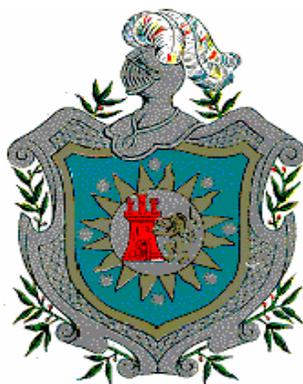


UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA-LEÓN
FACULTAD DE CIENCIAS
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA



**“ESTUDIO PRELIMINAR DE PARÁMETROS
FÍSICOQUÍMICOS DE CERVEZAS DE
CONSUMO NACIONAL”**

MONOGRAFÍA
PARA OPTAR AL TÍTULO DE LICENCIADA EN QUÍMICA

PRESENTADA POR:
BR. MARIELA ROXANA CHEVEZ OSORIO.
BR. PERLA CAROLINA SERRANO VERGARA.

TUTOR
Dr. SERGIO LÓPEZ GRÍO.

LEON, JULIO 2006.

AGRADECIMIENTO.

Agradecemos a Dios nuestro señor por dirigir nuestras vidas en el camino del bien y por darnos fortaleza y sabiduría para seguir creciendo cada día y poder llegar a este momento que es uno de los más importantes de nuestras vidas.

De manera muy especial a nuestros padres, por su apoyo moral y económico que siempre nos brindaron.

Con mucho amor agradezco a Doña ERLINDA GARCIA por su apoyo incondicional que siempre me brindo la cual recuerdo con mucho cariño.

De manera muy especial a mi Madre Melba Rosa Vergara Juárez (q.e.p.d) por su amor, confianza y apoyo incondicional brindados durante toda su vida, que dios te guarde mi mamita linda.

Con mucho cariño y amor a mi linda y pequeña familia, mi esposo Ing. Alfonso Bautista y mi hijo Russell Alfonso Bautista que siempre me han apoyado incondicionalmente en el camino hacia el alcance de mis metas.

A nuestro tutor Dr. Sergio López quien con su conocimiento y dedicación que ayudo a la culminación de este trabajo monográfico.

A la Lic. Carla Corrales que dedicando su tiempo y apoyo nos ayudó a realizar este trabajo con la cual compartimos momentos agradables.

A todos ellos nuestros más sinceros agradecimientos.

DEDICATORIA

Dedico el presente trabajo monográfico a:

Dios por guiar mis pasos todos los días de mi vida y por darme sabiduría y crecer cada día y llegar a ser profesional

Mis padres, Alfonso Chévez (q.e.p.d) y Emperatriz Osorio, por su apoyo espiritual, moral y económico que me brindaron.

Doña Erlinda García (q.e.p.d) por su apoyo incondicional que siempre me brindo, la cual recuerdo con mucho cariño.

DEDICATORIA

Dedico el presente trabajo monográfico a:

Dios por ser mi guía en todo momento.

Mi Madre Melba Vergara Juárez (q.e.p.d) y a mi esposo Ing. Alfonso Bautista por la paciencia y apoyo incondicional que me brindaron en mi formación profesional.

Mi hijo Russell Alfonso Bautista Serrano por ser la razón de mi vida por quién luché día a día para obtener todos mis logros y culminar este trabajo.

INDICE DE CONTENIDOS

CONTENIDO	PÁGINA
AGRADECIMIENTO.....	i
DEDICATORIA	ii
DEDICATORIA	iii
I RESUMEN.....	1
II OBJETIVO.....	2
II.1 OBJETIVO GENERAL.....	2
II.2 OBJETIVO ESPECÍFICO.....	2
III MARCO TEORICO.....	3
III.1 La cerveza.....	3
III.1.1 Tipos de cerveza.....	3
III.1.1.1 Cervezas de baja fermentación	4
III.1.1.2. Cerveza de alta fermentación.....	4
III.1.1.3. Cerveza de fermentación espontánea.....	4
III.2 Componente de la de la cerveza.....	4
III.2.1 Cebada.....	4
III.2.2 Lúpulo.....	6
III.2.3 Levadura.....	7
III.2.4 Agua.....	8
III.3 Técnicas de análisis de cervezas.....	9
III.3.1 Electroforesis capilar en análisis de Cervezas.....	9
IV MATERIAL Y REACTIVO.....	11
IV.1 Equipo y material.....	11
IV.2 Reactivo	11
V METODOLOGIA.....	12
V.1 Determinación de pH en cervezas.....	12
V.2 Determinación de acidez total en cervezas.....	12
V.3. Determinación de alcohol en cervezas	13
V.4 Determinación de densidad de las cervezas	13
V.5 Determinación de turbidez de las cervezas.....	14
V.6 Determinación del contenido de aniones en cervezas.....	15
V.6.1 Elaboración de la recta de calibración de aniones	15
V.6.2 Determinación del contenido de aniones	15
V.7 Determinación del contenido de cationes en cervezas.....	16
V.7.1 Elaboración de la recta de calibración de cationes.....	16

V.7.2 Elaboración de la recta de calibración de cationes.....	16
---	----

VI ANALISIS DE LOS RESULTADOS.....	17
VI.1. PH EN CERVEZAS	17
VI.2. ACIDEZ TOTAL EN CERVEZAS	18
VI.3. GRADO ALCOHÓLICO EN CERVEZAS.....	19
VI.4. DENSIDAD EN CERVEZAS.....	20
VI.5. TURBIDES EN CERVEZAS.....	21
VI.6 ANIONES EN CERVEZA.....	22
VI.7 CATIONES EN CERVEZA	33
VII CONCLUSIONES.....	44
VIII RECOMENDACIONES.....	45
IX BIBLIOGRAFIA.....	46
X. ANEXOS.....	47
NORMA TÉCNICA OBLIGATORIA NICARAGÜENSE (NTON 03 038 – 02)...	47
OBJETO.....	47
TERMINOLOGIA	47
CLASIFICACION DE LA CERVEZA	48
MATERIAS PRIMAS Y MATERIALES	49
ESPECIFICACIONES Y CARACTERISTICAS	49
MUESTREO Y CRITERIOS DE ACEPTACION O RECHAZO	51
METODOS DE ENSAYOS Y ANALISIS	51
ETIQUETADO	52
ALMACENAMIENTO Y TRANSPORTE	52
REFERENCIAS	52
OBSERVANCIA DE LA NORMA	53
ENTRADA EN VIGENCIA	53
SANCIONES	53

I. RESUMEN

El presente trabajo monográfico se efectuó con el fin de realizar un estudio preliminar de algunos parámetros físico-químicos de cervezas de consumo nacional. Para esto se seleccionaron cuatro cervezas del total que se consumen en diversos centros de expendios de la ciudad de León. Se analizaron así parámetros como, PH, acidez total, turbidez, grado alcohólico, cationes y aniones, utilizando diferentes técnicas analíticas.

Los resultados indican que existe una similitud bastante asombrosa en lo que se refiere a las cervezas Victoria y Búfalo, diferenciándose claramente en algunos parámetros de la cerveza Toña. Por otra parte la cerveza Brahva según los resultados se diferencia totalmente de las otras tres cervezas consideradas en el presente estudio.

Cabe mencionar que algunos de los parámetros físico – químicos determinados en el presente estudio cumplieron con lo establecido en la Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense (NTON 03 038 – 02), tal es el caso del PH, grado alcohólico y densidad. Sin embargo otros parámetros que analizaron es este estudio no pudieron ser contrastados dado que no son contemplados en la norma mencionada y en la bibliografía consultada no existía términos de referencia, como la turbidez y el contenido de cationes y aniones.

Finalmente es importante mencionar que la aplicación de la técnica de electroforesis capilar resultó ser eficiente para el análisis de cationes y aniones en cervezas, lo cual nos indica que esta técnica puede ser aplicada para el análisis rutinario de estos compuestos en la industria cervecera nacional, mejorándose el seguimiento de la calidad de las cervezas elaboradas.

II. OBJETIVOS

II.1 OBJETIVO GENERAL:

Realizar un estudio de parámetros físicos-químicos en cervezas de consumo nacional como una contribución al estudio de la calidad de estas, en el Departamento de Química de la Facultad de Ciencias de la UNAN-León en el período septiembre de 2004 a octubre de 2005.

II.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS:

- Determinar y comparar el PH obtenido de cervezas de consumo nacional
- Establecer la acidez total en cerveza expresada como porcentaje de ácido láctico.
- Comprobar el grado alcohólico en cervezas de consumo nacional en relación a lo establecido en la referencia.
- Determinar la densidad de cervezas de consumo nacional.
- Investigar instrumentalmente la turbidez de cervezas de consumo nacional.
- Utilizar la técnica de electroforesis capilar para determinar la concentración de aniones y cationes en cervezas de consumo nacional.

III. MARCO TEORICO

III.1 LA CERVEZA

La cerveza es una de las bebidas alcohólicas más antiguas que se consume en la actualidad. Esta fue elaborada en sus inicios principalmente en Mesopotámica y Egipto.

Para conseguir el gusto amargo que caracteriza a la cerveza, se le agrega entre otras cosas lúpulo o, más exactamente, su flor, un cono de pétalos dorados que contiene resinas y aceites aromáticos. En la fabricación de la cerveza se utilizan diversos ingredientes tales como: malta, levadura, lúpulo y agua, que una vez procesados pueden originar sustancias beneficiosas para la salud humana. Por esta razón se considera que la cerveza es una buena fuente de nutrientes y minerales esenciales entre los que se mencionan vitamina B, potasio, calcio, magnesio y silicio.

Se ha culpado a esta bebida de ser la causante del aumento de peso de las personas que la consumen, aunque en realidad, no existe evidencia científica que demuestre que un consumo moderado de cerveza esté directamente relacionado con el aumento de peso en personas sanas. Los beneficios de un consumo moderado de cerveza son grandes, entre ellos se mencionan sus efectos protectores ante algunas enfermedades como las cardiovasculares, pero también puede ser beneficiosa ante algunas enfermedades degenerativas. La cerveza al ser un producto natural, ofrece mayor diversidad de ingredientes que los refrescos de cola o gaseosas, destacando su aportación de vitaminas del grupo B. El consumo diario de un tercio de cerveza aporta alrededor de un 6.6 % de las necesidades diarias de calorías, un 10 % de fósforo, y vitaminas (riboflavina, piridoxina, niacina, folatos y ácido fólico, además de tiamina).

Debido a sus componentes, el consumo moderado de cerveza esta relacionado con la mejora de la salud cardiovascular, el retraso de la menopausia y la reducción de malformaciones en la medula espinal. La cerveza aporta una importante cantidad de la ingesta recomendable de fibra soluble y fibra dietética insoluble. Las materias primas principales usadas en la elaboración de la cerveza son los cereales y el agua. Entre los cereales el más usado es la cebada, aunque también se usa trigo y arroz, que proporcionan el alcohol. Otras materias primas son el lúpulo que da el aroma y el sabor amargo y actúa como antiséptico impidiendo su alteración.

III.1.1 TIPOS DE CERVEZA

Según su grado de fermentación podemos distinguir tres tipos de cerveza

1. Cervezas de fermentación baja
2. Cervezas de fermentación alta
3. Cervezas de fermentación espontánea

III.1.1.1. CERVEZAS DE BAJA FERMENTACION

Son cerveza, generalmente claras, rubias con algunos matices dorados oscuros, marcado sabor a lúpulo y refrescantes, elaboradas con malta clara por el método de cocción. Para estas cervezas se utiliza levadura que actúa a baja temperatura de 6 a 10 °C y pasando de 8 a 10 días se depositan en el fondo de la cuba. Se le denomina cerveza de baja fermentación a casi todas las rubias.

III.1.1.2. CERVEZAS DE ALTA FERMENTACION

Generalmente elaborada con malta mas oscura por el método de infusión. En este caso la levadura empieza a actuar entre 14 a 20 °C fermentando un máximo de cinco días. Reconocibles en general por su tono oscuro.

III.1.1.3. CERVEZAS FERMENTACION ESPONTANEA

Se pueden distinguir básicamente 2 tipos:

- 1) **ARCACIA** se elaboran dentro y en los alrededores de Bruselas únicamente. Esta denominación cubre las cervezas típicamente belgas, que solo se elaboran en el valle del río Sena en Bruselas. Son cervezas del trigo candeal compuestas de un 70% de malta y un 30% de trigo. No se les agrega levadura ya que las recibe por contacto con el aire ambiente, un micro fauna natural existente en la cervecería da lugar a una fermentación espontánea, semejante a la del vino.
- 2) **ANACRONICA** está en los orígenes de las cervezas de fuerte personalidad. Comúnmente se llama a esta cerveza "Gueuze" pueden encontrarse también cervezas cuya segunda fermentación ocurre después de la adición de cerezas o frambuesas, obteniéndose la "Kriek Espontánea" o "Lambic", "Gueuze", "Kriek", "Frambuesa" y Melocotón. Son cervezas de hasta 3 años de fermentación.

III.2. COMPONENTES DE LA CERVEZA

Los primeros componentes que más importancia tienen en la fabricación de la cerveza son: la cebada, lúpulo, levadura y agua

III.2.1 CEBADA

La calidad de la cebada ejerce un gran papel en la elaboración de la de cerveza, esta debe de estar exenta de impureza y granos rotos para ser usada en la elaboración de una cerveza de calidad. La cebada cosechada a su debido tiempo y bien desechada tienen un color blanquecino o blanco amarillento, debe tener olor a paja recién cortada este olor se percibe mejor dirigiéndole el aliento o bien poniendo la cebada en un frasco tapándolo bien y oliéndolo al cabo de una hora. El sabor se aprecia rompiendo con los dientes un grano y mascándolo, el sabor debe de ser suave y ligeramente dulzaino.

Los granos de cebada deben de ser llenos, redondo y de consistencia igual para juzgar la uniformidad de los granos se emplea un tamiz clasificador. La cebada secada al aire contiene una proporción de agua generalmente comprendida entre 12 y 16%, siendo por término medio 14%. La cebada

destinada a cerveza no deberá contener mas de 15% cuanto menor agua contenga, tanto mejor se conserva. La proporción de albúmina de la cebada suele ser entre 8 y 14%, sin embargo hay algunas que contienen 8% y otras que pasan del 14% pudiendo llegar hasta 20%, en la cebada seca.

Únicamente los grano de cebada germinado contienen dextrosa, esto es el fermento que determina la sacarificación de la fécula, por esto es de gran importancia la determinación del poder germinativo de la cebada. Una buena cebada debe germinar casi en su totalidad, en todo caso los granos que germinan no deben de ser menos del 95%, la cebada cuyo grado de germinación es de 90% debe de desecharse. El peso de la cebada por hectolitro apropiado para la elaboración de cerveza generalmente oscila entre 56 y 72kg.

La composición química de la cebada de distintos países y aun de un mismo país pueden presentar grandes diferencias así, las cebadas Alemanas tienen la siguiente composición:

Tabla1. Composición de las cebadas Alemanas.

Composición	Porcentaje
Agua	8.7 a 21.59%
Materia nitrogenada	6.70 a 15.81%
Materia grasa	0.80 a 3.08%
Materia extractiva	
No Nitrogenada	59.35 a 72.14%
Ceniza	1.56 a 6.50%

La composición media de buena cebada para cerveza es:

Tabla2. Composición de una cebada para elaborar cerveza.

Composición	Porcentaje
Agua	14%
Proteína	9%
Fécula	62%
Otra materia extractiva	
No nitrogenada	3.50%
Materia grasa	2.50%
Celulosa	6.50%
Ceniza	2.50%

La materia nitrogenada de la cebada son: glutencaseria, glutenfibrina, mucédina y albúmina las dos primeras son soluble en agua y las dos segundas son insolubles. Entre la materia nitrogenadas soluble se encuentra también una enzima, la glucosa, que tiene la propiedad de transformar la fécula en dextrosa hasta que la ha disuelto. Por otra parte la materia no nitrogenada esta compuesta de dextrina y maltosa.

III.2.2. LÚPULO

Para juzgar el valor del lúpulo destinado a la elaboración de cervezas se atiende a diversas circunstancias, acudiendo en el último término a los datos que suministra el análisis químico. En la calidad del lúpulo se tienen que considerar la procedencia, el perfume, la forma de conos, el aspecto de las bacterias y el color. Se aconseja a los cerveceros que procuren adquirir experiencia en conocer el lúpulo por sus características externas, aprovechando cuantas ocasiones se le presente para ello.

El perfume del lúpulo se aprecia bien frotando los conos entre las manos, debe percibirse un olor franco y muy aromático, el lúpulo viejo huele a queso, por lo que debe deshacerse. El lúpulo fino tiene generalmente conos pequeño, de forma ovalada, los cono deben de ser regulares, lisos y de venas finas.

Los lúpulos de calidad inferior tienen las brácteas gruesas y provistas de venas grandes. El color del lúpulo debe ser uniforme –amarillo verdoso, si es de color verde oscuro es señal de que fue recolectado demasiado pronto, por el contrario los lúpulo recolectados demasiado maduros son de color rojizos. Las glándulas del lúpulos debe ser abundantes muy brillantes y de color amarillo-oro. Los mejores lúpulos no contienen semilla la presencia de estas disminuye la figura del lúpulo.

El análisis químico sirve de poco para juzgar la calidad del lúpulo, sin embarco es útil la determinación de la resina y el tanino, pues estos nos dan una idea de riqueza en materia amarga y antiséptica y los lúpulos ricos en taninos suelen ser ricos en materia aromáticas, también se podrá reconocer si el lúpulo ha sido tratado con gas sulfuroso, ya que con el disimulan a veces su defecto, al mismo tiempo que facilita su conservación.

En contacto con el aire el lúpulo se altera rápidamente. Acabado de cosechar contiene por término medio 70% de agua, por esto los conos se calientan y pierden su calidad. Para evitar este inconveniente es necesario desecarlo cuanto antes.

Lo desecación se verifica a la temperatura ambiente o en estufas, en las estufas se precipita calentando a 25 °C y luego se eleva progresivamente a 30 o 40 °C. El lúpulo disecado contiene de 8 a 10% 100 de agua.

Hay que distinguir en el lúpulo los componentes propios de las plantas en general (materia nitrogenada, materia grasa, materia extractiva no nitrogenada, celulosa y ceniza) y los componentes específicos que tienen especial importancia para la elaboración de la cerveza entre las cuales el principal es el lupulino que contiene el lúpulo en proporción 6 a 17%.

El lúpulo tiene los siguientes componentes:

Tabla3. Composición del Lúpulo

Composición	Porcentaje
Materia soluble en cera	0.18%
Materia soluble en éter	63,93%
Resina alfa	11.55%
Resina beta	43.31%
Ceniza	0.17%
Otras materias	
Materia insoluble grasa, esencia, etc.	8.72% en éter.
Materia nitrogenada	4.78%
Pentosa	2.34%
Otra materia extractiva no nitrogenada y celulosa	10.89%
Ceniza soluble en HCl	2.72%
Ceniza insoluble en HCl	15.31%

Las cenizas del lúpulo son especialmente ricas en potasa y en ácido fosfórico el lúpulo contiene 31.62% de materia soluble en agua es posible que el lúpulo contenga un alcaloide volátil.

III.2.3. LEVADURA

Microorganismo utilizado en la fermentación de los azúcares del mosto para obtener alcohol y dióxido de carbono, del género *saccharomyces*, *cerevisae*.

