el consumo de este tipo de sustancias, que al ser consumidas pueden crear dependencia en sus víctimas pudiendo llevarlos incluso hasta la muerte debido a una intoxicación alcohólica, no es motivo de admiración el encontrar jóvenes e incluso niños que ingieren bebidas alcohólicas muchos de ellos acompañados de otras sustancias nocivas para la salud como es el caso de tabaco e incluso otro tipo de drogas, así mismo en la ingesta de alcohol no se diferencia sexo, raza, situación económica o estrato social ya que el consumo afecta de manera general a toda la sociedad.

El alcohol etílico por su mayor afinidad al Sistema Nervioso Central, provoca en la persona que lo ha ingerido un trastorno en el comportamiento de la misma así como también una alteración en su motricidad, por ello se le atribuye al alcohol etílico gran cantidad de accidentes, violencia intra y extra familiar e incluso denigración de la propia persona.

Si se sospecha de ingesta previa de alcohol al deceso, se recomienda realizar estudios toxicológicos que nos guíen a establecer la causa del fallecimiento por lo tanto este proyecto pretende encontrar alternativas de análisis toxicológicos en la valorización del grado de embriaguez en cadáveres, cuyas víctimas hayan ingerido bebidas alcohólicas previo a su deceso dando así un aporte científico de interés para la Medicina Legal. Con la comparación de los resultados en la determinación de alcohol etílico en ambas muestras trataremos de aportar con una herramienta útil para el análisis toxicológico, ya que el perito químico se encontrara con menos dificultades a la hora de la determinación de este compuesto químico, en las muestras biológicas disponibles, sangre y/o humor vítreo.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

CAPÍTULO I

GENERALIDADES

1.1 ANATOMÍA Y FISIOLOGÍA DEL OJO.

Las orbitas oculares están situadas en la mitad superior de la cara a ambos lados de la misma. Contienen en su interior todo el aparato óptico, es decir: el globo ocular, el nervio óptico, los músculos extraoculares, el aparato lagrimal, tejido adiposo, fascia y también los vasos y nervios que irrigan e inervan a estas estructuras.

Desde la etapa embrionaria se da la formación de la órbita ocular bajo dos procesos de osificación o producción ósea: endocondreal y membranosa. En un inicio la osificación endocondreal se constituye básicamente en cartílago que luego formara el hueso en sí, en cambio la osificación de origen membranoso se produce directamente desde el tejido conjuntivo.

Las paredes de la órbita se forman a partir de las células de la parte superior de la cresta neural. Al inicio del desarrollo la eminencia nasal se fusiona con la apófisis maxilar formando así las paredes interna, inferior y externa de las orbitas oculares.

Existen en total siete huesos que constituyen cada orbita, es decir forman parte de las cuatro paredes de cada orbita, estos son: maxilar, cigomático, frontal, etmoides, lagrimal, esfenoides y palatino.¹⁻²

Las paredes son el techo, el suelo orbitario, y las paredes orbitarias externa e interna.

¹ DRAKE Richard, VOLG Wayne, MITCHELL Adam, Anatomía para Estudiantes, Capítulo VIII, Paginas 830-831, Editorial Elsevier, 1º Edición, Madrid - España, 2007.

²KAUFMAN Paul, ALM Albert, Fisiología del Ojo: aplicación clínica, Capítulo I, Paginas 3-4, Editorial Elsevier, 10º Edición, Madrid – España, 2003.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Techo: Es conocida como la pared superior y se encuentra formado por la porción del hueso frontal y el hueso esfenoides. Esta lámina tiene la función de separar los contenidos orbitarios del cerebro de la fosa craneal anterior.

Pared Medial: Estas son paralelas entre si y están formadas por cuatro huesos: el maxilar, lagrimal, etmoides y esfenoides. En la unión entre el techo y la pared medial se pueden observar los agujeros etmoidales anterior y posterior por donde los vasos y nervios etmoidales abandonan la órbita.

Anterior al hueso etmoides se encuentra el pequeño hueso lagrimal, ambos forman el surco lagrimal el cual a su vez aloja el saco lagrimal.

Suelo: Conocida como la pared inferior, formado por la superficie orbitaria del maxilar y también de los huesos cigomático y palatino.

Pared Lateral: Esta última está integrada anteriormente por el hueso cigomático y posteriormente por el ala mayor del hueso esfenoides.

1.1.1 PARPADOS

Son dos el parpado superior e inferior los cuales son estructuras de disposición anterior que al estar cerrados protegen la superficie del globo ocular.

Cuando los parpados se encuentran abiertos el espacio que se forma entre estos es conocido como la hendidura palpebral. Los parpados están compuestos por varias capas distinguiéndolo en dirección antero posterior la piel, el tejido celular subcutáneo, la capa del músculo voluntario, el septo orbitario, el tarso y la conjuntiva. (Anexo 1).

El parpado superior posee unos músculos adicionales que son los que le dan la facilidad del movimiento.³

³ DRAKE Richard, VOLG Wayne, MITCHELL Adam, Anatomía para Estudiantes, Capítulo VIII, Paginas 830-831, Editorial Elsevier, 1º Edición, Madrid - España, 2007.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

La apertura del párpado se da gracias al músculo elevador del párpado superior, a los músculos retractores del párpado inferior y de los músculos lisos de Muller; el cierre en cambio se da gracias a la acción del músculo orbicular que rodea la hendidura palpebral.⁴

1.1.2 PIEL Y TEJIDO CELULAR SUBCUTÁNEO`

Los párpados están constituidos por una fina capa de piel y por una capa de tejido celular subcutáneo cuya función consiste en separar la piel de la capa del músculo voluntario.⁵

1.1.3 CONJUNTIVA

Tiene a su cargo dos funciones principales, proporcionar material mucinoso para la película lagrimal y proteger la superficie ocular de la presencia de patógenos.

La conjuntiva palpebral cubre la superficie interna de los párpados, mientras que la bulbar cubre la superficie del globo ocular. La conjuntiva presenta un epitelio de superficie y estroma de tejido conjuntivo que contiene células inmunitarias y presenta vascularización abundante. La reflexión de la conjuntiva en la unión de las porciones bulbar y palpebral constituye el fondo del saco conjuntival.⁶⁻⁷

1.1.4 APARATO LAGRIMAL

Gracias a él se da la producción de la secreción lagrimal de la superficie del globo ocular, así como también, está encargado del drenaje y secreción de la misma.

⁴ KAUFMAN Paul, ALM Albert, Fisiología del Ojo: aplicación clínica, Capítulo I, Páginas 3-4,18, Editorial Elsevier, 10° Edición, Madrid – España, 2003.

⁵ DRAKE Richard, VOLG Wayne, MITCHELL Adam, Anatomía para Estudiantes, Capítulo VIII, Páginas 831, Editorial Elsevier, 1° Edición, Madrid - España, 2007.

⁶ DRAKE Richard, VOLG Wayne, MITCHELL Adam, Anatomía para Estudiantes, Capítulo VIII, Página 833, Editorial Elsevier, 1° Edición, Madrid - España, 2007.

⁷ KAUFMAN Paul, ALM Albert, Fisiología del Ojo: aplicación clínica, Capítulo I, Página 24, Editorial Elsevier, 10° Edición, Madrid – España, 2003



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Mediante el parpadeo se produce la secreción continua y repartida en la superficie del globo ocular.

El aparato lagrimal se encuentra formado por: (Anexo 2)

- La glándula lagrimal con sus respectivos conductos.
- Los canaliculos lagrimales.
- El saco lagrimal.
- El conducto nasolagrimal.

1.1.5 GLOBO OCULAR

Órgano esférico que posee una zona que protruye, la cual se la conoce con el nombre de córnea, la cual se posiciona por delante de la cámara anterior y de manera posterior a esta en sentido anteroposterior se encuentra el iris con la pupila, seguido de la cámara posterior, el cristalino, el cuerpo vítreo y la retina. (Anexo 3)

Córnea: Es una cubierta transparente, que se encuentra formado por epitelio plano, estratificado y no queratinizado, que no presenta la propiedad secretora y que tiene un ancho de 5-7 células, estas células son de tres tipos, las más cercanas a la capa basal son aquellas que poseen la capacidad de realizar mitosis, luego de la división las células hijas se desplazan por toda la córnea, formando capas de células aladas, finalmente en la superficie corneal se encuentran las células escamosas, estas últimas sufren degeneración que da lugar al desprendimiento de las mismas dando lugar al recambio de epitelio.

Al ser la córnea una cubierta transparente, su función es la de permitir el paso de la luz hacia el interior del globo ocular.⁸⁻⁹

⁸DRAKE Richard, VOLG Wayne, MITCHELL Adam, Anatomía para Estudiantes, Capítulo VIII, Paginas 834, 850, 852, Editorial Elsevier, 1° Edición, Madrid - España, 2007.

⁹ KAUFMAN Paul, ALM Albert, Fisiología del Ojo: aplicación clínica, Capítulo IV, Pagina 47, Editorial Elsevier, 10° Edición, Madrid – España, 2003



UNIVERSIDAD DE CUENCA

La esclera en cambio es la parte blanca que posee gran irrigación e inervación en especial del nervio óptico, también se encuentran los músculos encargados de la motilidad ocular.

Cámara Anterior: Es el espacio limitado entre la córnea y el iris y se comunica con la cámara posterior a través de la pupila.

Iris: Es la parte coloreada del ojo y que posee en el centro de la misma una abertura la cual lleva el nombre de pupila. En el interior del iris se encuentran fibras de músculo liso los cuales tienen la función de controlar la abertura pupilar. Los músculos que producen la disminución de la abertura de la pupila están dispuestos de manera circular, mientras que la dilatación de la pupila se da gracias a las fibras musculares dispuestas de manera radial.

Cámara Posterior: Más pequeña que la cámara anterior, ambas cámaras están ocupadas por el humor acuoso el cual provee los nutrientes para la córnea y el cristalino, así como también es el encargado de mantener la presión intraocular.

Cristalino: Estructura biconvexa transparente, el cual depende del humor acuoso para recibir nutrientes ya que el cristalino después del desarrollo fetal no posee inervación ni irrigación sanguínea. La principal función del cristalino es la de mantener la transparencia para permitir el paso de la luz.¹⁰⁻¹¹

Humor vítreo: Sustancia transparente gelatinosa que se encuentra localizada en el cuerpo vítreo, la principal diferencia entre este y el humor acuoso es que el humor vítreo no puede ser sustituido. Más adelante profundizaremos más acerca del humor vítreo y sus características.¹²

Retina: Es una capa de tejido sensible a la luz localizada en la parte posterior interna del ojo. La retina convierte las imágenes que atraviesan el cristalino en

¹⁰DRAKE Richard, VOLG Wayne, MITCHELL Adam, Anatomía para Estudiantes, Capítulo VIII, Paginas 850, 852-853, Editorial Elsevier, 1° Edición, Madrid - España, 2007.

¹¹ BOBROW J, Cristalino y Cataratas, Capítulo I, Pagina 5, Editorial Elsevier, 11° Edición, Barcelona – España, 2009.

¹² DRAKE Richard, VOLG Wayne, MITCHELL Adam, Anatomía para Estudiantes, Capítulo VIII, Pagina 851, Editorial Elsevier, 1° Edición, Madrid - España, 2007.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

señales eléctricas enviadas al cerebro a través del nervio óptico. La retina posee una gran irrigación lo que le confiere un color rojizo.¹³

1.1.6 PAREDES DEL GLOBO OCULAR

Envuelven todos los componentes interiores.

- Capa fibrosa externa: Consta de la esclera y la córnea.
- Capa Vascolar intermedia: Consta de la coroides, cuerpo ciliar y el iris.
- Capa Interna: Consta de la retina.

1.1.7 NERVIÓ ÓPTICO

Es la división más pequeña del nervio trigémino, El nervio óptico transmite las imágenes obtenidas al cerebro desde la retina y posee alrededor de 1.5 millones de axones.¹⁴⁻¹⁵

1.2 HUMOR VÍTREO

En cuanto a su estructura, el humor vítreo es una sustancia viscosa y transparente que llena el globo ocular en la parte posterior a la lente, y anteriormente se localiza una cavidad llamada fosa hialoidea, el humor vítreo se encuentra adherido a la retina. El cuerpo vítreo está conformado de dos porciones, la central o núcleo y la porción externa. Formado por fibras de colágeno que en la base del cuerpo vítreo presentan un aspecto más denso que en el resto del cuerpo vítreo y posee una membrana que bordea el cuerpo vítreo y se forma por la condensación de la capas periféricas, esta membrana se la conoce con el nombre de membrana vítrea o

¹³ Retina. Google. [Citado el: 22 de febrero del 2011], disponible en: <http://www.nlm.nih.gov/medlineplus/spanish/ency/article/002291.htm>

¹⁴ DRAKE Richard, VOLG Wayne, MITCHELL Adam, Anatomía para Estudiantes, Capítulo VIII, Paginas 847, 851, Editorial Elsevier, 1º Edición, Madrid - España, 2007.

¹⁵ LU Luis, MIRANDA Mauricio, Anatomía del Nervio Óptico, Revista Cibernética de Oftalmología, 2004.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

membrana hialoidea. Se puede observar también un conducto hialoideo que atraviesa el cuerpo vítreo de la parte posterior hacia la anterior. En el humor vítreo las fibras de colágeno se arquean en dirección posterior, las moléculas de agua y de ácido hialurónico ayudan a mantener la fibras de colágeno separadas formando así el material de relleno. El vítreo se encuentra unido a la base del mismo, a la retina, al nervio óptico y a la mácula.¹⁶⁻¹⁷

A los 2 años de edad aproximadamente comienza un proceso de licuefacción que con el tiempo se pueden observar un aumento de estos bolsillos de licuefacción creando la sensación de puntos negros, así como también se va produciendo un desgaste paulatino del humor vítreo causado principalmente por la disminución de la densidad de las fibras de colágeno y acción también de radicales libres.¹⁸⁻¹⁹

El humor vítreo del adulto no posee irrigación sanguínea, sin embargo puede presentarse opaco debido a hemorragias producto de traumatismos o proveniente de la vascularización de la retina. En la mayoría de los casos las hemorragias se remiten de manera espontánea, sin embargo en presencia de patologías del globo ocular en especial de la retina los componentes de la sangre pueden producir una retracción de las fibrillas presentes en el humor vítreo.²⁰⁻²¹

Existe un procedimiento quirúrgico que permite la extracción del humor vítreo y se lo conoce con el nombre de vitrectomía, este se utiliza en caso de traumatismos en los cuales lo que se busca es evitar la retracción de las fibrillas del humor vítreo,

¹⁶ ROUVIERE Henri, DELMAS André, DELMAS Vincent, Anatomía Humana: descriptiva, topográfica y funcional, Pagina 382, Editorial Elsevier, 11° Edición, Barcelona – España, 2005.

¹⁷ REGILLO C, Retina y Vítreo, Capítulo I, Pagina 7, Editorial Elsevier, 1° Edición, Barcelona – España, 2009.

¹⁸ REGILLO C, Retina y Vítreo, Capítulo I, Pagina 7, Editorial Elsevier, 1° Edición, Barcelona – España, 2009.

¹⁹ KUMAR Vinay, ABBAS Abul, FAUSTO Nelson, Patología Estructural y Funcional, Capitulo XXIX, Pagina 1440, Editorial Elsevier, 7° Edición, Madrid – España, 2005.

²⁰ KUMAR Vinay, ABBAS Abul, FAUSTO Nelson, Patología Estructural y Funcional, Capitulo XXIX, Pagina 1440, Editorial Elsevier, 7° Edición, Madrid – España, 2005.

²¹ PULIDO José, Retina, coroides y vítreo, Capítulo III, Pagina 23, Editorial Elsevier, 1° Edición, Madrid – España, 2003.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

además en hemorragias derivadas a diabetes mellitus puede tratarse las patologías de la retina previo a la eliminación del vítreo.²²

Por efecto de la edad se puede producir un desprendimiento de la retina en la cara posterior del humor vítreo, la cual se puede darse con o sin desgarro de la retina, el desprendimiento suele producirse debido al colapso estructural del humor vítreo, ejerciendo así una fuerza que separa los puntos de adherencia entre el humor vítreo y la retina. La cronicidad del desprendimiento puede conducir a la pérdida de segmentos externos foto receptores y presencia de micro quistes. (Anexo 4).²³

1.2.1 COMPOSICIÓN QUÍMICA

Compuesto básicamente de agua y en menor proporción se encuentra albumina, cloruros, lactato y sosa. Tiene una densidad de 1.0053g/cm³. El vítreo ocupa aproximadamente el 80% del ojo y tiene también presencia de fibras de colágeno y ácido hialurónico. (Cuadro 1.1)²⁴

Cuadro 1.1: Composición del Humor Vítreo

COMPOSICION	PORCENTAJE
Agua	98.40
Albúmina	0.16
Cloruros y Lactatos	1.42
Sosa	0.02

²² PULIDO José, Retina, coroides y vítreo, Capítulo III, Pagina 23, Editorial Elsevier, 1° Edición, Madrid – España, 2003.

