

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



**“ESTUDIO COMPARATIVO DE CERVEZAS DE
CONSUMO NACIONAL EN RELACIÓN A SUS
PARAMETROS FÍSICO-QUÍMICOS Y SENSORIALES”**

MONOGRAFÍA
PARA OPTAR AL TÍTULO DE LICENCIADO EN QUÍMICA

PRESENTADA POR:
BRA. ADNER CLARIBEL SOMARRIBA LÒPEZ.
BR. JULIO GABRIEL ROSTRAN PICADO.

TUTOR
Dr. SERGIO LÓPEZ GRÍO.

LEON, NOVIEMBRE 2006.

AGRADECIMIENTO.

A Dios que nos dio la vida, sabiduría y el entendimiento a lo largo de nuestros estudios y que día a día guía nuestros pasos por el camino del bien.

A nuestras familias por confiar en nosotros y estar siempre a nuestro lado apoyándonos, para seguir adelante.

A nuestro tutor Dr. Sergio López Grío que con su sabiduría nos guió hasta el final de este trabajo monográfico.

A la Lic. Carla Corrales por el tiempo y el apoyo que nos brindó.

DEDICATORIA

A Dios por guiar mis pasos, por la sabiduría que me dio y por haberme permitido llegar a este momento de mi vida.

A mis padres Luís Somarriba y Raquel López por todo el amor, apoyo y comprensión que me han dado y sobre todo por sus innumerables esfuerzos y sacrificios que hicieron posible la culminación de carrera universitaria.

A mi esposo Oswaldo Darce por su paciencia y apoyo incondicional y sobre todo por estar siempre a mi lado compartiendo cada momento

Adner Somarriba

A mi madre: Ángela Picado Rivera, con su esfuerzo y confianza, logre alcanzar mi meta.

A mi abuelita Amanda López, su sabiduría y dedicación hicieron posible terminar mis estudios.

A mi padre: Mauricio Rostrán, por brindarme su apoyo y buenos consejos, que hicieron posible la culminación de mi monografía.

Julio Rostrán

ÍNDICE

I. RESUMEN.....	1
II. OBJETIVOS.....	2
III. MARCO TEÓRICO.....	3
III.1. Aspectos históricos de la cerveza.....	3
III.2. Composición de la cerveza.....	4
III.3. Ingredientes de la cerveza.....	5
III.3.1. La cebada.....	5
III.3.2. La malta.....	6
III.3.2.1. Mezcla.....	6
III.3.2.2. Tipo de grano.....	6
III.3.3. Lúpulo.....	7
III.3.4. Otros aditivos.....	9
III.3.5. El agua.....	10
III.3.6. La levadura.....	10
III.4. Elaboración de la cerveza.....	11
III.4.1. Las etapas.....	12
III.4.1.1 Mezcla de granos.....	12
.....III.4.1.2 Inicio de Maceración.....	12
.....III.4.1.3. Maceración.....	12
.....III.4.1.4. Final de maceración.....	12
.....III.4.1.5. Filtraje.....	12
.....III.4.1.6. Cocción y adición de lúpulo.....	12
.....III.4.1.7. Refrigeración.....	13
.....III.4.1.8. Inoculación de la levadura.....	13
.....III.4.1.9. Fermentación.....	13
.....III.4.1.10. Segundas fermentaciones.....	13
.....III.4.1.11. Maduración.....	13
III.5. Clasificación de la cerveza.....	13
III.6. Propiedades de las cervezas.....	15
III.7 Análisis Sensorial.....	16
III.7.1. Tipos de análisis sensorial.....	16

III.7.1.1. Las pruebas de análisis sensorial analíticas.....	16
III.7.1.1.1 Las pruebas discriminatorias.....	17
III.7.1.1.2 Las pruebas descriptivas.....	17
III.7.2. Características sensoriales de las cervezas.....	17
III.8. Correlación de variables.....	18
III.8.1 Reconocimientos de estructuras entre objetos.....	19
III.8.2 Escalado.....	20
III.8.3 Autoescalado.....	21
III.9 Anova.....	22
IV. PARTE EXPERIMENTAL.....	27
IV.1. Equipos y Materiales.....	27
IV.2. Materiales.....	27
IV.3. Reactivos.....	28
IV.4. Procedimiento.....	29
IV.4.1. Metodología de realización de la encuesta de consumo y Preferencia.....	29
IV.4.2. Metodología de la determinación de parámetros fisicoquímicos de Cervezas.....	31
IV.5 Metodología de realización del análisis sensorial.....	31
IV.6 Metodología de la comparación y correlación de variables fisicoquímicas y sensoriales.....	32
V. ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	33
V.1 Análisis de resultados de la encuesta.....	33
V.2 Análisis de parámetros fisicoquímicos.....	45
V.3 Análisis de resultados del análisis sensorial.....	52
V.4 Correlación de variables fisicoquímicas de las cervezas.....	59
V.5 Correlación de variables sensoriales de las cervezas.....	67
VI CONCLUSIONES.....	72
VII RECOMENDACIONES.....	74
VIII BIBLIOGRAFIA.....	75
IX ANEXOS.....	76

I. RESUMEN

El presente trabajo monográfico es una continuación de un anterior en el que se analizaban algunos parámetros físico-químicos de cervezas de consumo nacional.

En este trabajo se analiza el consumo y preferencia de cervezas entre los estudiantes de los distintos años y carreras de la Facultad de Ciencias de la UNAN-León. Se analizan así mismo los parámetros sensoriales de las cervezas de mayor y menor consumo entre estos estudiantes. Se incluye también una comparación de estos parámetros ahondado en la naturaleza estadística de los análisis. Finalmente se analizan los resultados de un análisis de correlación de estos parámetros.

Los resultados encontrados indican que en lo que se refiere a los parámetros físico-químicos, la comparación de estos puede ser de gran ayuda para encontrar similitudes o diferencias entre las cervezas, igual situación ocurre con la comparación de los parámetros sensoriales utilizados en este estudio.

El análisis de correlación de los parámetros físicos-químicos indica que existe alta correlación ($r=1$) entre algunos de estos parámetros. La correlación entre cervezas considerando estos parámetros indicó que las cervezas Victoria y Búfalo se correlacionan muy bien y que la Brahva es la que menos se correlaciona con las cervezas del estudio. Por otra parte la correlación de los parámetros sensoriales de las cervezas estudiadas nos indicó que dichos parámetros no son correlacionables por lo que son independientes unos de otros. Finalmente la correlación de las cervezas tomado en cuenta a estos parámetros no mostró relación alguna entre las cervezas contradiciendo lo encontrado en los parámetros físicos-químicos, lo que nos llevó a concluir que no son un buen medio para compararlas.

II. OBJETIVOS

II.1. OBJETIVO GENERAL

Realizar un estudio comparativo de cervezas de consumo nacional en relación a sus parámetros fisicoquímicos y sensoriales, en el laboratorio de Técnicas de Separación del Departamento de Química de la Facultad de Ciencias en el período de septiembre 2004 a octubre de 2005.

II.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 1) Desarrollar una encuesta de consumo y preferencia de cervezas entre los estudiantes de las distintas carreras de la Facultad de Ciencias de la UNAN-León.
- 2) Obtener los parámetros fisicoquímicos de las cervezas de mayor consumo entre los estudiantes de la Facultad de Ciencias de la UNAN-León.
- 3) Obtener los parámetros sensoriales de las cervezas de mayor y menor consumo entre los estudiantes de la Facultad de Ciencias de la UNAN-León.
- 4) Comparar los parámetros físico-químicos obtenidos en relación a las cervezas estudiadas.
- 5) Comparar los parámetros sensoriales obtenidos en relación a las cervezas de mayor y menor consumo entre los estudiantes de la Facultad de Ciencias de la UNAN-León.
- 6) Realizar una correlación de los parámetros físico-químicos para establecer relaciones entre estos.
- 7) Realizar una correlación de los parámetros sensoriales de las cervezas de mayor y menor consumo entre los estudiantes de la Facultad de Ciencias de la UNAN-León.

III. MARCO TEÒRICO

III.1 ASPECTOS HISTÓRICOS DE LA CERVEZA

Los orígenes de la cerveza se pierden en el tiempo entre historias y leyendas. Numerosos antropólogos aseguran que hace cien mil años el hombre primitivo elaboraba una bebida a base de raíces cereales y frutos que antes masticaba para desencadenar su fermentación alcohólica. El líquido resultante lo consumía con deleite para relajarse.

La mención más antigua de la cerveza, una bebida obtenida por la fermentación de granos que denominan siraku se hace en unas tablas de arcilla escritas en lenguaje sumerio cuya antigüedad se remonta a cuatro mil años antes de Cristo. En ellas se revela una fórmula de elaboración casera de la cerveza: se cuece pan, se deshace en migas, se prepara una mezcla en agua y se consigue una bebida que transforma a la gente.

Desde Oriente Medio, la cerveza se extiende por los países de la cuenca oriental del Mediterráneo. Los egipcios recogiendo los métodos sumerios, elaboraron una cerveza que bautizaron con el nombre de Zythum, descubrieron la malta y añadieron azafrán, miel, jengibre y comino con el objeto de proporcionar aroma y color. Entre los romanos y griegos fue considerada una bebida de la gente común.

En la Edad Media surgió la cerveza monacorum de los monjes con denominación de origen, cuyo secreto guardaba celosamente cada fraile fabricante, los monjes lograron mejorar el aspecto, el sabor y el aroma de la bebida. En los siglos XIV y XVI surgen las primeras grandes fábricas cerveceras entre las que destaca la de Hamburgo, Alemania.

La auténtica época dorada de la cerveza comienza a finales del siglo 18 con la incorporación de vapor a la industria cervecera y el descubrimiento de la nueva fórmula de producción en frío, y culmina en el último tercio del siglo 19, con los hallazgos de Pasteur relativos al proceso de fermentación.

III.2. COMPOSICIÓN DE LA CERVEZA

- Etanol, tiene gran influencia sobre el aroma de la cerveza (4,8-5,5%)
- Extracto seco, el 80% está constituido de hidratos de carbono, principalmente dextrina. Las dextrinas son poco fermentables. El extracto seco es lo que queda después de eliminar el agua.
- Ácidos, en la acidez va a influir el carbónico. Como mínimo las cervezas tienen que tener 3 g/litro de carbónico. Por debajo de cero, 2 g/litro es insípida la cerveza. También tiene otros ácidos como pueden ser ácido láctico, acético, fórmico, succínico.
- Durante la fermentación una oxigenación del inóculo alta puede producir exceso de acético. El pH final estará entre 4.1 y 4.7
- Compuestos nitrogenados, suponen entre el 0,15 y el 0,75%. Son proteínas, aminos volátiles, o aminoácidos. El glutámico es un aminoácido muy importante para las características finales de la cerveza. En la fermentación de guarda se produce la autólisis de las levaduras lo que aumenta la concentración de aminoácido (aumenta hasta 35 veces).
- Carbohidratos supone entre el 3 y el 5% y están constituidos principalmente por dextrina, monosacáridos, oligosacáridos, y glicerol. El glicerol es un producto de la fermentación.
- Sales minerales suponen entre el 0,3 y el 0,4% y los principales van a ser potasio, fosfatos, calcio y magnesio.
- Vitaminas principalmente las del grupo B.
- Sustancias aromáticas derivadas del lúpulo como el furaneol que da un aroma a caramelo. También hay ácidos grasos volátiles y, alcoholes superiores como el butanol o el propanol. Ésteres como el acetato de etilo (confiere un aroma a

pegamento muy desagradable a altas concentraciones) que da un sabor desagradable. Diacetonas como el diacetilo que da un aroma a mantequilla. Compuestos azufrados como el dimetilsulfuro que da un aroma a podrido o los metilmercaptanos que son muy difíciles de eliminar.

- Sustancias espumantes como proteínas polisacáridos, sustancias amargas y glucósidos. La espuma se produce por la desnaturalización de proteínas.
- Colorantes como el caramelo, antioxidantes como la vitamina C y el sulfuro (SO₂). Como estabilizantes se emplean alginatos, caragenatos etc. Y como coadyuvantes tecnológicos que favorecen la elaboración de estos productos, se usan sustancias filtrantes como la tierra de diatomeas y clarificantes así como determinadas enzimas proteolíticas o amino líticas.

III.3. INGREDIENTES DE LA CERVEZA

Hay tres productos básicos utilizados para su elaboración: la malta de cebada, el lúpulo y el agua. Pero además debemos tener muy en cuenta la levadura y los 'adjuntos' (arroz y harina de maíz).

III.3.1. LA CEBADA

La elaboración de la cerveza se puede hacer con cualquier cereal. Este ha de ser preparado para que sus azúcares sean fermentables. En algunos casos una simple cocción es suficiente, como en el caso del maíz y en otros casos es preciso maltear el cereal.

En la elaboración de la cerveza se utilizan numerosos cereales en su estado crudo o malteado. La cebada es el único que debe de maltearse necesariamente y la cebada es el principal cereal utilizado en la cervecería.

III.3.2. LA MALTA

Los azúcares que contiene el grano de cebada no son inmediatamente accesibles y, en una fase previa, es preciso activar unas enzimas presentes en el propio grano que participaran en la reducción de las largas cadenas de azúcar.

Esta operación consiste simplemente en hacer germinar los granos. Cuando se estima que la activación enzimática debida a la germinación se encuentra en su punto óptimo, se para el proceso reduciendo la humedad del grano hasta su mínimo. Este producto recibe el nombre de malta verde.

Después hay que hornearlo. A bajas temperatura, el tostado es mínimo y se habla de maltas claras (llamadas también "maltas Lager" o "Pale" según el país en que se producen. A medida que se aumenta la temperatura del horno, la malta resultante es cada vez más oscura. Se puede llegar al punto de quemarla produciendo malta negra.

El grado de tostado de la malta determina el color de la cerveza. Todos los otros cereales se pueden utilizar en su forma malteada aunque este es indispensable solamente en el caso de la cebada. En este caso, el malteado sirve para conseguir aromas diferenciados o efectos técnicos concretos.

III.3.2.1. MEZCLA

Mezcla se refiere a la masa de grano que se utilizará para elaborar el mosto, puede ser de un solo tipo de malta o puede ser el resultado de una mezcla de maltas o de maltas y de grano crudo. Las proporciones y los componentes de esta mezcla son básicos para determinar el tipo o estilo de cerveza que se quiere producir

III.3.2.2. TIPO DE GRANO

Los diversos cereales que se utilizan para la cervecería presentan cada uno variedades botánicas que multiplican las posibilidades de elección del elaborador. Actualmente, en el mercado, se pueden encontrar hasta 60 tipos diferentes (de cerveza). Pero esta cifra aumenta considerablemente si tenemos en cuenta el malteo casero. Básicamente los cereales se distinguen en cuatro categorías:

- **Malta básica.** Son Maltas claras, poco horneadas con gran poder enzimático, que suelen formar la parte más grande o la totalidad de la mezcla. En concreto estas maltas son llamadas lager, pale o pils, según el fabricante.

- **Maltas aditivas.** Son maltas de color que va de ámbar a negro, muy horneador y con poco o nada de poder enzimático. Suelen ser usados en pequeñas cantidades para incidir sobre el color o el gusto de la cerveza o por algún motivo técnico propio a la elaboración. Hay entonces una gran variedad entre los que citaríamos las maltas negras, maltas chocolate o maltas tostadas.
- **Maltas mixtas.** Estas maltas están más tostadas que las maltas base pero conservan propiedades enzimáticas suficientes al menos para sus propios azúcares. De manera que pueden ser usados como base o como aditivos. En esta categoría encontramos las maltas de color caramelo y ámbar conocidos en Inglaterra como maltas cristal (y derivados) y en Alemania como maltas caramel. En esta área, existen dos maltas caramel particulares llamados Munich y Viena muy importantes en la cervecería de ese país.
- **Cereales crudos:** tostados o gelatinizados. Como ya se ha dicho, los cereales pueden ser utilizados sin maltear para añadir variedad en gustos, aromas, textura y otras características a la cerveza. Se suelen utilizar en pequeñas cantidades.

La calidad de los cereales, sus variedades, y la calidad del proceso de malteo definen en gran medida la calidad de la cerveza.

III.3.3. LÚPULO

Actualmente, en la elaboración occidental de la cerveza, el aditivo principal que se utiliza para hacer de contrapeso (de equilibrante si se prefiere) a la dulzor de la malta es el lúpulo (*Humulus Lupulus*). De esta planta, lo que se recoge es la flor hembra sin fecundar. En ella, en la base de las bractéolas, hay unas glándulas que contienen la lupulina. Este es el ingrediente que aportará a la cerveza su sabor amargo y los aromas propios.

Del amargor, son responsables los ácidos amargos y los aromas proceden de aceites elementales constituidos en especial de compuestos bastante volátiles y delicados a base de ésteres, y de resinas. Existen numerosas variedades botánicas del lúpulo que

son objeto de investigaciones intensas. Para su comprensión, también se clasifican en categorías:

- **Lúpulos amargos:** Estos lúpulos son los que aportan más ácidos amargos que aromas. Los representantes más conocidos de esta categoría son el brewer's gold y el northen brewer o nordbrauer.
- **Lúpulos aromáticos:** Lógicamente, estos aportan más elementos aromáticos que amargos. En este apartado se conocen especialmente el saaz/zatec que definen el estilo pils de cerveza, el spalt y el tettnang en el área alemana, y los golding y fuggler en el área anglófona. Lúpulos mixtos que aportan ambas características juntas aunque menos acentuadas. esta categoría es muy variable y mal definida. Deberíamos también citar el hallertau y sobretodo sus derivados botánicos, así como el hersbrucker y sus derivados.

El lúpulo es muy delicado. Solamente se puede utilizar fresco durante los pocos meses de su cosecha que coincide con la de la viña: finales de Agosto a Octubre según las variedades y el sitio. Fuera de este intervalo temporal se tiene que condicionar, de manera que el mercado presenta diversas formas que van desde el lúpulo deshidratado hasta extracto de lúpulo.