Se usan dos variedades levadura baja y levadura alta, la primera determina la fermentación a temperatura entre 4 y 10 °C; la fermentación dura de 8 a 10 días y durante este tiempo, la temperatura aumenta de grado y medio a dos grados y medio; la levadura vieja, como la recién formada, se deposita en el fondo de la cuba de fermentación, formando un sedimento denso. La segunda produce la fermentación entre 12 y 25 °C, la fermentación es rápida y tumultuosa, termina a los dos o tres días; las células recién formadas suben a la superficie del líquido y forman una capa de espuma.

Además de la levadura, existen en el líquido otros microorganismos que producen fermentaciones secundarias, más o menos intensas estos otros microorganismos son por una parte las levaduras llamadas salvajes.

Por otra parte las bacterias del ácido acético como estas fermentaciones secundarias o accidentales pueden ocasionar graves inconvenientes y serias perturbaciones en la elaboración de la cerveza es preciso cuidar de estas cubas en que se efectúa la fermentación se encuentren muy limpias lo mismo que todos los utensilios empleados en la fabricación de cervezas y que además las primeras materias tengan todas las garantías de pureza y buena calidad las levaduras impurificadas deben ser sustituidas por otras aunque se acuda a estos casos y aun hoy se hace lo mismo muchas veces, a la levadura

procedente de otras fabricas; pero es mejor ciertamente valerse de levaduras cultivadas y puras.

III.2.4. AGUA

Toda agua potable puede considerarse como apropiada para la elaboración de cervezas puede añadirse que no todas las aguas buenas para la elaboración de las cervezas son a la vez buenas aguas potables.

El agua destinada a la elaboración de cervezas no debe contener en 100,000 partes de peso, mas de 50 de residuos sólidos; 5 de cloro, 2 a 4 de ácido nítrico (cuando el agua solo contiene indicios de cloro y de materia orgánica), 8 partes de ácido sulfúrico (en ausencia de sustancias de origen animal y de subproducto de descomposición).

Para la oxidación de la materia orgánicas contenida en 100,000 parte de agua no deben necesitarse mas de 0,2 partes oxigeno (o sea 1,0 parte de permanganato potasio). El grado hidrotimétrico (grado alemán) no debe pesar 16 a 18, pero cuando domina en el agua el bicarbonato de calcio, puede llegar a 20 y aun a 25. No debe contener más de 4 parte de magnesio en 100,000partes.

Las agua que contienen gran proporción de carbonatos de cal y magnesio retardan y perjudican la germinación de la cebada lo mismo hacen los cloruros de sodio, de calcio y de magnesio, las agua que contienen materia minerales en muy pequeñas cantidades quitan a la cebada muchas sustancias salinas, cuya presencia es importante en el proceso de la germinación y después en la fermentación. El agua empleada en la industria cervecera debe de estar exenta de compuestos de hierro sobre todo, el agua que se usa en las operaciones en que no se llega a la ebullición, como en la limpia de barriles, etc., debe de estar exenta en todo lo posible, de gérmenes que puedan desarrollarse en el mosto o en la cerveza, alterando sus cualidades, por esto conviene investigar si existen estos gérmenes.

En general, puede decirse que toda agua limpia, incolora e inodora que no contenga exceso de cloruro sódico o magnesio y que esta exenta de hierro puede considerarse apropiada para la industria de cerveza. Las agua moderadamente duras especialmente si la dureza es debido al sulfato calcio, merece la preferencia, porque lo mostos resultan rico en compuestos cálcicos que la levadura necesita para su alimentación. Reconociendo la conveniencia de que el agua destinada a la elaboración de la cerveza contenga una regular proporción de cal, en algunos países se añade yeso a las aguas usadas para elaborar cerveza.

III.3. TECNICAS DE ANÁLISIS DE CERVEZA

Existen diferentes técnicas analíticas que son usadas ampliamente en los laboratorios de las empresas cerveceras, de investigación y de ofertas de servicio para analizar los componentes de la cerveza. Además de las consabidas volumetría y gravimetría, se suelen utilizar entre otras:

- 1) Espectrofotometría de Ultravioleta Visible.
- 2) Espectrometría de Absorción Atómica.
- 3) Cromatografía Líquida de Alta Resolución.
- 4) Cromatografía Gaseosa.
- 5) Electroforesis Capilar.

III.3.1 LA ELECTROFORESIS CAPILAR EN EL ANÁLISIS DE CERVEZAS.

Una de las técnicas que en los últimos años ha venido ganando terreno en el análisis de cerveza es la electroforesis capilar, especialmente para el análisis de sustancias iónicas o fácilmente ionizables.

Se obtienen muy buenos resultados en la utilización de esta técnica para la cuantificación de aniones y cationes inorgánicos y es especialmente útil en el control de calidad de la cerveza y del agua que es utilizada en su fabricación. Es usada también en la determinación de ácidos orgánicos presentes en la cerveza. En la cuantificación de los azúcares, además es posible la cuantificación de ciertas sustancias, como el calcio y el oxalato, que son de gran utilidad debido a su relación con la estabilidad de la cerveza.

La Electroforesis Capilar (EC), es una técnica de separación que se basa en la diferente movilidad de las sustancias en una solución bajo la acción de un campo eléctrico. La separación de sustancia se lleva a cabo en el interior de un tubo capilar, normalmente de sílice fundida, cuyas dimensiones oscilan entre 10 a 100 cm. de longitud y de 25 a 100 μm de diámetro interno, lleno de una solución tampón. Una fuente de alimentación de corriente continua suministra un elevado potencial y gracias a la conductividad eléctrica del tampón se origina una diferencia de potencial entre los extremos del capilar.

Cada sustancia introducida en el capilar se desplaza por su interior a una velocidad que depende de su carga eléctrica, su estructura y el potencial aplicado, que son los responsables principales de la separación. Los dos extremos del capilar se sumergen en dos viales que contienen el tampón, en estos viales también están sumergidos los electrodos conectados a la fuente de energía, que al aplicar el potencial crea un flujo de cargas positivas que van del ánodo al cátodo denominado flujo electroosmótico.

Al inyectarse la muestra, por el extremo del capilar correspondiente al ánodo, el potencial hace que los analitos cargados positivamente (cationes) migren hacia el cátodo, primero los más cargados y de menor tamaño, y luego los menos cargados y de mayor tamaño, y poco antes de llegar al extremo del cátodo serán captados por un detector.

Los analitos neutros no se verán influenciados por el potencial, pero se moverán hacia el cátodo, arrastrado por el flujo electroosmótico, a la misma velocidad que esta, y por tanto serán detectados después de los cationes. Por último los analitos cargados negativamente (aniones) migran hacia el ánodo, pero el flujo electroosmótico puede arrastrarlos, a todos o algunos de ellos,

hacia el cátodo, siendo detectado, por tanto, al final del análisis, después de los analitos neutros, siendo los aniones más cargados y de mayor tamaño los últimos en llegar.

El orden de llegada al detector, y por tanto, el orden en el electroferograma será: cationes, neutros y aniones. La separación electroforética depende, en gran medida, de la carga de los analitos y por consiguiente esta muy bien influenciada por el PH, ya que cambios en el PH pueden convertir analitos neutros en cargados, y viceversa, variando así su movilidad.

Esta técnica por sus características de funcionamiento basadas en la carga de las moléculas, es adecuada para el análisis de sustancias iónicas o fácilmente ionizables, tales como cationes y aniones orgánicos e inorgánicos, ácidos orgánicos, azúcares, aminoácidos, siendo de las pocas técnicas que permiten el análisis de moléculas de elevado peso molecular, como las proteínas.

Para establecer un método que permita separar y cuantificar una serie de analitos en una matriz determinada, se debe optimizar las diferentes condiciones que influyen en la separación, hasta obtener la selectividad y sensibilidad adecuadas. Las principales condiciones a optimizar son el voltaje aplicado, la temperatura del capilar, el volumen de muestra inyectado, la longitud del capilar, el tampón y el PH del tampón.

El tampón y su PH son posiblemente los factores más importantes a considerar, y de su correcta elección depende, en gran parte, el éxito de la separación, ya que para poder separar dos analitos similares, el PH del tampón debe encontrarse entre el valor del pKa de uno y del otro, y de esta manera se consigue que uno este ionizado y el otro no. La electroforesis capilar puede llegar a límites de detección de mg/L a g/L dependiendo del tipo de detector utilizado.

IV. MATERIALES Y REACTIVOS

IV.1. EQUIPOS Y MATERIALES

- 1) Electroforesis Capilar (EC) de Agilent Technologies (Waldbronn, Alemania), provisto de un detector UV-Vis de arreglo de diodos, automuestreador, tarjeta de comunicaciones y software 3D-CE ChemStation v10.02.
- 2) pH-metro Corning Pinnacle 530
- 3) Turbidímetro (2100 N HACH)
- 4) Espectrofotómetro de Shimadzu UV 1203
- 5) Balanza analítica de Sartorius MC1 AC 210 S
- 6) Ultrasonido SONOREX TK 30
- 7) Bomba de vacío de Edwards M2 E5
- 8) Agitador-estufa de Selecta Agnimatic N, con su magneto
- 9) Balones aforados de 1000, 500 y 25 ml Pirex
- 10) Probeta de 100, 250 y 500 ml Pirex
- 11) Bureta de 10 ml Pirex
- 12) Pipeta volumétrica de 50, 25, 5 y 1 ml Pirex
- 13) Erlenmeyer de 250 ml Pirex
- 14) Kitasato de 250 ml Pirex
- 15) Espátula Fisher Scientific
- 16) Pizeta de 500 ml Fisher Scientific
- 17) Termómetro graduado en 0,1° C
- 18) Picnómetro de 100 ml de Fisher Scientific
- 19) Baño termostatzado de MGW Lauda DLK15

IV.2 REACTIVOS

- 1) Hidróxido de sodio de Merck, Darmstadt, Alemania.
- 2) Azul de Bromofenol de JT Baker Chemical Co. Phillipsburg, New Jersey, USA.
- 3) Etanol absoluto, Merck, Darmstadt, Alemania.
- 4) Muestra certificada de aniones de Agilent Technologies, Suiza, contiendo 1000 ppm de Bromuro, Fluoruro, Cloruro, Nitrito, Nitrato, Sulfato y 2000 ppm de Fosfato.
- 5) Buffer de cationes para Electroforesis Capilar PH 3.2 de Agilent Technologies, Alemania.
- 6) Buffer de aniones inorgánicos para Electroforesis Capilar PH 7.7 de Agilent Technologies, Alemania.
- 7) Fosfato mono-básico de Fisher Scientific, New Jersey, USA.
- 8) Potasio fosfato mono básico de Fisher Scientific, New Jersey, USA.
- 9) Potasio hidrogeno ftalato de Fisher Scientific, New Jersey, USA.
- 10) Cloruro de sodio de Merck, Darmstadt, Alemania
- 11) Cloruro de calcio de Merck, Darmstadt, Alemania
- 12) Cloruro de potasio de Fisher Scientific, New Jersey, USA.
- 13) Nitrato de magnesio de Merck, Darmstadt, Alemania
- 14) Cloruro de Amonio de Fisher Scientific, New Jersey, USA.

V. METODOLOGÍA

V.1 DETERMINACION DE PH EN CERVEZAS.

La concentración de iones hidrógeno en una muestra de cerveza se determina con un medidor de PH que es ajustado a los valores de PH 4,0 y 7,0 con soluciones tampón proporcionadas por el fabricante, o compradas en el comercio. Esta determinación se realiza según los siguientes pasos:

- 1) Se toma una muestra de cerveza de aproximadamente 250 ml y se deja reposar para que adquiera la temperatura ambiente.
- 2) Se desgasifica mediante agitación constante y aplicación de vacío por una hora, hasta la no formación de burbujas de CO₂ al agitar la muestra.
- 3) Se traslada la muestra a un recipiente adecuado.
- 4) Se introduce el electrodo previamente enjuagado en la muestra de cerveza y se lee el valor de PH y se anota en el cuaderno de experiencias.

Nota1: Se debe asegurar la completa desgasificación de la muestra en caso contrario la lectura del PHmetro no se estabilizará fácilmente.

Nota2: Si se desean lecturas mas precisas, se usa una calibración cuidadosa y un instrumento con escala expandida, el resultado se expresa con dos cifras decimales. En condiciones normales, el resultado se expresará con una cifra decimal.

Nota 3: Después de una serie de lecturas, el instrumento se debe ajustar de nuevo a PH 4.0 y PH 7.0 para asegurar que no ha habido ninguna desviación.

V.2 DETERMINACION DE LA ACIDEZ TOTAL DE LA CERVEZA

La acidez total de la cerveza se determina por volumetría, según los siguientes pasos:

- 1) Se toma una muestra de cerveza de aproximadamente 250 ml y se deja reposar para que adquiera la temperatura ambiente.
- 2) Se desgasifica mediante agitación constante y aplicación de vacío por una hora, hasta la no formación de burbujas de CO₂ al agitar la muestra. Se traslada la muestra a un recipiente adecuado.
- 3) Se calibra el PHmetro.
- 4) Se pipetea 50 ml de la muestra desgasificada, en un erlenmeyer de 250 ml.
- 5) Se introduce el electrodo, se ajusta la temperatura y determina el pH de la muestra.
- 6) Se añade a la muestra NaOH 0.1 M, hasta llegar a PH 7.6, en este punto añadir una gotas de azul de bromofenol.
- 7) Continuar agregando NaOH 0.1 M, en pequeñas porciones hasta que se alcance exactamente el PH 8.2, en este punto anotar los ml de NaOH gastados.
- 8) Calcular la acidez total expresada como porcentaje de ácido láctico mediante la siguiente formula:

$$\text{Acidez total: (\% de ácido láctico)} = \frac{v_1 \times 10 \times 0.09}{v_2 \times d}$$

Siendo:

v_1 = volumen de NaOH en ml.

v_2 = volumen de la muestra de cerveza en ml.

0.09 = valor de 1 meq de ácido láctico.

d = densidad en g/ml de la cerveza, medidas a 20°C .

V.3 DETERMINACION DEL GRADO ALCOHOLICO EN CERVEZA

El grado alcohólico en muestras de cerveza se puede determinar para los efectos del presente estudio mediante destilación fraccionada de una muestra diluida, seguida de la medida del grado alcohólico con un alcoholímetro. Esto se puede realizar según los siguientes pasos:

- 1) Tomar de 300 ml de una muestra de cerveza a una temperatura a 20 °C, en un matraz erlenmeyer y desgasificarla mediante agitación constante durante 1 hora.
- 2) Tomar la muestra y añadirla en un matraz destilación previamente tarado y añadir 150 ml de agua destilada. Conectar el matraz al dispositivo de destilación fraccionada y calentar hasta la temperatura del punto de ebullición del alcohol etílico.
- 3) Destilar aproximadamente de 85 a 90 ml, hasta que no se logre obtener destilado.
- 4) Detener la destilación y completar el destilado hasta 100 ± 0.1 ml con agua destilada.
- 5) Homogeneizar bien el destilado y medir su grado alcohólico con un alcoholímetro a 20°C, tomando precauciones para evitar pérdida de alcohol.
- 6) Anotar los resultados.

V.4 DETERMINACION DE LA DENSIDAD DE LA CERVEZA

La masa específica de un cuerpo, es la masa de unidades volumen de este cuerpo. La densidad de un cuerpo es igual al producto de sus masas específica por la del agua para medida en la misma condiciones. Para determinar la densidad de la cerveza se realizaron los siguientes pasos:

- 1) Se toma una muestra de cerveza de aproximadamente 250 ml y se deja reposar para que adquiera la temperatura ambiente.
- 2) Se desgasifica mediante agitación constante y aplicación de vacío por una hora, hasta la no formación de burbujas de CO_2 al agitar la muestra. Se traslada la muestra a un recipiente adecuado.
- 3) Se determina el peso vacío de un picnómetro de 10 ml.
- 4) Se llena el picnómetro con agua desionizada, se tapa y se pesa.
- 5) Se vacía el picnómetro y se enjuaga bien con acetona o alcohol absoluto y se espera a que se seque completamente.
- 6) Se llena el picnómetro seco con 10 ml de la muestra de cerveza, se tapa y se pesa.
- 7) Se obtienen los pesos del picnómetro vacío, del agua y de la cerveza y se determina la densidad de la cerveza, por diferencias y aplicando la siguiente fórmula:

$$d = \frac{(P_m - P_v)}{V}$$

P_m = peso del picnómetro con la muestra.

P_v = peso del picnómetro vacío.

v : Volumen del picnómetro

V.5 DETERMINACION DE LA TURBIDEZ DE LA CERVEZA

Los baños de ultrasonidos eliminan eficazmente las burbujas de la mayoría de las muestras líquidas especialmente las viscosas, de todas formas las ondas que ayudan a desgasificar, también pueden cambiar las características de las partículas que producen la turbidez.

La turbidez depende del tamaño, la forma, la composición y el índice de refracción de las partículas suspendidas. Un exceso de ultrasonido puede cambiar también la turbidez: En algunos casos los ultrasonidos pueden agravar la forma de burbujas de aire debido a su fractura haciendo el desgasificado más difícil.

Se utilizó el siguiente procedimiento para determinar la turbidez:

- 1) Se enciende el turbidímetro una media hora antes de realizar las lecturas.
- 2) Se llena una celda del turbidímetro con muestra hasta la línea de indicación.
- 3) Se sumerge la celda en un baño de ultrasonido y se aplica ultrasonido por unos 30 minutos hasta que salgan todas las burbujas de aire.
- 4) Se extrae la celda del ultrasonido, se seca y se le aplica aceite de silicona.
- 5) Se mide la temperatura del aire.
- 6) Se calibra el turbidímetro.
- 7) Se realiza la medida de la turbidez de la muestra de cerveza.
- 8) Se realizan tres repeticiones.

Nota 4: El tiempo necesario para eliminar las burbujas puede variar desde algunos segundos hasta unos minutos. Para evitar la aplicación excesiva de ultrasonido puede seguir un sencillo procedimiento. Primero aplicar ultrasonido hasta que no queden burbujas, luego medir la turbidez de la muestra. Aplicar de nuevo ultrasonido durante un breve periodo y volver a medir la turbidez .continuar este procedimiento varias veces, apuntando cada vez el tiempo de tratamiento y la lectura de la turbidez. Cuando la turbidez empieza aumentar en lugar de disminuir es que el ultrasonido probablemente ha empezado a alterar las partículas en suspensión. Apuntar el tiempo de tratamiento antes que aumente la turbidez y registrarla como tiempo limite para el tratamiento de ultrasonido.

V.6. DETERMINACION DEL CONTENIDO DE ANIONES EN CERVEZA

La determinación del contenido de aniones en cerveza se realizó usando la técnica de electroforesis capilar en dos momentos, primero se elaboró la recta de calibración y posteriormente determinó el contenido de aniones según los siguientes pasos:

V6.1 ELABORACIÓN DE LA RECTA DE CALIBRACIÓN DE ANIONES:

- 1) A partir de la mezcla estándar de aniones se realizan diluciones hasta obtener concentraciones finales de 5, 25, 50 y 100 µg/ml de Fluoruro, Cloruro, Bromuro, Nitrito, Nitrito y Sulfato y 10, 50, 100 y 200 µg/ml de Fosfato.
- 2) Cada mezcla se filtra previo a su inyección al equipo de electroforesis capilar considerando las siguientes condiciones:
 - **Capilar:** Sílice fundida de 72 cm de longitud efectiva y 50 µm de diámetro interno, con celda de detección de burbuja de 150 µm.
 - **Tampón:** Buffer de aniones inorgánicos para HPCE, PH 7.7
 - **Inyección:** 200 mbar (50 mbar *4 seg).
 - **Polaridad:** Negativa
 - **Voltaje:** 25 KV
 - **Temperatura:** 25 °C
 - **Detección:** indirecta tomando como señal 350 nm (Bw: 80 nm) y como referencia 245 nm (Bw: 20 nm).
- 3) Se obtiene el electroferograma de cada punto de las rectas de calibración y se realizan las curvas de calibración para cada uno de los aniones considerando el área corregida, es decir el área del pico dividido entre su tiempo de migración.
- 4) Se guardan en el método las curvas de calibración.