²³ KUMAR Vinay, ABBAS Abul, FAUSTO Nelson, Patología Estructural y Funcional, Capitulo XXIX, Pagina 1440 - 1441, Editorial Elsevier, 7° Edición, Madrid – España, 2005.

²⁴ REGILLO C, Retina y Vítreo, Capítulo I, Pagina 7, Editorial Elsevier, 1° Edición, Barcelona – España, 2009.



1.2.2 FUNCIÓN

Representa la porción más amplia del ojo y su principal función es proveer la forma del globo ocular, así como también brinda nutrición al cristalino y a la retina, y trabaja también como amortiguador de golpes que pudiera sufrir el globo ocular.²⁵⁻²⁶

El humor vítreo también posee una fuerza refringente que es similar a la del cristalino y humor acuoso por lo que la luz que ingresa a los ojos penetra en el vítreo después de pasar por el cristalino, sin presentar un cambio significativo en el haz de luz. El humor vítreo también brinda a la retina extensión para que se pueda producir la dilatación.²⁷

1.2.3 HUMOR VÍTREO EN ANÁLISIS TOXICOLÓGICOS

Es habitual utilizar la sangre como muestra principal dentro del análisis post mortem, pero en general la sangre puede plantear muchos problemas, en especial la que llega al ventrículo derecho por la vena cava puede encontrarse contaminada debido a fenómenos que se producen al momento de la muerte, por la autólisis en el páncreas y por difusión del contenido gástrico.

Al momento de la agonía, debido a la hipoxia que se produce se libera adrenalina y noradrenalina, las mismas que intervienen en el metabolismo de los carbohidratos y fosfolípidos, modificando este proceso.

Debido a que la sangre presenta estos inconvenientes se ha propuesto encontrar otras opciones de análisis y lo que se buscaba es principalmente muestras de lugares cerrados donde no se pueda producir una contaminación después de la muerte, es decir que no se encuentre al alcance de la circulación general.

Por tanto se considera al humor vítreo como una muestra accesible, se puede recolectar de 4 a 5ml entre ambos ojos, cantidad que resulta suficiente para la

²⁵ PEREZ Gustavo, Anatomía del Ojo, Oftalmología, Barcelona – España, 2011.

²⁶ QUIROZ Francis, Fisiología Ocular, Oftalmología, Lima – Perú, 2008.

²⁷ El ojo humano. Google. [Citado el: 22 de febrero del 2011], disponible en: http://www.tayabeixo.org/que_obs/ojo.htm



mayoría de análisis, no se recomienda la recolección del humor vítreo en casos donde uno o ambos ojos presenten alguna patología, sin embargo en globos oculares sanos no suele haber diferencia en los resultados obtenidos, solo en el caso de recolección errónea donde se da el desprendimiento de la retina, el resultado puede variar.²⁸

1.3 TEJIDO SANGUÍNEO

1.3.1 GENERALIDADES DE LA SANGRE

La sangre es un tejido conjuntivo de consistencia líquida, formado básicamente por un compuesto extracelular en el cual se encuentran suspendidas las células, en un adulto normal se encuentran alrededor de 6 litros los cuales circulan constantemente a través del aparato cardiovascular que es accionado por el corazón el cual permite que la sangre llegue a todos los órganos y tejidos del cuerpo.

Las principales funciones de la sangre son el transporte de nutrientes (oxígeno) y de desechos (dióxido de carbono). Se encarga de la distribución de sustancias necesarias en las células para su correcto funcionamiento, ayuda a mantener la temperatura corporal, y también protege al cuerpo de agentes extraños o patógenos ya que en la sangre también circula agentes humorales.

1.3.2 COMPOSICIÓN SANGUÍNEA

La sangre está formada por un compuesto extracelular llamado plasma que es el que le confiere la fluidez a la sangre, el cual a su vez está conformado por proteínas principalmente albúmina globulinas y fibrinógeno; y las células que están suspendidas en el plasma, el mismo que posee alrededor del 90% de agua en la

²⁸ VILLANUEVA E, Medicina legal y toxicología, Capítulo XVII, Pagina 202, Editorial Masson, 6° Edición, Barcelona – España, 2005.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

cual se disuelven una gran cantidad de solutos, entre estos tenemos: proteínas, electrolitos, nutrientes e incluso material de desecho. (Cuadro 1.2)

Cuadro 1.2: Composición del plasma sanguíneo

Componente	%
Agua	91-92
Proteínas (albumina, globulinas, fibrinógeno)	7-8
Otros Solutos:	1-2
<ul style="list-style-type: none">• Electrolitos (Na^+, K^+, Ca^{2+}, Mg^{2+}, Cl^-, HCO_3^-, PO_4^{3-}, SO_4^{2-})• Sustancias nitrogenadas no proteínicas (urea, ácido úrico, creatina, sales de amonio)• Sustancias nutritivas (glucosa, lípidos, aminoácidos)• Gases sanguíneos (oxígeno, dióxido de carbono, nitrógeno)• Sustancias reguladoras (hormonas, enzimas)	

- La albúmina es la que se encuentra en mayor proporción, alrededor de la mitad de las proteínas plasmáticas son albúmina, la principal función de la albúmina es de ejercer un gradiente de concentración entre la sangre y el líquido hístico, esto va a ayudar a mantener una correcta proporción entre la sangre y el líquido hístico. La albúmina también puede transportar metabolitos, fármacos y hormonas.
- Las globulinas comprenden dos grupos, aquellas que intervienen en el sistema inmunitario llamadas inmunoglobulinas que son las γ - globulinas, se los conoce también como anticuerpos los cuales son secretados por los plasmocitos; y un segundo grupo, las α -globulinas y β -globulinas que no actúan como globulinas inmunitarias, es sintetizado en el hígado, son proteínas transportadoras y también mantienen la presión osmótica.



- El fibrinógeno, que también es sintetizado en el hígado, interviene como uno de los factores coagulación transformándose en fibrina la cual va a formar una red insoluble en el sitio de la lesión.

1.3.2.1 Células Sanguíneas: (Cuadro 1.3)^{29- 30}

Cuadro 1.3: Elementos figurados de la sangre

Elementos figurados	Células/litro		
	Varones	Mujeres	%
Eritrocitos	4,6-5,8 x 10 ¹²	4,2-5,0 x 10 ¹²	
Leucocitos	5,0-8,0 x10 ⁹	5,0-8,0 x10 ⁹	100
• Neutrófilos	0,9-2,9 x10 ⁹	0,9-2,9 x10 ⁹	25,7-27,6
• Monocitos	0,3-0,9 x10 ⁹	0,3-0,9 x10 ⁹	8,6
• Eosinófilos	1,7-7,0 x10 ⁹	1,7-7,0 x10 ⁹	48,6-66,7
• Basófilos	0,05-0,5	0,05-0,5	1,4 -

²⁹ ZAMORA Zulma, Apuntes de Hematología, Universidad de Cuenca.

³⁰ROSS Michael, PAWLINA Wojciech, Histología, Capitulo X, Paginas 268 – 284, Editorial Panamericana, 5° Edición, Madrid – España, 2007.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

	$\times 10^9$	$\times 10^9$	4,8
• asófilos	0-0,03 $\times 10^9$	0- 0,03 $\times 10^9$	0- 0,3
Trombocitos (plaquetas)	150- 500 $\times 10^9$	150- 500 $\times 10^9$	

Eritrocitos o glóbulos rojos: Son células que carecen de núcleo, su forma asemeja la de un disco bicóncavo, su principal función es la del transporte de oxígeno y de dióxido de carbono, unidos a una proteína llamada hemoglobina. Los eritrocitos permanecen en el torrente sanguíneo por aproximadamente 120 días, el eritrocito está formado básicamente de hemoglobina en un 90% y agua en un 10%.

Los hematíes son células muy flexibles propiedad que les brinda la capacidad de llegar incluso los vasos sanguíneos de menor tamaño. (Anexo 5)

Leucocitos o glóbulos blancos: A los leucocitos de los puede clasificar en dos grupos, aquellos que presentan unos gránulos en el citoplasma que se los conoce como granulocitos (neutrófilos, eosinófilos y basófilos) y aquellos que carecen de estos gránulos que se los llama agranulocitos (linfocitos y monocitos).

- **Neutrófilos:** Se encuentran en mayor cantidad que el resto de leucocitos, posee un núcleo con gran cantidad de lobulaciones, tiene un diámetro de 10-12 μm y son células con gran motilidad por esta razón son las primeras en llegar en caso de lesiones, donde actúan como fagocitos, la reunión de bacterias y neutrófilos muertos se conoce con el nombre de pus que es un líquido espeso y amarillento.

Los neutrófilos poseen en su estructura tres tipos de gránulos:

Gránulos azurófilos: O primarios, gránulos de gran tamaño, contienen mieloperoxidasa que interviene en la producción de bactericidas como hipoclorito y



UNIVERSIDAD DE CUENCA

cloraminas. Estos gránulos también contienen defensinas que actúan como anticuerpos.

Gránulos específicos: O secundarios, casi invisibles al microscopio y son los más abundantes, su importancia está en las enzimas que se encuentran en estos gránulos como colagenasa tipo IV, fosfolipasas, activadores del complemento y lisozimas.

Gránulos terciarios: Contienen fosfatasas y metaloproteinasas.

- **Eosinófilos:** Poseen un núcleo bilobulado, y con tamaño similar a los neutrófilos, la cromatina se encuentra en el núcleo y la heterocromatina esta compactada junto al núcleo. A diferencia de los neutrófilos los eosinófilos poseen dos tipos de gránulos:

Gránulos específicos: Contiene cuatro tipos de proteínas, una proteína que contiene arginina que es la proteína básica mayor, la proteína catiónica, la peroxidasa y por último la proteína neurotoxina.

Gránulos azurófilos: Contienen hidrolasas y enzimas hidrolíticas que intervienen en casos de parasitosis.

- **Basófilos:** Son los menos abundantes, de tamaño similar a los neutrófilos, poseen un núcleo lobulado la mayoría de las veces oculto por los gránulos que presenta. Contiene dos tipos de gránulos:

Gránulos específicos: Estos gránulos contienen sustancias como la heparina, histamina y leucotrienos.

Gránulos inespecíficos (azurófilos): Contienen las hidrolasas similares a los demás leucocitos.

- **Linfocitos:** Desde el punto de vista funcional hay tres tipos de linfocitos: Linfocitos T, Linfocitos B y Linfocitos NK. Conocidas también como las células inmunitarias, los linfocitos pueden ser de diferentes tamaños, los linfocitos grandes que presentan receptores especiales los cuales se unen específicamente con un antígeno, llamadas también células NK, los linfocitos



UNIVERSIDAD DE CUENCA

medianos y pequeños que son los más comunes, se los observa con un núcleo hipercromático y en el núcleo un reborde de color azul pálido.

- **Monocitos:** Células fagocitarias, son los precursores de las células fagocíticas, son los leucocitos más grandes poseen un núcleo con una escotadura, en su citoplasma, a pesar de estar dentro de la clasificación de los agranulocitos, presenta gránulos azurófilos. Son células presentadoras de antígenos, en el sitio de la inflamación donde actúa como macrófago fagocitando las bacterias.

Trombocitos o plaquetas:“Las plaquetas son pequeños fragmentos citoplasmáticos limitados por membrana y anucleados que provienen de los megacariocitos”. La plaquetas de encargan de reparar el tejido lesionado mediante la formación del coagulo, debido a que detienen la hemorragia. ³¹

1.4 ALCOHOLES

1.4.1 INTRODUCCION

Los alcoholes son un grupo de compuestos que poseen un grupo hidroxilo, -OH, unido con un enlace covalente a una cadena carbonada.

En el laboratorio los alcoholes son quizá el grupo de compuestos más empleados como reactivos en síntesis. ³²

³¹ ROSS Michael, PAWLINA Wojciech, Histología, Capitulo X, Paginas 268 – 284, Editorial Panamericana, 5° Edición, Madrid – España, 2007.

³² CARDENAS, Fidel, GELVEZ, Carlos, Química y Ambiente 2, paginas 154, Editorial Mc Graw Hill, Segunda Edición, Santa Fe de Bogotá, 1999.

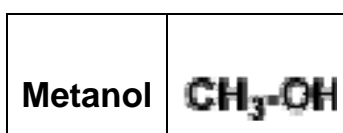
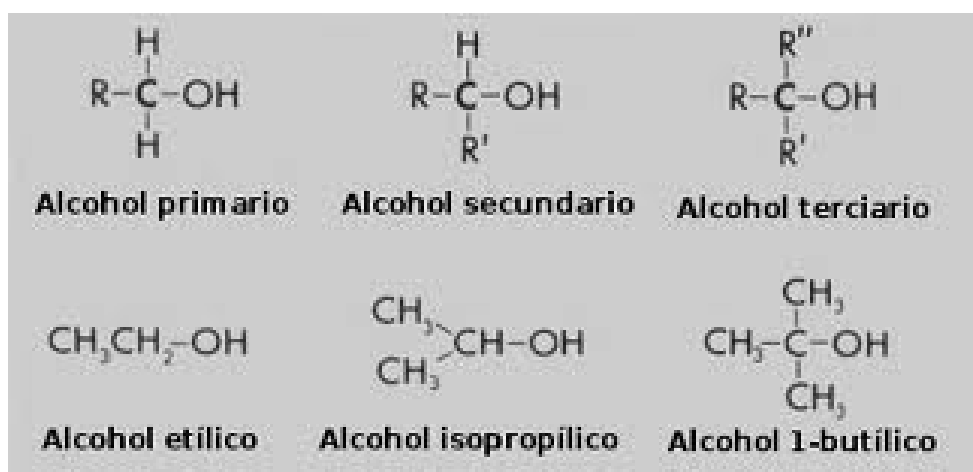


1.4.2 CLASIFICACION

Se clasifican según el tipo de carbono al cual está unido el grupo hidroxilo en la cadena: (Cuadro 1.4)

- Alcoholes primarios.
- Alcoholes secundarios.
- Alcoholes terciarios.

Cuadro 1.4: Clasificación de los alcoholes



Los alcoholes también pueden ser cíclicos, como el ciclo hexano y aromáticos como el alcohol bencílico.³³

1.4.3 PROPIEDADES FISICAS

Los alcoholes son líquidos incoloros de baja masa molecular y de olor característico.

Las propiedades físicas de los alcoholes de la mayoría dependen de los enlaces de hidrogeno formados por los grupos hidroxilos, que aumentan las atracciones

³³ ORTEGA Ellery, Propiedades generales y químicas de los alcoholes, 63 Thorne, St. Patchogue, NY 11772,pdf



UNIVERSIDAD DE CUENCA

intermoleculares dando como resultado: el metanol es un alcohol líquido mientras que el 1-dodecanol es un sólido.

Los alcoholes tienen una forma geométrica semejante a la del agua, es decir, angular, con un ángulo de enlace R-O-H de 109.5° .

El punto de ebullición de los alcoholes aumenta a medida que aumenta el peso molecular, de la misma manera sucede con la solubilidad en agua, aumenta el peso molecular disminuye la solubilidad.

Las moléculas de alcohol se asocian por enlaces de hidrogeno y por eso tienen puntos de ebullición más altos que los hidrocarburos correspondientes, la introducción de otros grupos hidroxilo aumenta el punto de ebullición y favorece la solubilidad en agua.

1.4.4 PROPIEDADES QUIMICAS

Los alcoholes producen un gran número de reacciones, estas reacciones son la formación de sales, la esterificación, la eterificación y la oxidación. En las reacciones de los alcoholes se pueden romper las uniones O – H y C – H.

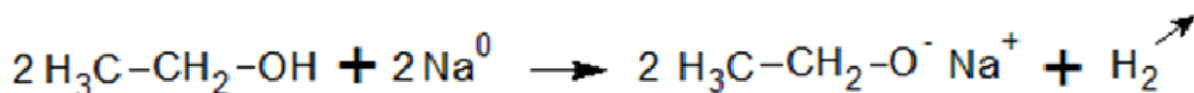
1.4.4.1 REACCIONES CON RUPTURA DEL ENLACE O – H

A. Formación de sales

Formación de alcoholatos: Reaccionan con los metales alcalinos como el Li, Na, K y aún con los alcalino-térreos como el Ca. El hidrógeno del hidroxilo es reemplazado por el metal desprendiéndose en estado gaseoso.³⁴⁻³⁵

³⁴ MONTROYA Rafael, Química orgánica moderna, Capitulo XI, Paginas 336 – 350, Editorial Bedout S.A, 1ª Edición, Antioquia – Colombia, 1980.

³⁵ CARDENAS, Fidel, GELVEZ, Carlos, Química y Ambiente 2, paginas 158 - 164, Editorial Mc Graw Hill, Segunda Edición, Santa Fe de Bogotá, 1999.

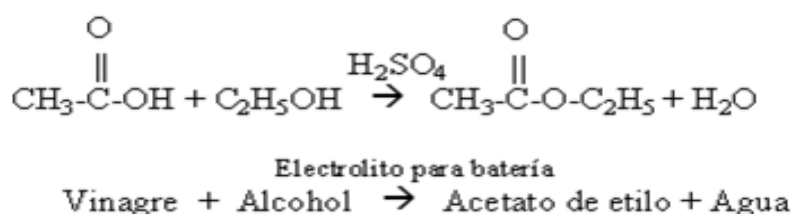


La sustancia que se forma es un **alcóxido o alcoholato** que en este caso se denomina **etanolato o etóxido de sodio**.