Lógicamente, en cada manipulación se van perdiendo características y no es lo mismo utilizar un lúpulo fresco o congelado que un aceite de concentrado de lúpulo. El efecto organoléptico sobre la cerveza es muy diferente.

La variedad y el frescor del lúpulo influyen muy sensiblemente en la calidad final de la cerveza.

III.3.4. OTROS ADITIVOS

Al margen del lúpulo, la historia recoge numerosos aditivos botánicos. Hoy en día podemos citar los siguientes:

- **Cerezas** (variedad Lambert Frutas. Se suele considerar que fermentando mosto de frutas se obtiene vino. Pero actualmente se describen cervezas que en una operación ulterior a la fermentación se le añade fruta, zumo de fruta o jarabe, procediendo así a una adición de azúcares que provocan una segunda fermentación. Los tipos históricos son la cerveza de cereza kriel y la de frambuesa frambozen. Existen otras de creación mucho más recientes, de kiwi, de albaricoque o de plátano, por ejemplo. Estas especialidades son típicas y casi exclusivas del Valle del Senne en Bélgica.
- **Romero** en flor plantas. Ya se ha comentado el uso del lúpulo, pero además, se describen cervezas aromatizadas a parte de con esta planta o como sustituto con cáñamo, romero, castaña, etc.
- **Espicias**. Antes de la generalización del lúpulo al igual que las plantas, las especias tuvieron su momento de gloria. Aun hoy se hacen cervezas aromatizadas con jengibre, coriandra, peladura de naranja de Curaçao, pimienta, nuez moscada, etc.
- **Otros**. La cerveza puede funcionar como excipiente o soporte de muchas cosas. Y los elaboradores no se han privado demasiado de probar mezclas más o menos originales. Citemos como

Ejemplo la cerveza aromatizada con miel bastante de moda en las micro cervecerías francesas, o la cerveza aromatizada con vino.

III.3.5. EL AGUA

El agua constituye en la cerveza entre el 85 y 92%.

A parte de las características bacteriológicas y minerales de potabilidad, cada tipo o estilo de cerveza requerirá una calidad diferente de agua. Algunas quieren agua de baja mineralización, otras necesitan aguas duras con mucha cal. Actualmente, prácticamente ya no se hacen cervezas tal y como fluyen. Casi todas las cervecerías tratan las aguas de manera que esta siempre tenga las mismas características para una misma receta de cerveza.

Entre los minerales del agua que más interesan a los cerveceros están el calcio, los sulfatos, y los cloruros. El calcio aumenta la extracción tanto de la malta como del lúpulo en la maceración y en la cocción y rebaja el color y la translucidez (o lo turbia que es) de la cerveza. Los sulfatos refuerzan la amargura y la sequedad del lúpulo. Los cloruros dan una textura más llena y refuerzan la dulzura.

III.3.6 LA LEVADURA

La mayoría de los estilos de cerveza se hacen usando una de las dos especies unicelulares de microorganismos del tipo *saccharomyces* comúnmente llamados levaduras. Esta levadura es un hongo que como su nombre indica, consume azúcar y produce alcohol y anhídrido carbónico. De este microorganismo, existen dos tipos básicos diferentes que definen los dos grandes grupos estilísticos de cervezas: Alta fermentación y baja fermentación

- **De alta fermentación** es el que se encuentra normalmente en la naturaleza. Taxonómicamente esta levadura recibe el nombre de *saccharomyces cerevisiae*.
- Lo encontramos en los tallos de los cereales y en la boca de los mamíferos. Fue descubierto por Louis Pasteur en 1852 (fecha a verificar) en sus investigaciones sobre la cerveza. Esta variedad, la original actúa a temperaturas de entre 12 y 24 °C y se sitúa en la superficie del mosto. A las cervezas que se consiguen con este tipo de fermentación se las llama de alta fermentación o Ales. Existen muchas variantes de esta levadura adaptadas a cada estilo de cerveza. En especial existe una que se

suele llamar "levadura Weizen" y que aporta a las cervezas del sur de Alemania, su gusto especial.

- **De baja fermentación** es una variedad del primero desarrollada involuntariamente por los cerveceros del sur de Alemania que cometían sus cervezas a una maduración a bajas temperaturas en las cuevas de los Alpes. Esta variedad, llamada *Saccharomyces Uvarum* o *S. Carlsbergensis*, actúa entonces a temperaturas de entre 7 y 13 °C y se suele situar en el fondo del fermentador. Las cervezas que se elaboran con esta variedad son las llamadas de baja fermentación o Lager.
- **Otras levaduras.** Básicamente, las levaduras que intervienen en la elaboración de la cerveza son los dos puntos de los que ya hemos hablado, pero también pueden intervenir otras levaduras, especialmente en cervezas llamadas de fermentación espontánea. En estas cervezas, el elaborador no selecciona ninguna levadura si no que permite que todas las levaduras en suspensión en el aire se introduzcan en el mosto. Así se instalan, a parte del *Saccharomyces*, más de 50 fermentadores diferentes entre los cuales hay que citar el *Lactobacillus* que produce el ácido láctico, y el *Brettanomyces* que produce el ácido acético. Estas cervezas son, entonces, ácidas por definición. Su elaboración requiere procedimientos especiales destinados a rebajar la acidez.

III.4. ELABORACIÓN DE LA CERVEZA

La tradición cervecera desapareció de nuestras tierras probablemente con la introducción del cristianismo. De manera que nuestro idioma no posee un lenguaje especializado de elaboración. Es por esto que en algunas ocasiones, se pondrá entre paréntesis la expresión alemana o inglesa para algún proceso o etapa.

III.4.1 LAS ETAPAS

III.4.1.1. Mezcla de grano (alem. Schüttung; ingl. Grist) Esta etapa consiste en la mezcla en seco de los diversos granos malteados o no que intervienen en la receta. La proporción de los constituyentes define el perfil del grano, el color y la transparencia de la cerveza.

III.4.1.2. Inicio de maceración (alem. Einmaischen; ingl. Mash in) Se tira el grano al agua a una temperatura de 37°C.

III.4.1.3. Maceración (alem. Maische; ingl. Mash) Es necesario someter la mezcla anterior a una serie de operaciones destinadas a activar diversas encimas que reducen las cadenas largas de azúcares en azúcares más simples y fermentables. Principalmente, se trata de hacer pasar la mezcla por diversas etapas más o menos largas de temperatura, cada etapa siendo óptima para enzimas diferentes.

III.4.1.4. Final de maceración (alem. Ausmaischen; ingl. Mash out) Cuando el elaborador considera que la mezcla contiene todos los elementos necesarios para su receta, para todas las operaciones químicas llevando dicha mezcla a la temperatura de 82°C destruyendo así todos los enzimas.

III.4.1.5. Filtraje. Es preciso retirar el grano de la mezcla. Esto se hace por filtraje. El resultado es de una banda el mosto, un líquido que contiene todo aquello que el elaborador ha extraído del grano y que se encuentra disuelto en agua, y de otra banda el grano sobrante que normalmente se utiliza para alimentar a los animales.

III.4.1.6. Cocción y adiciones de lúpulo. El elaborador somete el mosto a una cocción de entre un cuarto de hora y dos horas. Esta cocción sirve principalmente para destruir todos los microorganismos que hayan podido introducirse en el mosto. Tiene también otras funciones técnicas como ahora el control del pH del mosto, etc.

Durante esta etapa se introducen los lúpulos. Los que aportan principalmente amargura son añadidos al principio mientras que los aromáticos entran al final de la etapa. Acabada esta operación, se procede a retirar los restos de lúpulo. En este momento, el mosto es un caldo de cultivo que podría infectarse rápidamente.

III.4.1.7. Refrigeración. Al no poderse inocular la levadura a temperaturas mas altas que 35°C, y para evitar que cualquier otro microorganismo entre en el mosto, se enfría lo más rápidamente posible.

III.4.1.8. Inoculación de la levadura. El elaborador introduce el cultivo de la levadura que el mismo ha desarrollado o que ha obtenido en un banco de levadura.

III.4.1.9. Fermentación. La levadura primero se reproduce muy activamente consumiendo el oxígeno contenido en el mosto. Es la etapa espectacular en la que se puede ver una gran cantidad de espuma y un importante burbujeo. Cuando se acaba el oxígeno, la levadura empieza a consumir el azúcar y lo transforma en alcohol y anhídrido carbónico. Estas etapas pueden durar entre una y tres semanas. Al final de este tiempo las cervezas Lager (de baja fermentación) industriales son filtradas, pasteurizadas, envasados con un añadido de CO₂ y distribuidas.

III.4.1.10. Segundas fermentaciones. Las cervezas más artesanas son envasados con adiciones de azúcar (o de mosto) y de levadura fresca. Esto provoca una segunda fermentación en la botella, responsable de la efervescencia de la cerveza.

III.4.1.11. Maduración. Normalmente, las mejores cervezas reciben un tiempo prudencial de maduración en ambientes controlados por tal de favorecer la segunda fermentación y el desarrollo adecuado de gustos y aromas. El tiempo de maduración puede ir de dos semanas a tres meses. Algunos tipos de cerveza ya hechos para ser madurados durante mucho tiempo pueden ser sometidos a maduraciones de hasta tres años.

III.5. CLASIFICACIÓN DE LA CERVEZA

Las cervezas se clasifican en función de la proporción y calidad de los ingredientes básicos, las técnicas de elaboración y factores relacionados con el malteado, fermentación, maduración, selección de levadura y añadido de hierbas o especies. Entre las variedades clásicas de cerveza, los expertos distinguen diversos tipos en razón de lugar de origen, la elaboración y los ingredientes añadidos, las cuales son

- **Cervezas extras:** se crean con extracto seco primitivo (del mosto) no inferior al 15% en masa.
- **Cervezas especiales:** con extracto seco primitivo mínimo del 13% en masa.
- **Sin alcohol:** mediante la evaporación se consigue que no sobrepase el 1% de alcohol.
- **Bajo contenido en alcohol:** tienen entre el 1 y el 3% en alcohol.
- **Negras:** son cualquiera de las anteriores que superen las 50 unidades de color (medidas según la escala de la European Brewery Convention)
- **Lambic:** originarias de la zona flamenca del río Zenne (Bélgica), se fabrican a partir de cebada malteada y trigo crudo y utilizan cepas salvajes de levadura, lo cual provoca una fermentación espontánea. Tiene poco gas y por tanto, poca espuma. Entre sus variedades se encuentran las “gueze” de carácter achampanado; las “faro”, endulzadas con azúcar cande; las “mars”, versión diluida de la anterior; la “kriek lambic”, elaborada con cereza, la “frambozeb”, con frambuesas.
- **Cervezas de trigo:** Son muy refrescantes y tienen una elevada proporción de trigo añadida a la cebada. De fermentación alta, son conocidas como “blancas”, porque producen una espuma muy pálida durante la fermentación. El estilo más difundido, elaborado en el sur de Alemania, es denominado en unas ocasiones “weissebier” (cerveza blanca). Las levaduras utilizadas en su elaboración le aportan un toque aromático balsámico y resinoso, que aumenta su efecto refrescante.
- **Ale:** Tradicional ligada a las Islas Británicas, es una cerveza de fermentación alta caliente (de 15 a 25 grados), que proporciona al producto aromas afrutados y de gran variedad de tonos y sabores. Destacan la “mild”, ligera, muy pálida, con bajo contenido alcohólico; la “bitter”, servida de barril, seca y lupulizada; la “pale ale”, translúcida, de color bronce o rojo ambarino además, de la “india pale ale”, la “brown ale”, la “Olid ale” y las “ale” escocesas, irlandesas y belgas.

- **Stout:** Cervezas de fermentación alta, muy oscuras y cremosas. El término “stout” (robusto) define su carácter, con acusado aroma Lupulizado y acidez afrutada. Entre la “stout” secas mas populares del mundo, se encuentran la Guinness, originaria de Dublín, con quince fábricas repartidas por todo el mundo.
- **Porten:** Su nombre procede se un pub de Londres donde se fabricaba un cerveza muy tostada y amarga, mas ligera de cuerpo que la “stout”. Se sirve a temperatura ambiente y su contenido alcohólico supera los cinco grados.
- **Lager:** Cerveza de baja fermentación, guardada a una temperatura cercana a los cero grados durante dos meses. Una vez envasada, debe consumirse lo antes posible. Nuestra “Premium” nacional es de este tipo.
- **Cervezas de vapor:** Se conoce así una variante de “lager” californiana, en cuya elaboración se utiliza tanques de fermentación poco profundos, con lo que se logra un rápido enfriamiento del mosto al estar mas contacto con el aire. El producto obtenido contiene una alta proporción carbónica. Hoy se produce en Baviera, Gran Bretaña y California.
- **Cervezas ahumadas:** Se obtiene al tostar los granos de cebada sobre fuego. Tiene tradición en Escocia, Alemania y Polonia. Una variante es la cerveza a la piedra, en cuyo proceso de elaboración se le introducen piedras candentes en el mosto.

También está la cerveza de centeno originaria de los países bálticos, es elaborada con centeno, rica en calcio, hierro y vitamina E.

III.6. PROPIEDADES DE LA CERVEZA

La cerveza, como bebida alcohólica moderada, es un alimento que tomado en cantidades apropiadas puede suministrar al consumidor diversos ingredientes con interesantes propiedades refrescantes, nutritivas y funcionales para la salud de los consumidores.

Es un producto esencialmente natural y una bebida segura. Utiliza materias primas muy sencillas (agua, cebada y levadura) y fácilmente controlables. El agua y la cebada sufren un intenso tratamiento térmico en el proceso de fabricación, que destruye cualquier microorganismo presente, y los alfa-ácidos que aporta el lúpulo, la presencia de alcohol y el bajo pH reducen el riesgo de posibles recontaminaciones microbianas.

III.7. ANÁLISIS SENSORIAL

El análisis sensorial abarca un conjunto de técnicas que, aplicadas de una manera científica, permiten obtener unos resultados fiables sobre las respuestas que nos dan nuestros sentidos a los alimentos. Para ello, se acude a la experiencia de catadores o panelistas entrenados, quienes trabajan como si se tratara de instrumentos, al ser capaces de establecer diferencias objetivamente.

El analista sensorial es el responsable de determinar cuáles son los objetivos de la prueba sensorial, conocer la muestras que se van a evaluar, diseñar y conducir las diferentes pruebas sensoriales de manera adecuada e interpretar y exponer los resultados con claridad y eficiencia.

III.7.1 TIPOS DE ANÁLISIS SENSORIAL

El tipo de análisis sensorial que se debe seguir dependerá, principalmente, del objetivo o finalidad que se persiga al analizar la muestra.

Las pruebas que se llevan acabo en un departamento de análisis sensorial se dividen en dos grandes grupos; las pruebas sensoriales de tipo analítico y las pruebas afectivas.

III.7.1.1. Las pruebas de análisis sensorial analíticas son, en términos generales, de dos tipos:

- Pruebas discriminatorias (o de diferenciación)
- Pruebas descriptivas.

III.7.1.1.1. Las pruebas discriminatorias se llevan acabo con la finalidad de establecer se existe diferencias entre las muestra. Las pruebas mas comunes son las llamadas dúo-trío, la A-no A y prueba triangular. En estas no resulta necesario indicar las características diferenciadores.

III.7.1.1.2. Las pruebas descriptivas constituyen una de las metodologías mas importantes y sofisticadas de análisis sensorial. En general, el objetivo primordial de dicho análisis es encontrar un mínimo número de descriptores que contengan un máximo de información sobre las características sensoriales del producto. Este análisis se basa en la detección y la descripción de los aspectos sensoriales cualitativos y cuantitativos de la muestra. Se utiliza una terminología estandarizada para describir los atributos de la muestra. Los catadores deben dar valores cuantitativos proporcionales a la intensidad que perciban de cada uno de los atributos evaluados durante el análisis descriptivo.

III.7.2. CARACTERÍSTICAS SENSORIALES DE LA CERVEZA

Apariencia

La apariencia de una cerveza viene definida por los siguientes atributos:

- 1) **Transparencia.** Permite clasificar a la cerveza en dos grandes grupos: cervezas claras y brillantes, por una parte, y cervezas turbias por otra.
- 2) **Color.** El color de una cerveza puede variar desde un amarillo pálido hasta un negro oscuro.
- 3) **Formación de burbujas.** Cada cerveza tiene una forma diferente de liberar el CO₂ formando burbujas.
- 4) **Espuma y formación** de los anillos de espuma en el vaso o lacing.
- 5) **Sabor** El sabor de una cerveza viene definido por un gusto, un aroma y una sensación en boca o regusto.
- 6) **Gusto.** Los gustos fundamentales son el dulce, salado, acido, amargo y, últimamente, se ha añadido el umami.
- 7) **Aroma.** Es lo que permite a la nariz humana (el órgano más importante por su polivalencia) identificar materiales tanto de dentro como de fuera de la boca.

Los humanos somos capaces de percibir e identificar miles de aromas y, además, somos capaces de diferenciarlos y recordarlos de forma muy diferente a otros sistemas de memoria que poseemos.

Sensación en boca (regusto). Son los atributos que se sienten a través de nuestros receptores del dolor a través del nervio trigémino. Un ejemplo clásico es la sensación que se produce cuando sumergimos la punta de la lengua en una bebida de cola y resulta que, transcurridos unos minutos, el olor es muy intenso e insoportable.