V6.2 DETERMINACION DEL CONTENIDO DE ANIONES:

- 1) Se toma una muestra de cerveza de aproximadamente 250 ml y se deja reposar para que adquiriera la temperatura ambiente.
- 2) Se desgasifica mediante agitación constante y aplicación de vacío por una hora, hasta la no formación de burbujas de CO₂ al agitar la muestra. Se traslada la muestra a un recipiente adecuado.
- 3) Se diluye en la muestra en una proporción 1:10 en función de la concentración esperada de aniones.
- 4) Se filtra usando un filtro de membrana de 0.20 µm.
- 5) Se inyecta en el equipo de electroforesis capilar considerando las condiciones usadas para las mezclas de estándares.
- 6) Se obtiene el electroferograma de la muestra y se determina la concentración de los aniones presentes mediante el método de mínimos cuadrados considerando las curvas de calibración previamente obtenidas.

V.7. DETERMINACION DEL CONTENIDO DE CATIONES EN CERVEZA

La determinación del contenido de cationes en cerveza se realizó usando la técnica de electroforesis capilar en dos momentos, primero se elaboró la recta de calibración y posteriormente determinó el contenido de cationes según los siguientes pasos:

V.7.1 ELABORACIÓN DE LA RECTA DE CALIBRACIÓN DE CATIONES:

- 1) Se toman porciones de las sales NaCl, KCl, CaCl₂, Mg(NO₃)₂ y NH₄Cl, se introducen en un horno a 104 °C por una hora.
- 2) Se preparan soluciones patrón de concentraciones 1000 mg/ml, de cada uno de los cationes considerados.
- 3) Se preparan mezclas a partir las soluciones patrones diluyendo cantidades adecuadas para obtener concentraciones de 5, 10, 25, 50, y 100 mg/ml.
- 4) Cada mezcla se filtra previo a su inyección al equipo de electroforesis capilar considerando las siguientes condiciones:
 - **Capilar:** Sílice fundida de 48.5 cm. de longitud efectiva y 50µm de diámetro interno, con celda de detección de burbuja de 150nm.
 - **Tampon:** Bouffer de cationes para HPCE pH 3.2
 - **Inyección:** 200 mbar(50 mbar * 4 seg)
 - **Polaridad:** positiva
 - **Voltaje:** 30kv
 - **Temperatura:** 30 °C
 - **Detección:** indirecta, tomando como señal 340nm (Bw: 80nm) y como referencia 210nm (Bw:20nm).
- 5) Se obtiene el electroferograma de cada punto de las rectas de calibración y se realizan las curvas de calibración para cada uno de los cationes considerando el área corregida, es decir el área del pico dividido entre su tiempo de migración.
- 6) Se guardan en el método las curvas de calibración.

V.7.2 DETERMINACION DEL CONTENIDO DE CATIONES:

- 1) Se toma una muestra de cerveza de aproximadamente 250 ml y se deja reposar para que adquiera la temperatura ambiente.
- 2) Se desgasifica mediante agitación constante y aplicación de vacío por una hora, hasta la no formación de burbujas de CO₂ al agitar la muestra. Se traslada la muestra a un recipiente adecuado.
- 3) Se diluye en la muestra en una proporción 1:10 en función de la concentración esperada de cationes.
- 4) Se filtra usando un filtro de membrana de 0.20 µm.
- 5) Se inyecta en el equipo de electroforesis capilar considerando las condiciones usadas para las mezclas de estándares.
- 6) Se obtiene el electroferograma de la muestra y se determina la concentración de los aniones presentes mediante el método de mínimos cuadrados considerando las curvas de calibración previamente obtenidas.

VI. ANÁLISIS DE RESULTADOS

VI.1. PH EN CERVEZAS

En la Tabla VI.1, se muestran los valores de porcentajes de acidez obtenidos para las cervezas estudiadas, según el apartado V.1.

Tabla VI.1. Valores de PH obtenidos para las cervezas estudiadas.

Cerveza	PH
Victoria	3.86
Búfalo	3.84
Toña	3.37
Brahva	3.59

En esta se observan que los valores de PH de las cervezas fluctúan en un rango que va desde 3.37 a 3.86. Siendo la de menor valor de PH la cerveza Toña y la de mayor valor la cerveza Victoria.

Cabe mencionar que las cervezas Victoria y Búfalo, presentan valores de PH bastantes similares, variando únicamente en la segunda cifra decimal. Lo cual podría ser atribuido a que el proceso de fabricación de las dos cervezas es bastante similar.

En cuanto a la cerveza Brahva, la diferencia es mayor, lo cual tiene lógica, ya que dicha cerveza no es del mismo grupo de cervezas anteriores y fue fabricada en otras condiciones y usando otro tipo de agua.

En lo que respecta a la cerveza Toña, si bien es cierto pertenece a la misma casa fabricante que las cervezas Victoria y Búfalo, parece ser que el proceso de fabricación es distinto al de esta dos, lo que se refleja en el valor de PH obtenido.

Por otro lado, la Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense (NTON 03 038 – 02), **“BEBIDAS FERMENTADAS, CERVEZAS ESPECIFICACIONES”** [1], establece que el valor de PH de las cervezas debe estar ubicado entre 3 y 4.8. En este aspecto todas las cervezas estudiadas están en el rango estipulado en esta norma. Sin embargo en la otra literatura consultada [2], se encontró un rango diferente de PH que va desde los 3.5 a 5, en este caso la única cerveza que se saldría del rango es la Toña.

VI.2. ACIDEZ TOTAL EN CERVEZAS:

En la tabla V1.2., se muestran los valores de acidez obtenidos para las cervezas según el apartado V.2.

Tabla V.1.2. Valores de porcentaje de acidez obtenidos para las cervezas estudiadas.

Cerveza	% de acidez total (AT)
Victoria	0.17
Búfalo	0.18
Toña	0.18
Brahva	0.15

En la tabla se observa que el porcentaje de ácido láctico de las cervezas se ubica en el rango 0.15% a 0.18%.

Tal y como se observa, las cervezas Toña y Búfalo presentan un porcentaje asombrosamente igual de acidez de 0.18%, mientras que la cerveza Victoria presenta un 0.17%, un porcentaje no muy alejado de los valores de las otras cervezas, lo cual podría relacionarse con el hecho de que las tres cervezas mencionadas provienen de la misma fábrica, por lo que tienen una característica similar.

Por otro lado la cerveza Brahva posee un porcentaje de 0.15%, siendo un tanto diferente de las otras tres cervezas estudiadas, lo que tiene relación con el hecho de que esta cerveza, no pertenece al mismo grupo de cervezas, Toña, Victoria y Búfalo, ya que es fabricada en otro país.

En lo que respecta a estos valores en comparación a un valor de referencia, la Norma Nicaragüense no especifica valores de acidez total, sin embargo en otra referencia consultada [2], encontramos que el valor máximo de porcentaje de acidez respecto del ácido láctico no debe ser mayor de 0.3%. Si nos atenemos a esta información podemos deducir que todas las cervezas estudiadas están dentro de lo permitido ya que sus porcentajes son menores de 0.3%.

VI.3. GRADO ALCOHÓLICO EN CERVEZAS.

En la tabla VI.3. se muestran los valores obtenidos de grado alcohólico de las cervezas estudiadas, según el apartado V.3.

Tabla VI.3. Valores de grado alcohólico obtenidos para las cervezas estudiadas.

Cerveza	% Grado alcohólico
Victoria	4
Búfalo	4
Toña	4
Brahva	6

Tal y como se observa en la tabla las muestras de cervezas se encuentran ubicadas en el rango de 4% a 6%.

Cabe mencionar que la cerveza Brahva es la que tiene mayor porcentaje de grado alcohólico, mientras que las cervezas Toña, Victoria y Búfalo, poseen el mismo porcentaje de grado alcohólico.

Esta situación, al igual que en los otros parámetros físico-químicos analizados anteriormente, tiene relación en el hecho de que las tres cervezas Toña, Victoria y Búfalo, son marcas de una misma fábrica y por tanto llevan una misma ruta de elaboración en lo que se refiere a condiciones y materia prima, lo que explica que las tres posean el mismo porcentaje de grado alcohólico (4%) medido en las condiciones indicadas en el apartado V.3.

Por otro lado la cerveza Brahva dado que es una cerveza extranjera, y su proceso de elaboración es diferente que las tres cervezas mencionadas anteriormente en cuanto a ruta de elaboración, condiciones y materia prima, posee un porcentaje de grado alcohólico mayor (6%).

Finalmente es importante mencionar que, la Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense (NTON 03 038 – 02), “**BEBIDAS FERMENTADAS, CERVEZAS ESPECIFICACIONES**” [1], en lo que se refiere al porcentaje de grado alcohólico establece que su valor debe ubicarse en el rango de 2.5 a 9%, en lo cual nos basamos para afirmar que ninguna de las cervezas estudiadas incumple dicha Norma.

VI.4. DENSIDAD EN CERVEZAS.

En la Tabla VI.4., se muestran los valores de densidad obtenidos para las cervezas estudiadas, según el apartado V.4.

Tabla VI.4. Valores de densidad obtenidos para las cervezas estudiadas.

Cerveza	Densidad (g/ml)
Victoria	1.0099
Búfalo	1.0093
Toña	1.0057
Brahva	1.0115

En esta se puede observar que todos los valores obtenidos para las cervezas estudiadas se ubican en el rango de 1.0057 a 1.0115 g/ml. Obteniéndose el mayor valor para la cerveza Brahva y el menor valor para la cerveza Toña.

Es notorio observar los valores bastantes similares que existen, entre las cervezas Victoria y Búfalo, los que únicamente se diferencian en tan solo 0.0006 g/ml, diferencia que es un tanto mayor respecto de las otras cervezas. Esta similitud tiene relación posiblemente a que ambas cervezas poseen procesos de elaboración bastante similares.

Por otro lado la cerveza Toña presenta un valor de densidad un poco menor que las cervezas Victoria y Búfalo diferenciándose de estas en 0.0042 y 0.0036 g/ml respectivamente. Diferencia que es mucho mayor respecto de la cerveza Brahva. Esta baja diferencia relativa probablemente es debida a que tanto la cerveza Toña como las cervezas Victoria y Búfalo, son elaboradas por la misma fábrica y siguen procesos de elaboración más o menos parecidos.

En lo que respecta a la cerveza Brahva esta presenta un valor de densidad mucho mayor que las tres cervezas mencionadas anteriormente, lo que tiene relación en el hecho de que es una cerveza elaborada en otras condiciones siguiendo otra ruta de elaboración y diferentes materias primas.

Finalmente es importante mencionar que, la Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense (NTON 03 038 – 02), **“BEBIDAS FERMENTADAS, CERVEZAS ESPECIFICACIONES”** [1], en lo que se refiere a densidad establece un valor entre 0.998 y 1.018, en lo cual nos basamos para afirmar que ninguna de las cervezas estudiadas incumple dicha Norma.

VI.5. TURBIDES EN CERVEZAS.

En la Tabla VI.5. Se muestran los valores de turbidez obtenidos para las cervezas estudiadas, según el apartado V.5.

Tabla VI.5. Valores de turbidez obtenidos para las cervezas estudiadas.

Cerveza	Turbidez
Victoria	2.010
Búfalo	2.461
Toña	2.310
Brahva	5.370

En esta tabla se observa que los valores obtenidos de turbidez de las cervezas varían en un rango de 2.010 a 5.370, siendo el mayor valor el de la cerveza Brahva y el menor valor el de la Victoria.

En este caso no es posible dilucidar claras similitudes entre las cervezas Victoria, Búfalo y Toña aunque todas tienen valores cercanos a 2.000.

Por otra parte la cerveza Brahva claramente se diferencia de las tres cervezas anteriores dado que su valor es mayor de 5.000, siendo mucho mayor que los valores de las cervezas mencionadas.

Los valores de turbidez cercanos a 2.000 probablemente es debida a que tanto la cerveza Toña como las cervezas Victoria y Búfalo, son elaboradas por la misma fábrica y siguen procesos de elaboración mas o menos parecidos, a diferencia de la Brahva que es elaborada en condiciones diferentes.

En lo que respecta a los valores de referencia, no existe en la Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense (NTON 03 038 – 02), **“BEBIDAS FERMENTADAS, CERVEZAS ESPECIFICACIONES”** [1], valor alguno que nos indique un rango relativo a la turbidez, por lo que no podemos indicar si los valores obtenidos están o no en un rango establecido.

VI.6 ANIONES EN CERVEZA

En la Figura VI.1 se muestra el electroferograma de una de las mezclas de los estándares de los siete aniones: Bromuro, Cloruro, Sulfato, Nitrito, Nitrato, Fluoruro y Fosfato, inyectados en las condiciones electroforéticas indicadas en el apartado V.6.1.

Tal y como se observa en la figura los tiempos de migración de los aniones en el electroferograma obtenido nos permiten establecer una clara diferencia e identificación entre estos. Por otra parte la posición de los picos en el electroferograma es casualmente coincidente con la reflejada en la bibliografía.

Es importante mencionar que la posición de los picos es consecuencia directa de la movilidad electroforética de los aniones estudiados en el interior del capilar, la que depende entre otros factores del tipo de buffer, del voltaje aplicado, de la temperatura, de la longitud efectiva del capilar, del tipo de molécula o ión, del tamaño de la molécula o ión y de la carga.

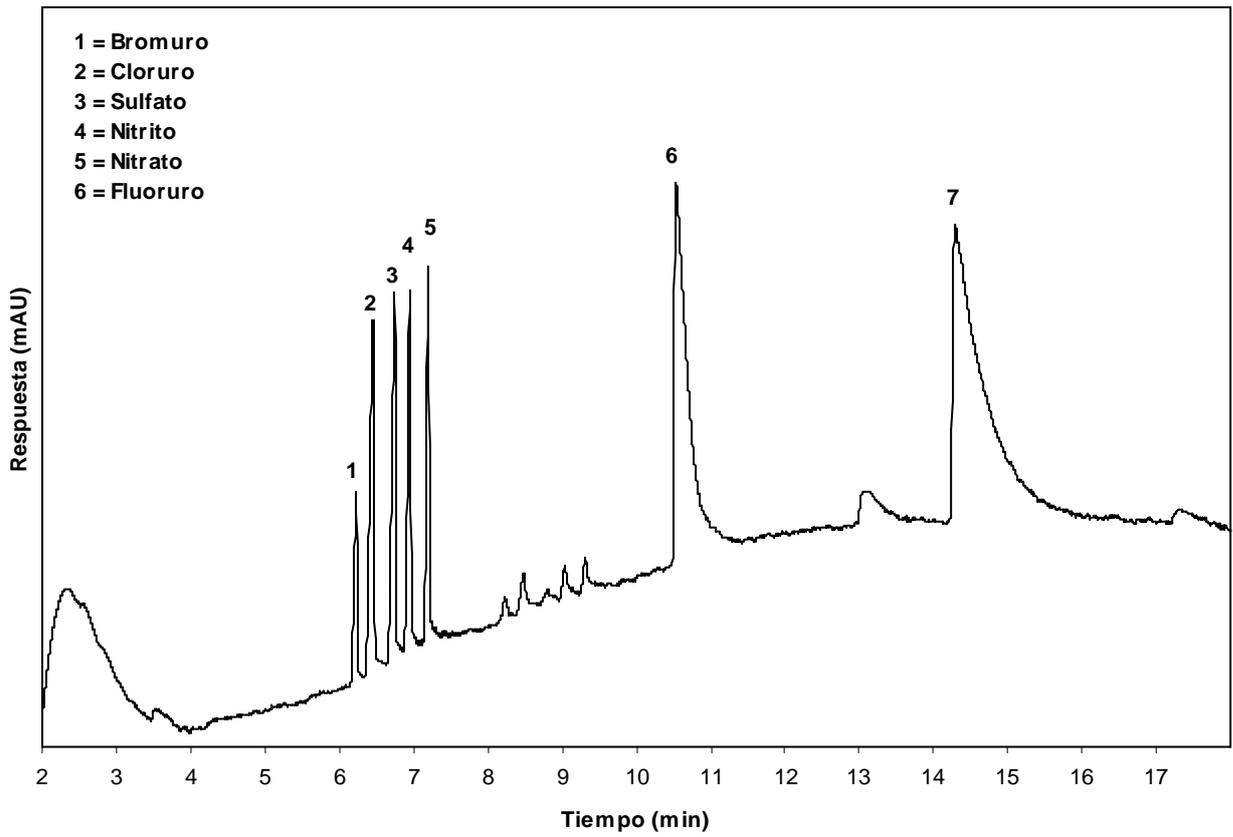


Figura VI.1. Electroferograma de una mezcla de 50 ppm de los aniones estudiados.

En las Tablas VI.1. y VI.2. Se muestran los parámetros electroforéticos de los seis aniones estudiados y obtenidos en los rangos mencionados en el apartado V.6.1. Por otra parte en la Tabla VI.3. Se muestran los parámetros del fosfato.

Tabla VI.1. Parámetros de los aniones a niveles de concentración 5 y 25 ppm.

Aniones	5			25		
	tm	Área	Altura	tm	Área	Altura
Bromuro	6.220	2.1	1.0	6.204	4.1	1.7
Cloruro	6.423	4.9	1.9	6.412	9.9	3.4
Sulfato	6.718	3.9	2.1	6.706	9.3	4
Nitrito	6.935	3.5	1.5	6.918	7.4	3.1
Nitrato	7.197	3.4	1.4	7.176	6.5	2.8
Fluoruro	10.787	16.8	2.9	10.740	34.5	4.6

Tabla VI.2. Parámetros de los aniones a niveles de concentración 50 y 100 ppm

Aniones	50			100		
	tm	Área	Altura	tm	Área	Altura
Bromuro	6.216	13.8	4.6	6.228	27.5	6.8
Cloruro	6.435	34.0	8.6	6.457	69.2	13.6
Sulfato	6.728	30.3	9.0	6.753	59.9	13.3
Nitrito	6.939	26.2	8.8	6.960	53.0	14.5
Nitrato	7.192	24.1	9.2	7.209	49.1	15.8
Fluoruro	10.648	113.3	9.2	10.579	214.8	13.4

Tabla VI.3. Parámetros del fosfato a niveles de concentración entre 10 y 200 ppm

Ppm	tm	Área	Altura
10	14.614	31.4	2.8
50	14.616	67.6	4.1
100	14.607	202.8	7.1
200	14.307	350.0	9.5

En estas tablas se puede observar que para el caso de los primeros cinco aniones, el comportamiento de los tiempos de migración, no es tan irregular manteniéndose constante la primera cifra decimal, lo que permitió un mayor ajuste de las rectas de regresión, elaboradas a partir de estos datos.