Los alcoholes secundarios reaccionan con sodio, algo más lentamente que un alcohol primario, y los alcoholes terciarios más lentamente que los secundarios. Los alcóxidos se usan como catalizadores básicos en reacciones orgánicas. Los alcoholes son ácidos más débiles que el agua, y por eso no reaccionan con las bases.³⁶⁻³⁷

B. Formación de esteres

Esteres de ácidos orgánicos: Cuando se calienta un alcohol con un ácido se obtiene un éster. La reacción se puede catalizar por la adición de una pequeña cantidad de ácido sulfúrico, esta reacción se conoce como esterificación.³⁸⁻³⁹⁻⁴⁰⁻⁴¹



³⁶ MONTOYA Rafael, Química orgánica moderna, Capitulo XI, Paginas 336 – 350, Editorial Bedout S.A, 1ª Edición, Antioquia – Colombia, 1980.

³⁷ CARDENAS, Fidel, GELVEZ, Carlos, Química y Ambiente 2, paginas 158 - 164, Editorial Mc Graw Hill, Segunda Edición, Santa Fe de Bogotá, 1999.

³⁸ CARDENAS, Fidel, GELVEZ, Carlos, Química y Ambiente 2, paginas 158 - 164, Editorial Mc Graw Hill, Segunda Edición, Santa Fe de Bogotá, 1999.

³⁹ MONTOYA Rafael, Química orgánica moderna, Capitulo XI, Paginas 336 – 350, Editorial Bedout S.A, 1ª Edición, Antioquia – Colombia, 1980.

⁴⁰ Alcoholes. Google. [Citado el: 13 de enero del 2011], disponible en: <http://www.textoscientificos.com/química/alcoholes/>

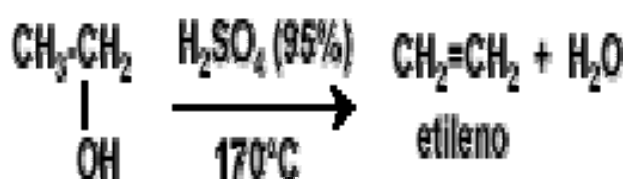
⁴¹ ALBA Raúl, Esterificación – Química Orgánica, México, 2011



1.4.4.2 REACCIONES CON RUPTURA DE ENLACE C – OH

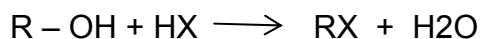
A. Deshidratación

La deshidratación de los alcoholes se considera una reacción de eliminación, donde el alcohol pierde su grupo –OH para dar origen a un alqueno. Aquí se pone de manifiesto el carácter básico de los alcoholes. La reacción ocurre en presencia de ácido sulfúrico (H₂SO₄) en presencia de calor.



B. Formación de halogenuros de alquilo

Los alcoholes reaccionan con los halogenuros de hidrogeno y con los halogenuros de fosforo para dar halogenuros de alquilo.



Ejemplo:



1-propanol

1-cloropropanol

1.4.4.3 OXIDACION

La oxidación de los alcoholes da diferentes productos, que dependen de la naturaleza del alcohol y de las condiciones de la reacción.

- A. Los alcoholes primarios se oxidan a aldehídos y luego a ácidos carboxílicos.
- B. Los alcoholes secundarios se oxidan dando cetonas.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

C. Los terciarios no se oxidan en las mismas condiciones que se oxidan los primarios y secundarios.^{42- 43 - 44 -45}

1.4.5 FUENTES Y USOS DE LOS ALCOHOLES

En la naturaleza los alcoholes se encuentran libres en pequeñas cantidades, pero unidos a otros grupos funcionales se encuentran formando los carbohidratos y los lípidos.

Muchos alcoholes pueden ser creados por fermentación de frutas o granos con levadura, pero solamente el etanol es producido comercialmente de esta manera.

En el caso de otros alcoholes son producidos como derivados sintéticos del gas natural o del petróleo.

Los alcoholes son utilizados en su gran parte en la industria y en la ciencia como disolventes y combustibles. Los alcoholes también sirven frecuentemente como versátiles intermediarios en la síntesis orgánica.

El etanol y el metanol pueden hacer combustiones de una manera más limpia que la gasolina o el gasoil. Por su baja toxicidad y disponibilidad para disolver sustancias no polares, el etanol es utilizado frecuentemente como disolvente en fármacos, perfumes y en esencias vitales como la vainilla.⁴⁶

1.5. ETANOL

El alcohol etílico no solo es el producto químico orgánico sintético más antiguo empleado por el hombre, sino es uno de los más importantes. Su uso más común es

⁴² CARDENAS, Fidel, GELVEZ, Carlos, Química y Ambiente 2, paginas 158 - 164, Editorial Mc Graw Hill,

Segunda Edición, Santa Fe de Bogotá, 1999.

⁴³ MONTOYA Rafael, Química orgánica moderna, Capitulo XI, Paginas 336 – 350, Editorial Bedout S.A, 1^o Edición, Antioquia – Colombia, 1980.

⁴⁴ Alcoholes. Google. [Citado el: 13 de enero del 2011], disponible en:<http://www.textoscientificos.com/química/alcoholes/>

⁴⁵ ALBA Raúl, Esterificación – Química Orgánica, México, 2011

⁴⁶ MONTOYA Rafael, Química orgánica moderna, Capitulo XI, Paginas 357, Editorial Bedout S.A, 1^o Edición, Antioquia – Colombia, 1980.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

el industrial, doméstico y medicinal. Es materia prima para muchas síntesis, es el alcohol de las bebidas alcohólicas, para este fin se prepara por fermentación de azúcar la cual está formando parte de muchas fuentes vegetales.

La palabra etanol proviene del árabe formada por el artículo al y gochi o kohl (lo sutil, lo suave) con que se designa un polvo cosmético de antimonio y galena o negro de humo usado por las mujeres para pintarse los párpados.⁴⁷

1.5.1 CARACTERÍSTICAS FISICO-QUÍMICAS

El etanol es un líquido muy volátil, transparente, de olor característico y de sabor quemante. Es miscible en el agua y muy soluble en disolventes orgánicos.

1.5.2 CLASES DE BEBIDAS ALCOHÓLICAS

La Unión Vitivinícola Internacional clasifica a las bebidas alcohólicas de la siguiente manera:

- Mosto: el líquido que se obtiene del prensado de uvas antes de que inicie el proceso de fermentación.
- Mistela: es el producto de la adición de alcohol al mosto de uva para inhibir la fermentación.
- Vinos: son el resultado de la fermentación natural del mosto. Existen vinos generosos los cuales tienen un 15 al 23% de alcohol.
Vinos espumosos: son aquellos que al descorchar la botella desprende burbujas de anhídrido carbónico.
- Sidra: se obtiene por fermentación del jugo de manzana.
- Cerveza: es fabricada por la fermentación de un macerado de granos.
- Aguardientes: llamadas también bebidas espirituosas. Tienen una graduación inferior del 80%.

⁴⁷ REPETTO Manuel, Toxicología Avanzada, Capítulo XI, Página 425, Editorial Días de Santo S.A, Madrid – España, 1995.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

- Brandy: procede del destilado de vinos de Jerez, el destilado se envejece en barriles de roble.
- Whisky: es un destilado de los macerados de trigo, cebada, centeno, arroz y maíz.
- Vodka: el producto de la destilación es tratado con carbón de leña.⁴⁸

1.5.3 TOXICIDAD

1.5.3.1 TÓXICOCINÉTICA

- **Absorción**

Por su estructura química el alcohol etílico es más hidrosoluble que liposoluble, por lo que su absorción a través de las membranas biológicas y difusión por la sangre es rápida y con tropismo hacia el sistema nervioso.

El alcohol es absorbido principalmente por vía oral, la misma que es rápida por el torrente sanguíneo que posee esta vía, se sabe que más de la mitad de alcohol ingerido se absorbe en la primera media hora y el resto de alcohol ingerido se absorbe en unas tres horas.

La absorción por la mucosa bucal es pequeña, del estómago a la sangre puede pasar un 20 a 30% y la mayor absorción del alcohol etílico se da en el intestino en un porcentaje del 80%. Todo el alcohol que se ingiere es absorbido, no encontrándose nada del mismo en las heces.

Los factores que condicionan la velocidad de absorción son de dos órdenes: los que modifican la evacuación gástrica y los que modifican la velocidad de difusión.

Los procesos que permiten que la evacuación gástrica sea mucho más rápida favorecen la absorción, estos pueden ser las gastrectomías, ciertas gastritis, dispepsias hiperesténicas, etc.

⁴⁸ REPETTO Manuel, Toxicología Avanzada, Capitulo XI, Pagina 426 - 428, Editorial Días de Santo S.A, Madrid – España, 1995.



Un factor importante es si el estómago se encuentra vacío o con alimentos, de esta manera si el estómago está vacío la absorción es mayor, ya que hay mayor superficie de mucosa gástrica disponible, por el contrario si en el estómago existe alimentos la absorción se retrasa. Los alimentos grasos aceleran el vaciado gástrico y favorecen la absorción del alcohol en el intestino delgado, en cambio, las comidas con alto contenido en proteínas o hidratos de carbono retrasan el vaciado y disminuyen la absorción.

El grado alcohólico, y por ende, la concentración de alcohol favorecen la absorción, las bebidas de mayor concentración se absorben más rápidamente que las bebidas de menor grado alcohólico. El valor máximo de difusión se alcanza con bebidas que tienen alrededor del 20% de alcohol.

Otro factor que modifica la absorción del alcohol etílico es el grosor de la membrana, siendo así, la velocidad es inversamente proporcional al grosor de la membrana.

Se han descritos pocos casos de absorción por vía inhalatoria, sin embargo esta se puede presentar como intoxicaciones de origen profesional, el alcohol puede penetrar fácilmente por vía pulmonar y atravesar la membrana alveolo/capilar por difusión.

Por piel la absorción se podría decir que es nula, podría existir el caso de friegas de alcohol en extensas superficies en los niños.⁴⁹⁻⁵⁰

- **Metabolismo**

Se efectúa principalmente en el hígado que interviene en la oxidación del 80-90% del mismo. Es metabolizado primero por una oxidación a acetaldehído y luego a acetato, estas reacciones se producen en el hígado por tres vías enzimáticas:

⁴⁹ REPETTO Manuel, Toxicología Avanzada, Capitulo XI, Pagina 428 - 431, Editorial Días de Santo S.A, Madrid – España, 1995.

⁵⁰ VILLANUEVA E, Medicina legal y toxicología, Capítulo LXIII, Pagina 882, Editorial Masson, 6° Edición, Barcelona – España, 2005.



- a. La Deshidrogenasa del alcohol (ADH).
- b. El sistema etanol oxidasa.
- c. La Catalasa.

Primera fase

1. **Vía de la ADH:** La oxidación a acetaldehído se da con preferencia en la mitocondria del hepatocito que es catalizada por la enzima alcohol – deshidrogenasa. La ADH separa dos átomos de hidrogeno por molécula de etanol, mediante la reducción del cofactor nicotinamida (NAD), liberándose los equivalentes reductores (NADH y H). La mucosa gastrointestinal, el riñón y musculo participan en el metabolismo del etanol en un 20% de la dosis.
2. **Vía del S.M.E.O (Sistema microsómico etanol oxidante):** Este sistema está formado por las oxidasas de función mixta (MFO), que utiliza como cofactor el fosfato de nicotinamida-adenin-di nucleótido (NADP), aquí también participa el citocromo P-450
3. **Vía de las catalasas:** Actúan como enzimas alcohol deshidrogenasas inespecíficas porque también oxidan a otras sustancias.

Segunda fase

El acetaldehído puede catabolizarse siguiendo dos caminos:

1. **Oxidación del acetaldehído a acetato mediante dos enzimas:**
 - a) **Deshidrogenasas:** acetaldehidrogenasa, ADLH
Estas enzimas son inespecíficas y son NAD-dependientes.
 - b) **Oxidasas:** xantinoxidasa, aldehidohidroxidasa, formadores de agua oxigenada.

El acetato formado se transforma en CO₂ por el ciclo de Krebs, o participan en la síntesis de ácidos grasos, de esteroides o de cuerpos cetónicos.



2. Vía de las liasas: condensan al acetaldehído con otros productos dando lugar a diferentes catabolitos. (Anexo 6) ^{51- 52 - 53}

- **Distribución**

El alcohol se difunde rápidamente a través de la sangre a todos los tejidos del organismo, a los cuales impregna en proporción a su contenido en agua, esto explica las diferencias que aparecen con la edad y entre el hombre y la mujer, ya que esta posee mayor cantidad de grasa. Durante el periodo de distribución la concentración de alcohol es más alta en la sangre arterial que en la venosa, favoreciendo esto la llegada rápida al cerebro, luego de esto se da una redistribución donde las concentraciones de alcohol es más alta en la sangre venosa que en la arterial, ya que hay el paso del alcohol desde los compartimientos periféricos al central. ^{54- 55}

- **Excreción**

El alcohol al llegar a la sangre empieza ya su eliminación, principalmente a través de su metabolismo en el hígado, por esta razón su cinética es muy diferente de los compuestos que se eliminan por la orina.

1. Eliminación pulmonar

Solo el 2 – 3% se elimina por esta vía gracias a la volatilidad que posee el etanol, desde el punto de vista analítico y judicial es de gran importancia ya que los métodos de análisis se basan en este principio de eliminación pulmonar del alcohol.

⁵¹ REPETTO Manuel, Toxicología Avanzada, Capitulo XI, Pagina 439 - 443, Editorial Días de Santo S.A, Madrid – España, 1995.

⁵² VILLANUEVA E, Medicina legal y toxicología, Capítulo LXIII, Pagina 882, Editorial Masson, 6° Edición, Barcelona – España, 2005.

⁵³ ASTOLFI Emilio, Toxicología de Pregrado, Capítulo III, Pagina 96, Editorial Talleres Gráficos de la prensa Medica Argentina S.R.L, Buenos Aires – Argentina, 1982.

⁵⁴ REPETTO Manuel, Toxicología Avanzada, Capitulo XI, Pagina 439 - 443, Editorial Días de Santo S.A, Madrid – España, 1995.

⁵⁵ VILLANUEVA E, Medicina legal y toxicología, Capítulo LXIII, Pagina 882, Editorial Masson, 6° Edición, Barcelona – España, 2005.



2. Eliminación urinaria

Al alcohol en el riñón no es reabsorbido. La concentración de alcohol en la orina depende de la alcoholemia aunque esta última está en cambio continuo, la correlación de alcoholemia/alcoholuria es inferior a 1.

3. Eliminación por la saliva

El alcohol eliminado por la saliva es ínfimo, pero debido a la gran cantidad de excreción de la saliva tiene el mismo interés analítico que la orina.

4. Eliminación por la leche

El alcohol si es eliminado por la leche materna, por lo que debe ser de cuidado para las madres que están dando de lactar a sus hijos.

1.5.3.2 TOXODINAMIA

El etanol no es una sustancia de elevada toxicidad, mediante la clasificación de Gosselin es una sustancia débilmente tóxica pero su consumo crónico puede provocar daños considerables en el organismo; en concentraciones suficientes este actúa como precipitante de proteínas, cáustico, además por su liposolubilidad actúa con las membranas neuronales.

Como su toxicidad es relativamente escasa, el rango de acción como embriagante es amplio, con las siguientes características dando un periodo de excitación suficiente para que se emplee como sustancia de abuso. La exposición crónica al alcohol produce lesiones orgánicas tanto por la acción química del alcohol y del acetaldehído provocando efectos dañinos al metabolismo, principalmente al hígado alterando significativamente al ciclo de Krebs.



1.5.3.3 DOSIS TÓXICAS

Las dosis tóxicas del alcohol etílico son variables con las características y circunstancias individuales y sobre todo con el acostumbramiento del sujeto.

Se calcula que la dosis tóxica está entre 5-8 g/Kg peso en adultos, en el niño se considera de 3g/kg peso. La dosis mortal puede ser mayor o igual a 4.5g/l.⁵⁶⁻⁵⁷

1.5.3.4 ALCOHOLEMIA

El índice de alcoholemia indica la concentración de alcohol puro que circula por nuestro organismo.

Esta concentración depende de la cantidad de alcohol consumida, la absorción (que varía dependiendo de diversos factores, como por ejemplo si se tomó antes o después de haber ingerido alimentos), el tiempo desde que se ha consumido, y el contenido de agua en el cuerpo (que varía principalmente en función del peso corporal y el sexo).

Concepto: La alcoholemia es una función de la cantidad de alcohol absorbido por unidad de tiempo y su eliminación.

Factores que influyen en la alcoholemia:

1. El contenido estomacal previo influye directamente por ejemplo: si el estómago está vacío puede producirse un rápido paso del alcohol al duodeno y a la sangre. Otro caso es que exista ingesta antes o simultáneamente de los alimentos con el alcohol produciendo un retraso al vaciamiento gástrico, limitando la absorción.
2. Clase de bebida alcohólica: una bebida alcohólica de fuerte graduación proporciona a la sangre mayor cantidad de alcohol en menor tiempo, sin

⁵⁶ REPETTO Manuel, Toxicología Avanzada, Capítulo XI, Página 439 - 443, Editorial Días de Santo S.A, Madrid – España, 1995.