En resumen, el sabor de una cerveza es el efecto producido como resultante de la combinación de:

Gusto + aroma + sensación en boca (dolor)

III.8. CORRELACION DE VARIABLES

La correlación es una medida de la asociación entre dos variables. Cuando existe correlación los valores a lo largo de las dos variables están ligados entre sí de algún modo, de esta forma una variable puede proporcionar información de la otra y viceversa. La asociación entre dos variables se estima mediante la covarianza y el coeficiente de Pearson (r). En el cálculo de la covarianza y del coeficiente de correlación, solo interesa el grado de asociación entre las dos variables siendo indiferente cual de las dos es la dependiente y cual la independiente. La covarianza se calcula mediante la siguiente expresión:

$$Cov(X, Y) = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{n - 1}$$

Donde

$$\bar{X} = \frac{\sum X_i}{n} \quad \bar{Y} = \frac{\sum Y_i}{n}$$

son las medias de las respectivas series. El punto (x,y) se denomina centroide, baricentro o centro de gravedad de la nube de puntos bidimensional. Como medida de asociación de entre variables, la covarianza tiene el inconveniente de que depende de la escala en la que se expresan las variables. Por ello, para medir la asociación entre variables se prefiere utilizar el coeficiente de correlación lineal que es una medida relativa de la

$$r = \frac{Cov(X, Y)}{S_X S_Y} = \frac{\sum (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{\sqrt{\sum (X_i - \bar{X})^2 \sum (Y_i - \bar{Y})^2}}$$

covarianza. Se calcula dividiendo la covarianza por las desviaciones estándar de las dos series.

Este coeficiente es adimensional y por tanto, independiente de la escala de las variables. Además esta acotado entre -1 y +1, de modo que su valor se interpreta con facilidad, valores próximos a +1 o -1 indican una fuerte correlación directa o inversa, respectivamente.

Debe de tenerse en cuenta que r solo aprecia relaciones lineales entre las variables lo que puede conducir a errores de interpretación si no se observa el gráfico de dispersión de una variable frente a la otra.

III.8.1. RECONOCIMIENTO DE ESTRUCTURAS ENTRE OBJETOS.

Un modo de poner de manifiesto las estructuras ocultas en la matriz de datos es representar los objetos sobre varios planos constituidos por las variables tomadas de dos en dos, sin embargo se tiene una mejor visión de las estructuras presentes proyectando los objetos sobre planos oblicuos definidos por vectores que son combinaciones lineales de las variables de la matriz de datos. Existen varios criterios para construir tales vectores, sin embargo cuando se explora una matriz de datos por primera vez, es recomendable utilizar la rotación propia, que da lugar a un conjunto de vectores denominados “componentes principales”.

Los gráficos de dispersión sobre pares de variables adolecen de las siguientes limitaciones:

- a) El número de combinaciones de variables tomadas de dos en dos crece rápidamente con su número (3 planos para 3 variables, 6 para 4 y en general, $m \times (m-1)/2$ planos para m variables).
- b) Las estructuras que ocupan espacios oblicuos a los planos definidos por los vectores de la matriz de datos tomados de dos en dos son difíciles de reconocer y delimitar.

- c) Es imposible reconocer y describir adecuadamente estructuras que ocupan espacios de más de tres dimensiones.

Por ello, la observación directa de los datos y los gráficos de dispersión sobre pares de variables son herramientas útiles, pero insuficientes, para poner de manifiesto y describir las estructuras presentes en el caso general, en el que tres o más variables contienen información en parte coincidente y en parte distinta y cada una de ellas puede dividir los objetos en dos o más categorías.

III.8.2. ESCALADO

La noción de escalado o selección de escala es intuitiva: la mejor representación gráfica se tiene cuando los datos llenan todo el espacio disponible para cada variable. El escalado es especialmente importante en la exploración de datos multivariantes. Si no se realiza de un modo adecuado para todas las variables, las que contienen datos de mayor valor numérico impiden observar la información aportada por variables con datos de bajo valor numérico. El escalado es absolutamente necesario cuando una misma matriz cuando una misma matriz contiene datos de trazas y de componentes mayoritarios. Además del criterio intuitivo de llenar todo el espacio, son habituales otros dos criterios: el escalado por el intervalo y el auto escalado o transformación z multidimensional. El escalado por intervalo consiste en colocar el menor valor de cada variable en el origen, y dividir todos los valores por el intervalo de la variable. Todas las variables quedan acotadas entre cero y la unidad de modo que cualquier representación gráfica representa un objeto sobre el cero y otro sobre el uno para todos los ejes. Para la variable x_i la transformación es

$$X'_{ij} = \frac{X_{ij} - X_{\min,j}}{X_{\max,j} - X_{\min,j}}$$

Una variable representada X' , se denomina “característica” para distinguirla de la variable original, X , que contiene los datos sin modificar. Análogamente los valores a lo largo de una característica se denominan “puntuaciones”, para distinguirlos así de los valores originales o coordenadas. Una puntuación es, por tanto una coordenada sobre una variable que ha experimentado algún tipo de transformación.

El escalado por el intervalo es un método muy sensible a la presencia de valores anómalos. Después del escalado, las representaciones gráficas muestran los valores

anómalos sobre los ejes, o bien sobre las coordenadas de valor unidad, alejados del resto de los objetos.

III.8.3. AUTO ESCALADO

El auto escalado, tipificación o transformación z multidimensional, consiste en un centrado por columnas junto con una división de cada columna por su desviación estándar. Centrar una columna es restar la media de la columna a todos sus valores:

$$X'_{i,j} = X_{ij} - \overline{X_j}$$

Las puntuaciones z vienen dadas por:

$$Z_{ij} = X'_{ij} = \frac{X_{ij} - \overline{X_j}}{S_j}$$

En notación vectorial se tiene:

$$Z_{.j} = \frac{X_j - \overline{X_j}}{S_j} = \frac{X_j^*}{S_j}$$

Donde $\overline{X_j}$ es un vector cuyos elementos son todos iguales a la media de la columna j, $\overline{X_j}$, al restar $\overline{X_j}$ a todos los elementos de X_j se obtiene el vector centrado: $X_j^* = (X_j - \overline{X_j})$ finalmente al dividir los elementos de X_j^* por S_j se obtiene el vector de autoescalado, Z_j .

En el autoescalado, y como consecuencia del centrado, el origen de coordenadas queda situado en el centroide de la nube de datos. Por otra parte al dividir por S_j

Las características (nuevos ejes de coordenadas) quedan expresadas en unidades de su propia desviación estándar: comprimidas las de S_j grande y las de S_j pequeña. De este modo la nube de datos aparece distribuida simétricamente en torno a su centro de gravedad, t además la expansión de la nube es la misma en cualquier dirección del espacio, independientemente de que los valores numéricos de las variables manifestadas sean grandes o pequeños.

III.9. ANOVA.

ANÁLISIS DE VARIANZA

La aplicación de los modelos de ANOVA son algo más que unas técnicas aplicadas en Estadística, ya que son la herramienta fundamental para adentrarse en la naturaleza de la variación de los acontecimientos; dado que permiten discernir mejor las causas de los fenómenos y los efectos de los factores involucrados.

ANOVA es una herramienta indispensable para el químico actual. No solo lo introduce en la misma Naturaleza de las cosas, sino que es la herramienta básica para el diseño de experimentos. Cada vez que se necesite buscar las causas que hayan descontrolado las técnicas de un laboratorio o del proceso de producción, se podrá hechar mano de la filosofía de estos modelos para realizar su investigación.

El ANOVA puede ser considerado como una herramienta de verificación si dos o más medias muestrales fueron extraídas de una misma población o de poblaciones con el mismo valor esperado, para una magnitud química dada. En consecuencia, cuando estas medias muestrales no sean coincidentes habrá que suponer que provienen de poblaciones diferentes por el efecto causado por un factor en estudio.

Como por ejemplo, comparar las medias muestrales de una “matriz de referencia” *versus* las medias de muestras obtenidas con diferentes cantidades de un analito. O bien, la comparación entre sí de varias marcas comerciales, proveedoras de reactivos o de kits de medición, como además comparar varios operadores, o equipos, o pipetas entre sí, etc.

La idea básica del método es que si las muestras son **normales, independientes y aleatorias**; y se supone que todas tienen la **misma varianza (homocedásticas)**, entonces, para que provengan de una misma población se necesita únicamente que las medias muestrales sean todas iguales.

Esta será la hipótesis nula H_0 que se usará en todos los modelos de ANOVA, junto con los cuatro supuestos mencionados.

$$H_0 : \bar{X}_1 = \bar{X}_2 = \bar{X}_3 = \bar{X}_j = \bar{X}_a$$

$$H_1 : \bar{X}_1 \neq \bar{X}_2 = \bar{X}_3 = \bar{X}_j = \bar{X}_a$$

Presentación de datos en una ANOVA simple

Nº	Factor A						
	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	...	Grupo j	...	Grupo a
1	X11	X12	X13	...	X1j	...	X1a
2	X21	X22	X23	...	X2j	...	X2a
3	X31	X32	X33	...	X3j	...	X3a
.
i	Xi1	Xi2	Xi3	...	Xij	...	Xia
.
n	Xn1	Xn2	Xn3	...	Xnj	...	Xna
Total	T.1	T.2	T.3	...	T.j	...	T.a

Este modelo es de tipo unifactorial, es decir se emplea para estudiar el efecto de un cierto Factor A sobre las muestras tomadas. A cada muestra se la denomina grupo. **Hay un total de a grupos. En cada grupo se han realizado n determinaciones de la magnitud Química X.**

Además:

Xij: dato correspondiente al valor del N° i que se encuentra en el grupo j

T.j: es la suma de las n observaciones correspondientes al grupo j

j = T.j / n : es el valor promedio del grupo j.

T = T.1 + T.2 + T.3 + ... + T.j + ... + T.a : es el total de todas las observaciones Xij hechas.

N = n * a : es el número total de datos medidos.

Donde

$$\bar{X} = T/N = \sum_1^a \bar{X}_j / a = \sum_1^n \sum_1^a X_{ij} / N$$

es el promedio general de todos los datos.

Para los totales, se usa un punto para denotar que se ha sumado a lo largo del subíndice i . Por ejemplo, $T.2$ es el total de los datos de la muestra número 2, o sea: $T.2 = X_{12} + X_{22} + \dots + X_{n2}$.

En estas condiciones se puede calcular la varianza total con

$$DS^2 = SS_T / v_T = \sum_1^n \sum_1^a (X_{ij} - \bar{X})^2 / (N - 1)$$

La varianza total de los datos es el cociente entre la **suma de los cuadrados totales SST** y **los grados de libertad totales $v_T = N - 1$** . Mientras que la suma de cuadrados totales SST, es la sumatoria para N datos, del cuadrado de las diferencias, entre cada valor y su promedio general.

El motivo para escribir la varianza como un cociente entre la suma de los cuadrados y los grados de libertad es que ambos términos pueden ser divididos en dos partes. Una de esas partes se explica por el efecto del factor analizado y la otra parte es la inexplicada, debida al error aleatorio de las mediciones.

En efecto :

$$v_T = N - 1 = N - a + a - 1 = (N - a) + (a - 1) = v_D + v_E$$

$v_E = a - 1$: Son los grados de libertad *entre* las muestras.

$v_D = N - a$: Son los grados de libertad *dentro* de las muestras.

Por su parte se puede describir la suma de cuadrados como:

$$SS_T = \sum \sum (X_{ij} - \bar{X})^2 = \sum \sum [(X_{ij} - \bar{X}_{.j}) + (\bar{X}_{.j} - \bar{X})]^2$$

Efectuando el desarrollo del cuadrado y simplificando queda :

$$SS_T = \sum \sum (X_{ij} - \bar{X}_{.j})^2 + \sum \sum (\bar{X}_{.j} - \bar{X})^2$$

$$\mathbf{SST = SSD + SSE}$$

La suma de cuadrados dentro de las muestras **SSD**, es la sumatoria del cuadrado de las diferencias entre cada observación y el promedio del grupo al cual pertenece. La suma de cuadrados entre las muestras **SSE**, es la sumatoria del cuadrado de las diferencias entre los promedios de cada grupo y el promedio general o media muestral.

Como se puede ver la **SSD**, tiene un total de N términos cuadráticos libres, pero hay una cantidad de relaciones en el cálculo de las medias grupales que le restan a grados de libertad, por lo tanto los grados de libertad de esa suma de cuadrados será $\nu_D = (\mathbf{N - a})$.

Por su parte, como hay a medias grupales, la **SSE** tendrá a términos cuadráticos libres, a los que se le debe restar un término, por la relación de vínculo entre ellos con la media general. O sea, $\nu_E = (\mathbf{a - 1})$.

Si se divide las sumas de los cuadrados por sus grados de libertad respectivos, se obtiene una nueva cantidad con todas las características de una varianza, denominada cuadrados medios, que se denota: **MS** (del término inglés: **Mean of Squares**). Luego, los nuevos términos a ser utilizados son:

MSE = SSE / ν_E : Son los cuadrados medios *entre* las muestras.

MSD = SSD / ν_D : Son los cuadrados medios *dentro* de las muestras.

R. A. Fisher demostró que el cociente entre estos dos términos tiene una distribución F y por lo tanto se puede plantear un test de hipótesis de la manera siguiente: Se calcula: $F_{cal} = \mathbf{MSE / MSD}$ y se lo compara con un valor crítico de tablas $F_{tab, \alpha ; (a-1) ; (N-a)}$

Cuando $F_{cal} > F_{tab}$ se rechaza la H_0 planteada, de que todas las muestras provienen de la misma población y se debe continuar para averiguar en cuál, o cuales, muestras hay diferencias significativas.

Finalmente se representa el cuadro de ANOVA, según como se muestra a continuación:

Cuadro de ANOVA de un Factor

Variabilidad	SS	ν	MS	F_{Cal}	F_{tab}
Entre grupos	SS_E	ν_E	SS_E/ν_E	MS_E/MS_D	$F_{0.05;\nu_E;\nu_D}$
Dentro de grupos	SS_D	ν_D	SS_D/ν_D		
Total	SS_T	ν_T			

IV. PARTE EXPERIMENTAL

IV.1. EQUIPOS Y MATERIALES

1. Electroforesis Capilar (CE) de agilent Technologies (Waldbronn, Alemania) que Incluye la unidad de CE, con un detector UV-VIS arreglo de diodo, y software Chemstation para el control del sistema, adquisición de datos y procesado de Datos.
2. pH-metro Crison (PH micro 22002) serie 3438
3. Turbidímetro
4. Espectrofotómetro Shimatzu (modelo UV 1203) serie 530109
5. Densímetro
6. Balanza Analítica Sartorius (modelo H110) serie 10301663
7. Ultrasonido
8. Bomba al Vacío (modelo E 2M5) serie 27102

IV.2. MATERIALES

1. Balones Aforados de 1000, 500, 100, 50 y 25 ml Pyrex
2. Probeta de 500 y 100 ml Exa
3. Pipeta Volumétrica de 50, 25, 5 y 1 ml Bello
4. Pipeta serológica de 10 ml Kebo
5. Micro pipeta fija de 5 y 1 μl clase Labsystem
6. Celdas de plástico y cuarzo
7. Erlenmeyer de 250 ml
8. Vidrio Reloj
9. Picnómetro de 10 ml
10. Bureta 50 y 10 ml
11. Viales 10 y 1 ml
12. Termómetro 0 - 120 °C
13. Kitasato de 500 ml
14. Piseta de 500 ml

IV.3. REACTIVOS

1. Agua desionizada
2. Hidróxido de sodio 0.1 N
3. Indicador Azul de Bromo fenol
4. Solución tampón pH 7.00 +- 0.02 (20C) ST
5. Etanol
6. Estándar certificado de aniones
7. Afta lato ácido de potasio
8. Ácido fosfórico
9. Fósforo hidróxido de potasio
10. Cromato de potasio
11. Hidróxido de potasio
12. Potasio
13. Sodio
14. Calcio
15. Magnesio
16. Ácido clorhídrico

IV.4. PROCEDIMIENTO

IV.4.1. METODOLOGIA DE REALIZACION DE LA ENCUESTA DE CONSUMO Y PREFERENCIA

Se tomó como universo de muestra el total de estudiantes de la Facultad de Ciencias de la UNAN-León, matriculados en el año lectivo 2005. Tomando como base la cantidad de estudiantes matriculados por carrera y por años se seleccionó una muestra correspondiente al 20% del total de estos estudiantes, de esta forma se determinó una muestra de 203 estudiantes, distribuidos según las Tablas IV.1. y IV.2.

Tabla IV.1. Estudiantes matriculados y tomados como muestra, para la realización de la encuesta de consumo y preferencia.

Carreras	Estudiantes		
	Año	Matriculados	Muestra ¹
Biología	2	33	7
	3	54	11
	4	38	8
	5	27	5
Total		152	30
Ciencias Actuariales	2	33	7
	3	28	6
	4	30	6
Total		91	18
Computación	5	22	4
Total		22	4
Estadística	2	15	3
	3	5	1
	4	6	1
	5	7	1
Total		33	7
Ing. Acuicola	2	27	5
Total		27	5

¹ Corresponde al 20% de los estudiantes matriculados en ese año y carrera

Tabla IV.2. Estudiantes matriculados y tomados como muestra, para la realización de la encuesta de consumo y preferencia.

Carreras	Estudiantes		
	Año	Matriculados	Muestra ¹
In. Agroecología	2	66	13
	3	62	12
	4	48	10
	5	48	10
Total		224	45
Ing. Sistemas	2	142	28
	3	73	15
	4	55	11
	5	38	8
Total		308	62
Matemáticas	2	18	4
	3	7	1
	4	7	1
	5	7	1
Total		39	8
Química	2	48	10
	3	36	7
	4	14	3
	5	20	4
Total		118	24
Total Facultad		1014	203

¹ Corresponde al 20% de los estudiantes matriculados en ese año y carrera

Una vez definida la muestra a ser encuestada se procedió a establecer las preguntas de la encuesta definiendo un total de 12 preguntas entre abiertas y cerradas.

Se coordinó con la Secretaria Académica y con los Jefes de Departamento de forma tal que el proceso de encuesta fue realizado directamente en las aulas. Debido a que existían carreras en las que los años estaban divididos en grupos se tuvo que subdividir la muestra correspondiente a estos años y aplicarla en los subgrupos.

En las aulas la cantidad de encuestas correspondientes al año, se distribuyó de manera aleatoria entre los estudiantes de forma tal que se abarcara en lo posible todo el espacio del aula.

El formato de la encuesta realizada se muestra en los anexos de esta Monografía.