En el caso de los dos aniones restantes se puede observar una ligera desviación en el caso del fosfato en la última concentración inyectada, mientras que en el caso del fluoruro la desviación es mucho mayor ya que hay desplazamiento de los tiempos de migración de las dos últimas inyecciones. Sin embargo el ajuste del fluoruro es mucho mejor que el del fosfato, probablemente esto sea debido a las mayores áreas de los picos y a los mayores tiempos de migración del fosfato, respecto a los otros picos de los aniones estudiados.

En la Tabla VI.4. Se muestran los valores de los parámetros de ajuste de las rectas de regresión de los siete aniones obtenidas en los rangos mencionados en el apartado V.6.1. En esta se puede observar que el ajuste de las rectas fue excelente siendo el R^2 en la todos los casos mayor de 0.999, salvo para el caso del fosfato. Estos valores nos indican la bondad del ajuste de las rectas, razón por la cual pueden ser usadas perfectamente para la determinación de la concentración de los siete aniones tanto en agua como en las muestras de cervezas consideradas en este estudio.

El ajuste de $R^2 = 0.99817$, para el fosfato es debido como se ha mencionado en el apartado anterior a las mayores áreas de los picos y a los mayores tiempos de migración, respecto a los otros picos de los aniones estudiados.

Tabla VI.4 Parámetros de ajuste de las siete rectas de regresión de los estándares de aniones estudiados.

Aniones	a	b	R^2
Bromuro	0.00071598	0.0017031	0.99991
Cloruro	0.00174717	0.0029031	0.99976
Sulfato	0.00145255	0.0025375	1.00000
Nitrito	0.00124867	0.0015284	0.99986
Nitrato	0.00111161	0.0016506	0.99975
Fluoruro	0.00328789	0.0106961	0.99992
Fosfato	0.00195371	0.0230733	0.99817

En las Figuras VI.2, VI.3, VI.4, VI.5, VI.6 y VI.7, se muestran las rectas de regresión obtenidas para los aniones bromuro, cloruro, sulfato, nitrito, nitrato, fluoruro y fosfato, y de las cuales se obtuvieron los parámetros de ajuste mostrados en la tabla VI.4.

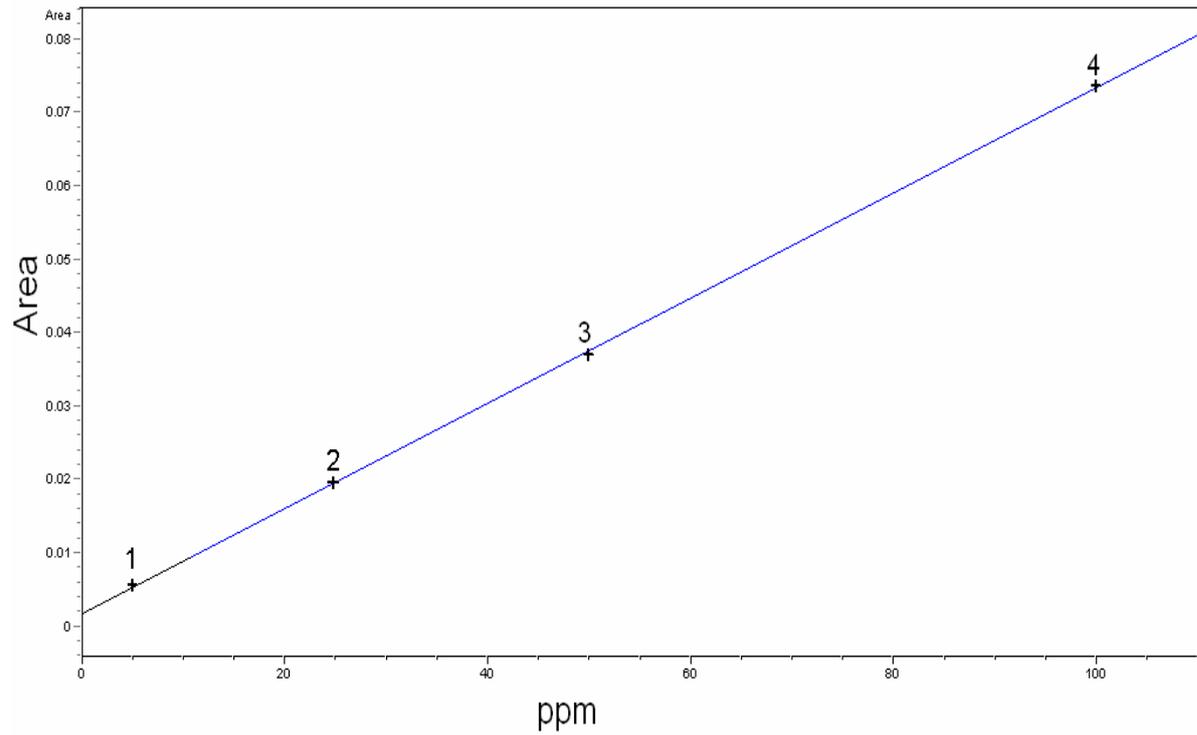


Figura VI.2. Recta de regresión obtenida para el anión Bromuro, a niveles de concentración, de 5, 25, 50 y 100 ppm.

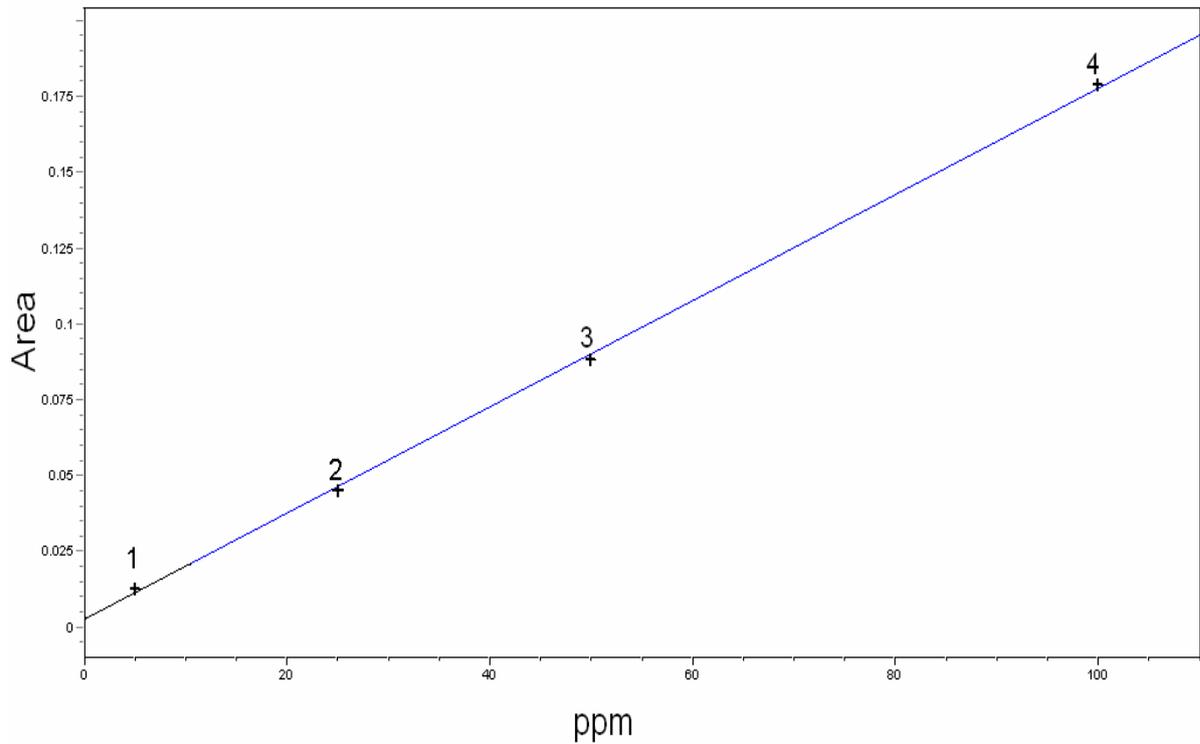


Figura VI.3. Recta de regresión obtenida para el anión Cloruro, a niveles de concentración, de 5, 25, 50 y 100 ppm.

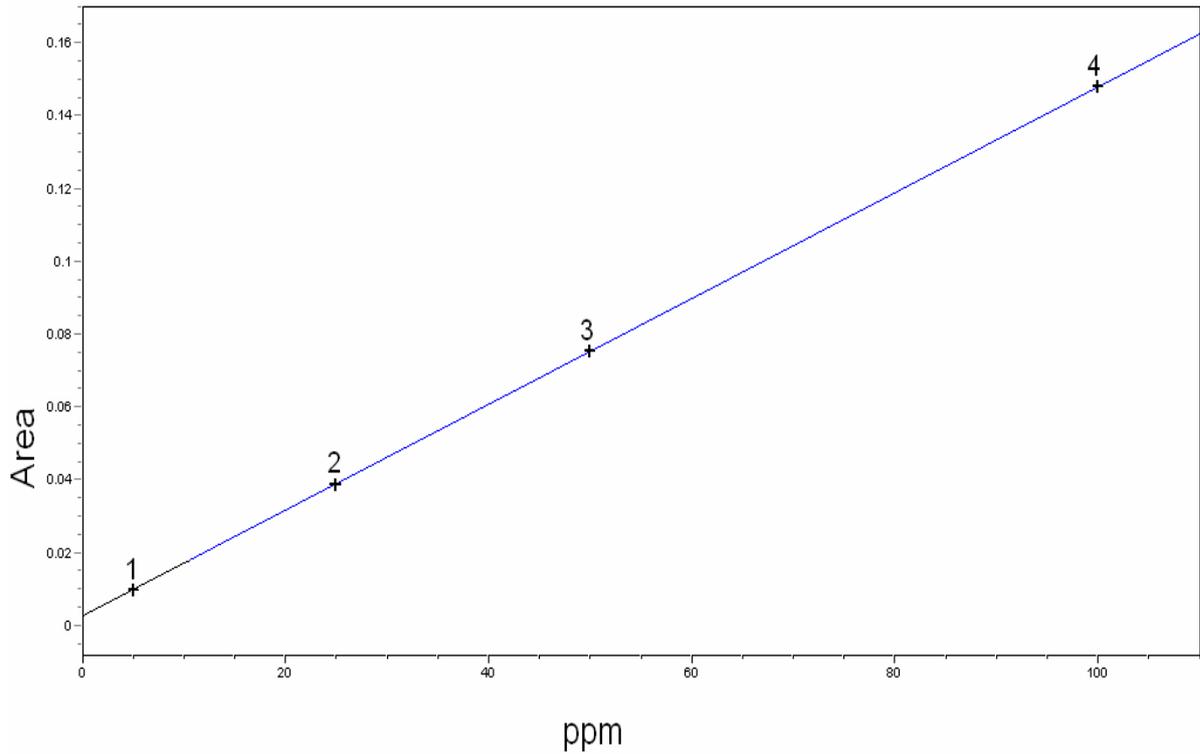


Figura VI.4. Recta de regresión obtenida para el anión Sulfato, a niveles de concentración, de 5, 25, 50 y 100 ppm.

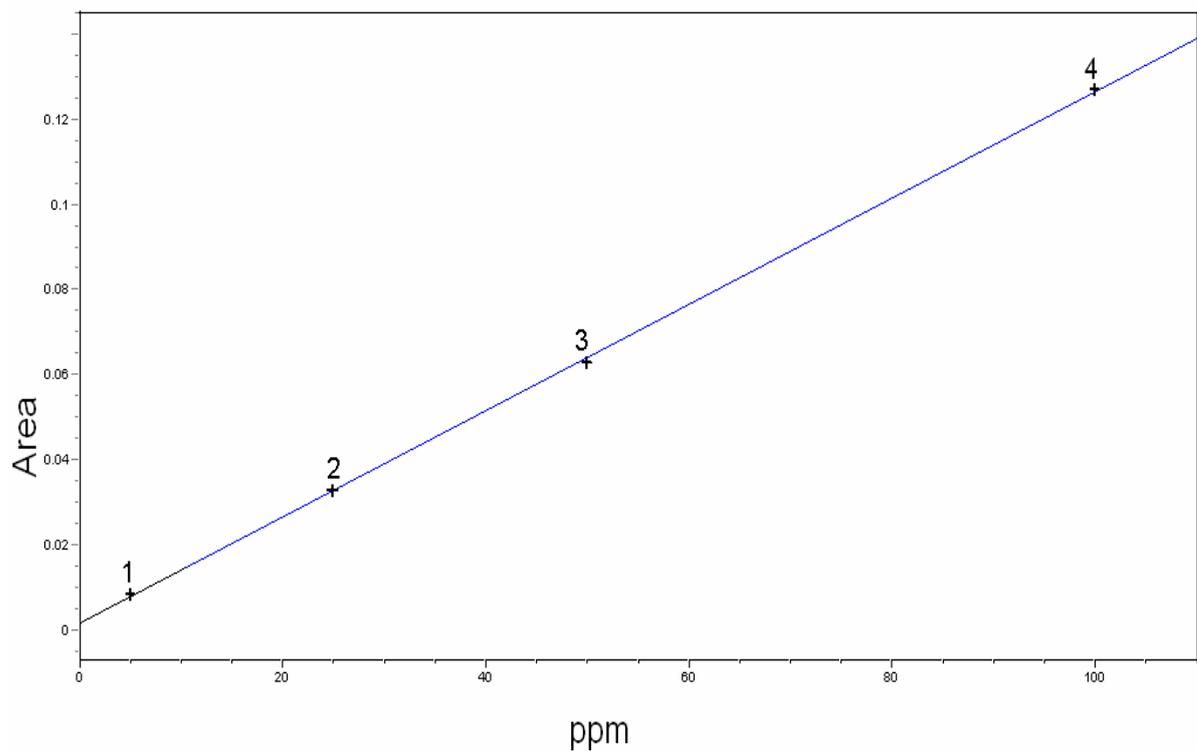


Figura VI.5. Recta de regresión obtenida para el anión Nitrito, a niveles de concentración, de 5, 25, 50 y 100 ppm.

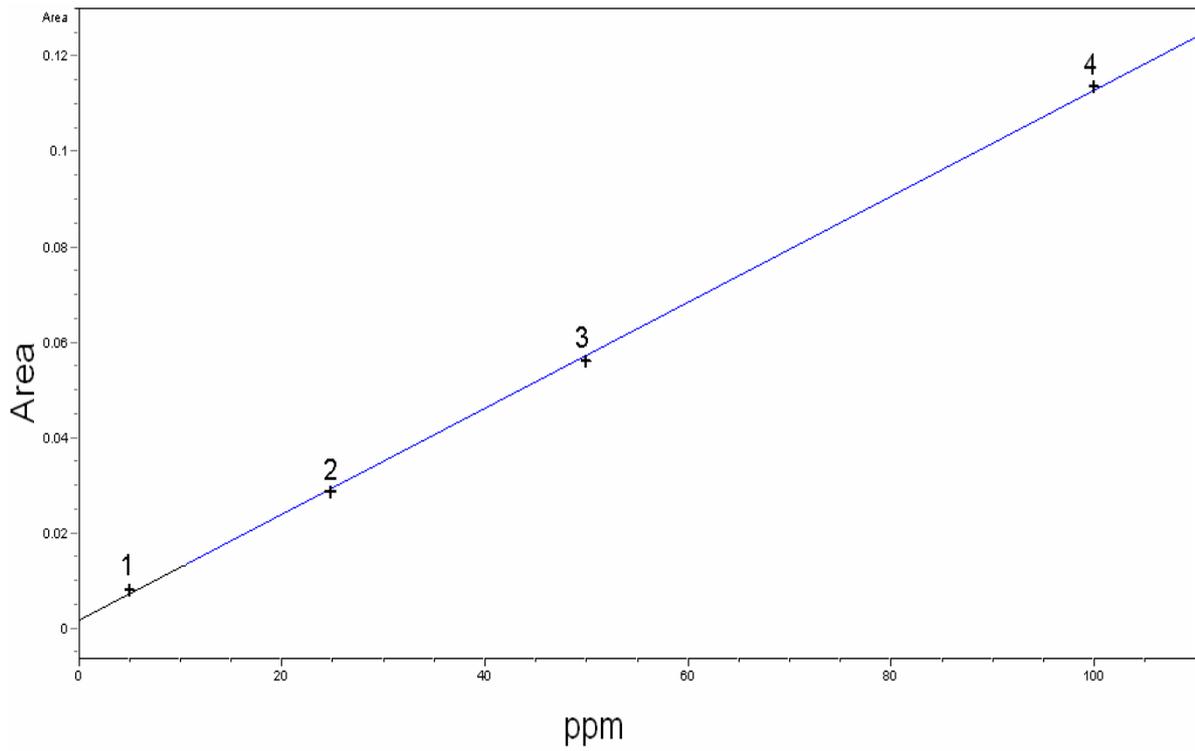


Figura VI.6. Recta de regresión obtenida para el anión Nitrato, a niveles de concentración, de 5, 25, 50 y 100 ppm.

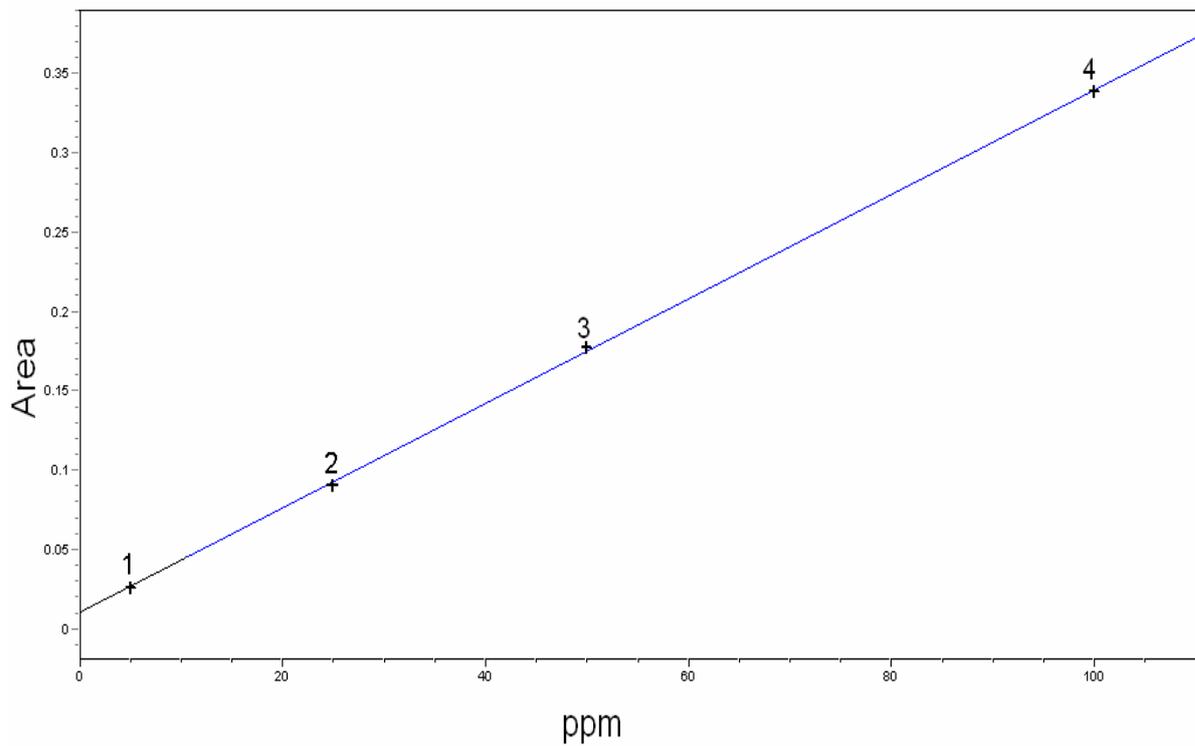


Figura VI.7. Recta de regresión obtenida para el anión Fluoruro, a niveles de concentración, de 5, 25, 50 y 100 ppm.