⁵⁷ VILLANUEVA E, Medicina legal y toxicología, Capítulo LXIII, Página 882 - 885, Editorial Masson, 6° Edición, Barcelona – España, 2005.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

embargo, una gran cantidad de bebida suave puede dar lugar a una repleción gástrica y rápida absorción.⁵⁸

1.5.4 CUADROS CLINICOS

1.5.4.1 Intoxicación aguda

La ingestión reciente de una o varias bebidas alcohólicas, se podría denominar como intoxicación aguda o subaguda.

Cualquier concentración de alcohol da lugar a una disminución de la excitabilidad nerviosa y transmisión neuromuscular, iniciando como inhibición en el sistema reticular activaste produciendo una desinhibición de la corteza cerebral que se manifiesta con euforia, inmediatamente se presenta la depresión con una serie de etapas: excitación, confusión mental, anestesia, hipnosis, progresiva disminución de la conciencia y paro respiratorio. (Cuadro 1.5)

Los signos clínicos de la intoxicación alcohólica son:

- Cierre de la pupila, visión doble, alteración del sentido de la profundidad, disminución de la adaptación a la oscuridad.
- Dificultad de comprensión.
- Lenificación de los reflejos.
- Decremento de la capacidad crítica.
- Alteración del habla y del andar.
- Perdida de la capacidad de decidir.

⁵⁸ REPETTO Manuel, Toxicología Avanzada, Capitulo XI, Pagina 430, Editorial Días de Santo S.A, Madrid – España, 1995.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Cuadro 1.5: Correlación entre alcoholemia y síntoma.

Alcoholemia gr/l	Estado	Síntomas
< 0.3	Sobrio	Comportamiento normal, no aparentes, solo test especiales.
0.3 - 0.5	Intoxicación ligera	Disminución de la atención, disminución inhibiciones, ligera incoordinación.
0.5 – 1	Euforia	Sociabilidad, hablador, autoconfianza, pérdida de eficacia delicada, enlentecimiento de las reacciones, brusquedad en la conducción.
1 – 1.5	Excitación Embriaguez	Inestabilidad emocional, mayor disminución inhibiciones, cambios de comportamiento, sobrevaloración de capacidades, salirse de las curvas.
1.5 – 2	Confusión, borrachera	Trastornos de memoria y comprensión, disturbio en percepción, desorientación, exageración emocional, incoordinación muscular, aumento tiempo reacción, deseo de acostarse, somnolencia, falta de autocrítica.
2 – 3	Estupor	Déficit motora, apatía, inercia, agresividad, vómitos, mayor incoordinación muscular, disminución de conciencia, trastornos del habla
3 – 4	Intoxicación severa, coma	Inconsciencia, anestesia, disminución de reflejos, dificultades cardiacas y motoras.
>4	Posible muerte	Hipotermia, hipoglucemia, convulsiones, parálisis respiratoria.
>5		Se considera muerte segura.



1.5.4.2 Intoxicación crónica

Es provocada por el alcoholismo crónico que es considerado como una farmacodependencia. Los daños principales que provoca este son en el tejido hepático, Sistema Nervioso Central (SNC) y periférico, corazón y mucosa gástrica.

Todos estos daños mencionados en los tejidos es provocado por el consumo continuo en una concentración de 1 a 3 ppm por largos períodos de tiempo.⁵⁹⁶⁰

1.6 DESCOMPOSICIÓN CADAVERICA

Luego de la muerte se detienen los procesos bioquímicos vitales produciéndose así cambios en el cuerpo conocidos como fenómenos cadavéricos. Estos fenómenos se les clasifican de la siguiente manera:

1.6.1 FENÓMENOS CADAVERICOS

1.6.1.1 FENÓMENOS CADAVERICOS ABIÓTICOS: Son modificaciones en el cadáver influenciadas por el medio ambiente.

Deshidratación: Influenciada directamente por la temperatura del medio ambiente que va a producir que los fluidos del cadáver se evaporen, este fenómeno puede manifestarse como pérdida de peso, apergaminamiento cutáneo, desecación de las mucosas, fenómenos oculares.

Fenómenos oculares: Se puede evidenciar en los siguientes procesos:

⁵⁹ VILLANUEVA E, Medicina legal y toxicología, Capítulo LXIII, Pagina 882 - 885, Editorial Masson, 6° Edición, Barcelona – España, 2005.

⁶⁰ REPETTO Manuel, Toxicología Avanzada, Capitulo XI, Pagina 461 - 464, Editorial Días de Santo S.A, Madrid – España, 1995.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

- **Perdida de la transparencia de la córnea:** Va a depender si el cadáver permaneció con los ojos abiertos o cerrados en el momento de la muerte. En el caso que haya permanecido con los ojos abiertos la córnea se presenta turbia a los 45 minutos después del fallecimiento, tornándose más evidente a las dos horas. Y en el caso que haya permanecido con los ojos cerrados la turbidez se presenta a las 24 horas después del deceso, esta turbidez no es más que una telilla formada por materias albuminosas y polvo.
- **Mancha esclerótica de SommerLarcher:** Se trata de una mancha negra redondeada que aparece al lado externo del globo ocular y le sigue otra de similar apariencia en el lado interno. Ambas manchas se forman debido al desecamiento de la esclerótica y va a depender si el cadáver permaneció con los ojos abiertos o cerrados.
- **Hundimiento del globo ocular:** El globo ocular se vuelve blando debido a la evaporación de los fluidos intraoculares que al igual que los dos fenómenos anteriores depende directamente si los ojos del cadáver estuvieron abiertos o cerrados.⁶¹

Livideces: El corazón al no bombear más sangre permite el vaciamiento de las venas y arterias , quedando la sangre influenciada por la gravedad la cual le lleva a ocupar de lugares de declive del organismo, donde se van a formar manchas de color rojo violáceo. El lugar donde estas manchas se produzcan va a depender de la posición del cadáver y él como la gravedad inflencie sobre ellos.

Hipostasis viscerales: Es un fenómeno similar a las livideces pero la acumulación de sangre se dé en los órganos, como por ejemplo el bazo, el hígado, pulmones, riñones, etc.

⁶¹ VILLANUEVA E, Medicina legal y toxicología, Capítulo XVII, Pagina 191-196, Editorial Masson, 6° Edición, Barcelona – España, 2005.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Enfriamiento: Es un fenómeno que ocurre paulatinamente debido al cese de procesos exotérmicos que se dan en el transcurso de la vida e influenciados también por el medio ambiente, el cual lleva al cadáver a tomar la temperatura del mismo.

1.6.1.2 FENOMENOS CADAVERICOS BIÓTICOS: Son modificaciones influenciadas por acciones físico-químicas:

Rigidez cadavérica: En el momento de la muerte, en los músculos del cuerpo, se va a producir la relajación de los mismos y después de un cierto tiempo estos músculos se van a contraer produciendo la rigidez cadavérica, afecta tanto a musculatura lisa y estriada, por ejemplo en el caso de la pupila que al inicio se presenta dilatada luego por la rigidez del iris se la observa en contracción. La rigidez es producida por el agotamiento de ácido adenosintrifosfato (ATP), que pasa a adenosindifosfato, sin regeneración del ATP.

Espasmo cadavérico: Se manifiesta de forma instantánea, sin que tenga lugar la relajación muscular. El espasmo sigue a la última contracción vital, fijando la actitud o postura que el cuerpo estuvo al momento de la muerte.

Existen dos tipos de espasmo:

- **Generalizado:** Todo el cuerpo sufre rigidez súbita, conservando la posición que tenía el cuerpo en el momento de la muerte.
- **Localizado:** Solo un grupo de músculos experimentan el espasmo cadavérico.

Fenómenos destructores:

Autólisis: “Conjunto de procesos fermentativos anaeróbicos que tienen lugar en el interior de la célula, por acción de las propias enzimas celulares, sin intervención bacteriana”.



Los lisosomas son los encargados de la autólisis que van a llevar a la digestión de la propia célula.

Tanatoquimia: Trata de explicar la bioquímica cadavérica, debido que luego de la muerte existen procesos enzimáticos que al ser distintos a los producidos en la célula viva, conducen a transformaciones tanto cualitativas como cuantitativas en los compuestos del cuerpo, como la glucosa, urea, creatinina entre otros.⁶²

1.6.2 ALTERACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DEL ALCOHOL ETÍLICO POST MORTEM

El alcohol se difunde de manera pasiva desde el tracto digestivo (estómago e intestino), a órganos y tejidos del cuerpo.

En la primera fase de absorción en la cual se pueden encontrar concentraciones de 0,5g % el alcohol en el estómago, se difunde fácilmente al líquido pericárdico, líquido pleural y bilis, sin embargo, en estas concentraciones, en las cavidades cardiacas es poco probable encontrar grados de alcohol elevados. En caso de los riñones el grado real de alcohol se puede investigar analizando la orina y el humor vítreo.

Luego de la muerte se puede dar procesos que alteran la concentración del grado de alcohol en el cadáver, estos procesos pueden reflejarse en la pérdida o la ganancia de alcohol que da lugar a un resultado erróneo en el análisis.

1.6.2.1 Pérdida de alcohol: Puede producirse por oxidación microbiana que puede ser aerobia o anaerobia y también por la evaporación misma del alcohol, sin embargo, en ambos casos se acelera el proceso cuando la muestra a analizar se encuentra ya en el tubo que va ser enviado al laboratorio.

⁶² VILLANUEVA E, Medicina legal y toxicología, Capítulo XVII, Pagina 194 - 201, Editorial Masson, 6° Edición, Barcelona – España, 2005.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

1.6.2.2 Ganancia de alcohol: Debido a microorganismos que producen alcohol a partir de la glucosa se forma alcohol endógeno que al ser igual que el alcohol ingerido no permite una diferenciación en el momento del análisis, dando resultados falsos. Sin embargo según la muestra que se use se puede evitar que los resultados presenten esta elevación de alcohol endógeno, por ejemplo en orina y humor vítreo al tener poca glucosa y poca contaminación bacteriana no se formara alcohol endógeno y por el contrario en sangre cardiaca tanto la glucosa y como la población bacteriana están en mayor cantidad lo que producirá un incremento en el grado de alcohol.

Por lo tanto, siempre y cuando no exista alcohol en el estómago y si en el humor vítreo y orina no se registran valores de alcohol y en la sangre obtenida del corazón si, este hallazgo se tratara de alcohol producido endógenamente, lo que indicaría que el sujeto falleció en la primera fase absortiva. Otro motivo de ganancia alcohólica puede darse por contaminaciones en envases o por mala manipulación de la muestra.⁶³

1.6.3 DIAGNÓSTICO DE LA INTOXICACIÓN ALCOHÓLICA EN EL CADÁVER

La ingesta de alcohol se puede representar mediante un gráfico que tiene tres fases: (Anexo 7).

1. Primera fase o fase de absorción: dura de treinta a sesenta minutos después de la primera ingesta de alcohol.
2. Segunda fase o equilibrio: se produce cuando en la sangre se alcanza la máxima concentración de alcohol.
3. Tercera fase o fase de desintoxicación: donde la curva desciende lo que indica que la concentración del alcohol en la sangre empieza a disminuir.

Durante la fase de equilibrio al realizar los análisis para buscar el grado de alcohol en las diferentes muestras, la concentración que se encuentre va a depender de la

⁶³ VILLANUEVA E, Medicina legal y toxicología, Capítulo LXIII, Pagina 892 - 893, Editorial Masson, 6° Edición, Barcelona – España, 2005.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

cantidad de agua que se encuentre en cada muestra así como también de la presencia de enzimas catalizadoras.

En el cadáver es muy difícil determinar en qué punto de la curva se encontró en el momento de la muerte, ya que en la mayoría de las veces incluso en muestras de sangre obtenidas de diferentes punciones no se presenta homogeneidad en los resultados.

En un cadáver en el cual se compruebe la presencia de alcohol en el estómago se puede entender que está en la fase de absorción y que posterior al mismo el alcohol se haya difundido de manera pasiva a los órganos y de manera especial al corazón derecho, por esta razón se cree necesario analizar muestras obtenidas del corazón, de la vena femoral, humor vítreo, y contenido gástrico, ya que como dijimos anteriormente si se analiza solo la muestra obtenida del corazón nos pueden dar resultados falsos positivos debido a procesos de putrefacción, los cuales no permiten distinguir entre la presencia de alcohol endógeno o exógeno.

El humor vítreo es considerado una muestra bastante útil debido a que aquí el alcohol permanece estable ya que no tiene contaminación bacteriana. El cociente de humor vítreo/sangre es de 1,3.

En casos de muerte por intoxicación alcohólica va a depender de la tolerancia que el individuo haya tenido frente al alcohol antes de su muerte, datos obtenidos en el análisis por encima de los 4g/1000ml indican embriaguez letal, sin embargo si el coma etílico previo a la muerte sobreviene por varias horas estas cifras podrían ser menores al momento del análisis. En estos casos el grado alcohólico presente en el humor vítreo representara muchas de las veces el valor real.⁶⁴

1.6.4 RECOLECCIÓN DE MUESTRAS

1.6.4.1 Preservación de la muestra: Tanto sangre como humor vítreo deben ser recogidos preferentemente con tubos de vidrio con agujas o jeringuillas estériles, en

⁶⁴ VILLANUEVA E, Medicina legal y toxicología, Capítulo LXIII, Pagina 883, 891-892, Editorial Masson, 6° Edición, Barcelona – España, 2005.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

el caso de sangre es necesario adicionar un anticoagulante ya sea este oxalato o citrato de sodio y como inhibidor de enzimas que posteriormente llevaran a la putrefacción de la muestra se puede añadir fluoruro sódico, el cual puede actuar incluso como bactericida. Es necesario por lo menos extraer 5ml de sangre en caso que se necesite realizar estudios paralelos.

- **Citrato de sodio:** Su uso más frecuente es de anticoagulante debido a una acción quelante, ya que secuestra el ion calcio de la sangre dando lugar al quelato citrato-calcio, evitando de esta manera la coagulación de la sangre.
- **Oxalato de sodio o potasio:** Acción quelante similar que la del citrato de sodio.

Para el humor vítreo no es necesario añadirle ninguna sustancia conservadora debido a que, como ya dijimos antes, el humor vítreo posee una baja población bacteriana. Ambas muestras deben ser conservadas a - 4°C.

1.6.4.2 Tiempos de recolección de las muestras

Depende del estado de putrefacción del cadáver y de otros fenómenos cadavéricos como en el caso del humor vítreo, luego de 72 horas aproximadamente del fallecimiento este sufre una deshidratación provocando así fenómenos oculares que impiden la extracción del mismo.

La sangre tiene menos inconvenientes con respecto al tiempo en la que puede ser recolectada, sin embargo también posee desventajas ya que está sujeto a la acción de las enzimas y bacterias que producen la putrefacción de la misma.⁶⁵⁻⁶⁶

⁶⁵ VILLANUEVA E, Medicina legal y toxicología, Capítulo LVI, Pagina 783-785, Editorial Masson, 6° Edición, Barcelona – España, 2005.

⁶⁶ GENNARO Alfonso, Remington Farmacia, Capítulo VIII, Paginas 1475 – 1477, Editorial Panamericana, 20° Edición, Montevideo – Uruguay, 2000.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

CAPÍTULO II

TOXICOLOGÍA ANALÍTICA

2.1 HIPÓTESIS

Correlacional: La concentración de alcohol etílico presente en humor vítreo es equivalente a la alcoholemia.

Causal: El humor vítreo al tener una buena irrigación y ser hidrosoluble supone una concentración de etanol equivalente al encontrado en la sangre.

2.2 OBJETIVOS

2.2.1 Objetivo general

- Comparar los valores obtenidos del análisis en busca de alcohol etílico en muestras de sangre y humor vítreo en cadáveres de la morgue del Hospital Vicente Corral Moscoso.

2.2.2 Objetivos específicos

- Encontrar si existe o no equivalencia significativa entre los valores encontrados en las muestras biológicas analizadas: sangre y humor vítreo.
- Validar o no a la muestra de humor vítreo como idónea para la determinación del grado de ebriedad, si es equivalente con la alcoholemia.



2.3 VARIABLES

2.3.1 VARIABLES DEPENDIENTES:

- Concentración de alcohol etílico en las muestras biológicas.
- Grado de descomposición del cadáver.

2.3.2 VARIABLES INDEPENDIENTES:

- Volumen de cada muestra biológica.
- Correcta toma de las muestras.

2.4 MATERIALES Y MÉTODOS

La presente investigación es mixta, no experimental, transeccional, correlacional – causal; ya que pretende encontrar la relación existente entre dos variables, en este caso los valores de concentración que se encuentren tanto en la sangre como en el humor vítreo analizados ambos bajo el mismo método.