IV.4.2. METODOLOGÍA DE LA DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS DE CERVEZAS

Los parámetros fisicoquímicos son un conjunto de características físicas y químicas que definen a un compuesto. Se tomaron los datos de los parámetros físico-químicos obtenidos en un estudio paralelo realizado conjuntamente con otro grupo de egresados de la carrera de Química, para las cervezas Victoria, Búfalo, Toña y Brahva. Los parámetros físico-químicos que se determinaron fueron los siguientes:

- 1) pH
- 2) Grado alcohólico
- 3) Acidez total
- 4) Turbidez
- 5) Densidad
- 6) Concentración de aniones
- 7) Concentración de cationes

IV.5. METODOLOGIA DE REALIZACION DEL ANÁLISIS SENSORIAL

El análisis sensorial abarca a un conjunto de técnicas que, aplicadas de una manera científica, permiten obtener unos resultados fiables sobre las respuestas que nos dan nuestros sentidos a los alimentos.

De la muestra de 200 estudiantes de la Facultad de Ciencias inicialmente encuestados se seleccionaron 20 a los que se le aplicó una prueba sensorial, en las cabinas de pruebas sensoriales de la Carrera de Ingeniería de los Alimentos de la Facultad de Ciencias Químicas.

Previo a la realización del análisis, se les explicó en que consistía la prueba, la forma de realizarla y de reportar los resultados en la hoja que se les entregaría. Una vez en el interior de las cabinas a cada estudiante se le presentaron dos muestras codificadas previamente de las cervezas a ser evaluadas.

Cada cerveza fue evaluada una a continuación de la otra. Complementando cada estudiante sus criterios de evaluación en un cuestionario proporcionado para tal fin. El primer cuestionario fue rellenado a continuación de la evaluación de una de la primera cerveza y el segundo al término de la evaluación de la segunda cerveza, entregándose ambos cuestionarios al finalizar la prueba. Los parámetros que se consideraron fueron apariencia, sabor y aroma, los que se acompañaron de una escala numérica del 0 al 8 para cuantificar las características de cada cerveza, tomando para la Apariencia tres parámetros: color, turbidez y presencia de burbujas. Para el Aroma se tomaron presencia de alcohol y para el Sabor el amargor y la acidez.

Una vez obtenidos todos los cuestionarios se les realizó a un análisis de varianza de un factor para determinar similitudes entre las cervezas analizadas.

IV.6. METODOLOGIA DE LA COMPARACIÓN Y CORRELACIÓN DE VARIABLES FÍSICO-QUÍMICAS Y SENSORIALES.

La comparación de las variables físicas – químicas y sensoriales se realizó mediante la comparación de los gráficos de la representación de las variables físico –químicas y sensoriales y mediante un análisis de varianza de un factor.

Para esto se elaboraron distintos gráficos de las variables y se comparó el comportamiento experimentado de las variables en relación a las cervezas analizadas. A continuación se confirmaron los resultados de esta comparación mediante un análisis de varianza de un factor.

Posteriormente se realizó un estudio de las correlaciones de las variables físico – químicas y sensoriales usando para esto los datos obtenidos de estas variables y obteniendo los coeficientes de Pearson y estableciendo la relación o no de estas variables.

V. ANÁLISIS DE RESULTADOS.

V.1. ANALISIS DE RESULTADOS DE LA ENCUESTA

Del universo total de 200 encuestados se puede observar en la figura V.1 que el 78.5% de la población pertenece al sexo masculino y solamente el 21.5% de la población encuestada corresponde al sexo femenino.

De los cuales la mayoría tenían 21 años de edad lo que corresponde al 21.9 %, siguiendo los que tenían 20 años con un 16.8 %, y un porcentaje mínimo de la población encuestada tenían 17 años con 1.5 %, siendo la menor de todas las edades encuestadas la de 29 años con un 1%. Lo que se muestra en la figura V.2.

La distribución de encuestas se hizo en función del número de estudiantes matriculados por carrera en la Facultad de Ciencias en el año 2005 (Tabla IV.1), dado que la carrera de Ingeniería en Sistemas de la Información es la que tenía una mayor cantidad de estudiantes le correspondió el 33.5% de los encuestados, siguiéndole la carrera de Ingeniería Agroecológica Tropical con 21.5%, Biología con 14.5%. Por otro lado las carreras de Estadística y Computación eran las carreras con menor cantidad de estudiantes por lo que les correspondió el 3 y 2% respectivamente, esto se observa en la figura V.3.

Al considerar el cruce de las variables consumo y sexo se encontró que del total de encuestados los estudiantes del sexo masculino son los que más consumen cerveza ya que como se observa en la figura V.4, 134 estudiantes del sexo masculino afirmaron consumir cervezas y únicamente 23 expresaron que no. Por otro lado del universo de estudiantes del sexo femenino solamente 35 expresaron que consumían cerveza y mientras que 8 expresaron lo contrario.

En las Tabla V.1 se muestra la cantidad y porcentaje total del cruce de las variables cantidad de consumidores por marca de cerveza y en la tabla V.2 se muestra los resultados de otro cruce individual esta vez entre marca y sexo de los consumidores obtenidos en la encuesta realizada.

Tabla V.1. Cantidad de consumidores por marca de cerveza.

Cerveza	Casos					
	Validos		Perdidos		Total	
	Cant.	%	Cant	%	Cant	%
Victoria	161	80.5	39	19.5	200	100.0
Toña	149	74.5	51	25.5	200	100.0
Brahva	134	67.0	66	33.0	200	100.0
Búfalo	129	64.5	71	35.5	200	100.0
Premium	125	62.5	75	37.5	200	100.0
Corona	101	50.5	99	49.5	200	100.0
Budweiser	87	43.5	113	56.5	200	100.0
Heineken	72	36.0	128	64.0	200	100.0

Tabla V.2. Cantidad y porcentaje de consumidores por sexo y marca de cerveza.

Cerveza	Cant mas	% masculino	Cant Fem	%femenino
Victoria	129	80.12	32	19.88
Toña	119	79.87	30	20.13
Brahva	111	82.84	23	17.16
Búfalo	106	82.17	23	17.83
Premium	97	77.60	28	22.40
Corona	79	78.22	22	21.78
Budweiser	76	87.36	11	12.64
Heineken	61	84.72	11	15.28

En la tablas V.1 se puede observar que, la cerveza que mas se consume es la Victoria con un 80.5%, seguida de la Toña con 74.5% y a continuación la Brahva 67.0%, siendo la menos consumida la cerveza Heineken con 36.0%. Lo que se puede observar en la figura V.5.

Por otro lado según en lo que se observa en la tabla V.2, los hombres son los que mas consumen cerveza, tal y como habíamos mencionado anteriormente. Si comparamos las cantidades de hombres y mujeres que consumen una determinada marca de cerveza, podemos observar que; la cerveza cuyo porcentaje es mayor en el caso de los hombres es la Budweiser con 87.36% mientras que la de menor porcentaje es la Premium con 77.60%, mientras que en relación a las mujeres el mayor porcentaje corresponde a la cerveza Premium con 22.40%, mientras que la Budweiser es la de menor porcentaje con 12.64%.

Esto demuestra un comportamiento inverso en los hábitos de consumo de los estudiantes de sexo masculino y femenino. Lo que se muestra en la figura V.6.

De los resultados que obtuvimos al analizar las 200 encuestas considerando únicamente la variable consumo de cerveza por sexo, podemos observar en la figura V.7 que la cerveza más consumida es la Victoria con 48.8 %, seguida de la Toña con 37.2 % mientras que la menos consumida es la Budweiser con 0.6 %.

Al considerar el cruce de las variables edad y consumo, observamos que de todos los estudiantes encuestados los que más consumen cerveza son los que tienen 21 años de edad, de los cuales 38 dijeron consumir cerveza y 5 dijeron no consumir, luego le siguen los que tienen 20 años, de los cuales 30 consumen cerveza y 3 no, después los que tienen 22 años de los cuales 25 consumen cerveza y 2 no, sin embargo los que menos consumen cerveza son los que tienen 17, 25 y 29 años con 3,1 y 1 respectivamente. Lo que se puede observar en la figura V.8.

Al examinar el cruce de las variables consumo y carrera de estudio observamos que los estudiantes que más consumen cerveza son los que estudian la carrera de Ingeniería en Sistemas de la Información, de los cuales 54 expresaron consumir cerveza y 13 expresaron no consumir, seguido de los que estudian Ingeniería Agroecológica Tropical con un total de 33 estudiantes que consumen y 10 que no consumen, mientras tanto los que menos consumen cervezas, son los estudiantes de la carrera de Computación con 3 estudiantes que consumen y 1 que no consume. Esto es relacionado con la cantidad de estudiantes matriculados en las distintas carreras de la Facultad de Ciencias en el año 2005, (Ver figura V.9 y Tabla IV.1).

Como la distribución de encuestas se hizo en función del número de estudiantes existentes por carrera, y es en segundo año de cada carrera donde hay más estudiantes, los resultados de la encuesta muestran al cruzar las variables consumo y año de estudio que los estudiantes de segundo año son los que más consumen cerveza con 62 que expresaron que si consumían contra 16 que expresaron no consumir.

Seguido de los estudiantes de tercero año (43 si y 5 no), por otro lado los estudiantes de los de quintos años son los que consumen menos (29 si y 7 no), lo que es debido a que en estos años es donde hay menos estudiantes. (Ver figura V.10.).

En lo que respecta a la variable preferencia de cerveza, resulta ser que la cerveza de mayor preferencia, es la Victoria con 41.4%, siguiéndole la Toña con 31.2%, luego la Premium con 8.6%, después la Corona con 8.6%, la Búfalo, Brahva y Heineken con 3.9% respectivamente, mientras que un 0.8% de los encuestados expresó no tener preferencia por alguna cerveza. Lo que se muestra en la figura V.11. De esto inferimos que la cerveza Victoria además de ser la cerveza mas consumida es también la más preferida.

Si consideramos la variable preferencia de presentación, la presentación de mayor preferencia es la presentación de 12 onzas con un 46.7% de estudiantes, seguida de la litro con 38.5%, mientras que la que menos prefieren es la de sifón con 1.8%. (Ver figura V.12).

Si cruzamos las variables preferencia de cerveza y edad, encontramos que la mayoría de encuestados prefieren la cerveza Victoria, luego la Toña, después la Premium y la que menos prefieren es la Budweiser, mientras que solo los de 21, 23 y 24 años prefieren la cerveza Toña. Lo que se muestra en la figura V.13.

Al considerar la variable razones por las cuales consume cerveza, encontramos que los encuestados expresaron que consumen por placer (16%), por grado de alcohol (15.5%) y sabor y aroma (13.5%). (Ver figura V.14.).

Si consideramos la característica que más le agrada en las cervezas a los encuestados es su suavidad con un 30%, su amargor con 7% y finalmente la característica suave y ligera con 4%. Lo que se muestra en la figura V.15.

ANÁLISIS DE RESULTADOS DE LA ENCUESTA

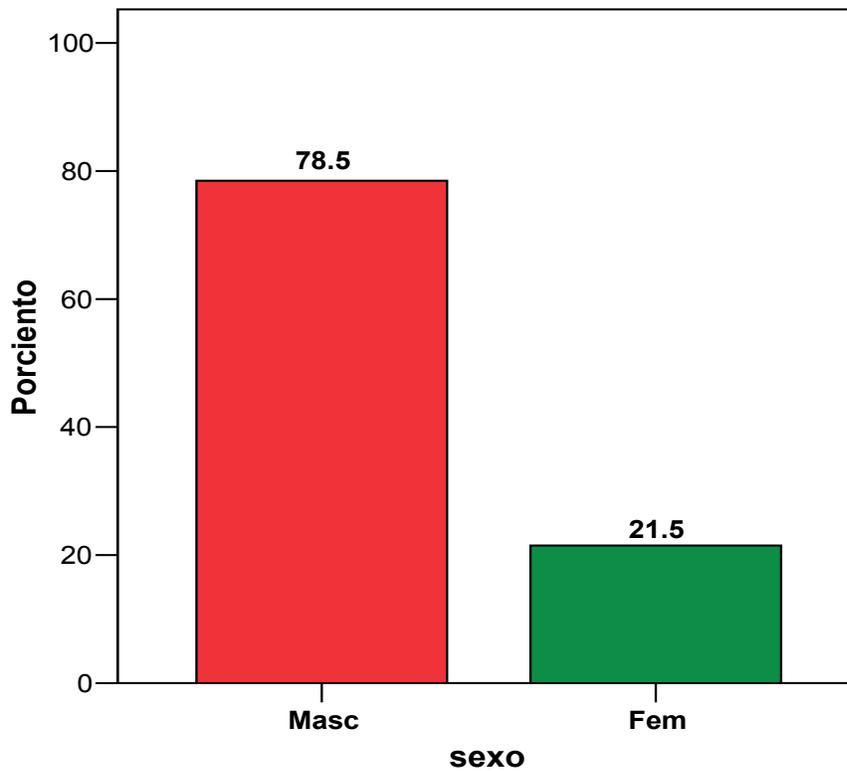


Figura V.1. Porcentaje de encuestados con respecto al sexo

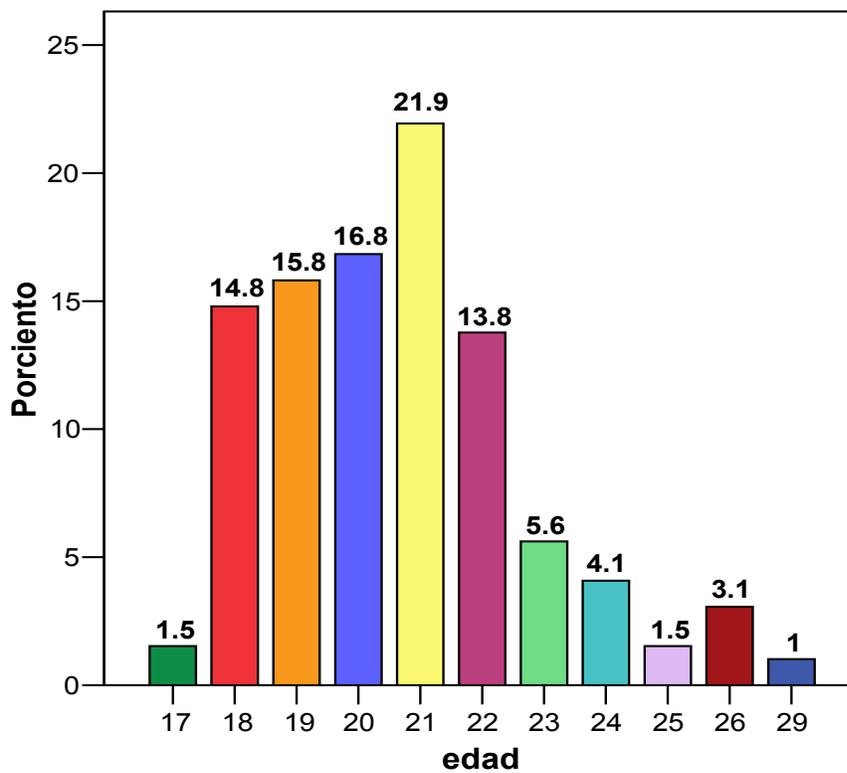


Figura V.2. Porcentaje de encuestados con respecto a la edad.

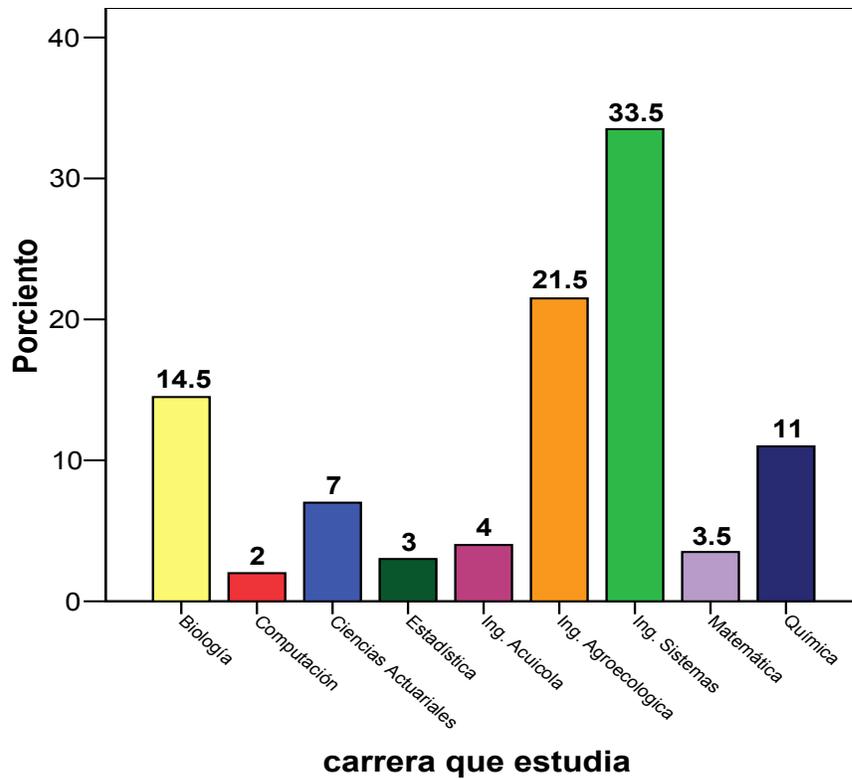


Figura V.3. Porcentaje de estudiantes encuestados por carrera que estudia.