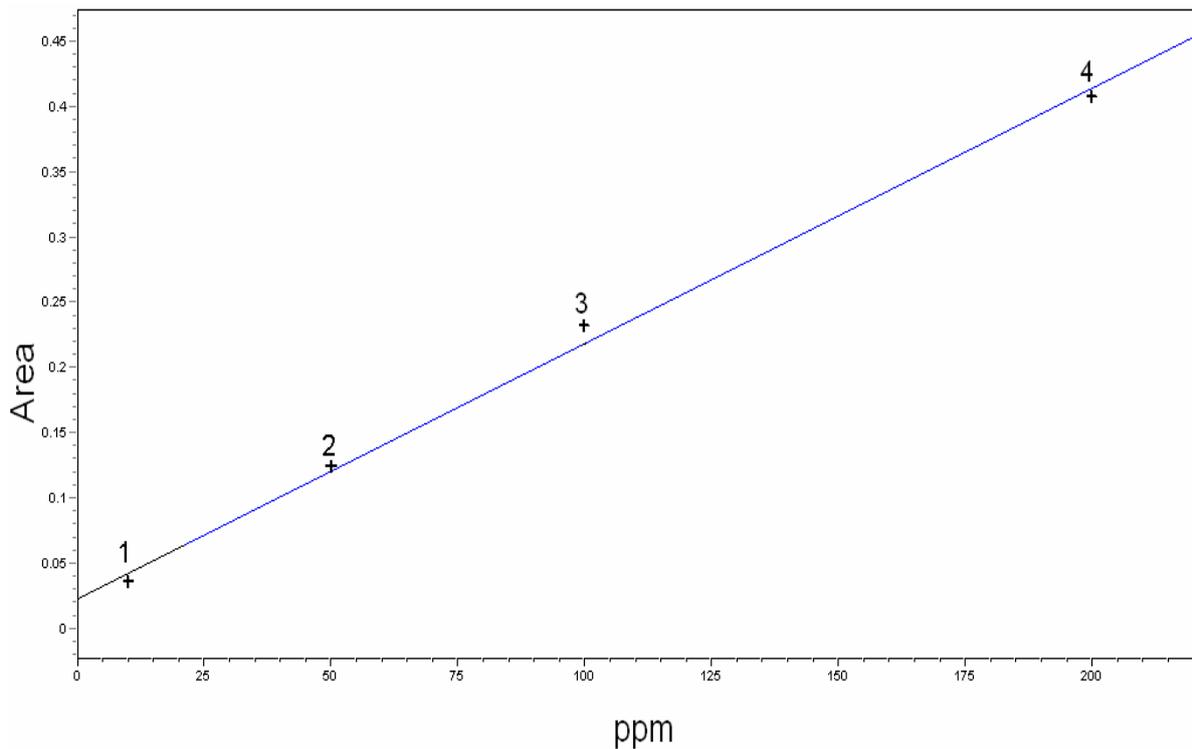


Figura VI.7. Recta de regresión obtenida para el anión Fosfato, a niveles de concentración, de 10, 50, 100 y 200 ppm.

En las Figuras VI.8, VI.9, VI.10 y VI.11, se muestran los electroferogramas de las cervezas Victoria, Búfalo, Brahva y Toña respectivamente, en los que se indican los aniones encontrados en relación a los estándares considerados en el estudio. Todos los electroferogramas mostrados se graficaron sin indicar las escalas de absorbancia con el fin de tener un punto comparativo de los picos que presentan las cervezas estudiadas en condiciones más o menos iguales.

Tal y como se observa en los electroferogramas de las cervezas todas presentan picos característicos correspondientes a los aniones, cloruro, sulfato y fosfato y sólo en dos casos se observan los picos correspondientes al anión nitrato. Por otra parte se observa la presencia de picos de otros aniones que no fueron considerados en el grupo de estudio del presente trabajo. Dos de estos picos denominados 1 y 2 están presentes en todas las cervezas estudiadas, lo que podría ser interesante investigar en un estudio posterior.

Cabe mencionar que una observación detallada de los electroferogramas nos permite establecer una clara diferencia entre las cervezas estudiadas, por la altura observada entre los picos. Por otra parte el desplazamiento de los tiempos de migración de los picos de los aniones encontrados respecto a los tiempos de migración de los estándares no fue realmente significativo.

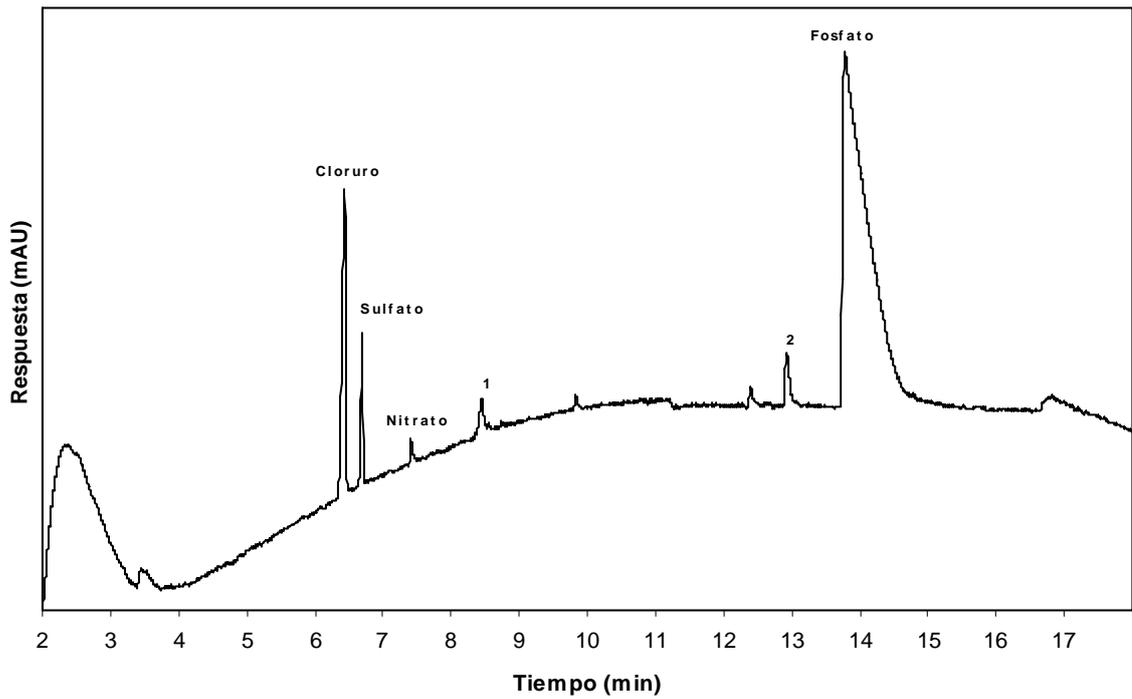


Figura VI.8. Electroferograma de una muestra de cerveza Victoria diluida 1:10 en agua desionizada, inyectada con las condiciones indicadas en V.6.2.

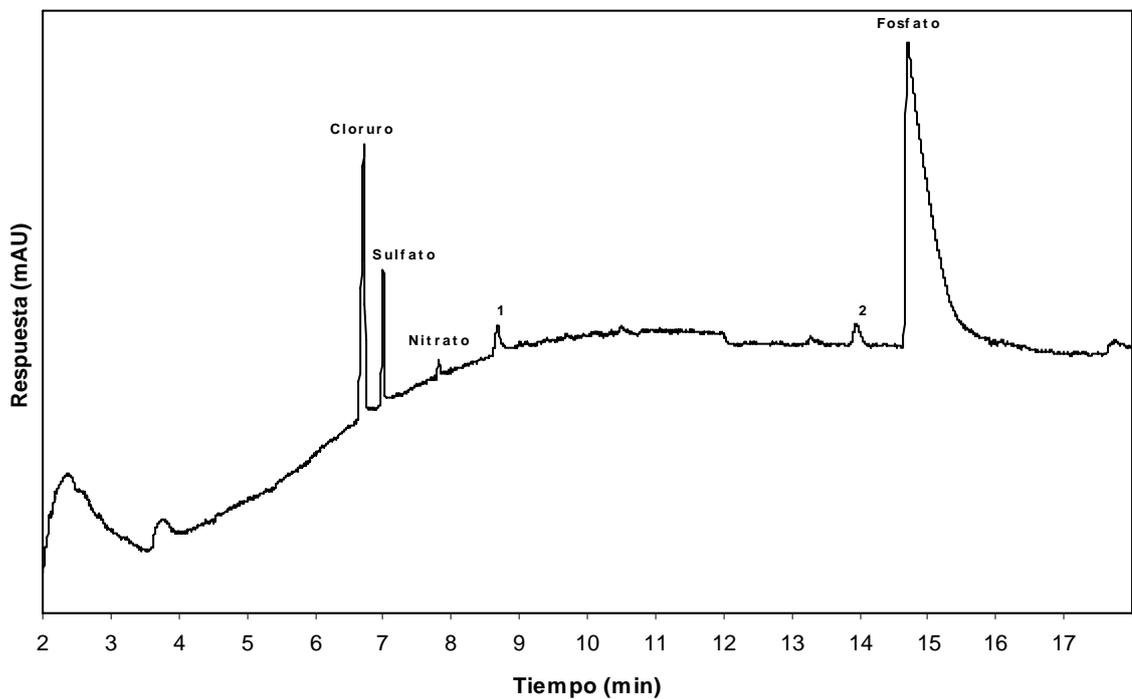


Figura VI.9. Electroferograma de una muestra de cerveza Búfalo diluida 1:10 en agua desionizada, inyectada con las condiciones indicadas en V.6.2.

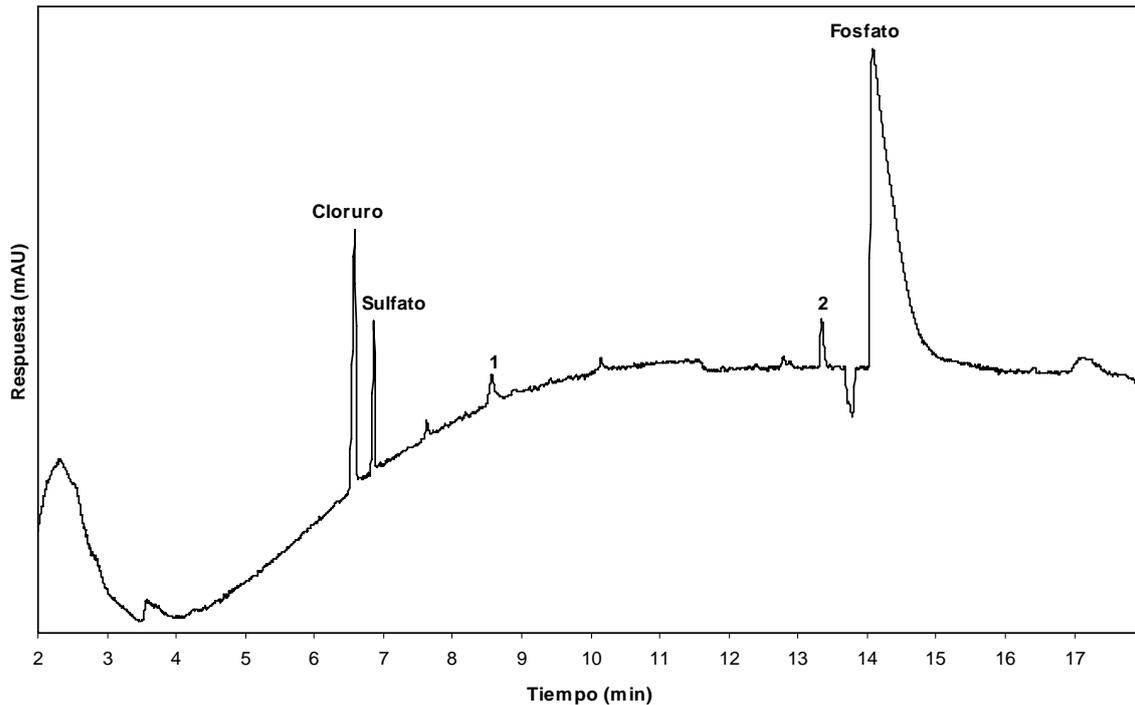


Figura VI.10. Electroferograma de una muestra de cerveza Toña diluida 1:10 en agua desionizada, inyectada con las condiciones indicadas en V.6.2.

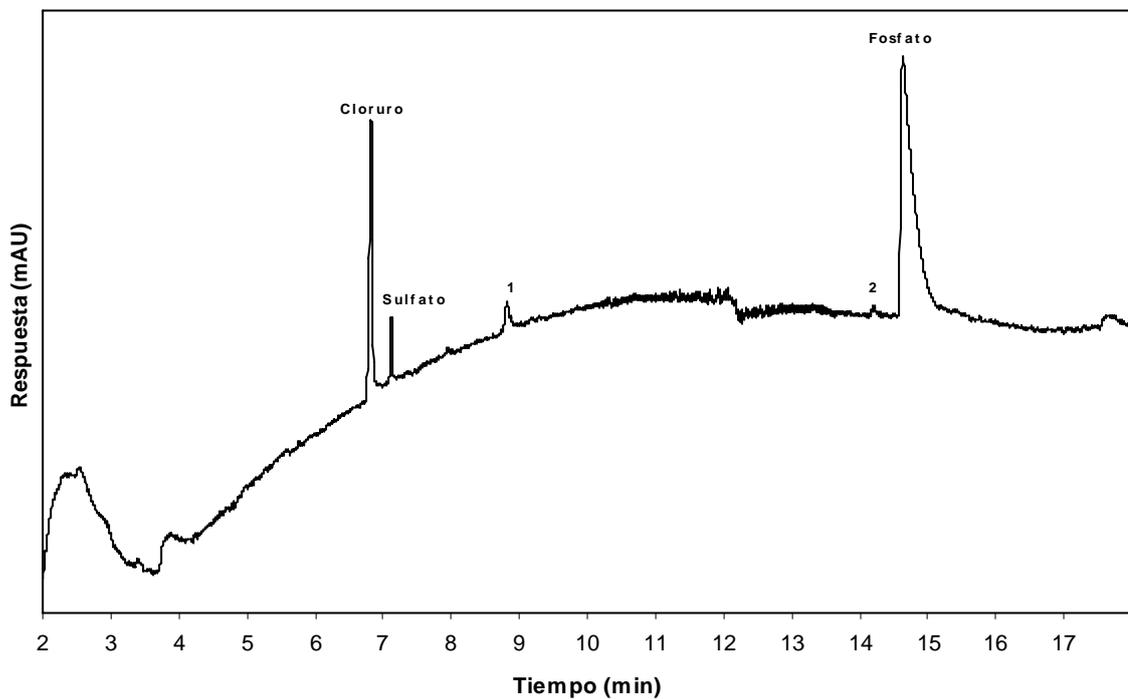


Figura VI.11. Electroferograma de una muestra de cerveza Brahma diluida 1:10 en agua desionizada, inyectada con las condiciones indicadas en V.6.2.

En las Tablas VI.5, VI.6, VI.7 y VI.8 se muestran los parámetros electroforéticos de las cuatro cervezas estudiadas y obtenidos en los rangos mencionados en el apartado V.6.2.

Tabla VI.5. Parámetros electroforéticos obtenidos para la cerveza Victoria.

Victoria	tm	Área	Altura
Cloruro	6.419	28.1	7.6
Sulfato	6.686	7.8	3.8
Nitrato	7.420	1.6	0.6
Fosfato	14.029	224.5	8.8

Tabla VI.6. Parámetros electroforéticos obtenidos para la cerveza Búfalo.

Búfalo	tm	Área	Altura
Cloruro	6.483	33.9	8.5
Sulfato	6.754	10.7	4.7
Nitrato	7.221	2.2	1.0
Fosfato	14.240	231.3	8.6

Tabla VI.7. Parámetros electroforéticos obtenidos para la cerveza Toña.

Toña	tm	Área	Altura
Cloruro	6.570	20.7	6.0
Sulfato	6.855	7.1	3.5
Fosfato	14.322	220.4	8.2

Tabla VI.8. Parámetros electroforéticos obtenidos para la cerveza Brahva.

Brahva	tm	Área	Altura
Cloruro	6.468	37.7	9.0
Sulfato	6.722	6.1	2.9
Fosfato	14.609	123.9	6.1

En estas tablas se puede observar que los tiempos de migración de los aniones encontrados en las distintas muestras de cerveza, son bastante parecidos a los tiempos de migración de los estándares, por lo que se relacionaron directamente con estos.

En el caso de los picos denominados 1 y 2, y mencionados en el apartado anterior, sus tiempos de migración no correspondían a ninguno de los aniones considerados en este estudio, razón por la cual no fueron identificados.

En las Tablas VI.9. Se muestran las concentraciones en ppm de los aniones encontrados en cuatro cervezas estudiadas y obtenidos según la metodología del apartado V.6.2.

Tabla VI.9. Concentraciones en ppm de los aniones encontradas en las cervezas estudiadas.

Aniones	CERVEZAS			
	Victoria	Búfalo	Toña	Brahva
Bromuro	-	-	-	-
Cloruro	400.70	482.10	284.20	538.90
Sulfato	115.70	164.00	101.60	85.90
Nitrito	-	-	-	-
Nitrato	18.10	31.40	-	-
Fluoruro	-	-	-	-
Fosfato	1247.20	1249.90	1190.70	605.10
Total	1781.70	1927.40	1576.50	1229.90

En lo que respecta a la concentración de Cloruro la mayor se observa en la cerveza Brahva y la menor en la Toña, por otra parte las cervezas Búfalo y la Victoria, presentan concentraciones bastante similares cercanas a los 400 ppm, presentando una diferencia de tan solo 81.4 ppm, diferencia que es mucho mayor respecto a las otras cervezas del estudio.

En lo relacionado a la concentración de Sulfato la mayor se observa en la cerveza Búfalo y la menor en la Brahva. En este aspecto las cervezas Victoria y Toña, presentan concentraciones muy similares cercanas a los 100 ppm, presentando una diferencia de tan solo 14.1 ppm, esta diferencia que es mucho mayor cuando la relacionamos con las otras cervezas del estudio.

Si consideramos la concentración de Fosfato la mayor concentración se observa en la cerveza Búfalo y la menor en la Brahva, por otra parte las cervezas Búfalo y Victoria, presentan concentraciones casi iguales cercanas a los 1240 ppm, presentando una diferencia de tan solo 2.7 ppm, diferencia que insignificante si la relacionamos con las otras cervezas del estudio.

Por otra parte, únicamente las cervezas Búfalo y Victoria, presentaron concentraciones del anión Nitrato, siendo este mucho mayor en la Búfalo.

Es importante mencionar que tanto la cerveza Victoria como la Búfalo, presentan en el caso de los aniones Cloruro y Fosfato, concentraciones bastante similares y en el caso del Sulfato estas no están muy alejadas, además únicamente estas dos cervezas reflejaron presencia del anión Nitrato, lo que nos induce a pensar que estas cervezas llevan un proceso de elaboración muy similar, lo cual se refleja en las concentraciones de los aniones encontrados, no así la Toña e indudablemente la Brahva, que no es fabricada en el país.