2.4.1 MUESTREO

El muestreo del estudio fue aleatorio por conglomerados. La determinación fue realizada en 15 cadáveres en total, de la morgue del Hospital Regional Vicente Corral Moscoso de Cuenca”, de los cuales se nos notificó que previo a su muerte se sospechaba la ingesta de alcohol.

2.4.1.1 CRITERIOS DE INCLUSION-MUESTRA

- Cadáveres que se presuman de ingesta de alcohol previa a su muerte.
- Cadáveres que pertenezcan a la morgue del Hospital Regional Vicente Corral Moscoso de Cuenca.



2.4.1.2 CRITERIOS DE EXCLUSION-MUESTRA

- Cadáveres que no presentes antecedentes de ingesta de alcohol antes de su muerte.
- Cadáveres que tengan pocas horas de fallecidos, para evitar la deshidratación del humor vítreo.
- Cadáveres que no pertenecen a la morgue del Hospital Regional Vicente Corral Moscoso de Cuenca”.

2.4.1.3 TOMA DE MUESTRA

Para la toma de muestras se contó con el apoyo del Doctor Jaime Pacheco Solano, Médico Legista del Ministerio Fiscal del Azuay, quien es encargado de realizar las autopsias de los cadáveres de la morgue del Hospital Regional Vicente Corral Moscoso.

El muestreo fue realizado durante cuatro meses, debido a que la obtención de muestras no era constante porque no todos los días se presentaban casos de cadáveres con las características necesarias para la toma de muestra.

El protocolo a seguir fue el siguiente:

1. Entrega de material necesario para la toma de muestra al Médico Legista Dr. Jaime Pacheco Solano.
2. Cada vez que se nos notificaba que existía un cadáver con las características requeridas para nuestra investigación, acudíamos a la morgue del Hospital Regional Vicente Corral Moscoso para la toma de muestra.
3. Antes de la toma de muestra se les comunicaba a los familiares sobre el estudio que se pretendía realizar, y como una manera de aceptación ante los estudios procedían a firmar el consentimiento informado. (Anexo 8)
4. Para el caso de la toma de Humor Vítreo, previo a la iniciación de la autopsia con una jeringuilla de 5ml se puncionaba el globo ocular por su parte inferior



UNIVERSIDAD DE CUENCA

y se extraía aproximadamente 2ml de humor vítreo, luego el contenido de la jeringa se lo depositaba en un tubo sin ningún aditivo.

5. Para el caso de la muestra de sangre, se extraía la sangre de la vena iliaca con una jeringuilla de 5ml, luego este contenido se lo vertía en un tubo con citrato de sodio para evitar la coagulación.
6. Las muestras obtenidas se las llevaba al congelador a -4°C del laboratorio de Toxicología de la Facultad de Ciencias Químicas.
7. La conservación de la muestra se realizó por congelamiento a -4°C y una vez la muestra congelada esta podía conservarse por un periodo de 30 – 180 días.

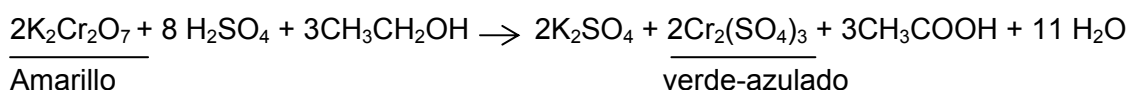
2.4.1.4 VOLUMEN REQUERIDO

Era necesario mínimo recolectar 2ml de cada tipo de muestra, ya que se trabajó por duplicado, y en caso de algún error en el procedimiento de la técnica por el cual sea necesario repetir.

2.4.2 FUNDAMENTO BIOQUIMICO DE LA TÉCNICA DE MICRODIFUSION

Si se trata en caliente una solución muy diluida de alcohol etílico contenido en muestras de sangre, humor vítreo, u otros especímenes biológicos con dicromato de potasio valorado y ácido sulfúrico (amarillo), el alcohol etílico se oxida y el dicromato reducido, pasa al estado sesquióxido de cromo que es verde azulado; el líquido adquiere tonalidades que van desde el amarillo verdoso hasta el color verde azulado dependiendo del grado de ebriedad una vez que termina la oxidación.⁶⁷

Reacción:



⁶⁷ROSAS Ruth, Apuntes de Toxicología, Universidad de Cuenca.



2.4.2.1 Aplicación de la técnica:

Con la microdifusión se puede conseguir el aislamiento y detección del alcohol etílico, para esto se utiliza la cámara de Conway (Anexo 9) que consiste en un dispositivo que tiene dos compartimientos que son circulares y concéntricos, la muestra que se desea analizar se la coloca en el compartimiento externo acompañado de agente liberante y el reactivo absorbente en el compartimiento interno. El cierre de esta cámara es hermético.

El alcohol etílico que se encuentra en la muestra en el compartimiento externo, una vez añadido el agente liberante se va a distribuir después de 20 minutos y a temperaturas cercanas al punto de ebullición del alcohol etílico (70 – 80°C) hacia el reactivo de Anties que se encuentra en el compartimiento interno.

La difusión completa, es función de la presión de vapor del producto volátil, el volumen de la solución donde se difunde, el absorbente utilizado a temperatura, el cierre hermético de la cámara y tamaño del aparato. El tiempo que dura la difusión (1 – 24horas), casi siempre son de tres horas.⁶⁸

En la siguiente tabla se detallan las muestras que pueden ser procesadas con esta técnica.⁶⁹

⁶⁸ROSAS Ruth, Apuntes de Toxicología, Universidad de Cuenca.

⁶⁹VILLANUEVA E, Medicina legal y toxicología, Capítulo LVI, Pagina 791, Editorial Masson, 6° Edición, Barcelona – España, 2005.



Tabla 2.1: Aplicaciones de la técnica de microdifusión

Análisis	Compartimento Externo		Compartimento Interior	Tiempo de difusión
	Muestra	Agente Liberador		
Acetaldehído	3ml de sangre 5ml de tejido	3-4 gotas de SO_4H_2 al 10%	3.3ml de SO_3HNa 0.15M	3 horas
Acetona	3ml de sangre 5ml de tejido	3-4 gotas de SO_4H_2 al 10%	3.3ml de SO_3HNa 0.15M	3 horas
Monóxido de Carbono	1ml de sangre	1ml de SO_4H_2 al 10%	2ml de cloruro de paladio	1 hora
Cianuro	2-4ml de sangre 5ml de tejido	3-4 gotas de SO_4H_2 al 10%	3.3ml de NaOH 0.1N	3 horas
Etanol	0.5-0.8ml de sangre 4ml de tejido	1ml de CO_3K_2	2ml de dicromato potásico	3 horas
Formaldehido	3ml de sangre 5ml de tejido	3-4 gotas de SO_4H_2 al 10%	3.3ml de SO_3HNa 0.15M	3 horas
Hidrocarburos halogenados	1-4ml de sangre 1-4ml de tejido	—	1ml de tolueno	3 horas
Isopropanol	2ml de sangre 5ml de tejido	1ml de CO_3K_2	3.3ml de SO_4H_2 al 10%	3 horas
Metanol	2ml de sangre 5ml de tejido	1ml de CO_3K_2	3.3ml de SO_4H_2 al 10%	3 horas
Fenoles	2-4ml de sangre 5ml de tejido	3-4 gotas de SO_4H_2 al 10%	3.3ml de NaOH 0.1N	3 horas
Sulfuro	2-4ml de sangre 5ml de tejido	3-4 gotas de SO_4H_2 al 10%	3.3ml de NaOH 0.1N	3 horas

En nuestro caso específicamente en la determinación de alcohol etílico, la microdifusión se la puede utilizar en muestras de sangre y humor vítreo.

**2.4.3 PROCEDIMIENTO****2.4.3.1 PREPARACIÓN DE REACTIVOS:**

Reactivo de Anties: Se disuelve 4,263g de $K_2Cr_2O_7$ en 100ml de agua destilada, se agrega 500cm^3 de H_2SO_4 químicamente puro, se diluye a 1litro con agua destilada. La solución de bicromato preparada tiene una normalidad de 0,0869N.

$$\begin{array}{ccc} 49\text{g} & 1\text{N} & \\ & 4,263\text{g} & X \\ & & x = 0,0869\text{N} \end{array}$$

Para preparar 200ml:

$$\begin{array}{ccc} 4,263\text{g} & 1000\text{cm}^3 & \\ X & 200\text{cm}^3 & x = 0,8526\text{g } K_2Cr_2O_7 \end{array}$$

$$\begin{array}{ccc} 100\text{ml} & 1000\text{cm}^3 & \\ X & 200\text{cm}^3 & x = 20\text{ml } H_2O \end{array}$$

$$\begin{array}{ccc} 500\text{ml} & 1000\text{cm}^3 & \\ X & 200\text{cm}^3 & x = 100\text{ml } H_2SO_4 \end{array}$$

Se diluye a 200ml de H_2O .

Solución saturada de carbonato de potasio: La disolución de carbonato de potasio es de 1120g/lit, para la preparación de una solución saturada se coloca un excedente (1150g/lit). Se coloca el agua sobre el K_2CO_3 y se hace hervir hasta disolución completa.

$$\begin{array}{ccc} 1150\text{g} & 1000\text{ml} & \\ X & 200\text{ml} & \\ & & X = 230\text{g} \end{array}$$



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Yoduro de potasio al 5%:

5g KI	100ml
X	250ml

$$X = 12,5g$$

Tiosulfato de sodio 0,0869N

258g	1N	1lt
22,42g	0,0869N	1lt
5,605	0,0869N	250ml

$$X = 5,605g \text{ en } 250ml$$

$$1ml \text{ de } K_2Cr_2O_7 \text{ } 0,0869N = 1ml \text{ de } Na_2S_2O_3 \text{ } 0,0869N$$

Yoduro de almidón: Se calienta 20 ml de agua destilada y se agrega el almidón y unas gotas de yoduro de potasio al 1% y se hace hervir. La solución tiene que ser fresca recién preparada.⁷⁰

2.4.3.2 BLANCO DE REACTIVOS

Con el fin de tener confiabilidad en los resultados del estudio, se realizó un control para verificar si los reactivos fueron preparados correctamente y si son aptos para utilizarlos en el análisis de las muestras.

⁷⁰ROSAS Ruth, Apuntes de Toxicología, Universidad de Cuenca.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Titulación del blanco: en un Erlenmeyer se coloca 2ml de Reactivo de Anties más 10ml de agua destilada más 3ml de KI se homogeniza por 5 minutos y se titula con tiosulfato hasta coloración amarillenta, se anota el volumen y se colocan 3 gotas del indicador continuar la titulación hasta viraje de azul a verde.

$$K \text{ tiosulfato} = \frac{V \text{ (R. Anties) (2ml)}}{V \text{ titulación } n_1+n_2}$$

2.4.3.3 PROCEDIMIENTO DE LA TECNICA

En el compartimiento externo se coloca la muestra y el agente liberador K_2CO_3 y en el interno el agente absorbente el reactivo de Anties una solución valorada de $K_2Cr_2O_7$ en medio sulfúrico. En la siguiente tabla se esquematiza como son los reactivos en cada uno de los compartimientos: (Tabla 2.2) (Anexo 10 - 13)

Tabla 2.2: Procedimiento de la técnica ⁷¹⁻⁷²

	Blanco	Sangre	H. Vítreo
Externo	0,5ml H ₂ O destilada	0,5ml de sangre	0,5 ml de H. Vítreo
Externo	2ml sol. Saturada K ₂ CO ₃	2ml sol. Saturada K ₂ CO ₃	2ml sol. Saturada K ₂ CO ₃
Interno	2ml reactivo de Anties.	2ml reactivo de Anties	2ml reactivo de Anties

Homogenizar y dejar reposar por 20 minutos a 75°C, se observa el color del reactivo del compartimiento interno (Reactivo de Anties) y se comprueba la positividad de los resultados según siguiente tabla 2.3: (Anexo 14)

⁷¹Handbook of Analytical Toxicology. Sunshine vol. 1 Editorial CRC PRESS, INC, USA, 1979.

⁷²Técnica Validada por la Doctora Ruth Rosas C.



Tabla 2.3: Interpretación cualitativa de los resultados.

Amarillo	Negativo-normal
Amarillo verdoso	+ / Ebriedad probable
Verde amarillento	++ / Ebriedad posible
Verde	+++ / Ebriedad completa
Azul	++++ / Coma alcohólica

Titulación de las muestras de sangre y humor vítreo:

Se extrae el líquido del compartimiento interno y se lava 3 veces con 2ml de agua destilada cada lavada. Se agregan 3ml de KI al 5% se agita con una varilla la solución debe tornarse roja debido al yodo libre, se deja reposar por 5 minutos.

Se titula el yodo libre con una solución valorada de tiosulfato de sodio 0,0869N hasta ligera coloración amarillenta, se agregan 4gotas de yoduro de almidón recién preparado se continua titulando con tiosulfato hasta viraje de azul a verde.

Se anota los valores de tiosulfato consumidos en cada uno de los casos.

Cálculos:

n₁: ml de tiosulfato de sodio añadido hasta ligera coloración amarillenta.

n₂: ml de tiosulfato consumido hasta viraje de azul a verde.

N: reactivo de Anties añadido.

n: $n_1 + n_2$



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Factor de equivalencia: depende de la normalidad de bicromato y tiosulfato de sodio (0,0869N).

#cm³ = 0,5ml

$$\text{mgEtanol/ml muestra} = \frac{N-n \times K}{\text{\#cm}^3 \text{ muestra}} \times \text{factor de equivalencia}$$

$$\text{mgEtanol/ml muestra} = 2 [N - (n_1 + n_2) \times K] \times \text{factor de equivalencia}$$

1ml K₂Cr₂O₇ 0,0869N = 1mg Etanol

Factor de equivalencia= 1mg de etanol

$$K = \frac{V \text{ a\u00f1adido (R. Anties)}}{V \text{ consumido (tiosulfato)}}$$



CAPÍTULO III

RESULTADO Y DISCUSIÓN

En este capítulo se dará a conocer los resultados obtenidos de las determinaciones del grado alcohol etílico presente tanto en muestras de sangre y humor vítreo de cadáveres de la morgue del Hospital Regional Vicente Corral Moscoso y de su correspondiente análisis e interpretación con la ayuda de tablas de datos y gráficos de líneas con marcadores.

Para el análisis de datos, se emplearon los siguientes procedimientos y técnicas:

1. Los datos y los resultados de los análisis fueron registrados en una bitácora para su posterior registro en una base computarizada para su codificación y tabulación.
2. Para la representación de los datos se utilizaron tablas y figuras graficas con sus respectivas interpretaciones.
3. Finalmente se realizaron las correspondientes conclusiones y recomendaciones que se ameritaban.

3.1 RESULTADOS

(Anexos 15 – 18)

Tabla 3.1: Resultados Generales de la “DETERMINACIÓN DEL GRADO DE ALCOHOL ETILICO EN SANGRE Y HUMOR VITREO EN CADVERES DE LA MORGUE DEL HOSPITAL VICENTE CORRAL MOSCOSO”.

	Muestra por duplicado		Muestra por duplicado		
MUESTRA	SANGRE 1 (g/l)	SANGRE 2 (g/l)	HUMOR VITREO 1 (g/l)	HUMOR VITREO 2 (g/l)	BLANCO (g/l)



UNIVERSIDAD DE CUENCA

1	2.39	2.41	2.81	2.81	1.0989
2	1.36	1.36	2	2.04	1.0989
3	1.42	1.37	1.64	1.68	1.1111
4	1.51	1.45	1.64	1.57	1.1111
5	1.2	1.14	1.58	1.58	1.0989
6	1.71	1.69	1.82	1.82	1.0869
7	1.8	1.73	2.47	2.52	1.0869
8	0.54	0.54	0.63	0.58	1.0869
9	0.95	1.02	1.17	1.17	1.0869
10	1.49	1.51	1.79	1.79	1.081
11	1.25	1.31	2.05	2.05	1.081
12	1.86	1.91	3.2	3.23	1.0989
13	2.79	2.81	3.73	3.78	1.0989
14	1.78	1.73	2.63	2.65	1.0989
15	3.02	3.02	3.86	3.88	1.1111

Tabla 3.2: “COMPARACION Y RELACION ENTRE LOS RESULTADOS OBTENIDOS DE SANGRE Y HUMOR VITREO DE CADAVERES DE LA MORGUE DEL HOSPITAL VICENTE CORRAL MOSCOSO”.

MUESTRA	RELACION	
	HUMOR VITREO 1/SANGRE 1	HUMOR VITREO 2/SANGRE 2
1	1.18	1.17
2	1.47	1.5
3	1.15	1.23
4	1.09	1.08
5	1.3	1.38
6	1.06	1.08
7	1.37	1.45
8	1.17	1.07
9	1.23	1.15



UNIVERSIDAD DE CUENCA

10	1.2	1.19
11	1.64	1.56
12	1.72	1.69
13	1.34	1.34
14	1.48	1.53
15	1.28	1.28

Tabla realizada y elaborada por: Ma Eugenia Serrano – Ma Etna Vélez

Fuente: Tabla 3.1. Resultados de la “DETERMINACIÓN DEL GRADO DE ALCOHOL ETILICO EN SANGRE Y HUMOR VITREO EN CADVERES DE LA MORGUE DEL HOSPITAL REGIONAL VICENTE CORRAL MOSCOSO”

Esta tabla representa la relación que se obtiene de dividir los resultados entre el humor vítreo y la sangre la misma que es necesaria para obtener la equivalencia que se presentaría en sangre o humor vítreo según sea la investigación que se amerite.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Grafico 3.1: Comparación de la primera determinación de sangre y humor vítreo.