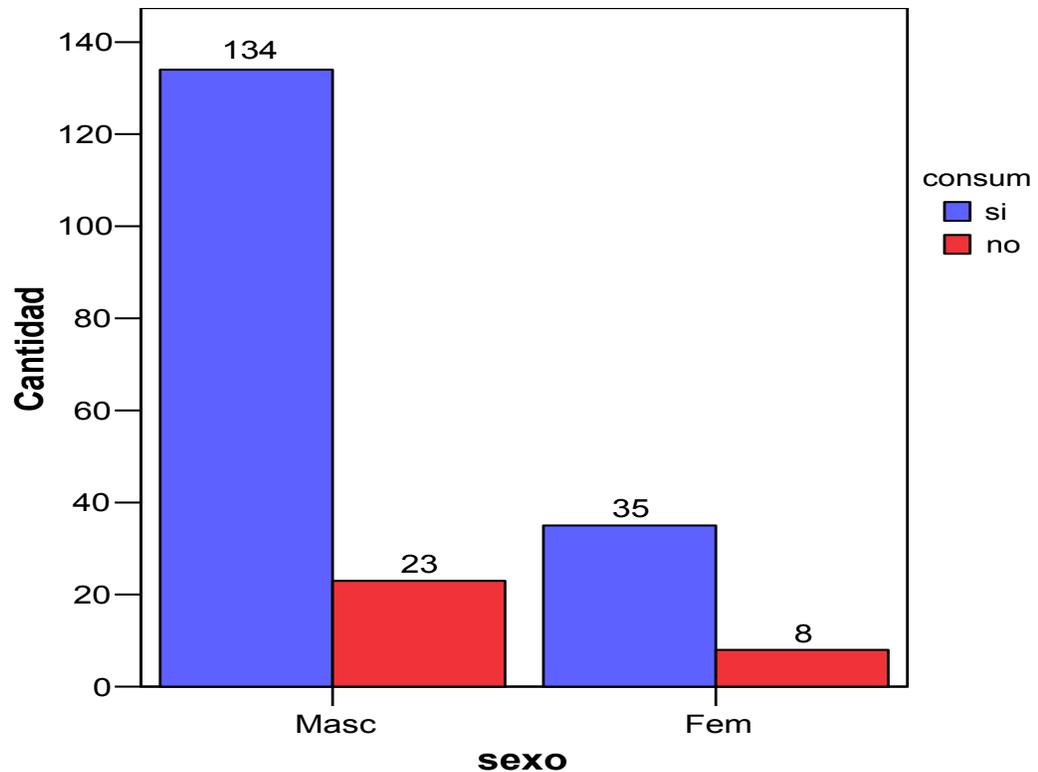


Figura V.4 Consumo con respecto al sexo

ANÁLISIS DE RESULTADOS DE LA ENCUESTA

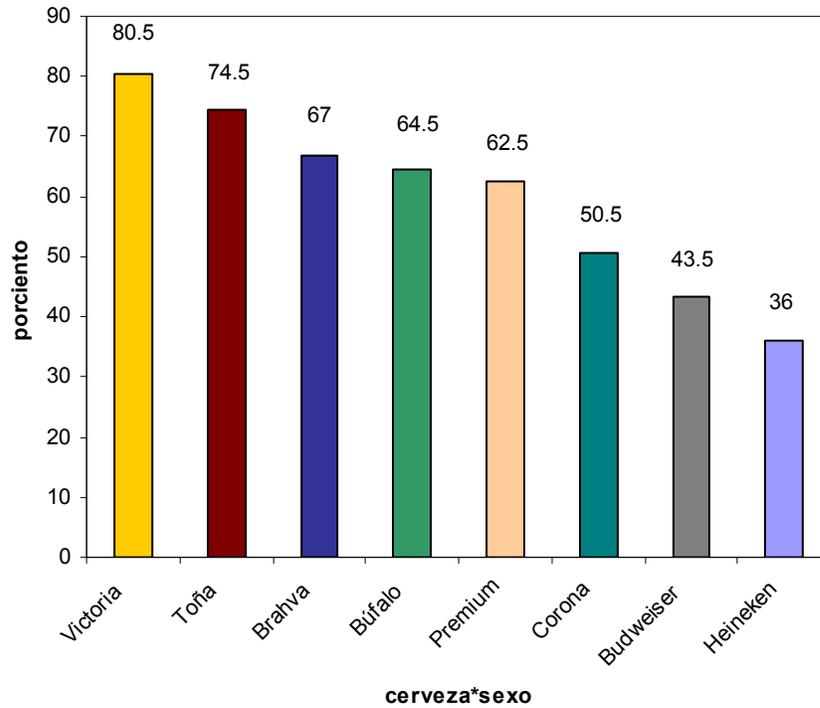


Figura V.5 Consumo de cerveza por marca

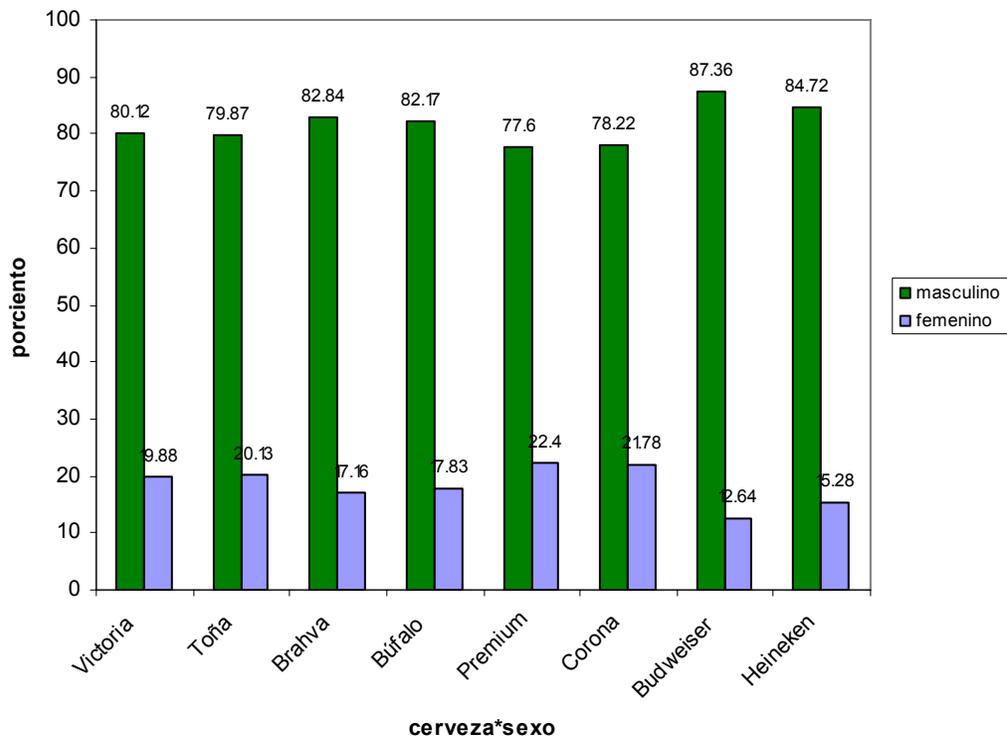


Figura V.6. Consumo de cerveza por sexo

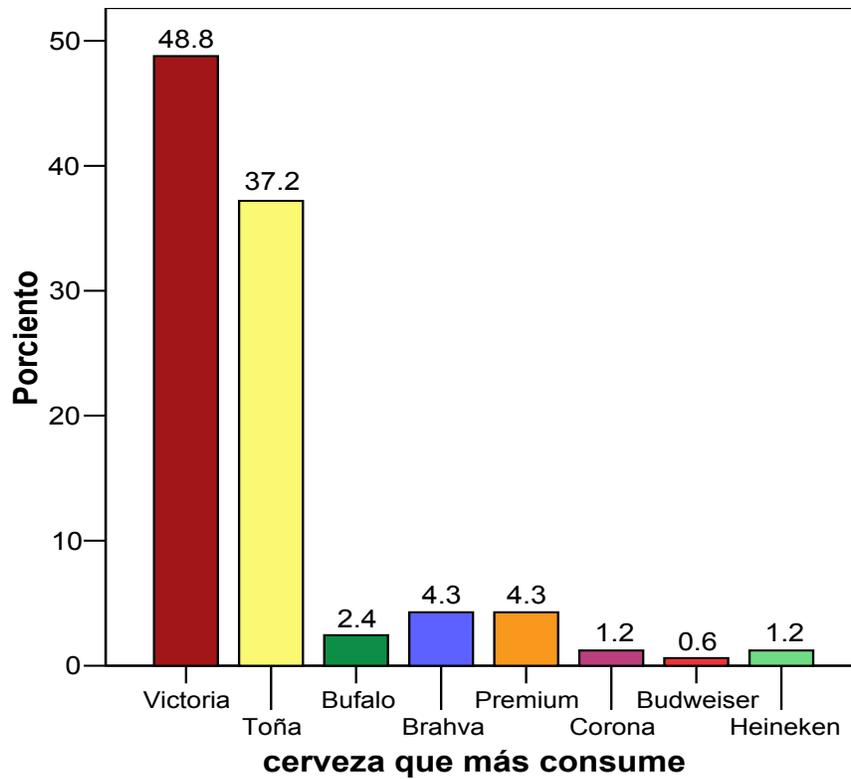


Figura V.7 Consumo de cerveza.

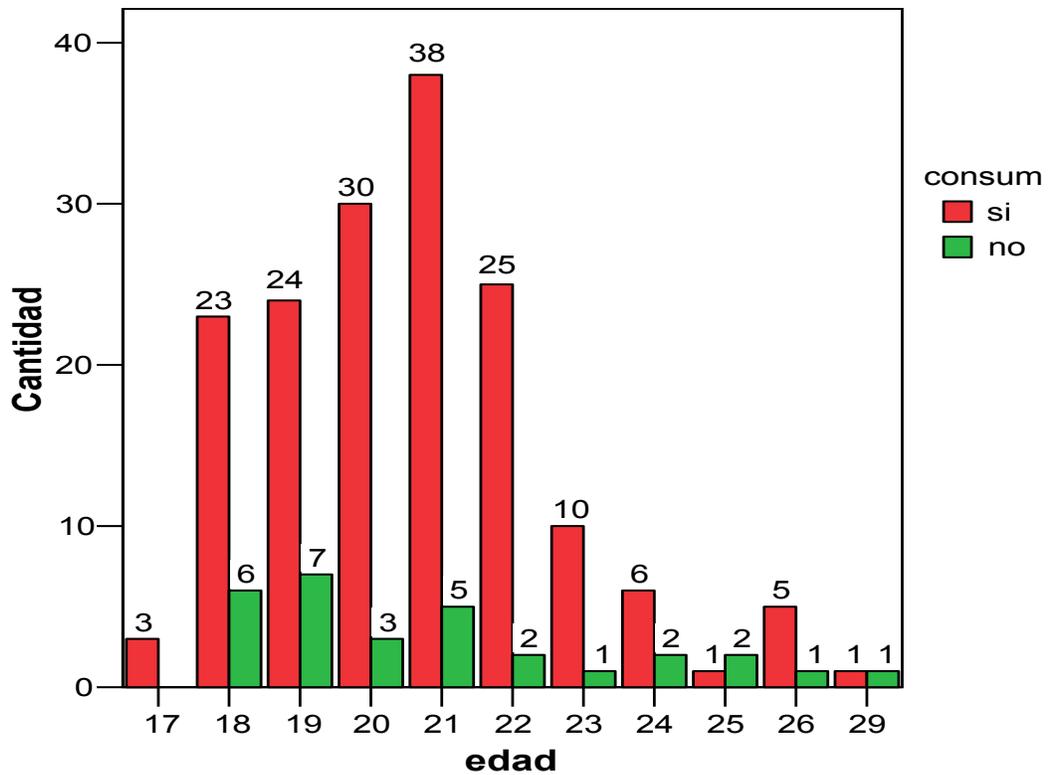


Figura V.8. Consumo de cerveza por edad

ANÁLISIS DE RESULTADOS DE LA ENCUESTA

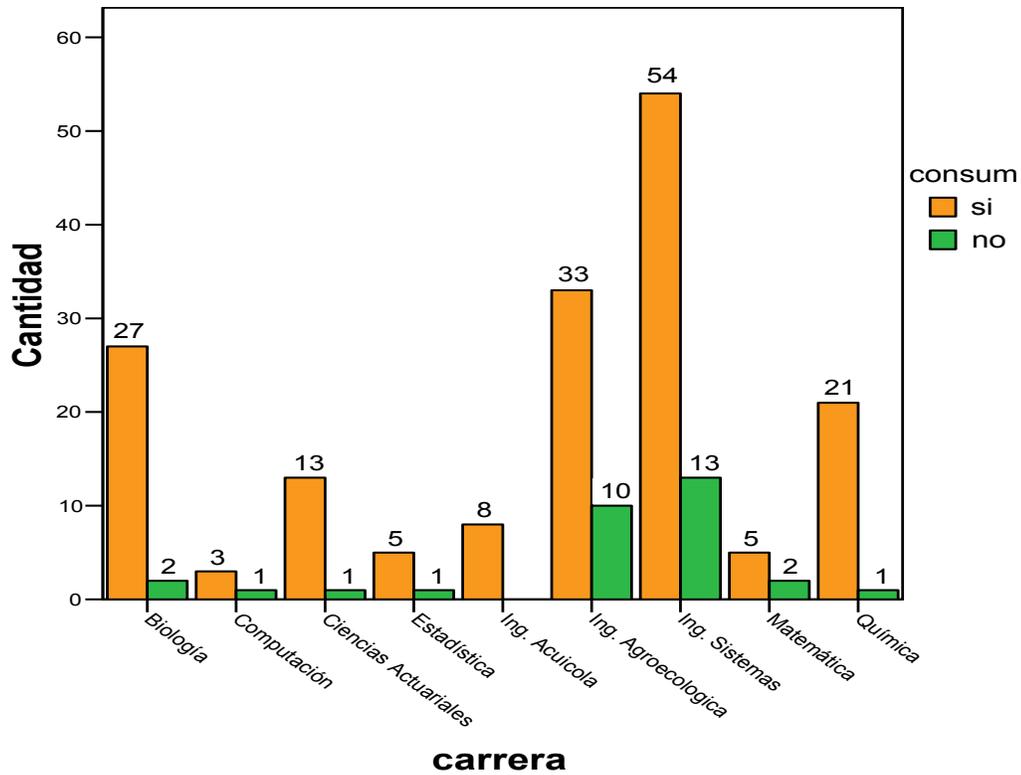


Figura V.9. Consumo de cerveza por carrera.

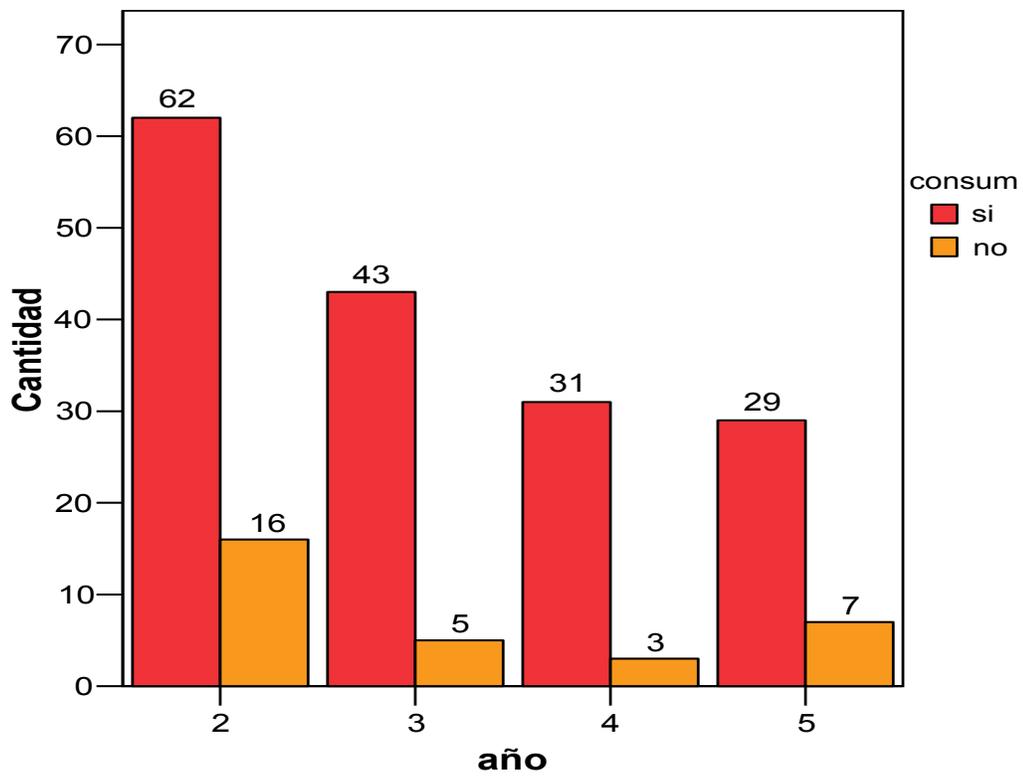


Figura V.10. Consumo de cerveza por año de estudio.