VI.7 CATIONES EN CERVEZA

En la Figura VI.12 se muestra el electroferograma de una de las mezclas de los estándares de los cinco cationes: Amonio, Potasio, Sodio, Calcio y Magnesio, inyectados en las condiciones electroforéticas indicadas en el apartado V.7.1.

Tal y como se observa en la figura los tiempos de migración de los cationes en el electroferograma obtenido nos permiten establecer una clara diferencia e identificación entre estos. Por otra parte la posición de los picos en el electroferograma es casualmente coincidente con la reflejada en la bibliografía.

Es importante mencionar que la posición de los picos es consecuencia directa de la movilidad electroforética de los cationes estudiados en el interior del capilar, la que depende entre otros factores del tipo de buffer, del voltaje aplicado, de la temperatura, de la longitud efectiva del capilar, del tipo de molécula o ión, del tamaño de la molécula o ión y de la carga.

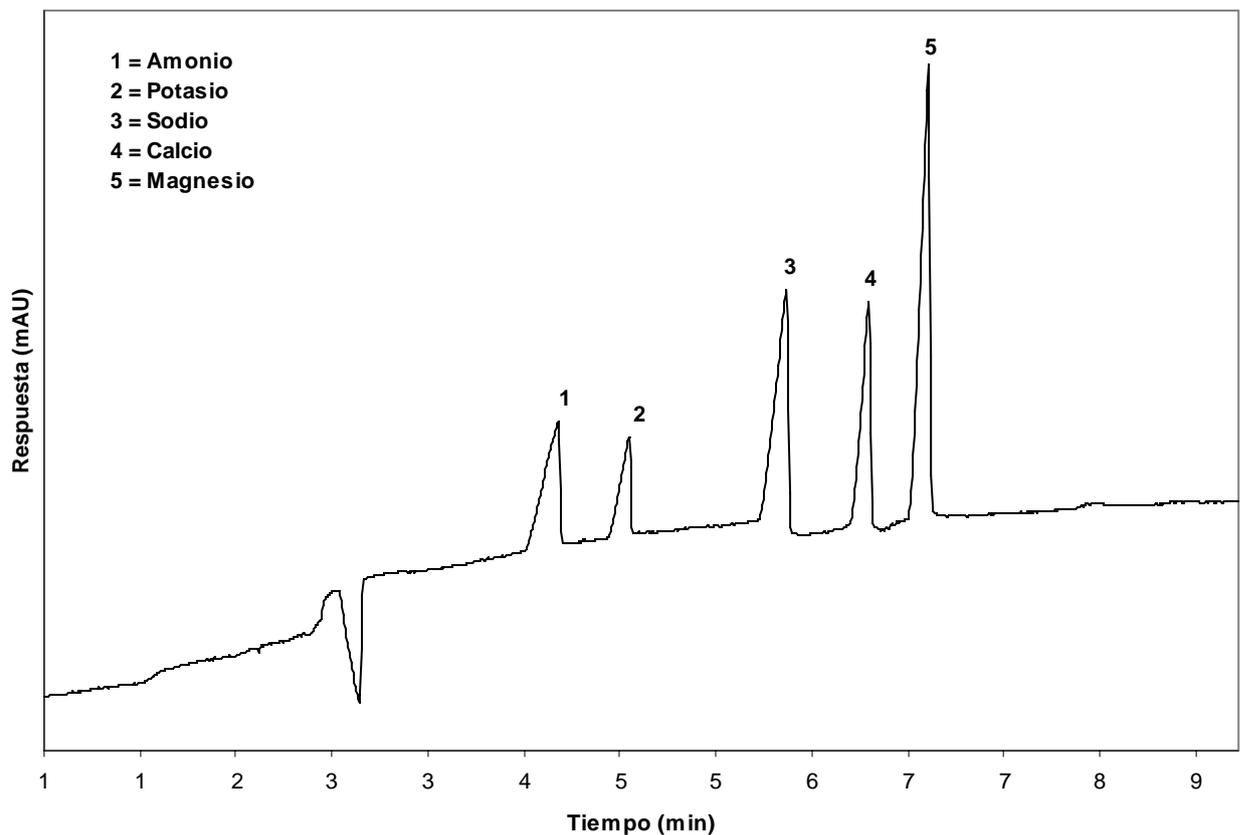


Figura VI.12. Electroferograma de una mezcla de 50 ppm de los cationes estudiados

En las Tablas VI.10, VI.11. y VI.2. Se muestran los parámetros electroforéticos de los cinco cationes estudiados y obtenidos en los rangos de concentración mencionados en el apartado V.7.1.

Tabla VI.10. Parámetros de los cationes a niveles de concentración 5 y 10 ppm.

Cationes	5			10		
	tm	Área	Altura	tm	Área	Altura
Amonio	4.070	2.4	0.8	4.058	4.7	1.2
Potasio	4.581	1.2	0.6	4.563	2.4	0.9
Sodio	5.625	2.5	1.1	5.602	5.7	1.7
Calcio	6.212	2.3	1.1	6.192	5.5	2.0
Magnesio	6.598	5.8	2.2	6.581	9.5	3.6

Tabla VI.110. Parámetros de los cationes a niveles de concentración 25 y 50 ppm.

Cationes	25			50		
	tm	Área	Altura	tm	Área	Altura
Amonio	4.055	11.5	1.9	4.101	21.4	2.6
Potasio	4.550	5.7	1.5	4.608	10.7	2.1
Sodio	5.578	13.2	2.9	5.655	23.0	4.1
Calcio	6.158	12.3	3.3	6.240	22.9	4.9
Magnesio	6.542	23.7	6.6	6.639	45.8	9.7

Tabla VI.11. Parámetros de los cationes a un nivel de concentración de 100 ppm.

Cationes	100		
	tm	Área	Altura
Amonio	4.164	45.8	3.8
Potasio	4.704	23.3	3.3
Sodio	5.782	52.8	6.4
Calcio	6.403	48.0	7.5
Magnesio	6.819	100.3	15.0

En estas tablas se puede observar que para los cinco cationes estudiados, el comportamiento de los tiempos de migración, no es tan irregular variando muy poco de la primera cifra decimal del primer estándar inyectado, lo que permitió un mayor ajuste de las rectas de regresión, obtenidas a partir de estos datos.

Cabe mencionar que se observa un pequeño decaimiento de los tiempos de migración cuando pasamos de 5 a 10 y 25 ppm, y luego un pequeño aumento cuando pasamos de 50 a 100 ppm, para todos los cationes, posiblemente esto sea debido a la modificación de las propiedades del capilar y del buffer a medida que pasa el tiempo. Sin embargo la variación no es tan dramática y tal como se mencionó anteriormente este comportamiento no afectó el ajuste realizado en las rectas de regresión.

En la Tabla VI.12. Se muestran los valores de los parámetros de ajuste de las rectas de regresión de los cinco cationes obtenidos en los rangos de concentración mencionados en el apartado V.7.1. En esta se puede observar

que el ajuste de las rectas fue excelente siendo el R^2 en la todos los casos mayor de 0.999, salvo para el caso del sodio. Estos valores nos indican la bondad del ajuste de las rectas, razón por la cual podemos utilizarlas para la determinación de la concentración de los cinco cationes tanto en agua como en las muestras de cervezas consideradas en este estudio.

El ajuste de $R^2 = 0.99762$, para el sodio es debido entre otras causas al protocolo de limpieza empleado para el capilar en el que usamos NaOH 0.1 M, lo que nos obliga a un extenso proceso de limpieza pasando agua a través del capilar, creemos que dicho proceso afecta las propiedades de migración catión sodio propiamente dicho mas que a los otros cationes estudiados, lo que tiene relación con el poco ajuste obtenido en comparación a los obtenidos por los otros cationes.

Tabla VI.12. Parámetros de ajuste de las cinco rectas de regresión de los estándares de cationes estudiados.

Cationes	a	b	R^2
Amonio	0.00181181	0.0004737	0.99948
Potasio	0.00081823	-0.0000479	0.99918
Sodio	0.00149529	-0.0000046	0.99762
Calcio	0.00123076	0.0013885	0.99958
Magnesio	0.00242807	-0.0004309	0.99926

En las Figuras VI.13, VI.14, VI.15, VI.16 y VI.17, se muestran las rectas de regresión obtenidas para los cationes, amonio, potasio, sodio, calcio y magnesio y de las cuales se obtuvieron los parámetros de ajuste mostrados en la tabla VI.12.

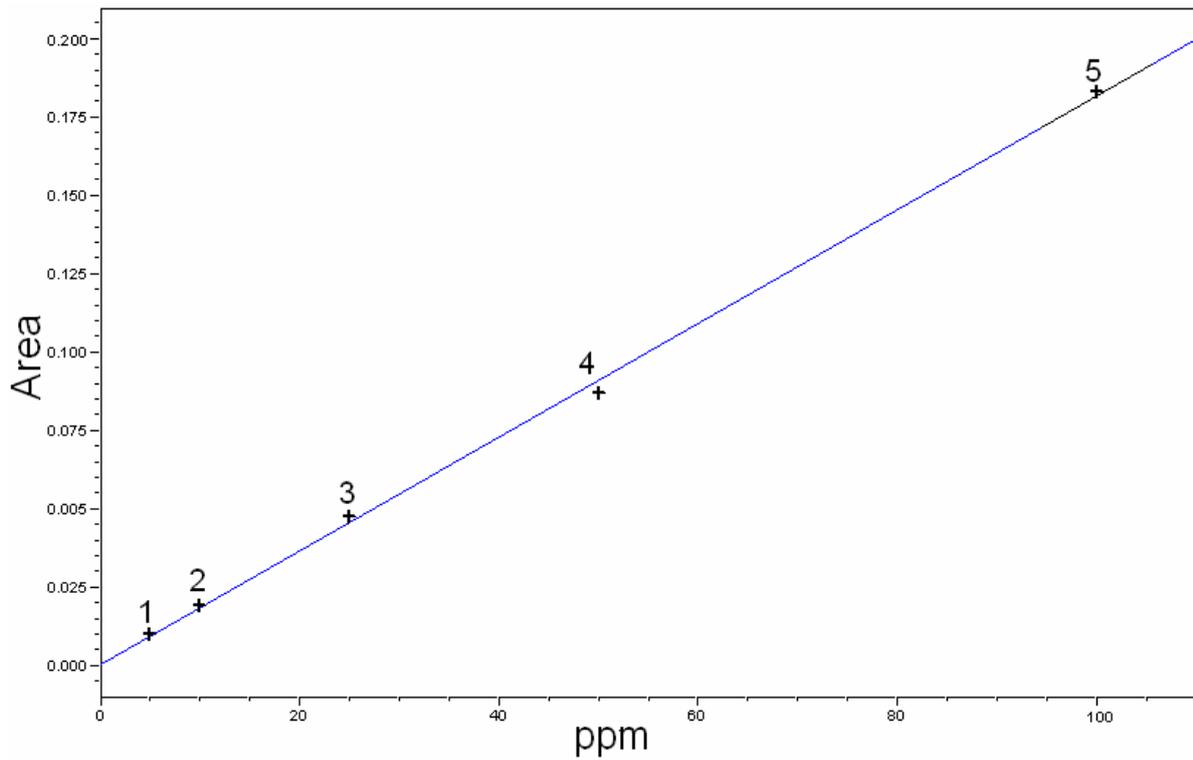


Figura VI.13. Recta de regresión obtenida para el catión Amonio, a niveles de concentración, de 5, 10, 50 y 100 ppm.

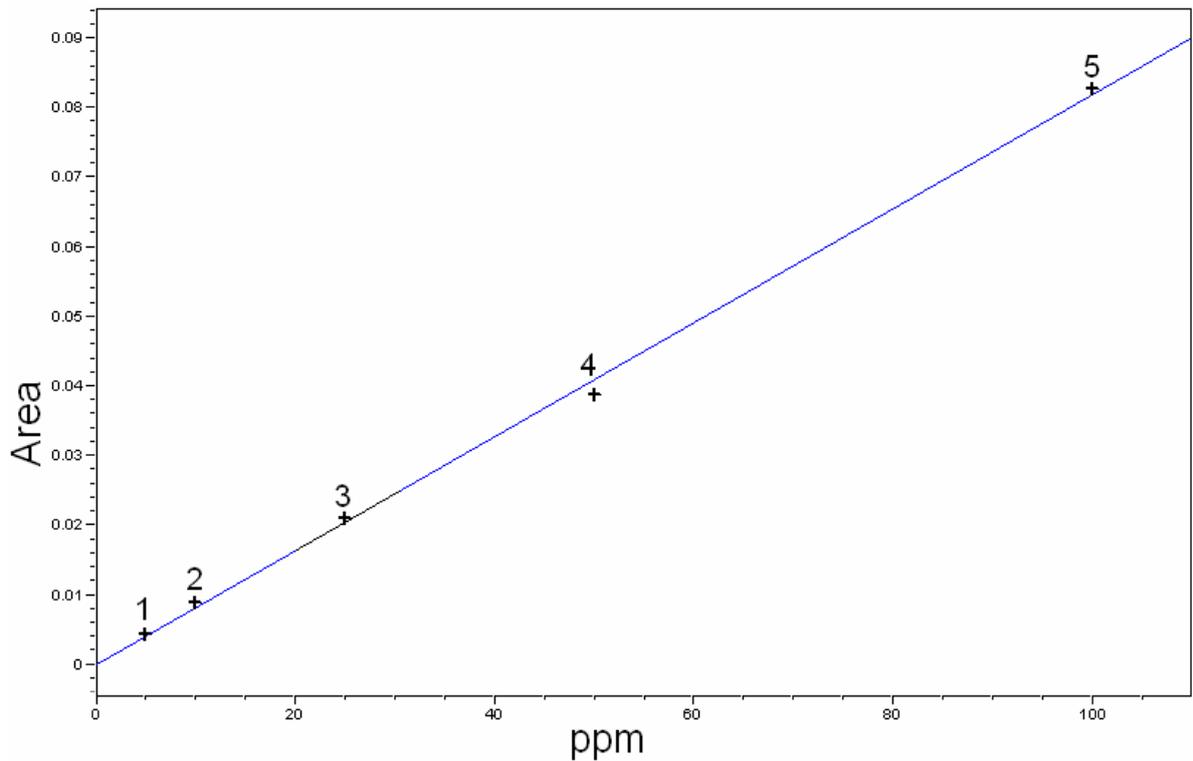


Figura VI.14. Recta de regresión obtenida para el catión Potasio, a niveles de concentración, de 5, 10, 25, 50 y 100 ppm

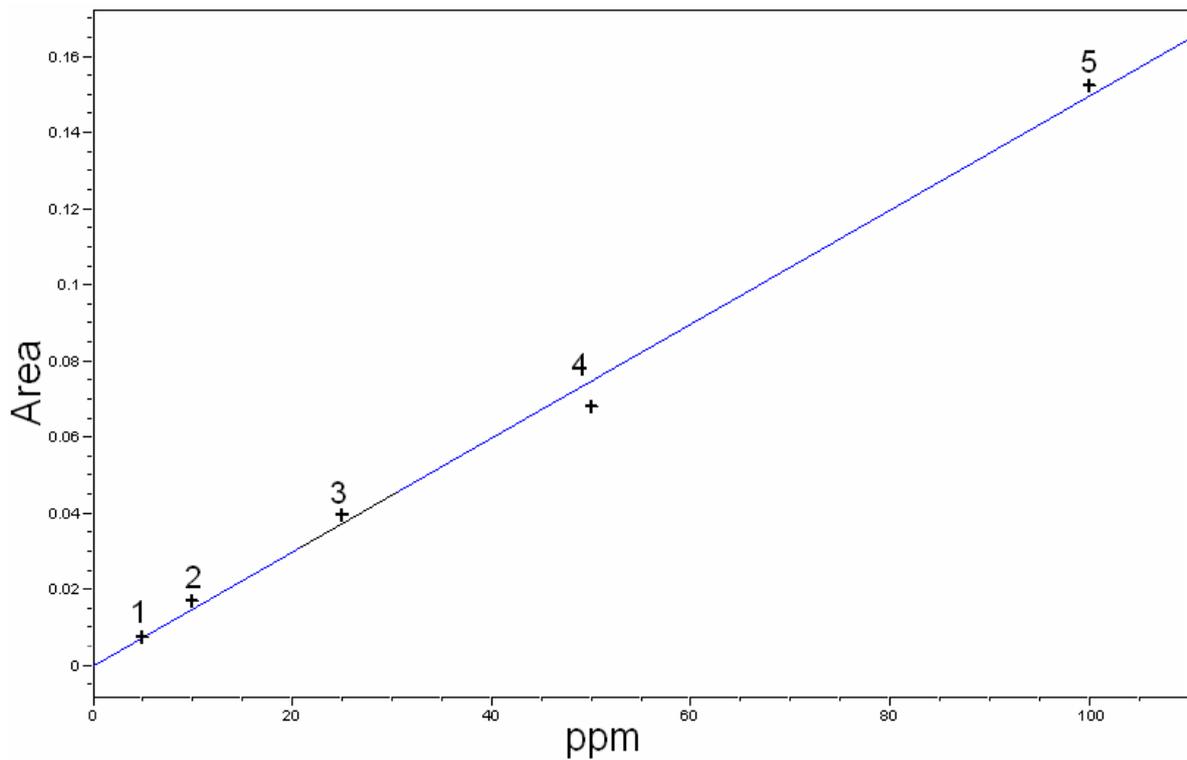


Figura VI.15. Recta de regresión obtenida para el catión Sodio, a niveles de concentración, de 5, 10, 25, 50, y 100 ppm

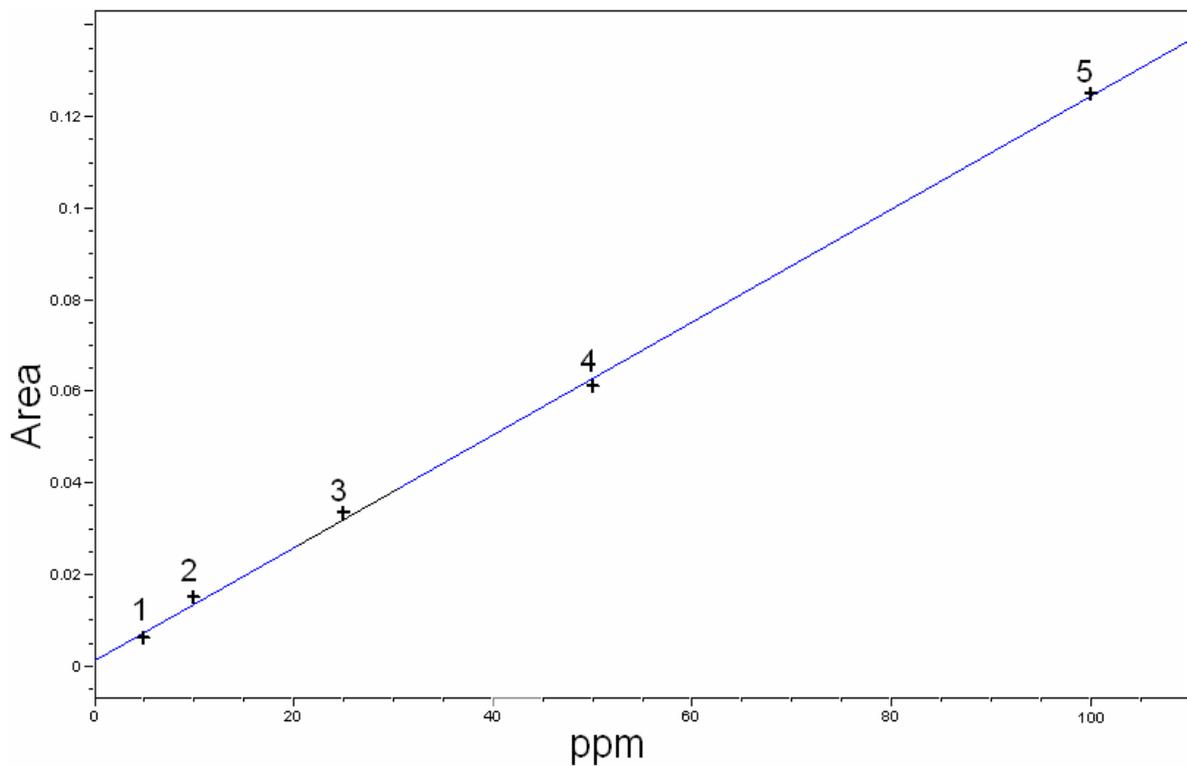


Figura VI.16. Recta de regresión obtenida para el catión Calcio, a niveles de concentración, de 5, 10, 50 y 100 ppm