MUESTRA	SANGRE 1 (g/l)	HUMOR VITREO 1 (g/l)
1	2.39	2.81
2	1.36	2
3	1.42	1.64
4	1.51	1.64
5	1.2	1.58
6	1.71	1.82
7	1.8	2.47
8	0.54	0.63
9	0.95	1.17
10	1.49	1.79
11	1.25	2.05
12	1.86	3.2
13	2.79	3.73
14	1.78	2.63
15	3.02	3.86

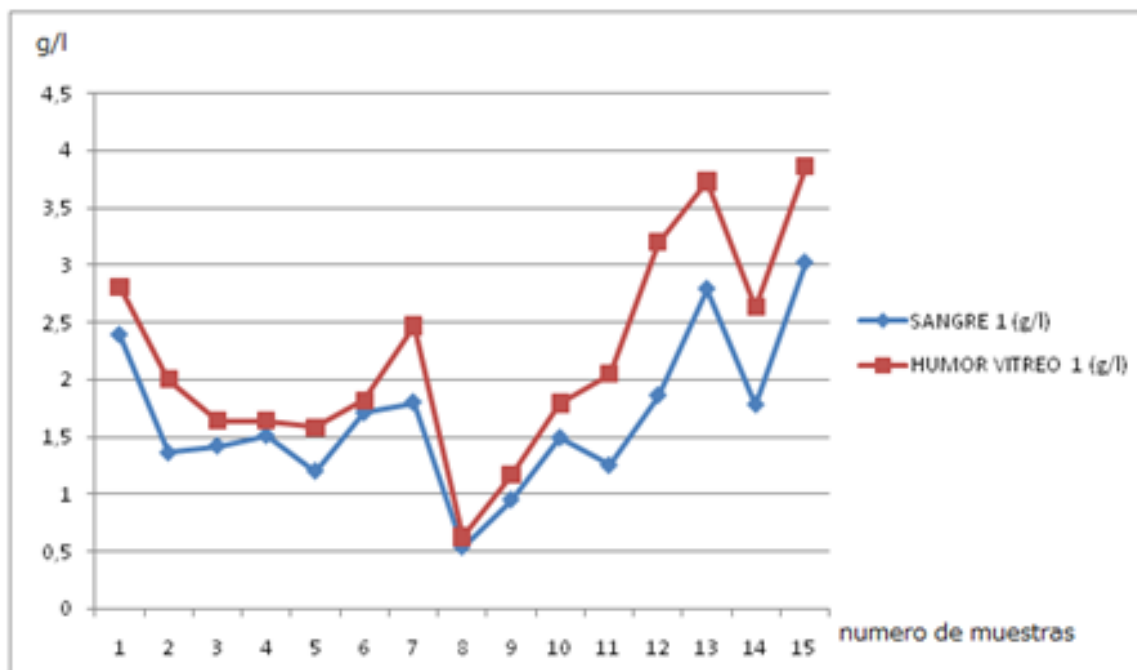


Grafico realizado y elaborado por: Ma Eugenia Serrano – Ma Etna Vélez

Fuente: Tabla 3.1. Resultados de la "DETERMINACIÓN DEL GRADO DE ALCOHOL ETILICO EN SANGRE Y HUMOR VITREO EN CADVERES DE LA MORGUE DEL HOSPITAL REGIONAL VICENTE CORRAL MOSCOSO"



UNIVERSIDAD DE CUENCA

En este gráfico se representa que los valores obtenidos de la primera determinación de sangre y humor vítreo guardan la misma tendencia pero los resultados en humor vítreo siempre presentan mayor concentración de alcohol etílico, es decir, se observan datos mayores a los obtenidos en sangre.

Al realizarse el estudio por duplicado se pretende comprobar lo antes mencionado y al realizar la gráfica con los datos obtenidos de la segunda determinación se puede apreciar que la similitud de los mismos.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Grafico 3.2: Comparación de la segunda determinación de sangre y humor vítreo

MUESTRA	SANGRE 2 (g/l)	HUMOR VITREO 2 (g/l)
1	2.41	2.81
2	1.36	2.04
3	1.37	1.68
4	1.45	1.57
5	1.14	1.58
6	1.69	1.82
7	1.73	2.52
8	0.54	0.58
9	1.02	1.17
10	1.51	1.79
11	1.31	2.05
12	1.91	3.23
13	2.81	3.78
14	1.73	2.65
15	3.02	3.88

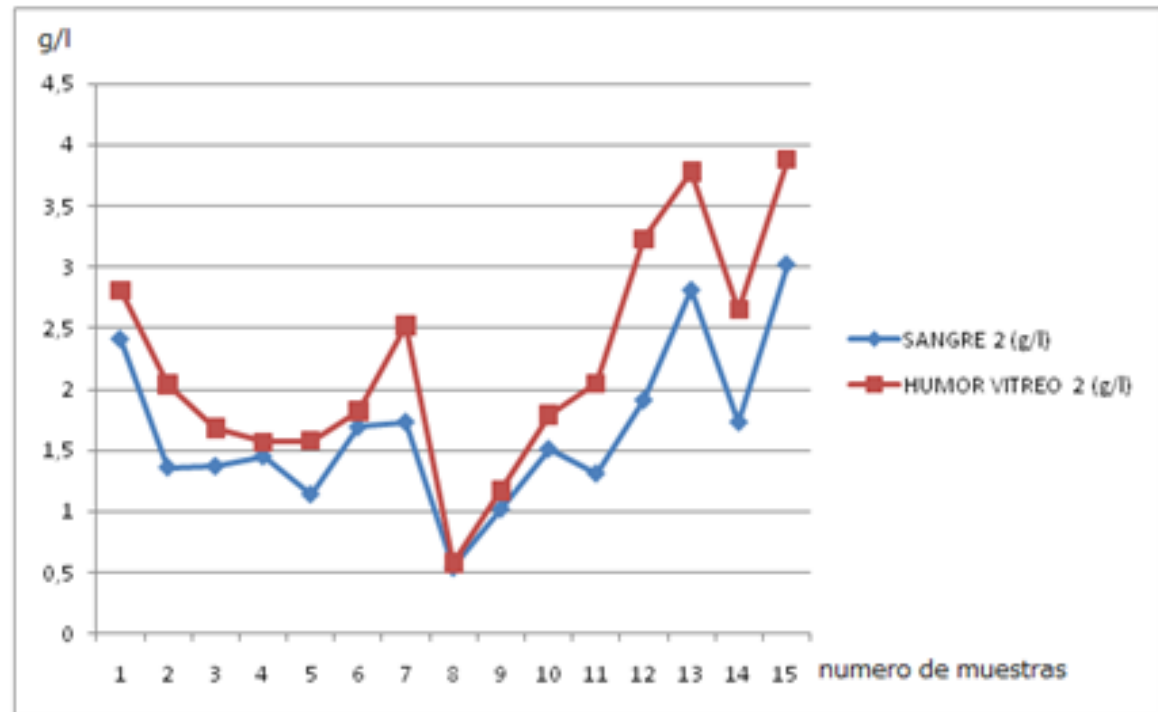


Grafico realizado y elaborado por: Ma Eugenia Serrano – Ma Etna Vélez

Fuente: Tabla 3.1. Resultados de la "DETERMINACIÓN DEL GRADO DE ALCOHOL ETILICO EN SANGRE Y HUMOR VITREO EN CADVERES DE LA MORGUE DEL HOSPITAL REGIONAL VICENTE CORRAL MOSCOSO"



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Grafico 3.3: Cociente entre los resultados de la primera determinación de humor vítreo y sangre (humor vítreo/sangre)

MUESTRA	RELACION HUMOR VITREO 1/SANGRE 1
1	1.18
2	1.47
3	1.15
4	1.09
5	1.3
6	1.06
7	1.37
8	1.17
9	1.23
10	1.2
11	1.64
12	1.72
13	1.34
14	1.48
15	1.28

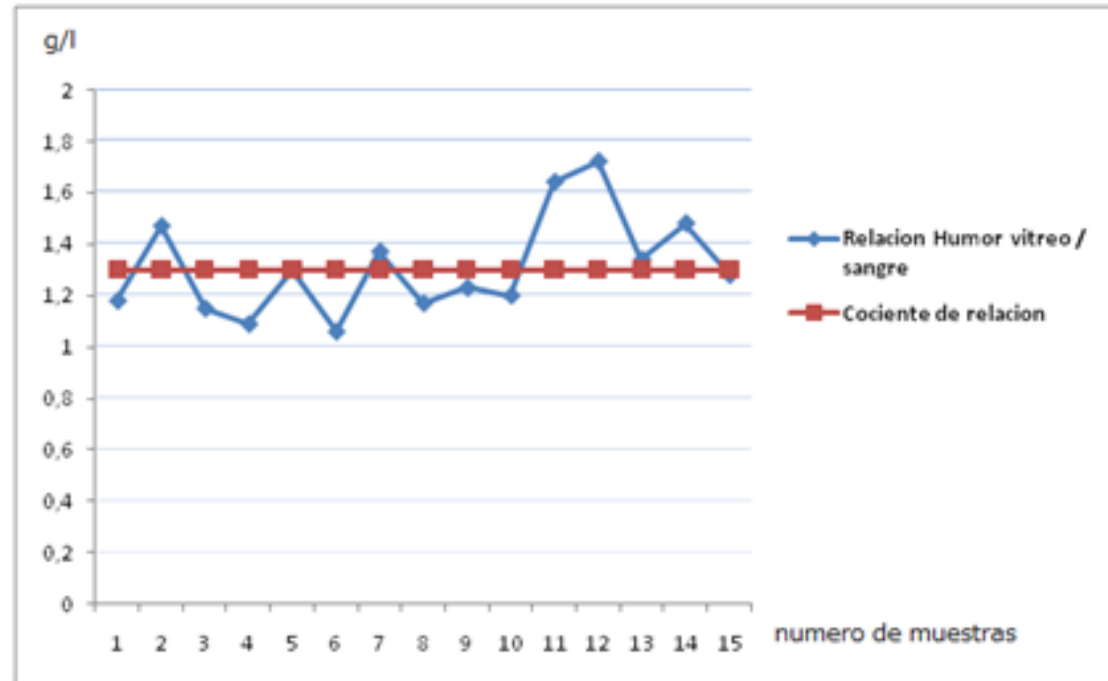


Grafico realizado y elaborado por: Ma Eugenia Serrano – Ma Etna Vélez

Fuente: Tabla 3.1. Resultados de la "DETERMINACIÓN DEL GRADO DE ALCOHOL ETILICO EN SANGRE Y HUMOR VITREO EN CADVERES DE LA MORGUE DEL HOSPITAL REGIONAL VICENTE CORRAL MOSCOSO"



Grafico 3.4: Cociente entre los resultados de la segunda determinación de humor vítreo y sangre (humor vítreo/sangre)

MUESTRA	RELACION HUMOR VITREO 2/SANGRE 2
1	1.17
2	1.5
3	1.23
4	1.08
5	1.38
6	1.08
7	1.45
8	1.07
9	1.15
10	1.19
11	1.56
12	1.69
13	1.34
14	1.53
15	1.28

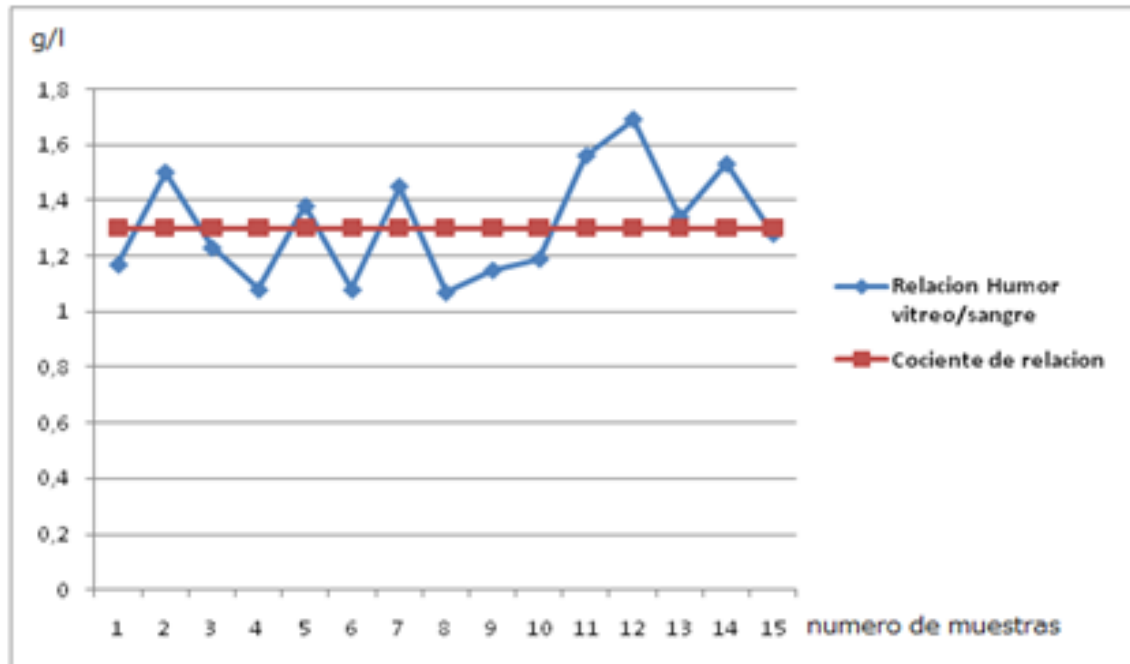


Grafico realizado y elaborado por: Ma Eugenia Serrano – Ma Etna Vélez

Fuente: Tabla 3.1. Resultados de la "DETERMINACIÓN DEL GRADO DE ALCOHOL ETILICO EN SANGRE Y HUMOR VITREO EN CADVERES DE LA MORGUE DEL HOSPITAL REGIONAL VICENTE CORRAL MOSCOSO"



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Los Gráficos 3.3 y 3.4, representan la relación existente entre dividir los datos de humor vítreo para los valores obtenidos en sangre, tanto de la primera como la segunda determinación, llegando a concluir que los resultados obtenidos de esta división tienden al valor encontrado en la bibliografía que es de 1.3 (cociente de equivalencia entre humor vítreo/sangre), valores no exactos a 1.3 se deben a las diferencias ambientales de nuestro entorno en relación al de donde proviene este cociente de equivalencia (España), variando en clima, presión atmosférica, temperatura y otros que puedan influir al momento del análisis.

Para obtener un cociente de relación que se ajuste a nuestro entorno sacaremos un promedio de las 30 determinaciones es decir de ambas determinaciones, este promedio del coeficiente de relación nos dará una pauta para posteriores análisis de alcohol etílico ya sea que se utilice sangre o humor vítreo.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Tabla 3.3: “PROMEDIO DE LOS RESULTADOS DEL COEFICIENTE DE RELACION DE LAS 30 DETERMINACIONES DE SANGRE Y HUMOR VITREO DE CADAVERES DE LA MORGUE DEL HOSPITAL VICENTE CORRAL MOSCOSO”.

RELACION HUMOR VITREO 1/SANGRE 1	RELACION HUMOR VITREO 2/SANGRE 2
1.18	1.17
1.47	1.5
1.15	1.23
1.09	1.08
1.3	1.38
1.06	1.08
1.37	1.45
1.17	1.07
1.23	1.15
1.2	1.19
1.64	1.56
1.72	1.69
1.34	1.34
1.48	1.53
1.28	1.28
PROMEDIO	1.31266667

Tabla realizada y elaborada por: Ma Eugenia Serrano – Ma Etna Vélez

Fuente: Tabla 3.1. Resultados de la “DETERMINACIÓN DEL GRADO DE ALCOHOL ETILICO EN SANGRE Y HUMOR VITREO EN CADVERES DE LA MORGUE DEL HOSPITAL REGIONAL VICENTE CORRAL MOSCOSO”



3.1.1 PRUEBA “F” PARA VARIANZAS DE DOS MUESTRAS:

Tabla 3.4: “PRUEBA F PARA VARIANZA DE LA PRIMERA DETERMINACION DE SANGRE Y HUMOR VITREO DE CADAVERES DE LA MORGUE DEL HOSPITAL VICENTE CORRAL MOSCOSO”.