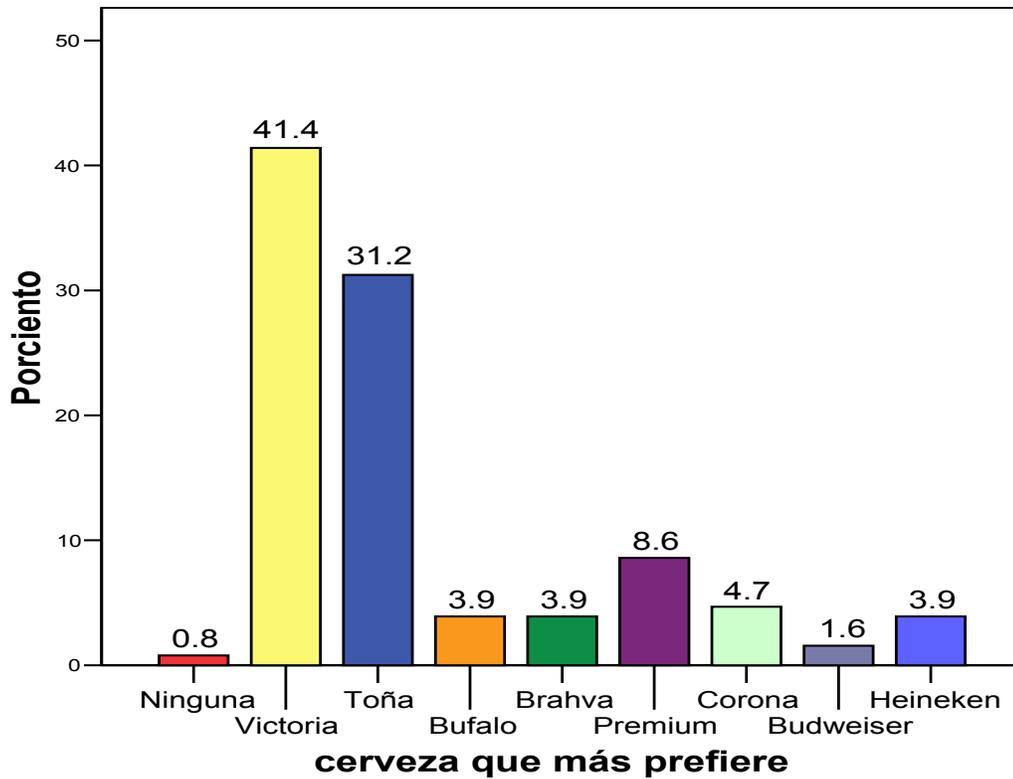


Figura V.11. Cerveza de preferencia

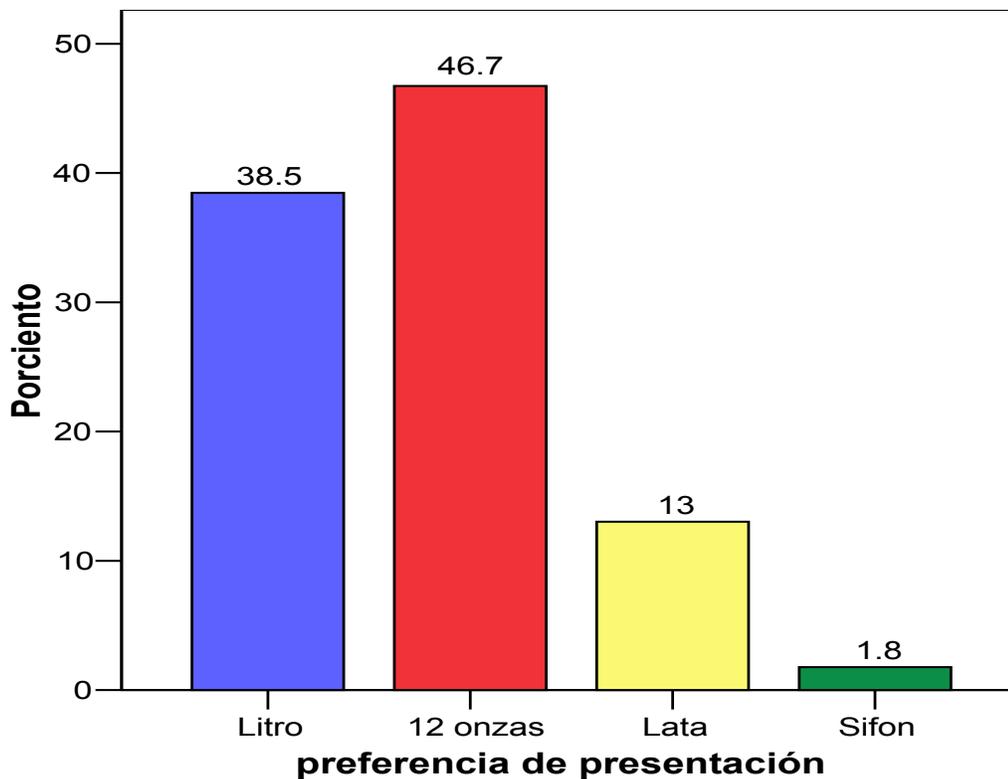


Figura V.12. Preferencia de presentación de cerveza

ANÁLISIS DE RESULTADOS DE LA ENCUESTA

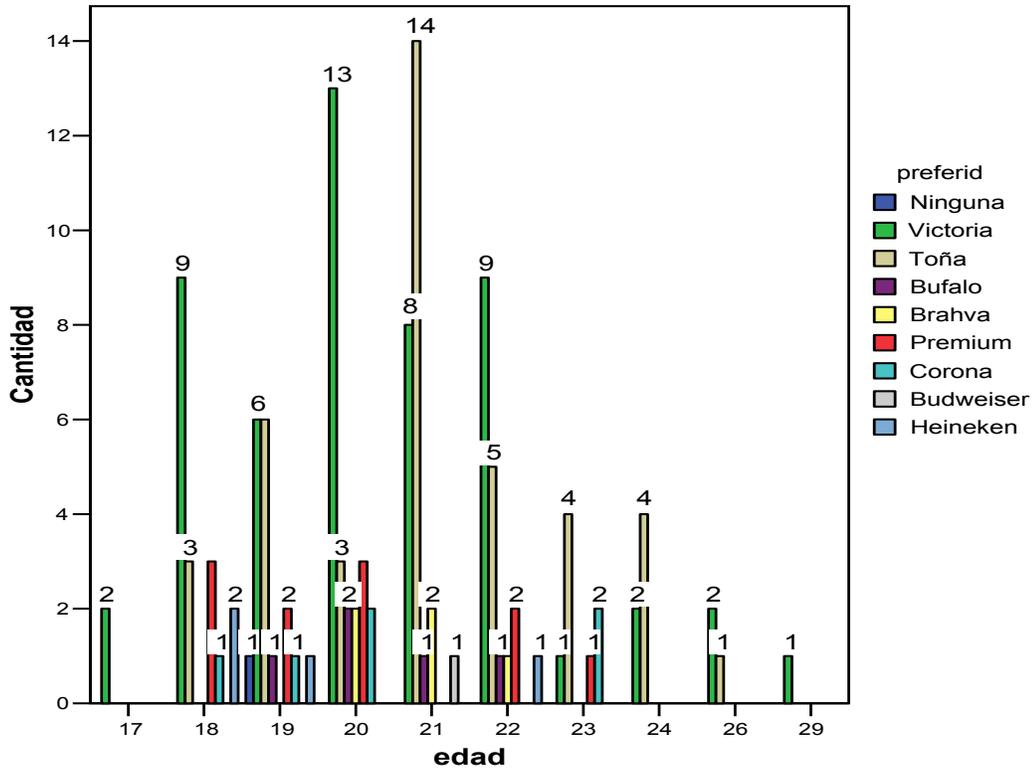


Figura V.13. Preferencia de cerveza por edad.

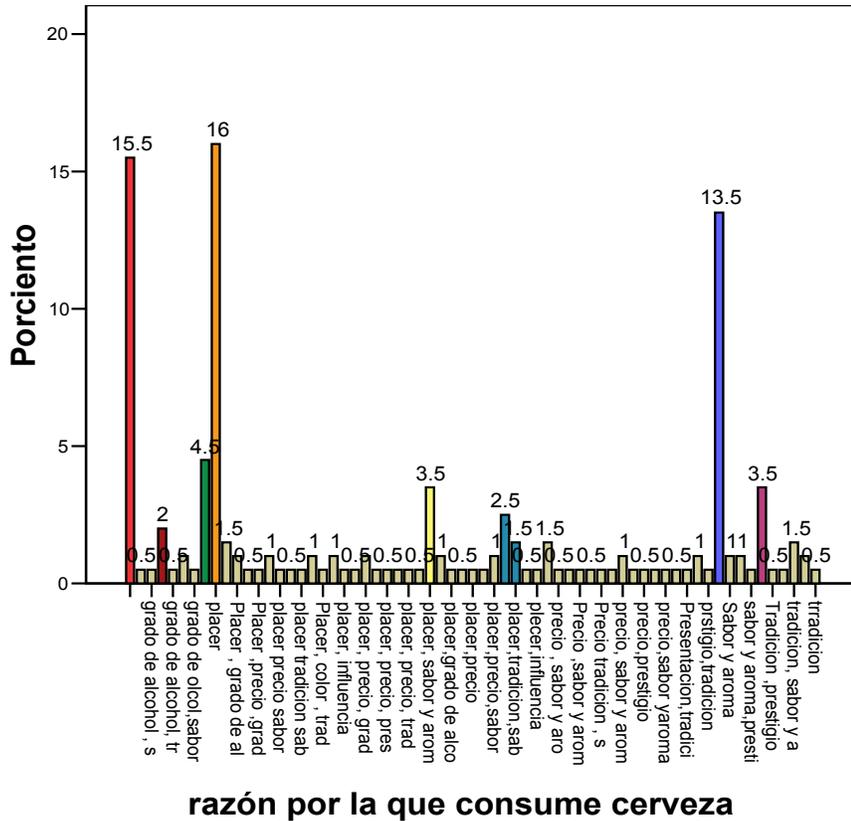


Figura V.14. Razón por la que consume cerveza

V.2. ANALISIS DE PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS

En las tablas V.3. y V.4. se muestran los parámetros físico-químicos de las cervezas estudiadas, mientras que en las tablas V.5. y V.6. se muestran las medias de las medidas de los parámetros físico-químicos. En la figura V.16, se muestran los contenidos de aniones y cationes de las cervezas estudiadas, mientras que en la figura V.17 se muestran otros parámetros físico-químicos.

Tabla V.3. Parámetros físico-químicos de las cervezas Victoria, Búfalo, Toña y Brahva.

Parámetro	Cl ¹⁻	(SO ₄) ²⁻	(PO ₄) ³⁻	K ¹⁺	Na ¹⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺
Victoria	401.5	115.7	1247.3	313.5	66.3	92.1	7.6
	400.4	115.8	1247.4	313.6	66.2	92.2	7.7
	400.3	115.9	1247.2	313.7	66.4	92.3	7.8
Búfalo	481.7	164.2	1249.8	301.9	69.9	103	7.7
	481.8	164.3	1249.9	301.9	69.8	103.3	7.5
	481.9	164.1	1249.9	301.8	69.7	103.2	7.3
Toña	284.3	101.6	1190.8	249.1	58.8	25.6	46.6
	284.2	101.4	1190.9	249.1	58.7	25.7	46.5
	284.3	101.5	1190.7	249.3	58.8	25.8	46.4
Brahva	538.7	85.8	605.1	167.4	18.4	43.2	51.8
	538.8	85.9	605.1	167.6	18.5	43.1	51.6
	538.9	85.7	605.3	167.5	18.3	43.3	51.7

Tabla V.4. Parámetros físico-químicos de las cervezas Victoria, Búfalo, Toña y Brahva.

Parámetro	(NO ₃) ¹⁻	(NH ₄) ¹⁺	pH	% Acidez Total ^a	Grado Alcohólico ^b	Densidad ^c	Turbidez ^d
Victoria	18.2		3.85	0.18	3.99	1.0098	2.03
	18.1		3.86	0.16	3.98	1.0099	2.01
	18.3		3.87	0.17	3.97	1.0099	2.02
Búfalo	31.4		3.83	0.17	4.03	1.0095	2.45
	31.3		3.84	0.19	4.02	1.0093	2.46
	31.5		3.85	0.18	4.01	1.0094	2.47
Toña			3.38	0.18	4.00	1.0057	2.31
			3.37	0.19	4.01	1.0055	2.32
			3.36	0.18	4.02	1.0056	2.31
Brahva		7.8	3.58	0.15	6.02	1.0116	5.38
		7.9	3.59	0.16	6.01	1.0114	5.37
		7.7	3.57	0.14	6.02	1.0115	5.36

^a porcentaje de ácido láctico, ^b porcentaje de etanol, ^c g/cm³, ^d

ANÁLISIS DE PARAMETROS FÍSICO-QUÍMICOS

Tabla V.5. Media de los datos de los parámetros físico-químicos de las cervezas Victoria, Búfalo, Toña y Brahva

Parámetro	Cl ¹⁻	(SO ₄) ²⁻	(PO ₄) ³⁻	(NO ₃) ¹⁻	Na ¹	K ¹⁺	Ca ²⁺
Victoria	400.7	115.8	1247.3	18.2	66.3	313.6	92.2
Búfalo	481.8	164.2	1249.9	31.4	69.8	301.9	103.2
Toña	284.3	101.5	1190.8		58.8	249.2	25.7
Brahva	538.8	85.8	605.2		18.4	167.5	43.2

Tabla V.6. Media de los datos de los parámetros físico-químicos de las cervezas Victoria, Búfalo, Toña y Brahva

Parámetro	Mg ²⁺	(NH ₄) ¹⁺	pH	% Acidez Total ^a	Grado Alcohólico ^b	Densidad ^c	Turbidez ^d
Victoria	7.7		3.86	0.17	3.98	1.0099	2.02
Búfalo	7.5		3.84	0.18	4.02	1.0094	2.46
Toña	46.5		3.37	0.18	4.01	1.0056	2.31
Brahva	51.7	7.8	3.58	0.15	6.02	1.0115	5.37

^a porcentaje de ácido láctico, ^b porcentaje de etanol, ^c g/cm³, ^d

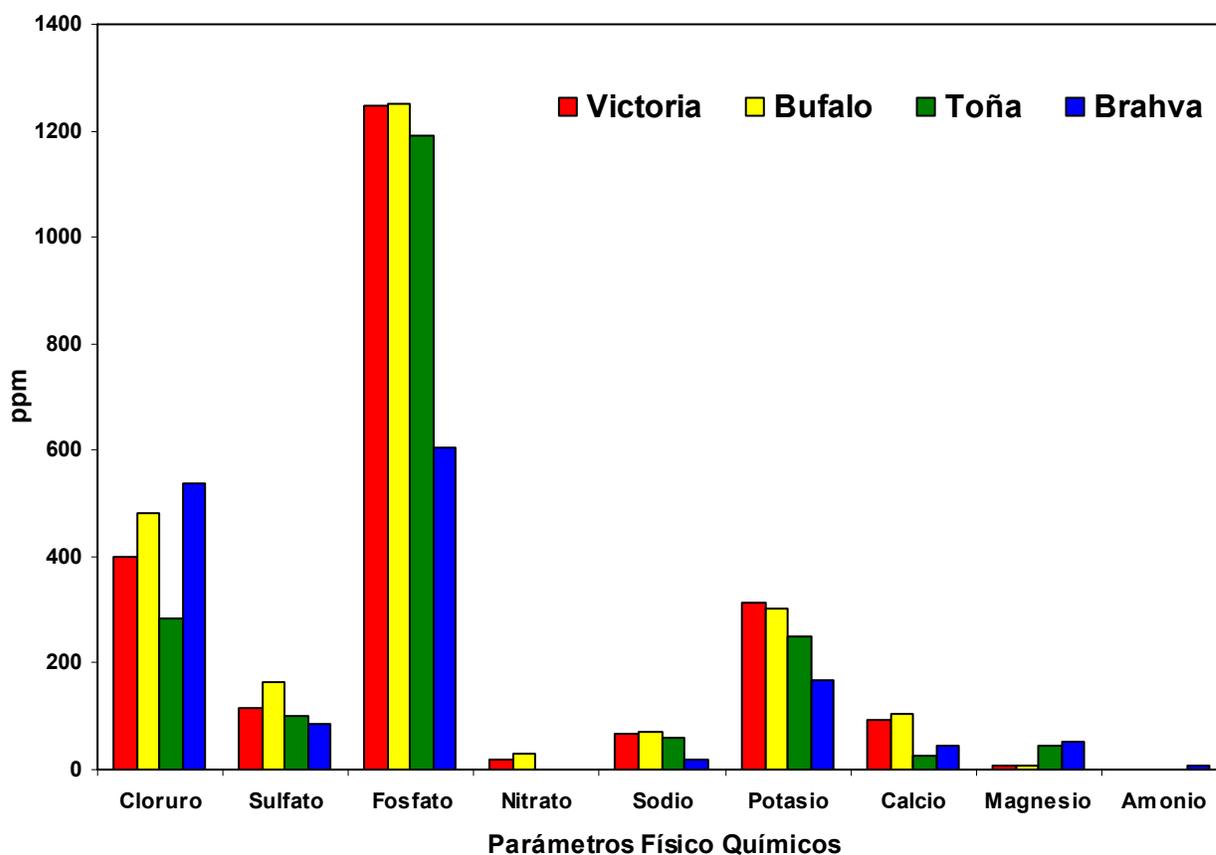


Figura V.16. Contenido de algunos aniones y cationes de las cervezas estudiadas.

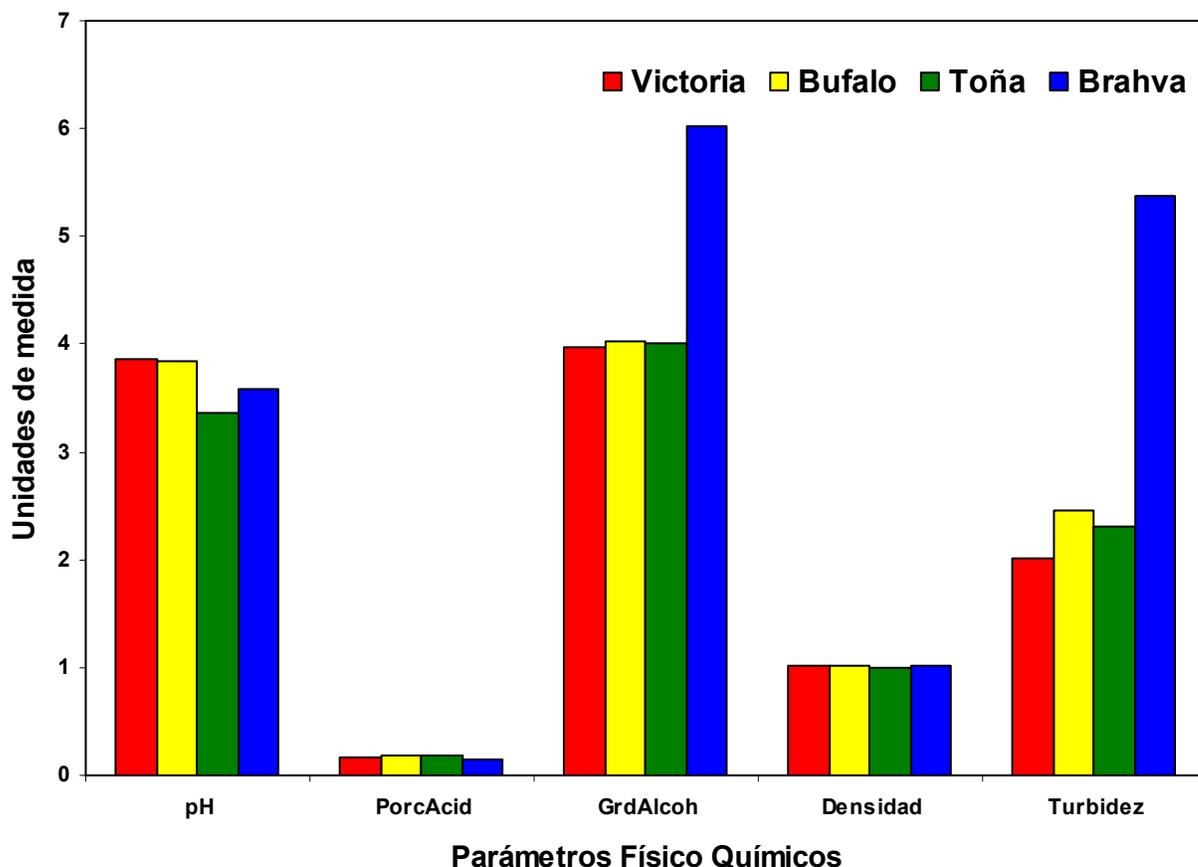


Figura V.17. Otros parámetros físico-químicos de las cervezas estudiadas.