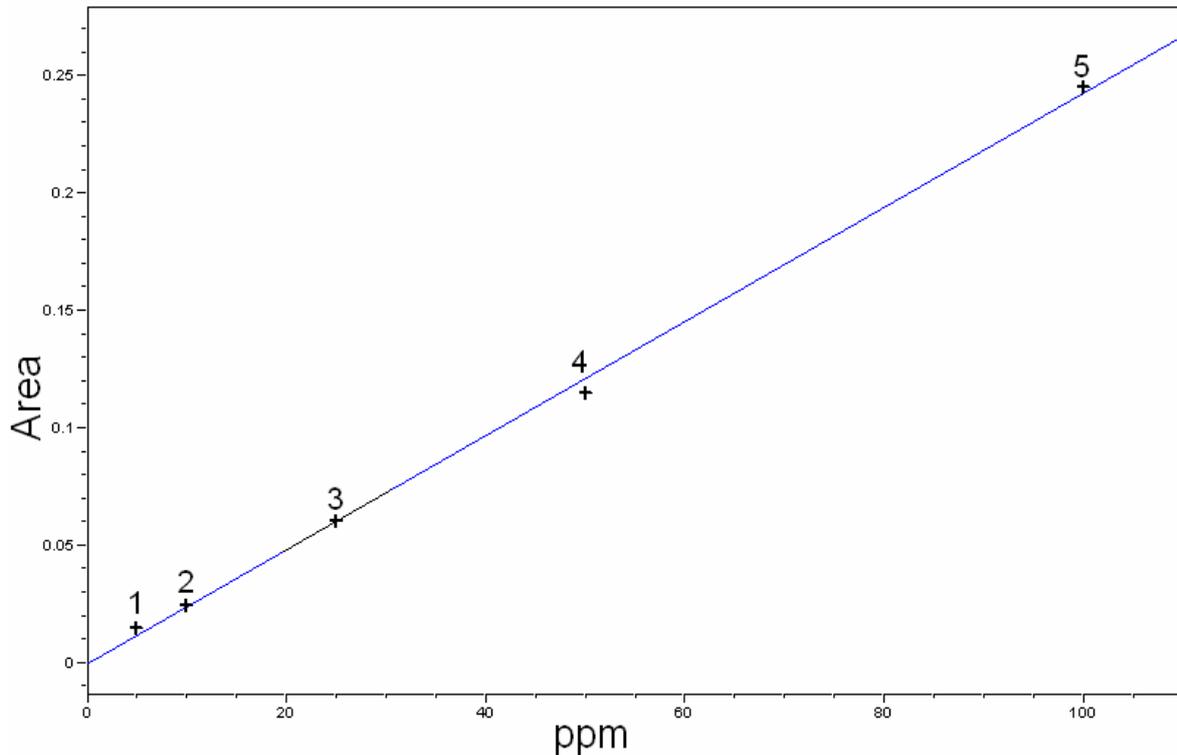


Figura VI.17. Recta de regresión obtenida para el catión Magnesio, a niveles de concentración, de 5, 10, 25, 50 y 100 ppm

En las Figuras VI.18, VI.19, VI.20 y VI.21, se muestran los electroferogramas de las cervezas Victoria, Búfalo, Brahva y Toña respectivamente, en los que se indican los cationes encontrados en relación a los estándares considerados en el estudio. Todos los electroferogramas mostrados se graficaron sin indicar las escalas de absorbancia con el fin de tener un punto comparativo de los picos que presentan las cervezas estudiadas en condiciones mas o menos iguales.

Tal y como se observa en los electroferogramas de las cervezas todas presentan picos característicos correspondientes a los cationes potasio, sodio, calcio y magnesio y sólo en el caso de la cerveza Brahva se observa el pico correspondiente al catión amonio. Por otra parte se observa la presencia de picos de otros cationes que no fueron considerados en el grupo de estudio del presente trabajo. Dos de estos picos denominados 1 y 2 están presentes en todas las cervezas estudiadas, lo que podría ser interesante investigar en un estudio posterior.

Cabe mencionar que una observación detallada de los electroferogramas nos permite establecer una clara diferencia entre las cervezas estudiadas, por la altura observada entre los pico. Por otra parte el desplazamiento de los tiempos de migración de los picos de los cationes encontrados respecto a los tiempos de migración de los estándares no fue realmente significativo, lo que nos permitió su efectiva identificación y confirmación.

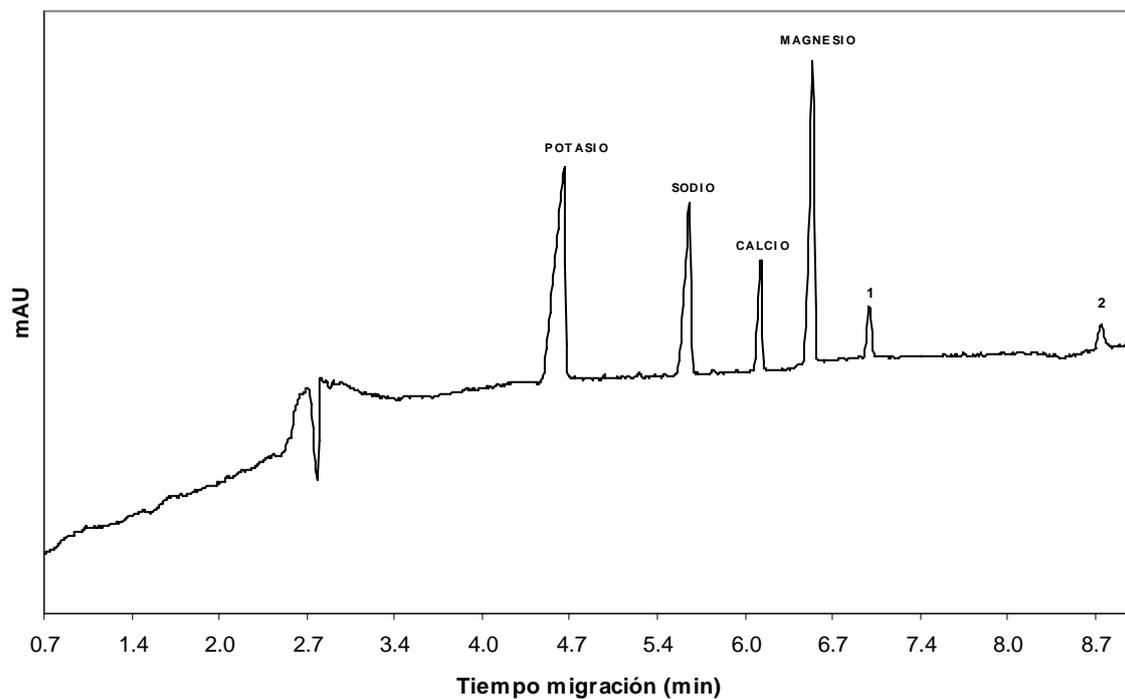


Figura VI.18. Electroferograma de una muestra de cerveza Victoria diluida 1:5 en agua desionizada, inyectada con las condiciones indicadas en V.7.2.

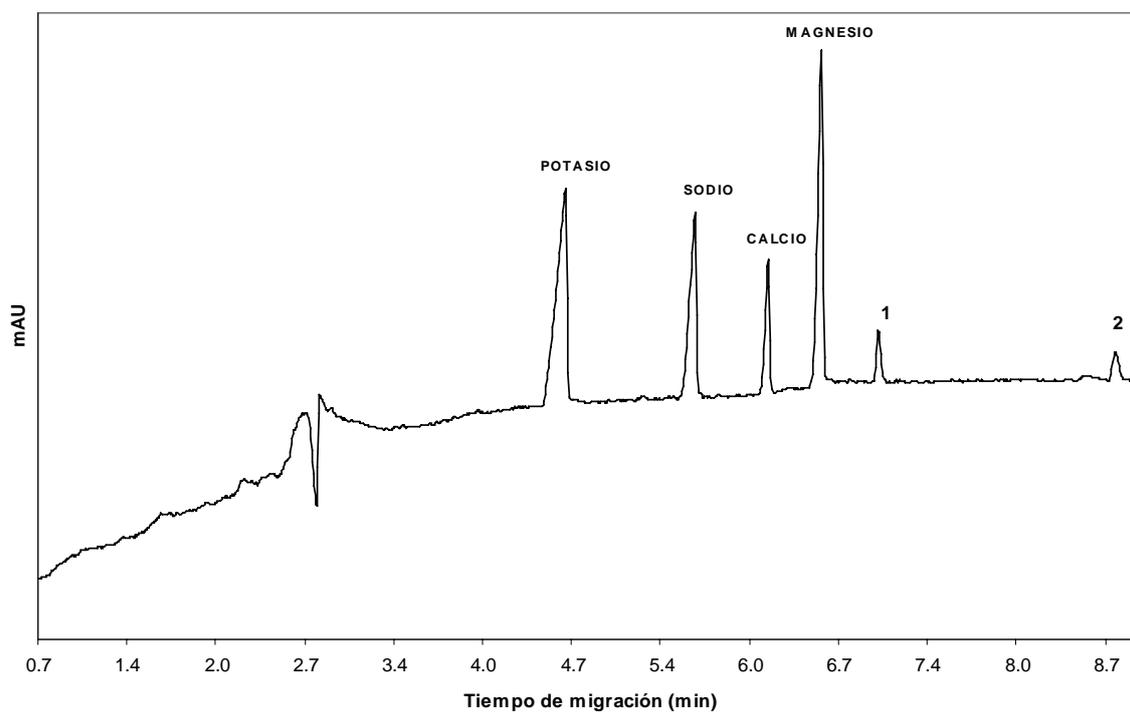


Figura VI.19. Electroferograma de una muestra de cerveza Búfalo diluida 1:5 en agua desionizada, inyectada con las condiciones indicadas en V.7.2.

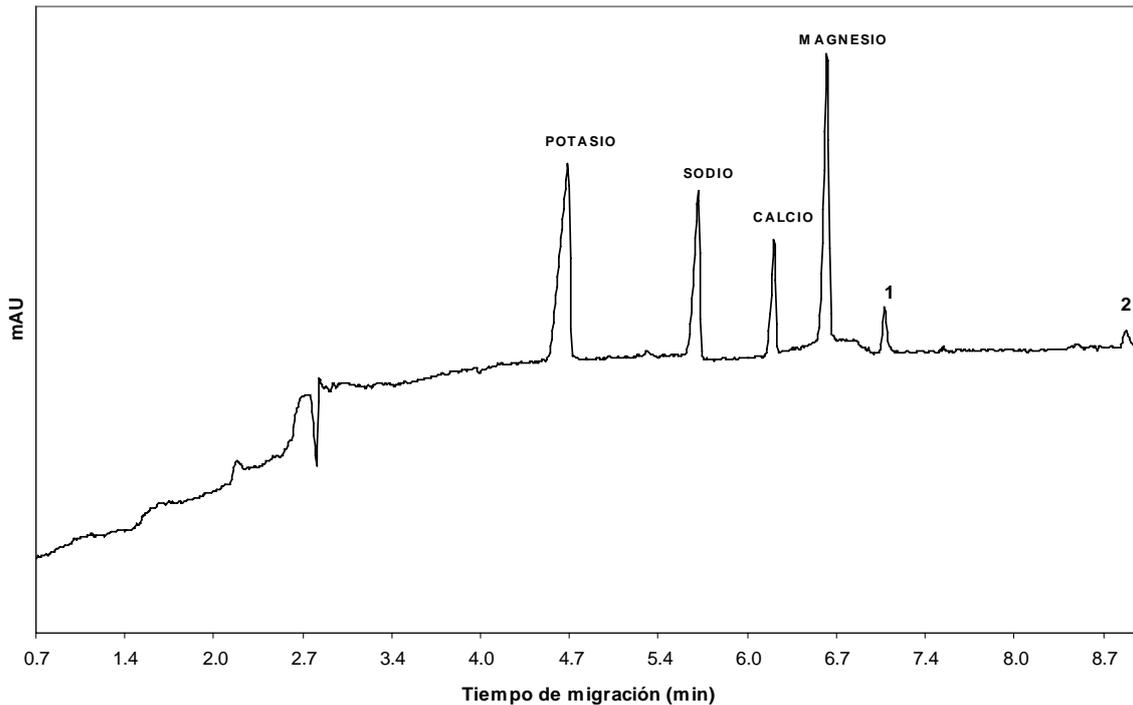


Figura VI.20. Electroferograma de una muestra de cerveza Toña diluida 1:5 en agua desionizada, inyectada con las condiciones indicadas en V.7.2.

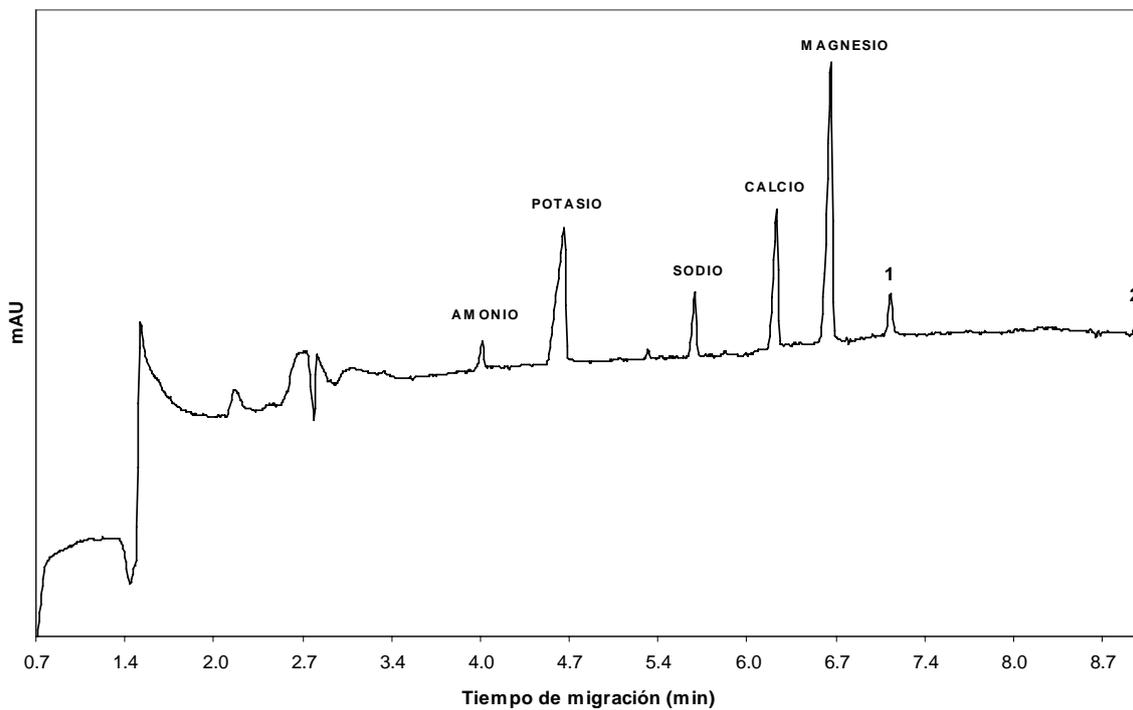


Figura VI.21. Electroferograma de una muestra de cerveza Brahma diluida 1:5 en agua desionizada, inyectada con las condiciones indicadas en V.7.2.

En las Tablas VI.13, VI.14, VI.15 y VI.16 se muestran los parámetros electroforéticos, de las cuatro cervezas estudiadas, obtenidos en los rangos mencionados en el apartado V.7.2.

Tabla VI.13. Parámetros electroforéticos obtenidos para la cerveza Victoria

Victoria	tm	Área	Altura
Potasio	4.701	12.8	2.3
Sodio	5.707	9.9	2.5
Calcio	6.289	2.9	1.2
Magnesio	6.697	8.1	3.0

Tabla VI.14. Parámetros electroforéticos obtenidos para la cerveza Búfalo

Búfalo	tm	Área	Altura
Potasio	4.612	13.7	2.4
Sodio	5.600	7.0	2.1
Calcio	6.558	10.5	3.8
Magnesio	6.699	1.4	0.6

Tabla VI.15. Parámetros electroforéticos obtenidos para la cerveza Toña

Toña	tm	Área	Altura
Potasio	4.650	11.4	2.2
Sodio	5.645	5.9	1.9
Calcio	6.222	2.9	1.3
Magnesio	6.620	8.8	3.3

Tabla VI.16. Parámetros electroforéticos obtenidos para la cerveza Brahva

Brahva	tm	Área	Altura
Amonio	4.040	0.8	0.4
Potasio	4.630	7.9	1.8
Sodio	5.635	1.8	0.8
Calcio	6.245	4.6	1.8
Magnesio	6.648	10.2	3.6

En estas tablas se puede observar que los tiempos de migración de los cationes encontrados en las distintas muestras de cerveza, son bastante similares a los tiempos de migración de los estándares, por lo que se relacionaron directamente con estos.

En el caso de los picos denominados 1 y 2, y mencionados en el apartado anterior, sus tiempos de migración no correspondían a ninguno de los cationes considerados en este estudio, razón por la cual no fueron identificados.

En las Tablas VI.17. Se muestran las concentraciones en ppm de los cationes encontrados en las cuatro cervezas estudiadas y obtenidos según la metodología del apartado V.7.2.

Tabla VI.17. Concentraciones en ppm de los cationes encontradas en las cervezas estudiadas.

CERVEZAS				
Cationes	Victoria	Búfalo	Toña	Brahva
Amonio	-	-	-	7.80
Potasio	313.45	301.90	249.00	167.50
Sodio	66.20	69.95	58.70	18.40
Calcio	92.10	103.05	25.75	43.15
Magnesio	7.55	7.55	46.60	51.80
Total	479.30	482.45	380.05	288.65

En lo que respecta a la concentración de Potasio la mayor se observa en la cerveza Victoria y la menor en la Brahva, por otra parte las cervezas Búfalo y la Victoria, presentan concentraciones bastante similares cercanas a los 300 ppm, presentando una diferencia de solo 11.55 ppm, diferencia que es mucho mayor respecto a las otras cervezas del estudio.