SANGRE 1	HUMOR 1
2,39	2,81
1,36	2
1,42	1,64
1,51	1,64
1,2	1,58
1,71	1,82
1,8	2,47
0,54	0,63
0,95	1,17
1,49	1,79
1,25	2,05
1,86	3,2
2,79	3,73
1,78	2,63
3,02	3,86

	SANGRE 1	HUMOR 1
Media	1,671333333	2,201333333
Varianza	0,433655238	0,83134095
Observaciones	15	15
Grados de libertad	14	14
F	0,521633437	
P(F<=f) una cola	0,117837262	
Valor crítico para F (una cola)	0,402620943	
<p>s1=s2 Ho</p> <p>F prueba ≤ Fcritico</p> <p>0.52 no es ≤ 0.40</p>		

Tabla realizada y elaborada por: Ma Eugenia Serrano – Ma Etna Vélez

Fuente: Tabla 3.1. Resultados de la “DETERMINACIÓN DEL GRADO DE ALCOHOL ETILICO EN SANGRE Y HUMOR VITREO EN CADVERES DE LA MORGUE DEL HOSPITAL REGIONAL VICENTE CORRAL MOSCOSO”

Los métodos son significativamente diferentes, ya que al plantearse una hipótesis nula que $s_1=s_2$ Ho la misma que se pretende comprobar con la formula $F_{prueba} \leq F_{crítico}$, los datos obtenidos no son equivalentes con la formula, lo que nos indica que las varianzas entre los resultados de humor vítreo y sangre son diferentes



UNIVERSIDAD DE CUENCA

comprobando de otra manera la diferencia de concentración de alcohol etílico presente en el humor vítreo con respecto a la sangre.

Tabla 3.5: “PRUEBA F PARA VARIANZA DE LA SEGUNDA DETERMINACION DE SANGRE Y HUMOR VITREO DE CADAVERES DE LA MORGUE DEL HOSPITAL VICENTE CORRAL MOSCOSO”.

SANGRE 2	HUMOR 2
2,41	2,81
1,36	2,04
1,37	1,68
1,45	1,57
1,14	1,58
1,69	1,82
1,73	2,52
0,54	0,58
1,02	1,17
1,51	1,79
1,31	2,05
1,91	3,23
2,81	3,78
1,73	2,65
3,02	3,88

	SANGRE 2	HUMOR 2
Media	1,666666667	2,21
Varianza	0,436052381	0,86805714
Observaciones	15	15
Grados de libertad	14	14
F	0,502331424	
P(F<=f) una cola	0,105042812	
Valor crítico para F (una cola)	0,402620943	

Tabla realizada y elaborada por: Ma Eugenia Serrano – Ma Etna Vélez

Fuente: Tabla 3.1. Resultados de la “DETERMINACIÓN DEL GRADO DE ALCOHOL ETILICO EN SANGRE Y HUMOR VITREO EN CADVERES DE LA MORGUE DEL HOSPITAL REGIONAL VICENTE CORRAL MOSCOSO”

Igual en el duplicado se comprueba nuevamente la diferencia de las varianzas entre humor vítreo y sangre demostrando la diferencia significativa entre los métodos.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

CONCLUSIONES

1. La comparación de valores de alcohol etílico en muestras de sangre y humor vítreo en cadáveres de la morgue del Hospital Vicente Corral Moscoso no se cumple con la hipótesis planteada: es decir, no existe equivalencia entre los valores obtenidos.
2. Se pudo comprobar que los resultados obtenidos para el humor vítreo fueron mayores a los de las muestras de sangre para el mismo cadáver. Debido a que el globo ocular es una cavidad cerrada el humor vítreo no presenta una carga bacteriana elevada en comparación con la sangre, motivo por el cual en este fluido se puede encontrar la cantidad real de alcohol etílico, no así en la sangre que por motivos de putrefacción el valor obtenido de alcohol etílico no es el mismo que el encontrado en el humor vítreo
3. Con nuestro trabajo consideramos al humor vítreo como una muestra idónea para la determinación del grado de ebriedad en cadáveres e incluso poder afirmar que nos da resultados mejores que en la muestra de sangre debido a que al extraer el humor vítreo de una cavidad cerrada esta menos sujeta a alteraciones en comparación con la sangre.
4. Según los gráficos realizados (3.1 – 3.2) se puede observar que tanto en la primera determinación como en la segunda determinación de ambas muestras sangre y humor vítreo siguen la misma tendencia; la gráfica guardan la misma forma, pero en las muestras de humor vítreo se detecta mayor concentración de alcohol etílico debido a que este presenta mayor estabilidad después del fallecimiento de la víctima con relación a la muestra de sangre.
5. Según la bibliografía establecida del coeficiente de equivalencia los resultados que obtuvimos guardan cierta relación con dicho valor 1.3, y las variantes de esta relación que se presentaron se les puede justificar por las



UNIVERSIDAD DE CUENCA

condiciones ambientales que difieren de las del lugar de procedencia del coeficiente de equivalencia (España). Nuestro promedio del coeficiente de equivalencia obtenido es de 1.31.

6. Con la prueba F o ANOVA se comprobó que los valores de las varianzas de humor vítreo en relación a los valores de sangre son significativamente diferentes, concluyendo que para un mismo cadáver, el grado de alcohol etílico presente en humor vítreo y sangre no son equivalentes.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

RECOMENDACIONES

1. En el caso de la extracción de muestras sobre todo de humor vítreo se recomienda realizarlas al cabo de 72 horas después de que se ha producido el deceso de la víctima debido a que por efecto de los fenómenos cadavéricos se puede producir la deshidratación del humor vítreo.
2. Las muestras pueden permanecer óptimas para el análisis siempre y cuando estén en congelación a -4°C hasta por un periodo de 6 meses.
3. Luego de haber realizado el estudio podemos recomendar el uso del humor vítreo como la muestra más idónea en relación a la sangre debido a como ya dijimos anteriormente el humor vítreo presenta una mínima carga bacteriana con respecto a la sangre y se la considera una muestra más estable después del fallecimiento.
4. Se recomienda que para cada determinación de alcohol etílico se realice por la misma persona tanto el blanco como las titulaciones, para que de esta manera se minimice el margen de error para cálculos posteriores.

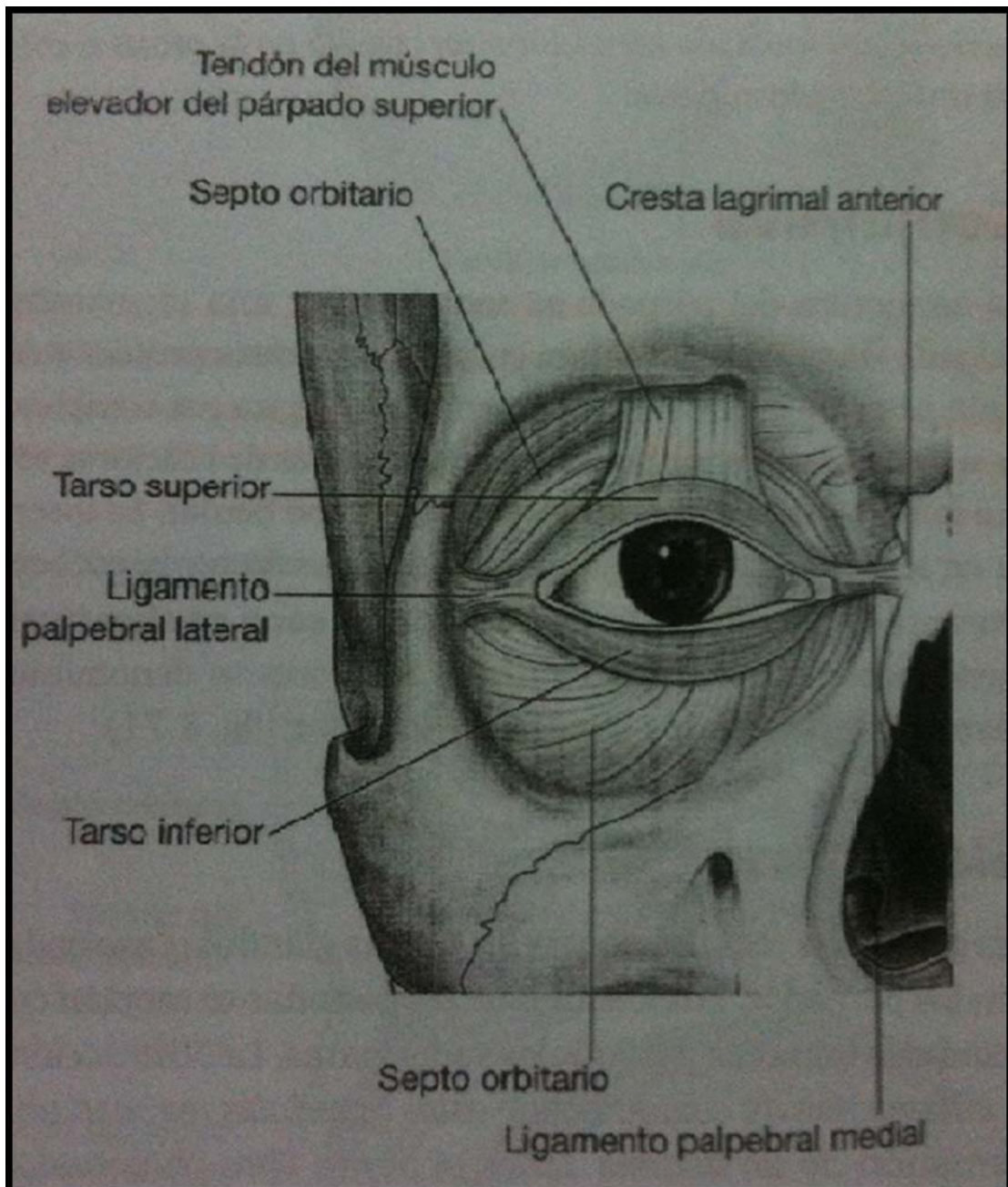


UNIVERSIDAD DE CUENCA

ANEXOS

Anexo 1:

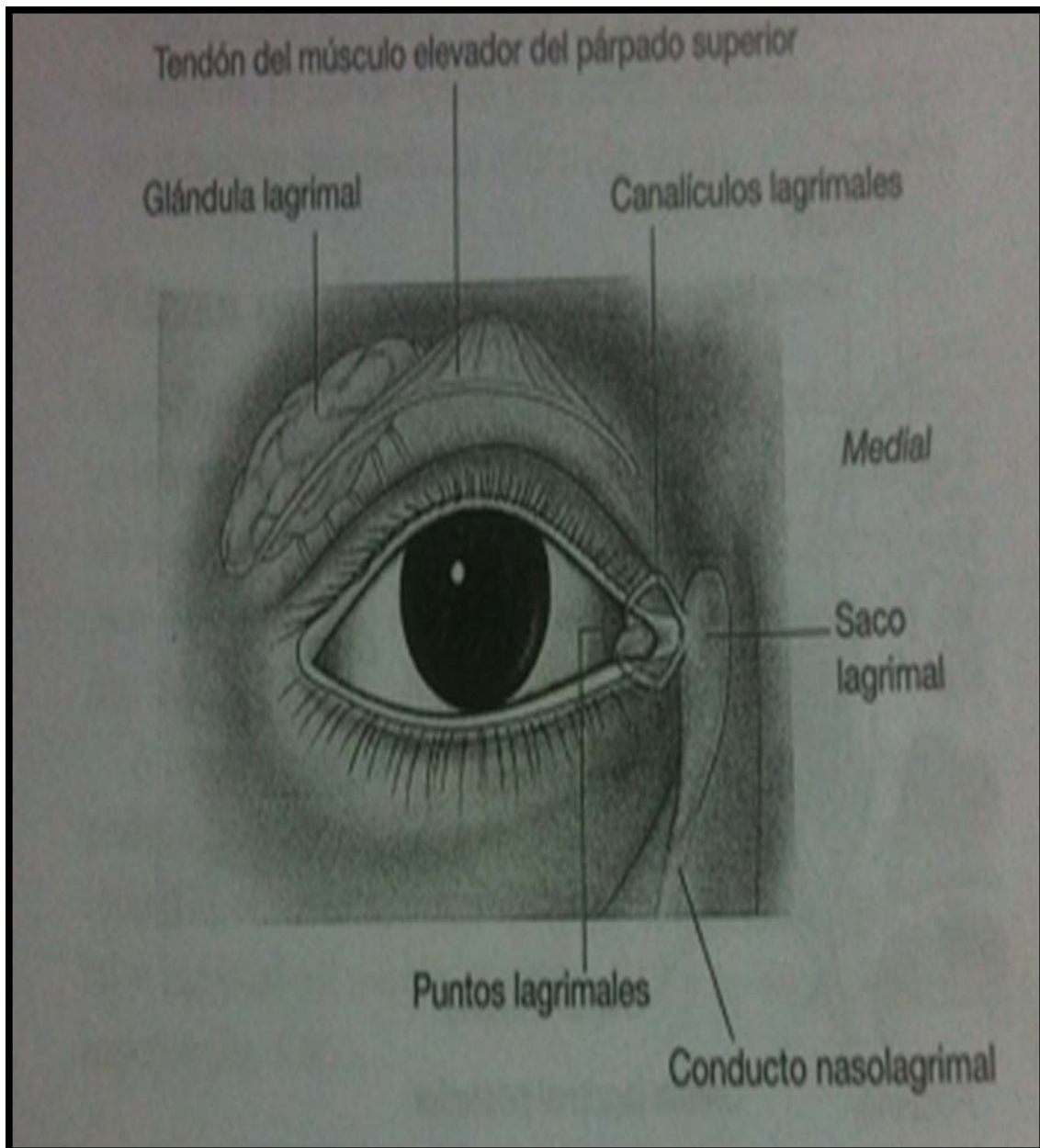
Figura 1.1: Párpados





Anexo 2:

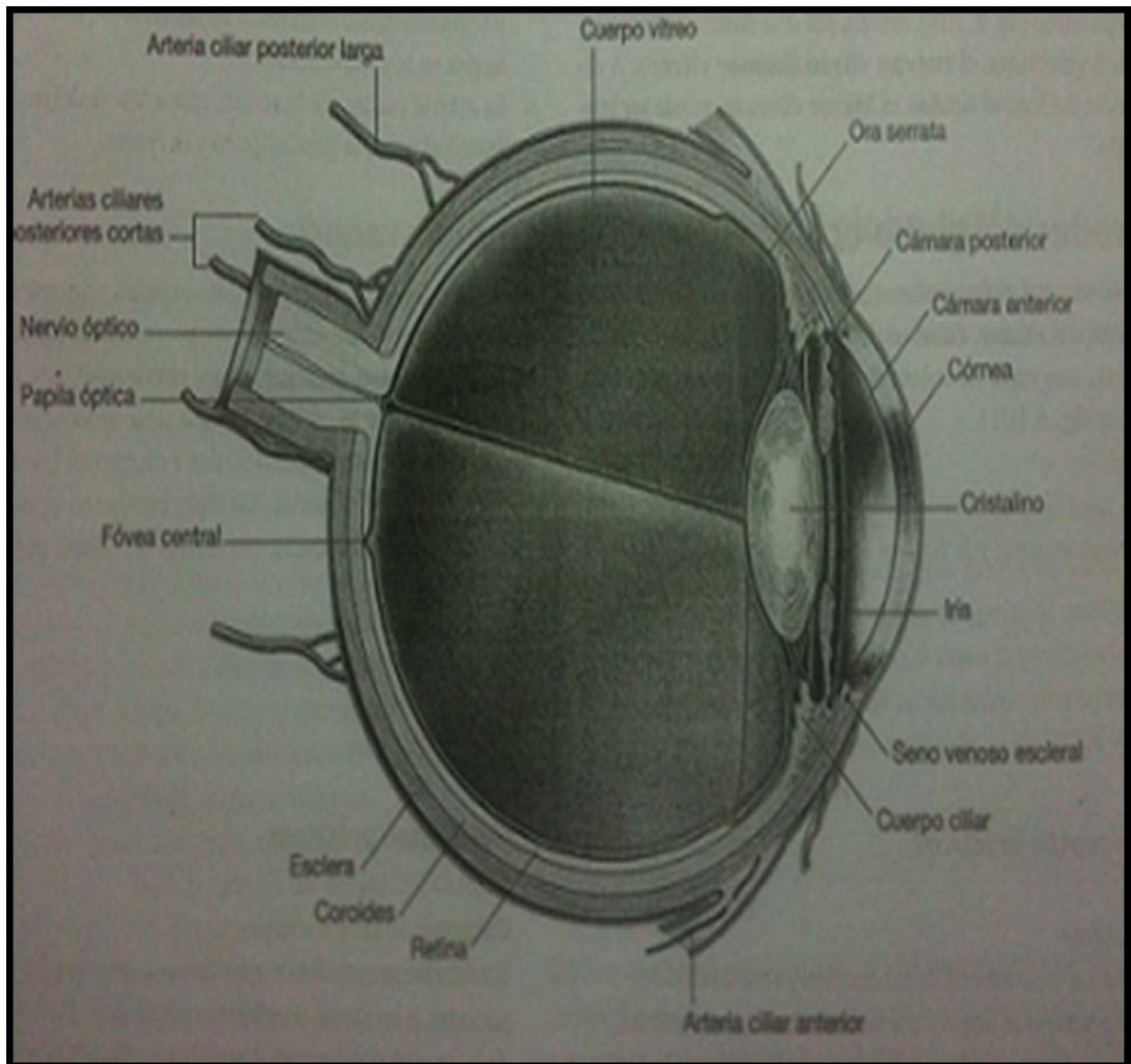
Figura 1.2: Glándula Lagrimal, visión anterior