En la figura V.16 se observa que existen diferencias claras entre las cervezas estudiadas en lo relativo a su contenido de aniones y cationes. Tal y como se observa, en algunos de los aniones y cationes la diferencia entre las cervezas Victoria y Búfalo no es tan grande tal es el caso del Fosfato, Sodio, Potasio, Calcio y Magnesio. Por otra parte estas dos cervezas son las únicas que presentan contenido de nitrato, lo que las diferencia de las otras dos cervezas. Esto nos induce a considerar la posibilidad de considerar una similitud entre estas dos cervezas.

Por otra parte se puede observar que la cerveza toña no se diferencia mucho de las cervezas Victoria y Búfalo, en relación a los parámetros considerados, sin embargo esta no presenta contenido de nitrato, a pesar de que esta cerveza al igual que la Victoria y Búfalo, provienen de la misma fábrica.

Esto puede ser debido a diferencias en las rutas de procesamiento y de las materias primas utilizadas durante su elaboración.

Por otra parte la cerveza Brahva se diferencia claramente de todas las otras tres cervezas estudiadas, e inclusive es la única cerveza que presenta contenido de amonio. Lo que se explica en el origen, procesamiento y materias primas de esta cerveza.

En la Figura V.17 se observa las diferencias entre las cervezas consideradas en el estudio. En esta se observa claramente la similitud entre las cervezas Victoria y Búfalo, excepto en lo relativo a la turbidez. Cabe mencionar que al considerar estos parámetros la cerveza Toña tiende ser más semejante a las cervezas Victoria y Búfalo, que cuando se consideran los otros parámetros físico-químicos estudiados (aniones y cationes), lo que esta relacionado a nuestro parecer a que estas tres cervezas provienen de la misma fábrica.

Tal y como se observó en la Figura V.16, la cerveza Brahva se diferencia ostensiblemente de las otras tres cervezas estudiadas, lo que refuerza nuestra apreciación de su diferencia de origen, procesamiento y materias primas de esta cerveza.

Debido a que la representación gráfica de los parámetros físico químicos estudiados mostraba diferencias visuales entre las cervezas estudiadas, y dado que es necesario confirmar estas diferencias de una forma estadística se realizó un primer análisis de ANOVA de un factor por bloques para confirmar la similitud o diferencia entre las cervezas consideradas en este estudio. Para esto se tomaron los datos de las tablas V.3 y V.4 y se aplicó el análisis antes mencionado. Los resultados de este análisis se muestran en la tabla V.7. La Hipótesis nula y alternativa planteadas en estas condiciones fue:

H_0 : Cerveza Victoria = Cerveza Búfalo = Cerveza Toña = Cerveza Brahva.

H_1 : Cerveza Victoria \neq Cerveza Búfalo \neq Cerveza Toña \neq Cerveza Brahva

Se consideró asimismo que para poder aceptar la H_0 era necesario que la F_{cal} fuera menor que F_{tab} . ($F_{cal} < F_{tab}$)

Tabla V.7. ANOVA de un factor por bloques de los parámetros físico-químicos de las cervezas Victoria, Búfalo, Toña y Brahva.

Origen de las variaciones	SS	GL	MS	F _{Cal}	F _{tab}
Entre filas (cervezas)	109254.40	3	36418.13	0.367294	2.66925
Dentro de grupos (error)	13881368.39	140	99152.63		
Total	13990622.79	143			

Tal y como se observa en la tabla V.7., el F_{cal} es menor que el F_{tab} , por lo que concluimos que no existe suficiente evidencia estadística como para rechazar la posible similitud entre las variables físico químicas de las cervezas estudiadas.

Dado que este primer análisis de ANOVA nos indicó similitud entre las variables físico-químicas de las cervezas estudiadas, a diferencia de lo observado en las figuras V.16. y V.17., se procedió a transponer las tablas V.3 y V.4 y comparar las cervezas como variables y no como objetos como se realizó en el primer análisis de ANOVA de un factor por bloques y que se refleja en la tabla V.7.

Para esto se diseñó una experiencia en las que se combinarían las cuatro cervezas como variables para compararlas estadísticamente, las combinaciones ensayadas para determinar la similitud de las medias de las cervezas se muestran en la tabla V.8.

Tabla V.8. Tabla de combinaciones de cervezas para realizar un ANOVA de un factor.

Cervezas	COMBINACIONES							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Victoria	+	+	+	+		+		
Búfalo	+	+	+		+			+
Toña	+	+		+	+		+	
Brahva	+					+	+	+

ANÁLISIS DE PARAMETROS FÍSICO-QUÍMICOS

Los resultados de la aplicación de ANOVA de un factor a todas las combinaciones de la Tabla V.8, se muestran en las tablas V.9 a V.15.

Tabla V.9. ANOVA de un factor de las cervezas Victoria, Búfalo, Toña y Brahma.

Origen de las variaciones	SS	GL	MS	F _{cal}	Probabilidad	F _{tab}
Entre grupos	119136.286	3	39712.0955	0.39819628	0.75450873	2.67117883
Dentro de los grupos	13563273.2	136	99729.9503			
Total	13682409.5	139				

Tabla V.10. ANOVA de un factor de las cervezas Victoria, Búfalo y Toña.

Origen de las variaciones	SS	GL	MS	F _{cal}	Probabilidad	F _{tab}
Entre grupos	17163.9044	2	8581.9522	0.07157824	0.93097015	3.08546078
Dentro de los grupos	12229402	102	119896.099			
Total	12246566	104				

Tabla V.11. ANOVA de un factor de las cervezas Victoria y Búfalo.

Origen de las variaciones	SS	GL	MS	F _{cal}	Probabilidad	F _{tab}
Entre grupos	1509.00843	1	1509.00843	0.01210109	0.91272946	3.9818957
Dentro de los grupos	8479615.47	68	124700.227			
Total	8481124.48	69				

Tabla V.12. ANOVA de un factor de las cervezas Victoria y Toña.

Origen de las variaciones	SS	GL	MS	F _{cal}	Probabilidad	F _{tab}
Entre grupos	7909.20474	1	7909.20474	0.06760651	0.79563979	3.9818957
Dentro de los grupos	7955238.96	68	116988.808			
Total	7963148.16	69				

Tabla V.13. ANOVA de un factor de las cervezas Búfalo y Toña.

Origen de las variaciones	SS	GL	MS	F _{cal}	Probabilidad	F _{tab}
Entre grupos	16327.6434	1	16327.6434	0.13837073	0.71106284	3.9818957
Dentro de los grupos	8023949.67	68	117999.26			
Total	8040277.32	69				

Tabla V.14. ANOVA de un factor de las cervezas Victoria y Brahma.

Origen de las variaciones	SS	GL	MS	F _{cal}	Probabilidad	F _{tab}
Entre grupos	76966.6879	1	76966.6879	0.94483283	0.33448306	3.9818957
Dentro de los grupos	5539323.57	68	81460.6407			
Total	5616290.26	69				

Tabla V.15. ANOVA de un factor de las cervezas Toña y Brahva.

Origen de las variaciones	SS	GL	MS	F _{cal}	Probabilidad	F _{tab}
Entre grupos	35530.3643	1	35530.3643	0.4752611	0.49292255	3.9818957
Dentro de los grupos	5083657.78	68	74759.6732			
Total	5119188.14	69				

Tabla V.16. ANOVA de un factor de las cervezas Búfalo y Brahva.

Origen de las variaciones	SS	GL	MS	F _{cal}	Probabilidad	F _{tab}
Entre grupos	100029.664	1	100029.664	1.21290577	0.2746405	3.9818957
Dentro de los grupos	5608034.29	68	82471.0924			
Total	5708063.95	69				

Tal y como se observa en las tablas V.9. a V.16. en todos los ANOVAS de un factor realizados los valores de los F_{cal} son menores que los valores de F_{tab} , lo que indica que en todas las combinaciones ensayadas en lo relativo a los parámetros físico-químicos no existe suficiente evidencia estadística como para rechazar que las medias de las cervezas estudiadas sean iguales.

Cabe mencionar sin embargo que en todos los casos la probabilidad de la H_0 se acepte es distinta variando desde un 93.1 % para la combinación entre las cervezas Victoria, Búfalo y Toña hasta el 27.5% de la combinación de las cervezas Búfalo y Brahva. Esto indica que aunque estadísticamente no se puede descartar la similitud entre las cervezas estudiadas, esta disminuye en la medida que la combinación incluye a la cerveza Brahva. Por lo tanto la aseveración formulada inicialmente en lo relativo a las figuras V.16. y V.17 se sustenta adecuadamente.

Por otra parte si nos atenemos a las probabilidades observadas y a lo que las figuras nos indican, podemos afirmar con cierta reserva que la cerveza Victoria y Búfalo son similares con un 91.3% de probabilidad y que esta similitud baja cuando relacionamos la Victoria con la Toña hasta un 79.6%.

Cabe destacar por otra parte que la introducción de la cerveza Brahva en cualquiera de las combinaciones disminuye considerablemente las probabilidades de similitud, lo que indica que esta cerveza es totalmente diferente de las otras tres cervezas estudiadas. Aspecto que habíamos observado en las figuras V.16 y V.17.

V.3. ANALISIS DE RESULTADOS DEL ANALISIS SENSORIAL

En la tabla V.17 y V.18, se muestran los datos de las encuestas de evaluación sensorial realizadas a las cervezas Victoria y Búfalo respectivamente. En la Tabla V.19, se muestran las medias de datos de los resultados de la evaluación sensorial realizadas a las cervezas Victoria y Búfalo. Mientras que en la figura V.18 se muestra el comportamiento de las medias de los parámetros sensoriales de estas cervezas.

Tabla V.17. Datos de la evaluación sensorial de cervezas Victoria.

Nº	Color Amarillo	percepción de Turbidez	Presencia de burbujas	Percepción de alcohol	Percepción de Amargor	Percepción de Acidez
1	6.5	7.0	7.5	7.8	8.0	5.0
2	4.0	2.0	3.0	5.0	6.0	5.0
3	6.0	2.0	3.0	7.0	4.0	5.0
4	6.0	5.0	3.0	4.0	7.0	3.0
5	6.0	3.0	5.0	4.0	6.0	5.0
6	6.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0
7	5.0	6.0	4.0	7.0	8.0	7.0
8	6.0	5.0	4.0	5.1	6.0	4.0
9	3.0	6.0	3.0	4.0	6.0	6.0
10	8.0	4.0	8.0	4.0	8.0	8.0
11	5.0	4.0	2.0	8.0	7.0	0.0
12	6.0	5.0	7.0	4.0	7.0	6.0
13	4.0	2.0	5.0	4.0	6.0	3.0
14	6.0	6.0	4.0	7.0	7.0	7.0
15	4.0	1.0	7.0	4.7	3.0	2.0
16	4.0	2.0	5.0	6.0	5.0	5.0
17	5.0	3.0	4.0	3.0	2.0	2.0
18	5.0	3.0	6.0	6.0	7.0	6.0
19	5.0	6.0	8.0	7.0	7.0	7.0
20	3.0	0.0	4.0	4.0	3.0	4.0

ANÁLISIS DE PARAMETROS SENSORIALES

Tabla V.18. Datos de la evaluación sensorial de cervezas Búfalo.

Nº	Color Amarillo	percepción de Turbidez	Presencia de burbujas	Percepción de alcohol	Percepción de Amargor	Percepción de Acidez
1	5.5	5.0	5.0	7.0	6.0	7.0
2	2.0	4.0	5.0	5.5	7.0	6.0
3	3.0	7.0	7.0	7.0	6.0	3.0
4	6.0	5.0	5.0	3.0	4.0	3.0
5	8.0	2.0	4.0	7.0	5.0	8.0
6	5.0	6.0	5.0	6.0	6.0	6.0
7	7.0	6.0	5.0	7.0	7.0	8.0
8	5.0	5.0	6.0	4.3	7.0	6.0
9	6.0	4.0	7.0	4.0	3.0	3.0
10	4.0	8.0	4.0	8.0	4.0	4.0
11	5.0	3.0	0.0	3.0	5.0	0.0
12	7.0	5.0	4.0	5.0	4.0	3.0
13	3.0	5.0	7.0	5.0	2.0	0.0
14	5.0	5.0	7.0	5.0	5.0	5.0
15	3.0	2.0	2.0	5.0	4.0	3.0
16	3.0	2.0	5.0	5.0	4.0	4.0
17	6.0	3.0	3.0	4.0	4.0	5.0
18	3.0	5.0	2.0	3.0	4.0	3.0
19	7.0	3.0	8.0	3.0	3.0	3.0
20	4.0	2.0	5.0	4.0	5.0	4.0

Tabla V.19. Media de los datos de la evaluación sensorial de cervezas Victoria y Búfalo.

	Parámetro Sensorial	Victoria	Búfalo	Diferencia
Apariencia	Color Amarillo	5.18	4.88	0.30
	Turbidez	3.95	4.35	0.40
	Presencia de burbujas	4.98	4.80	0.18
Aroma	Presencia de alcohol	5.43	5.04	0.39
Sabor	Amargor	6.00	4.75	1.25
	Acidez	4.85	4.20	0.65

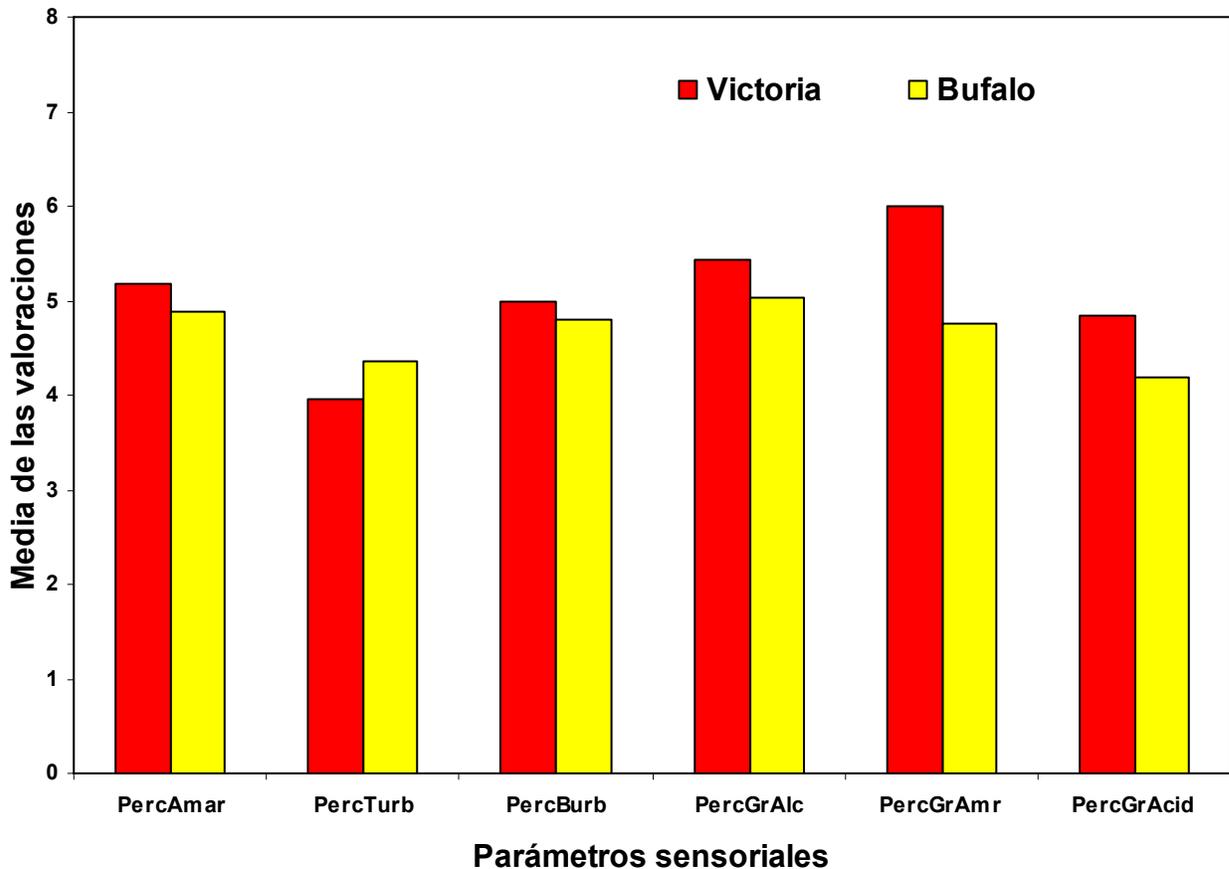


Figura V.18. Parámetros sensoriales de las cervezas Victoria y Búfalo.