En lo relacionado a la concentración de Sodio la mayor se observa en la cerveza Búfalo y la menor en la Brahva. En este aspecto las cervezas Búfalo y Victoria, presentan concentraciones muy similares cercanas a los 66 ppm, presentando una diferencia de tan solo 3.75 ppm, esta diferencia es mucho mayor cuando la relacionamos con las otras cervezas del estudio.

Si consideramos la concentración de Calcio la mayor concentración se observa en la cerveza Búfalo y la menor en la Toña, por otra parte las cervezas Búfalo y Victoria, presentan concentraciones cercanas a los 100 ppm, presentando una diferencia de 10.95 ppm, diferencia que es mucho mayor cuando la relacionamos con las otras cervezas del estudio.

Finalmente en lo que se refiere a la concentración de Magnesio la mayor concentración se observa en la cerveza Brahva y la menor en la Victoria y Búfalo, cabe mencionar que las cervezas Búfalo y Victoria, presentan concentraciones iguales de Magnesio, con una diferencia mucho mayor respecto a las otras cervezas del estudio.

Por otra parte, únicamente las cervezas Brahva, contiene el catión amonio, lo que la diferencia totalmente de las otras cervezas.

Es importante mencionar que tanto la cerveza Victoria como la Búfalo, presentan en el caso de los cationes Potasio, Sodio, Calcio y Magnesio Cloruro, concentraciones bastante similares, tal y como se observó en el caso de los aniones.

Esta situación refuerza el señalamiento indicado en el caso de los aniones en lo referido a que estas cervezas llevan un proceso de elaboración muy similar, lo cual se refleja tanto en las concentraciones de los aniones como en la de los cationes encontrados, lo que las diferencia totalmente de las cervezas Toña y Brahva, aunque esta diferencia es mucho mayor en el caso de la Brahva, que no es fabricada en el país.

VII. CONCLUSIONES.

Una vez finalizadas todas las actividades experimentales y una vez realizado el análisis de los resultados concluimos que:

Las cervezas Victoria y Búfalo presentan una extraordinaria similitud, según algunos de los parámetros físico-químicos analizados, lo cual nos induce a pensar que estas cervezas siguen procesos bastante similares en cuanto a materia prima y proceso de elaboración, no así la cerveza Toña, que si bien es cierto es elaborada en la misma fabrica, se diferencia bastante de las dos anteriores.

La cerveza Brahva evidentemente se diferencia de las otras tres cervezas analizadas en este estudio, lo que tiene relación directa a nuestro parecer con las diferencias existentes en cuanto a materia prima, agua de elaboración y proceso de elaboración entre otros aspectos.

Algunos de los parámetros físico – químicos analizados fueron congruentes con lo exigido en la Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense (NTON 03 038 – 02), tal es el caso del PH, grado alcohólico y densidad. Los otros parámetros determinados en este estudio, no son considerados en esta Norma, por lo que no existió un parámetro de referencia a considerar.

Se logro optimizar los parámetros de la técnica de electroforesis capilar de zona (ECZ) para el análisis de aniones y cationes en cervezas, obteniéndose valores de concentración de aniones y cationes, que nos indican similitudes y diferencias entre las cervezas analizadas, pudiendo ser una óptima metodología para su posible comparación e identificación.

VIII. RECOMENDACIONES

Una vez finalizado el presente estudio y una vez concluido, consideramos oportuno realizar las siguientes recomendaciones:

Realizar la validación de los métodos optimizados para el análisis de cationes y aniones por electroforesis capilar, para cumplir con los estándares mínimos de calidad.

Ampliar la cantidad de parámetros físico -químicos y la cantidad de cervezas a ser analizadas, con lo cual se lograría una mayor perspectiva del comportamiento de estos en relación a la cantidad de cervezas.

Establecer una coordinación con las compañías cerveceras que operan en Nicaragua, para realizar un estudio a mayor profundidad.

Desarrollar una encuesta de consumo y preferencia de cervezas entre la población estudiantil de la Facultad de Ciencias con vistas a confirmar la certidumbre de la elección de las cuatro cervezas seleccionadas en este estudio.

Ejecutar un estudio sensorial de las cervezas consideradas en el estudio, para establecer la posible correlación entre estos factores y los físico-químicos determinados en esta monografía.

Realizar una comparación estadística de los parámetros fisicoquímicos analizados en este estudio para confirmar las apreciaciones con las que se concluye la presente monografía.

IX. BIBLIOGRAFIA.

1. Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense (NTON 03 038 – 02), **“BEBIDAS FERMENTADAS, CERVEZAS ESPECIFICACIONES”**,
2. Aplicaciones de la Electroforesis Capilar en la Industria Cervecera, F.X. Castañé Sitjas, M.Vera Soler. C. Escudero Pérez. S.A DAMM – BARCELONA.
3. www.nlm.nih.gov/medlineplus/Spanish/ency/article/002446.htm.
4. www.cerveceros-caceros-esp.com/cerveza/mode/53.
5. Usuarios. Lycos.es/vicobos/nutrición/bebidas.htm
6. Noble A.C., Arnold R.A., Buechsenstein J., Leach E.J., Schmidt J.O., Stern P.M. Am J Enol Vitic 1997; 38: 143-151.
7. European Brewery Convention. Analytical EBC (3rd ed.), Method 7.1. Schweizer Brauerei-Rundschau, Zurich, 1975.
8. El Rincón del Vago S.L. – C/ Toro, 76, 2^o, 37002 Salamanca (España) condiciones de uso- info@rincondelvago.com

X. ANEXO.

Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense (NTON 03 038 – 02)
BEBIDAS FERMENTADAS. CERVEZA, ESPECIFICACIONES
BEBIDAS FERMENTADAS. CERVEZA, ESPECIFICACIONES

1. OBJETO

Esta norma tiene por objeto establecer las especificaciones, requisitos y los métodos de ensayo que debe cumplir la cerveza que haya sido o no sometida a pasteurización y/o microfiltración durante el proceso de elaboración.

2. TERMINOLOGIA

2.1 Cerveza. Bebida con un porcentaje de alcohol mayor del 2.5% de alcohol por peso, resultante de un proceso de fermentación alcohólica controlado, por medio de levadura cervecera proveniente de un cultivo puro, de un mosto elaborado con agua potable, cebada malteada sola o mezclada con otros productos amiláceos transformables en azúcares por digestión enzimática, adicionado de lúpulo o sus extractos y concentrados

2.2 Cebada malteada. Cebada de variedad cervecera que ha sido sometida a un proceso de germinación controlada y posterior tostación, en condiciones adecuadas para su posterior empleo en la elaboración de cerveza.

2.3 Mosto. Todo sustrato fermentable, obtenido a partir de frutas, cereales o de otros productos naturales; ricos en carbohidrato susceptibles de transformarse en etanol, mediante procesos fisicoquímicos o bioquímicos.

2.4 Aditivos alimentarios. Son aquellas sustancias que entran en la formulación de una bebida alcohólica fermentada con el objeto de preservar, estabilizar o mejorar su color, olor y apariencia, siempre que no perjudiquen su valor nutritivo, normalmente no se consumen como bebidas, ni se usan como ingredientes característicos de la bebida, tengan o no valor nutritivo y cuya adición intencional, en cualquiera de las fases de producción, resulta o es de prever que resulte (directa o indirectamente), en que él o sus derivados pasen a ser un componente de tales bebidas o afecten a las características de éstas

2.5 Bebida alcohólica fermentada. Es la bebida alcohólica obtenida por la fermentación de jugos azucarados de frutas o por la fermentación de azúcares obtenidos de almidón de cereales, por cualquier proceso de conversión.

2.6 Buenas prácticas de manufactura. Condiciones de infraestructura y procedimientos establecidos para todos, los procesos de producción y control de alimentos, bebidas y productos afines, con el objeto de garantizar la calidad e inocuidad de dichos productos según normas aceptadas internacionalmente.

2.7 Etiqueta. Cualquier marbete, rótulo, marca, imagen u otra materia descriptiva o gráfica, que se haya escrito, impreso, estarcido, marcado en

relieve o en hueco-grabado o adherido al envase o tapón de una bebida alcohol
lica fermentada, que cumpla con las disposiciones de la presente Norma.

2.8 Etiquetado. Cualquier material escrito, impreso o gráfico que contiene la etiqueta.

2.9 Ingrediente. Cualquier sustancia incluidos los aditivos alimentarios que se empleen en la fabricación, preparación y conservación de las bebidas y esté presente en el producto final, aunque posiblemente en forma modificada.

2.10 Lote. Es una cantidad determinada de una bebida producida en condiciones esencialmente iguales que se identifica mediante un código al momento de ser envasado.

2.11 Métodos de prueba: Procedimientos analíticos utilizados en el laboratorio para comprobar que un producto satisface las especificaciones que establece la norma.

2.12 Grado alcohólico. Porcentaje en volumen de alcohol etílico contenido en una bebida alcohólica, referido a 20°C.

3. CLASIFICACION DE LA CERVEZA

Las cervezas se denominan de acuerdo a las siguientes características:

3.1 Según el "Tipo de levadura"

3.1.1 Cervezas de baja fermentación, es elaborada usando levaduras cultivadas de la especie *saccharomyce cerevisiae*, las cuales tienden a sedimentar al concluir el proceso de fermentación.

3.1.2 Cerveza de alta fermentación, es elaborada usando levaduras cultivadas de la especie *saccharomyce cerevisiae*, las cuales tienden a flotar sobre la superficie del producto al concluir el proceso de fermentación.

3.2 Según el "Extracto original de la cerveza"

3.2.1 Cervezas fuertes, son aquellas que presentan un extracto original de más de 12 ° Plato (12% m/m)

3.2.2 Cervezas normales, son aquellas que presentan un extracto original entre 10 y 12 ° Plato (10 y 12% m/m).

3.2.3 Cervezas suaves, son aquellas que presentan un extracto original entre 6 y 10 ° Plato (6 y 10% m/m).

3.3 Según "El color"

3.3.1 Cervezas claras, también llamadas rubias, son aquellas cuyo color es inferior a 8 unidades de color, medidos espectrofotométricamente (°SRM).

3.3.2 Cervezas oscuras, también llamadas negras, son aquellas cuyo color es igual o superior a 8 unidades de color, medidos espectrofotométricamente (°SRM).

4. MATERIAS PRIMAS Y MATERIALES

4.1 Agua. El agua para la fabricación de cerveza será potable y deberá cumplir las especificaciones contenidas en la Norma de Calidad del Agua para Consumo Humano, aprobada mediante Acuerdo Ministerial No. 65 - 94 del Ministerio de Salud.

4.2 Cereales: Los cereales utilizados en la preparación de la malta para la fabricación de cerveza deberán estar libres de microorganismos patógenos y de sustancias que puedan dañar la salud de los consumidores, tales como residuos de plaguicidas, los que no deben exceder las tolerancias establecidas por el Codex Alimentarius

4.3 Lúpulo: El Lúpulo utilizado en la fabricación de cervezas no deberá contener sustancias extrañas o perjudiciales para la salud de los consumidores, tales como residuos de plaguicidas, los que deben cumplir con las tolerancias establecidas en Normas Internacionales.

4.4 Azúcar. El azúcar utilizado para la fabricación de la cerveza deberá cumplir con la NTON 03 029 – 99 Norma Técnica de azúcar fortificada con vitamina “A”.

4.5 Levadura. La levadura para la fabricación de cerveza deberá de provenir de un cultivo puro de levadura cervecera, libre de cualquier otro tipo de microorganismo.

4.6 Aditivos. Los aditivos utilizados en la elaboración de cerveza deberán cumplir con las especificaciones establecidas en el Codex Alimentarius.

5. ESPECIFICACIONES Y CARACTERISTICAS

5.1 Características generales.

5.1.1 No se permite el uso de materiales filtrantes como asbesto u otros materiales prohibidos en la industria de alimentos y bebidas.

5.1.2 La cerveza deberá estar libre de cualquier ingrediente dañino a la salud.

5.1.3 La cerveza puede contener solamente los aditivos y preservativos establecidos por el Codex Alimentarius.

5.1.4 La cerveza deberá estar libre de colores artificiales, excepto caramelo producido por la malta y/o el azúcar y por los utilizados para la cerveza saborizada.

5.1.5 La cerveza deberá contener dióxido de carbono (CO₂) antes de envasarse.

5.1.6 La cerveza deberá estar libre de bacterias coliformes y otros microorganismos patógenos

5.1.7 La cerveza deberá fabricarse en establecimientos construidos y mantenidos bajo condiciones higiénicas sanitarias al igual que los equipos

como molino, tanques de fermentación, tanques de almacenamiento, filtros y equipos de llenado.

5.1.8 La cerveza deberá estar libre de insectos o restos de ellos y de cualquier otro tipo de fragmento tales como plástico, metales u otras impurezas.

5.2 Características sensoriales.

Color: Característico al tipo de cerveza establecido en numeral 3.3.

Olor: Característico, libre de sabores extraños

Sabor: Amargo característico, libre de sabores extraños

5.3 Características físico-químicas: La cerveza deberá cumplir con los requisitos físico-químicos establecidos en la Tabla 1.

5.4 Características microbiológicas: La cerveza deberá cumplir con los requisitos microbiológicos establecidos en la Tabla 2.

Tabla 1. Requisitos físico-químicos de la cerveza

DIV align=center>

Requisitos	Especificaciones
Grado Alcohólico Peso específico a 20°C	2.5 - 9 %
Extracto original (° Plato o % m/m) mínimo	0.998 - 1.018
Unidades de Amargo (U.A.) mínimo (*)	6
PH	2
CO ₂ (%/v)	3.0- 4.8
Plomo, expresado como Pb (mg/ l) máximo	2.4 - 3.6
Hierro, expresado como Fe (mg/ l) máximo	0.1
Cobre, expresado como Cu (mg/ l) máximo	0.2
Cinc, expresado como Zn (mg/ l) máximo	1.0
Arsénico, expresado como As (mg/ l) máximo	1.0
	0.1

* U.A. equivale a B.U. (Bitter Unites)

Tabla 2. Requisitos microbiológicos de la cerveza

Microorganismo	Límite máximo
Recuento total de microorganismos mesófilos, UFC/ml	100
Recuento total de mohos y levaduras, UFC/ml	20

6. MUESTREO Y CRITERIOS DE ACEPTACION O RECHAZO

6.1 Toma de muestras: La toma de muestras se realizará de acuerdo a lo establecido en la Norma Técnica Nicaragüense 17 004 - 02 Norma de Bebidas Fermentadas. Muestreo en Cervezas

6.2 Criterio de aceptación o rechazo: Si la muestra ensayada no cumple con uno o más de los requisitos establecidos en la presente norma, se rechazará el lote. En caso de discrepancia, se volverá a hacer un muestreo según lo establecido en la norma Técnica Nicaragüense 17 004-2001 Toma de Muestra-Cerveza repitiéndose el ensayo por una tercera parte debidamente acreditado. Cualquier resultado no satisfactorio en este segundo caso, será motivo para rechazar el lote.

7. METODOS DE ENSAYOS Y ANALISIS

7.1 Ensayos físico-químicos.

7.1.1 Determinación del Contenido de etanol

Principio: Análisis por destilación utilizando picnómetro o por análisis automatizados.

Se efectuará mediante lo indicado en Método de Análisis Cervecerero, tomo II, traducido de la tercera edición del original en alemán. Asociación Latinoamericana de Fabricantes de Cerveza (ALAFACE). Caracas, Venezuela. 1999, o algún método reconocido por alguna organización internacional como la Análisis de la Asociación of Oficial Analytical Chemist (A. O. A. C.)

7.1.2 Determinación del contenido de plomo

Principio: Por espectrofotometría de absorción atómica.

Es un método tomado de la EPA (United States Environmental Protection Agency), ICP-AES (USN), Método Ref.:E.P.A 200.15.

7.1.3 Determinación del contenido de hierro

Principio: Por espectrofotometría de absorción atómica.

Se efectuara mediante lo indicado en Methods of Analysis of the American Society of Brewing Chemise (ASBC). Método 18 inciso B. 8^a ed., revisada, reimpresión en 1975. Revisión parcial, 1987 o ICAP-METALS, Método Ref. E.P.A. 200.7.

7.1.4 Determinación del contenido de cobre

Principio: Por espectrofotometría de absorción atómica.

Se efectuará mediante lo indicado en Methods of Analysis of the American Society of Brewing Chemise (ASBC). Método 19 inciso C. 8^a ed., revisada, reimpresión en 1975. Revisión parcial, 1987 o por ICAP- METALS, Método Ref.: E.P.A. 200.7.

7.1.5 Determinación del contenido de zinc

Principio: Por espectrofotometría de absorción atómica.

O por ICAP-METALS, Método Ref.: E.P.A. 200.7

7.1.6 Determinación del contenido de arsénico

Principio: Inductivo plasma acoplado o por Espectrofotometría de absorción atómica.

Se efectuara mediante lo indicado en United States Environmental Protection Agency (EPA), o por HGFAS, Método Ref.: E.P.A. 3010/7062.

7.2 Ensayos Microbiológicos

Se efectuara mediante lo indicado en el método 4 del ASBC de métodos Microbiológicos.

7.2.1 Recuento total de microorganismos mesófilos;

Principio: Por filtración de membrana

Se efectuara mediante lo indicado en el método del ASBC de métodos Microbiológicos.

7.2.2 Recuento total de hongos y levaduras.

Principio: Por filtración de membrana

Se efectuara mediante lo indicado en método 4 del ASBC de métodos Microbiológicos.

8. ETIQUETADO

El rotulado y envase de la cerveza se hará de acuerdo a lo dispuesto en la Norma de Bebidas Alcohólicas. Etiquetado de Bebidas Fermentadas

9. ALMACENAMIENTO Y TRANSPORTE

9.1 Almacenamiento: La cerveza debe estar en bodegas techadas, cerradas, ventiladas y limpias. No se debe almacenar cerveza en sus diferentes presentaciones al aire libre y protegidos de la luz solar.

9.2 Transporte: El transporte de la cerveza debe realizarse en vehículos limpios, protegidos de la luz solar.

10. REFERENCIAS

- a. Métodos de Análisis Cerveceros, Tomo II, ALAFACE, Caracas Venezuela, 1999.
- b. Ley General de Salud de los Estados Unidos Mexicanos.
- c. Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense, NTON 01 001 - 96, Metodología para la presentación de normas técnicas nicaragüenses.
- d. Norma Técnica Colombiana, NTC 3854, Bebidas Alcohólicas, Cerveza. 1996 - 03 - 02
- e. Norma Dominicana, NORDOM 186, Cervezas, Especificaciones, 1981 - 05 - 05
- f. Norma Venezolana, COVENIN, 91:1996, CERVEZA. ESPECIFICACIONES
- g. Norma Venezolana, COVENIN, 2616:1996, MALTA Y CERVEZA, METODOS DE ENSAYO

10. OBSERVANCIA DE LA NORMA

La verificación y certificación de esta Norma estará a cargo del Ministerio Salud a través de la Dirección Control de Alimento y el Ministerio de Fomento, Industria y Comercio a través de la Dirección de Defensa del Consumidor.

11. ENTRADA EN VIGENCIA

La presente Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense entrará en vigencia con carácter Obligatorio de forma inmediata después de su publicación en la Gaceta Diario Oficial.

12. SANCIONES

El incumplimiento a las disposiciones establecidas en la presente norma, debe ser sancionado conforme la Legislación vigente.

ULTIMA LINEA