Anexo 3:

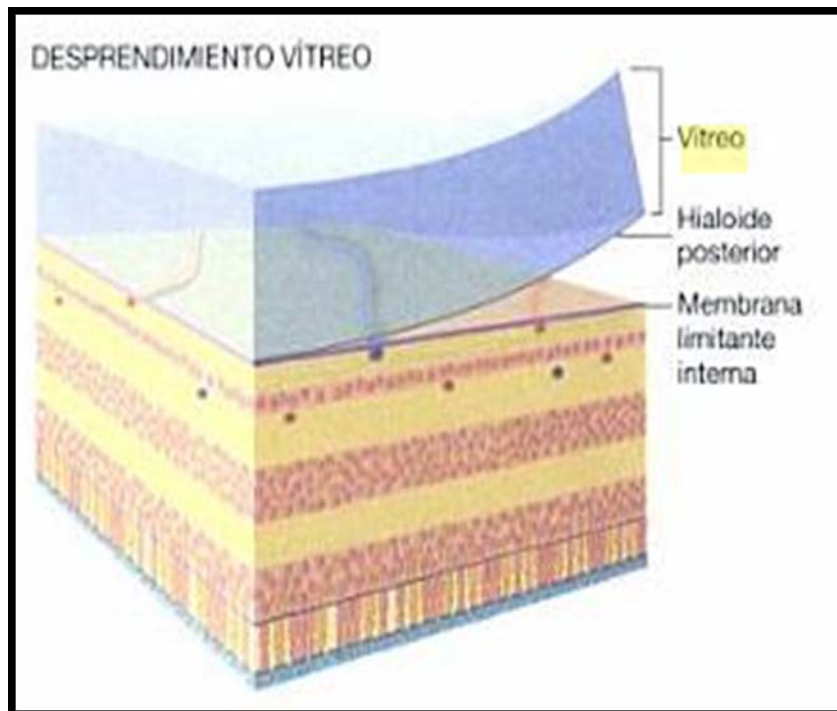
Figura 1.3: Globo Ocular





Anexo 4:

Figura 1.4: Desprendimiento Vítreo



Anexo 5:

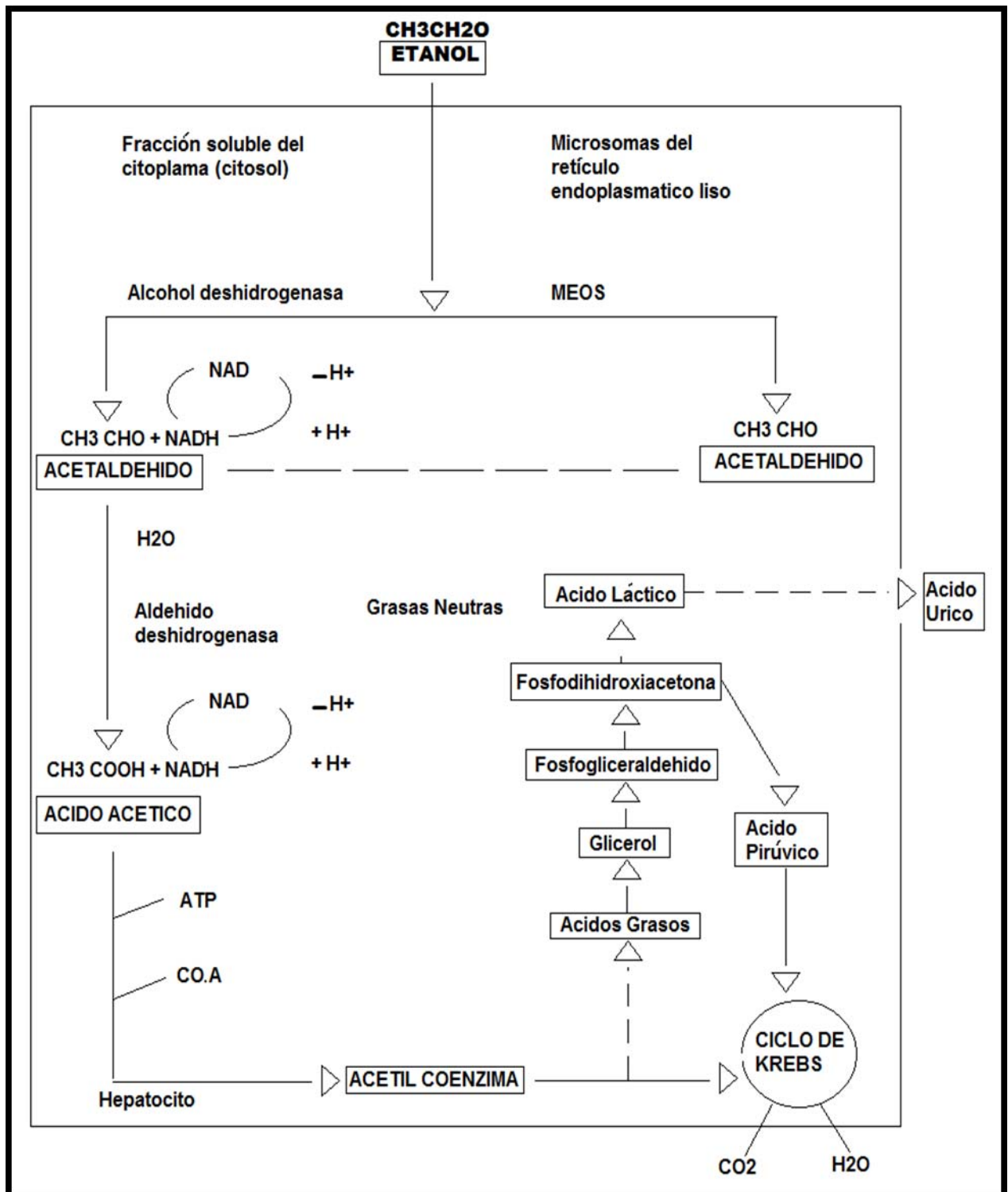
Figura 1.5: Microfotografía electrónica de barrido de eritrocitos.





Anexo 6

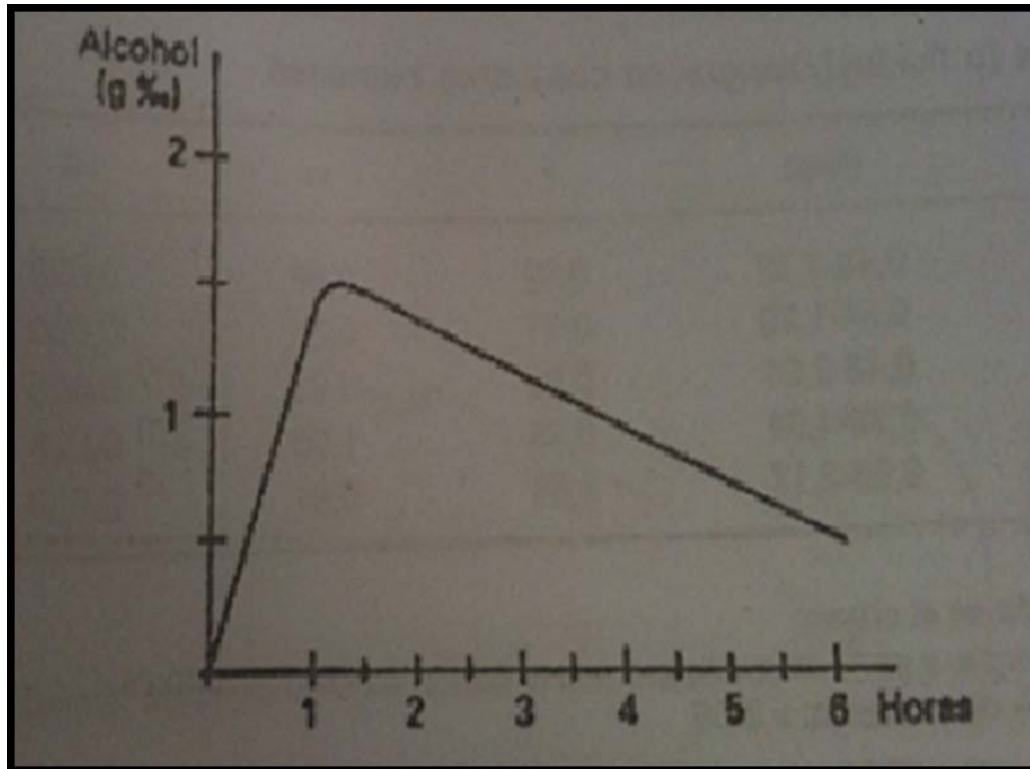
Figura 1.6: Toxicocinética del alcohol





Anexo 7:

Grafico 1.1: Curva alcoholemica





Anexo 8: Consentimiento Informado

**CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA EXTRACCION DE FLUIDOS
BIOLOGICOS**

LUGAR Y FECHA DE TOMA DE MUESTRA, CUENCA,..... del 201...
HORA:..... HORAS.....

Yo, portador/a de la CC S/N,
DNI, autorizo a las Señoritas Egresadas de la
Universidad de Cuenca, de la Facultad de Ciencias Químicas de la Escuela de
Bioquímica y Farmacia para la toma de las muestras biológicas (Sangre y Humor
Vítreo) de mi familiar el hoy occiso..... con el
fin exclusivo de obtener el grado alcohólico mediante el estudio Toxicológico de
Microdifusión.

Declaro haber sido informado/a previamente del procedimiento al que va a ser
sometida la muestra biológica que será aportada y que he comprendido las
explicaciones que me han facilitado; por lo tanto autorizo:

- La extracción de las muestras biológicas del hoy occiso.
- Registro de los resultados.

Certifico que he leído y entendido el presente documento íntegramente.

FIRMA DEL REPRESENTANTE LEGAL



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Anexo 9:

Foto 2.1: Cámara de Conway



Anexo 10: Cámaras de Microdifusión





UNIVERSIDAD DE CUENCA

Anexo 11: Medición del reactivo de Anties y colocación en el compartimiento interno



Anexo 12: Medición del reactivo liberante y colocación en el compartimiento externo





UNIVERSIDAD DE CUENCA

Anexo 13: Medición de las muestras y colocación en el compartimiento externo



Anexo 14: Homogenización



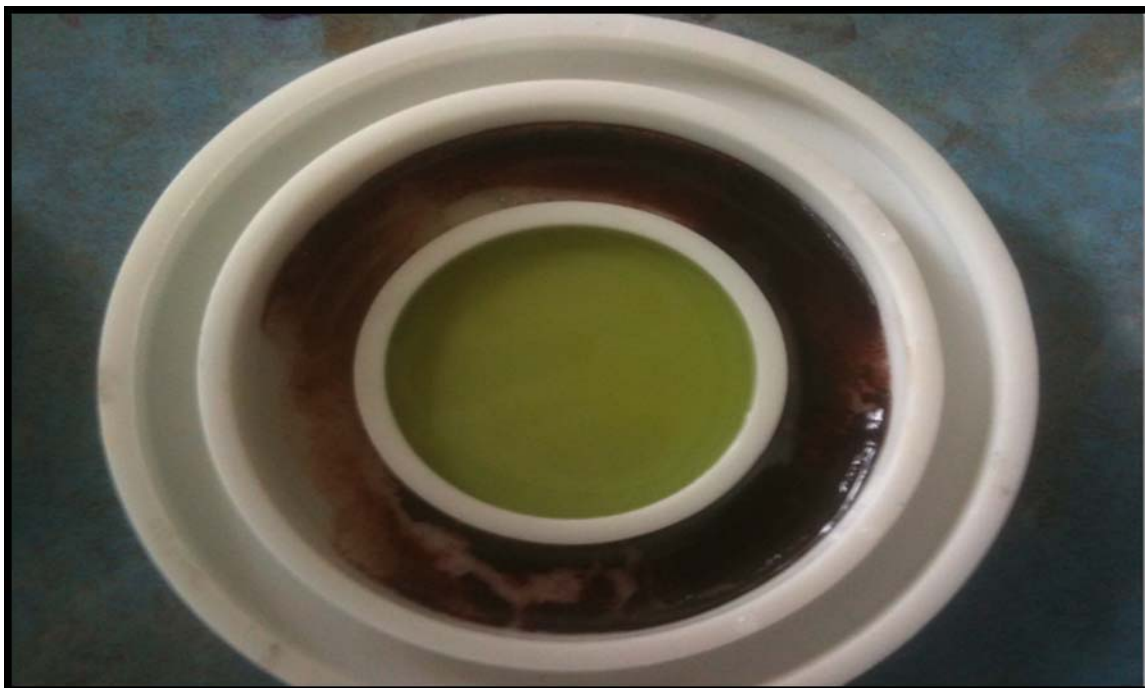


UNIVERSIDAD DE CUENCA

Anexo 15: Resultados positivos en sangre (derecha) y humor vítreo (izquierda)



Anexo 16: Resultado positivo en sangre





UNIVERSIDAD DE CUENCA

Anexo 17: Resultado positivo en humor vítreo





UNIVERSIDAD DE CUENCA

Anexo 18: Blanco





UNIVERSIDAD DE CUENCA

BIBLIOGRAFIA

1. DRAKE Richard, VOLG Wayne, MITCHELL Adam, Anatomía para Estudiantes, Capítulo VIII, Páginas 830-853, Editorial Elsevier, 1° Edición, Madrid - España, 2007.
2. KAUFMAN Paul, ALM Albert, Fisiología del Ojo: aplicación clínica, Capítulos I, IV, Páginas 3-4, 18-24, Editorial Elsevier, 10° Edición, Madrid – España, 2003.
3. BOBROW J, Cristalino y Cataratas, Capítulo I, Página 5, Editorial Elsevier, 11° Edición, Barcelona – España, 2009.
4. Retina. Google. [Citado el: 22 de febrero del 2011], disponible en: <http://www.nlm.nih.gov/medlineplus/spanish/ency/article/002291.htm>
5. LU Luis, MIRANDA Mauricio, Anatomía del Nervio Óptico, Revista Cibernética de Oftalmología, 2004.
6. ROUVIERE Henri, DELMAS André, DELMAS Vincent, Anatomía Humana: descriptiva, topográfica y funcional, Página 382, Editorial Elsevier, 11° Edición, Barcelona – España, 2005.
7. REGILLO C, Retina y Vítreo, Capítulo I, Página 7, Editorial Elsevier, 1° Edición, Barcelona – España, 2009.
8. KUMAR Vinay, ABBAS Abul, FAUSTO Nelson, Patología Estructural y Funcional, Capítulo XXIX, Páginas 1440-1441, Editorial Elsevier, 7° Edición, Madrid – España, 2005.
9. PULIDO José, Retina, coroides y vítreo, Capítulo III, Página 23, Editorial Elsevier, 1° Edición, Madrid – España, 2003.
10. PEREZ Gustavo, Anatomía del Ojo, Oftalmología, Barcelona – España, 2011.
11. QUIROZ Francis, Fisiología Ocular, Oftalmología, Lima – Perú, 2008.
12. El ojo humano. Google. [Citado el: 22 de febrero del 2011], disponible en: http://www.tayabeixo.org/que_obs/ojo.htm
13. VILLANUEVA E, Medicina legal y toxicología, Capítulos XVII, LVI, LXIII, Páginas 191-202, 783-791, 882-893, Editorial Masson, 6° Edición, Barcelona – España, 2005.
14. ZAMORA Zulma, Apuntes de Hematología, Universidad de Cuenca.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

15. ROSS Michael, PAWLINA Wojciech, Histología, Capítulo X, Páginas 268 – 284, Editorial Panamericana, 5ª Edición, Madrid – España, 2007.
16. CARDENAS, Fidel, GELVEZ, Carlos, Química y Ambiente 2, Páginas 154-164, Editorial Mc Graw Hill, Segunda Edición, Santa Fe de Bogotá, 1999.
17. ROSAS Ruth, Apuntes de Toxicología, Universidad de Cuenca.
18. ORTEGA Ellery, Propiedades generales y químicas de los alcoholes, 63 Thorne, St. Patchogue, NY 11772, pdf
19. MONTOYA Rafael, Química orgánica moderna, Capítulo XI, Páginas 336 – 357, Editorial Bedout S.A, 1ª Edición, Antioquia – Colombia, 1980.
20. Alcoholes. Google. [Citado el: 13 de enero del 2011], disponible en: <http://www.textoscientificos.com/química/alcoholes/>
21. ALBA Raúl, Esterificación – Química Orgánica, México, 2011
22. REPETTO Manuel, Toxicología Avanzada, Capítulo XI, Páginas 425-464, Editorial Días de Santo S.A, Madrid – España, 1995.
23. ASTOLFI Emilio, Toxicología de Pregrado, Capítulo III, Página 96, Editorial Talleres Gráficos de la prensa Medica Argentina S.R.L, Buenos Aires – Argentina, 1982.
24. GENNARO Alfonso, Remington Farmacia, Capítulo VIII, Páginas 1475 – 1477, Editorial Panamericana, 20ª Edición, Montevideo – Uruguay, 2000.
25. Handbook of Analytical Toxicology. Sunshine vol. 1 Editorial CRC PRESS, INC, USA, 1979.