En la Figura V.18, se observa que existen algunas diferencias entre las dos cervezas analizadas (Victoria y Búfalo). Aunque en lo que respecta a la percepción de presencia de burbujas la diferencia no es tan evidente como en los otros factores sensoriales llegando a ser de tan solo 0.18, esto quiere decir que los participantes no determinaron ninguna diferencia clara entre las dos cervezas en su generación de burbujas. Mientras que la mayor diferencia se observa en lo relativo al amargor (1.25), esto indica que los participantes determinaron que la cerveza Victoria es más amarga que la Búfalo.

Por otra parte en lo relativo a la percepción de acidez de los participantes también expresaron diferencias entre las cervezas Victoria y Búfalo (0.65), lo que nos lleva a inducir que la cerveza Victoria es también más ácida que la Búfalo.

En la mayor parte de los parámetros sensoriales los participantes indicaron mayores valores de evaluación a la cerveza Victoria, salvo en el caso de la turbidez en el que esta tendencia se invierte siendo la diferencia entre las dos de 0.40 unidades, lo que quiere decir que la cerveza Búfalo es más turbia que la Victoria.

En lo que respecta a la percepción de color amarillo la diferencia entre las cervezas Victoria y Búfalo es de 0.30 unidades, aunque no es tan evidente como en el caso de amargor, esto nos induce a creer que la cerveza Victoria es un poco mas amarilla que la cerveza Búfalo.

Finalmente la percepción de grado alcohólico de las cervezas estudiadas, indica una diferencia de 0.39 unidades, tampoco es muy determinante sin embargo lo es suficiente como para afirmar que la cerveza victoria perceptivamente tiene mas grado alcohólico que la Búfalo.

Debido a que la observación de la figura de los parámetros sensoriales y de su tabla nos indica diferencias entre las cervezas estudiadas. Se consideró a continuación realizar una confirmación estadística de esta diferencias para lo cual se realizó un primer análisis de ANOVA de un factor para confirmar la similitud o diferencia entre las cervezas consideradas en este estudio. Para esto se tomaron todos los datos de las veinte encuestas sensoriales realizadas y se le aplicó el análisis antes. Se analizaron las dos cervezas considerando individualmente cada parámetro sensorial. La Hipótesis nula y alternativa planteadas en estas condiciones fue:

H_0 : Media de la Cerveza Victoria = Media de la Cerveza Búfalo.

H_1 : Media de la Cerveza Victoria \neq Media de la Cerveza Búfalo

Los resultados de este análisis se muestran en las tablas V.20. a V.25.

Tabla V.20. ANOVA de un factor para el parámetro percepción de presencia de burbuja de las cervezas Victoria y Búfalo

Origen de las variaciones	SS	GL	MS	F_{cal}	Probabilidad	F_{tab}
Entre grupos	0.02631579	1	0.02631579	0.00654545	0.93596643	4.11316137
Dentro de los grupos	144.736842	36	4.02046784			
Total	144.763158	37				

ANÁLISIS DE PARAMETROS SENSORIALES

Tabla V.21. ANOVA de un factor para el parámetro percepción de color amarillo de las cervezas Victoria y Búfalo

Origen de las variaciones	SS	GL	MS	F _{cal}	Probabilidad	F _{tab}
Entre grupos	0.23684211	1	0.23684211	0.10305344	0.75005199	4.11316137
Dentro de los grupos	82.7368421	36	2.29824561			
Total	82.9736842	37				

Tabla V.22. ANOVA de un factor para el parámetro percepción de turbidez de las cervezas Victoria y Búfalo

Origen de las variaciones	SS	GL	MS	F _{cal}	Probabilidad	F _{tab}
Entre grupos	0.42105263	1	0.42105263	0.11707317	0.73422039	4.11316137
Dentro de los grupos	129.473684	36	3.59649123			
Total	129.894737	37				

Tabla V.23. ANOVA de un factor para el parámetro percepción de acidez de las cervezas Victoria y Búfalo

Origen de las variaciones	SS	GL	MS	F _{cal}	Probabilidad	F _{tab}
Entre grupos	2.13157895	1	2.13157895	0.43862816	0.51200317	4.11316137
Dentro de los grupos	174.947368	36	4.85964912			
Total	177.078947	37				

Tabla V.24. ANOVA de un factor para el parámetro percepción de grado alcohólico de las cervezas Victoria y Búfalo

Origen de las variaciones	SS	GL	MS	F _{cal}	Probabilidad	F _{tab}
Entre grupos	2.13157895	1	2.13157895	0.94559888	0.33733093	4.11316137
Dentro de los grupos	81.151579	36	2.25421053			
Total	83.2831579	37				

Tabla V.25. ANOVA de un factor para el parámetro percepción de amargor de las cervezas Victoria y Búfalo

Origen de las variaciones	SS	GL	MS	F _{cal}	Probabilidad	F _{tab}
Entre grupos	5.92105263	1	5.92105263	2.17741935	0.14874268	4.11316137
Dentro de los grupos	97.8947368	36	2.71929825			
Total	103.81579	37				

Tal y como se observa en las tablas V.18. a V.23. el F_{cal} en todos los casos es menor que el F_{tab} , por lo que concluimos que no existe suficiente evidencia estadística como para rechazar la posible similitud de las medias de las cervezas estudiadas respecto a las variables: color amarillo, presencia de burbujas, turbidez, acidez, grado alcohólico y amargor.

Sin embargo que en todos los casos la probabilidad de la H_0 se acepte es distinta variando desde un 93.6 % parámetro percepción de presencia de burbuja, lo que coincide con la poca diferencia observada por los participantes en este aspecto entre las cervezas Victoria y Búfalo, hasta el 14.9% parámetro percepción de amargor casualmente el factor donde los participantes encontraron mayor diferencia entre las dos cervezas lo que nos llevo a inducir que la Victoria era más amarga que la Búfalo.

Esto nos lleva a pensar que cuanto menor es la probabilidad mayor es la diferencia observada por los participantes en la encuesta entre las cervezas y cuanto mayor es la probabilidad menor es la diferencia observada por los participantes entre las cervezas. En este caso hablando exclusivamente en este caso en mención. Lo cual tiene concordancia con lo afirmado en la observación de la grafica de los factores sensoriales.

Dado que este primer análisis de ANOVA nos indicó similitud entre las variables sensoriales de las cervezas estudiadas, a diferencia de lo observado en la figura V.18., se procedió a transponer las tablas V.17 y V.18 de forma que se pudiera comparar las cervezas como variables y no como objetos como se realizó en los primeros análisis de ANOVA de un factor reflejados en las tablas V.20. a V.25. La Hipótesis nula y alternativa planteadas en estas condiciones fue:

H_0 : Media de la variable Cerveza Victoria = Media de la variable Cerveza Búfalo.

H_1 : Media de la variable Cerveza Victoria \neq Media de la variable Cerveza Búfalo

Los resultados de la aplicación del ANOVA de un factor, se muestra en la tabla V.26.

Tabla V.26. ANOVA de un factor de las cervezas Victoria y Búfalo

Origen de las variaciones	SS	GL	MS	F_{cal}	Probabilidad	F_{tab}
Entre grupos	9.00710084	1	9.00710084	2.72509562	0.100112303	3.88115495
Dentro de los grupos	780.037143	236	3.30524213			
Total	789.044244	237				

Tal y como se observa en la tabla V.26. en el ANOVA de un factor realizado, el valor de F_{cal} es menor que el valor de F_{tab} , lo que indica que en lo relativo a los parámetros sensoriales considerando a las cervezas como variables no existe suficiente evidencia estadística como para rechazar la posibilidad de que las medias de las cervezas estudiadas sean iguales.

Sin embargo cabe destacar que la probabilidad de la H_0 se acepte en este caso es de un 10.0%. Esto indica que aunque estadísticamente no se puede descartar la similitud entre las cervezas estudiadas, esta es muy baja. Lo que nos puede inducir a pensar que existe alguna diferencia entre las cervezas estudiadas que conviene estudiar mediante otro tratamiento estadístico.

V.4. CORRELACION DE VARIABLES FISCO QUÍMICAS DE LAS CERVEZAS

En la tabla V.27., se muestra la matriz transpuesta de la media de los datos de las variables físico -químicas en función de las cervezas estudiadas. En la tabla V.28., se muestra la tabla del escalado de la matriz transpuesta. En la tabla V.29., se muestra el auto escalado (transformación Z) de la matriz escalada. En las Figuras V.19., V.20., V.21., V.22., y V.23., se muestran los gráficos de dispersión del auto escalado de las cervezas Victoria - Búfalo, Victoria – Toña, Victoria-Brahva y Toña-Brahva, con sus respectivos ecuaciones de ajuste de las rectas.

Tabla V.27. Matriz transpuesta de la media de los datos de las variables físico-químicas de las cervezas estudiadas.

Variable	Victoria	Búfalo	Toña	Brahva
Cloruro	400.7	481.8	284.3	538.8
Sulfato	115.8	164.2	101.5	85.8
Fosfato	1247.3	1249.9	1190.8	605.2
Potasio	313.6	301.9	249.2	167.5
Sodio	66.3	69.8	58.8	18.4
Calcio	92.2	103.2	25.7	43.2
Magnesio	7.7	7.5	46.5	51.7
pH	3.86	3.84	3.37	3.58
Porcentaje Acidez	0.17	0.18	0.18	0.15
Grado Alcohólico	3.98	4.02	4.01	6.02
Densidad	1.0099	1.0094	1.0056	1.0115
Turbidez	2.02	2.46	2.31	5.37

Tabla V.28. Matriz escalada de la media de los datos de las variables físico-químicas de las cervezas estudiadas

Variable	Victoria´	Búfalo´	Toña´	Brahva´
Cloruro	0.3212	0.3854	0.2386	0.8903
Sulfato	0.0927	0.1312	0.0851	0.1416
Fosfato	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
Potasio	0.2513	0.2414	0.2091	0.2766
Sodio	0.0530	0.0557	0.0492	0.0302
Calcio	0.0738	0.0824	0.0214	0.0712
Magnesio	0.0060	0.0059	0.0389	0.0852
pH	0.0030	0.0029	0.0027	0.0057
Porcentaje Acidez	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Grado Alcohólico	0.0031	0.0031	0.0032	0.0097
Densidad	0.0007	0.0007	0.0007	0.0014
Turbidez	0.0015	0.0018	0.0018	0.0086

CORRELACIÓN DE VARIABLES FÍSICO-QUÍMICAS

Tabla V.29. Matriz auto escalada de la media de los datos de las variables físico-químicas de las cervezas estudiadas

Variable	ZVict	ZBuf	ZToñ	ZBra
Cloruro	0.5929	0.7780	0.3562	1.9253
Sulfato	-0.2008	-0.0962	-0.1849	-0.1938
Fosfato	2.9512	2.8919	3.0401	2.2358
Potasio	0.3502	0.2827	0.2523	0.1884
Sodio	-0.3387	-0.3560	-0.3115	-0.5091
Calcio	-0.2666	-0.2641	-0.4094	-0.3931
Magnesio	-0.5020	-0.5275	-0.3478	-0.3533
pH	-0.5127	-0.5375	-0.4755	-0.5784
Porcentaje Acidez	-0.5229	-0.5476	-0.4849	-0.5944
Grado Alcohólico	-0.5123	-0.5370	-0.4736	-0.5670
Densidad	-0.5206	-0.5453	-0.4825	-0.5904
Turbidez	-0.5178	-0.5413	-0.4786	-0.5700

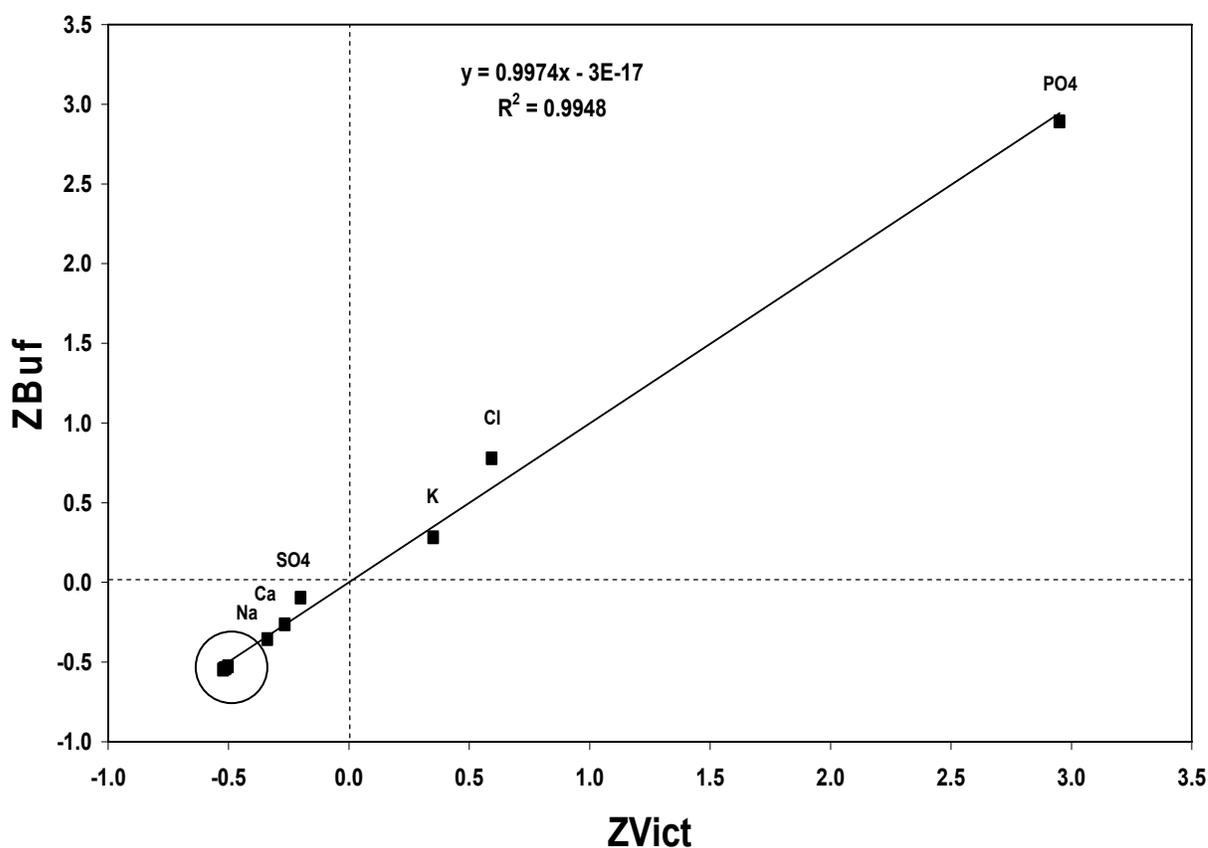


Figura V.19. Recta de regresión de las variables físico – químicas auto escaladas de las cervezas Vitoria y Búfalo.

CORRELACIÓN DE VARIABLES FÍSICO-QUÍMICAS

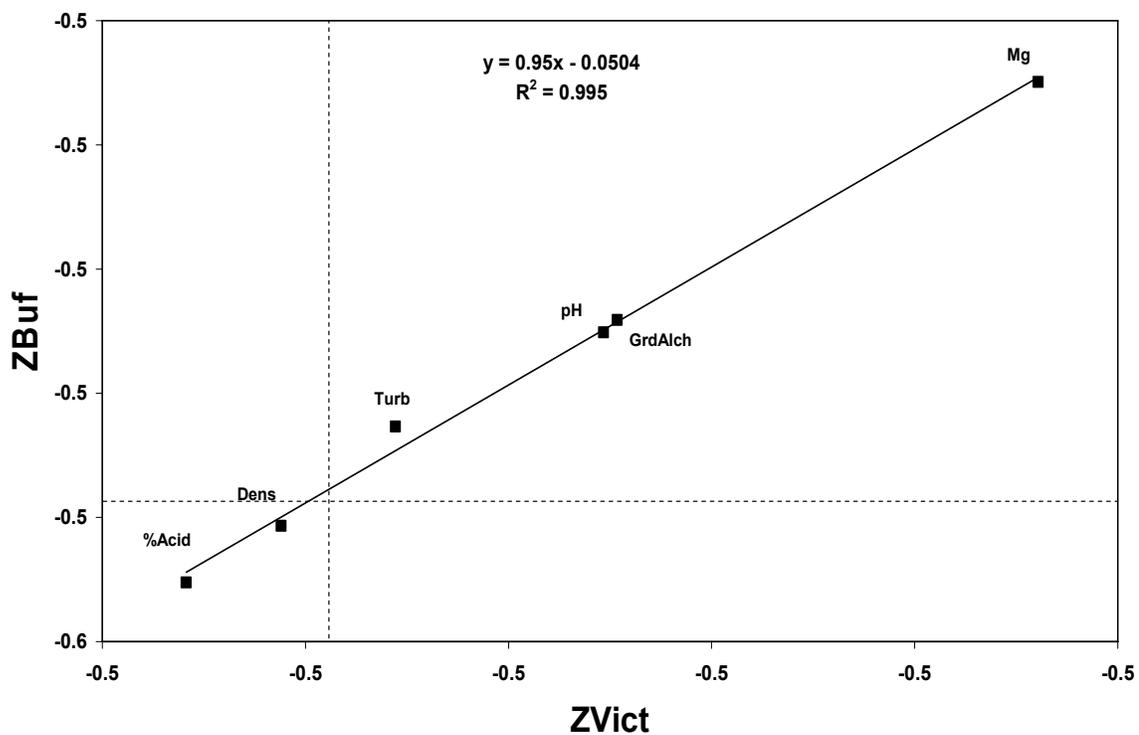


Figura V.20. Recta de regresión de las variables físico – químicas auto escaladas de las cervezas Vitoria y Búfalo.

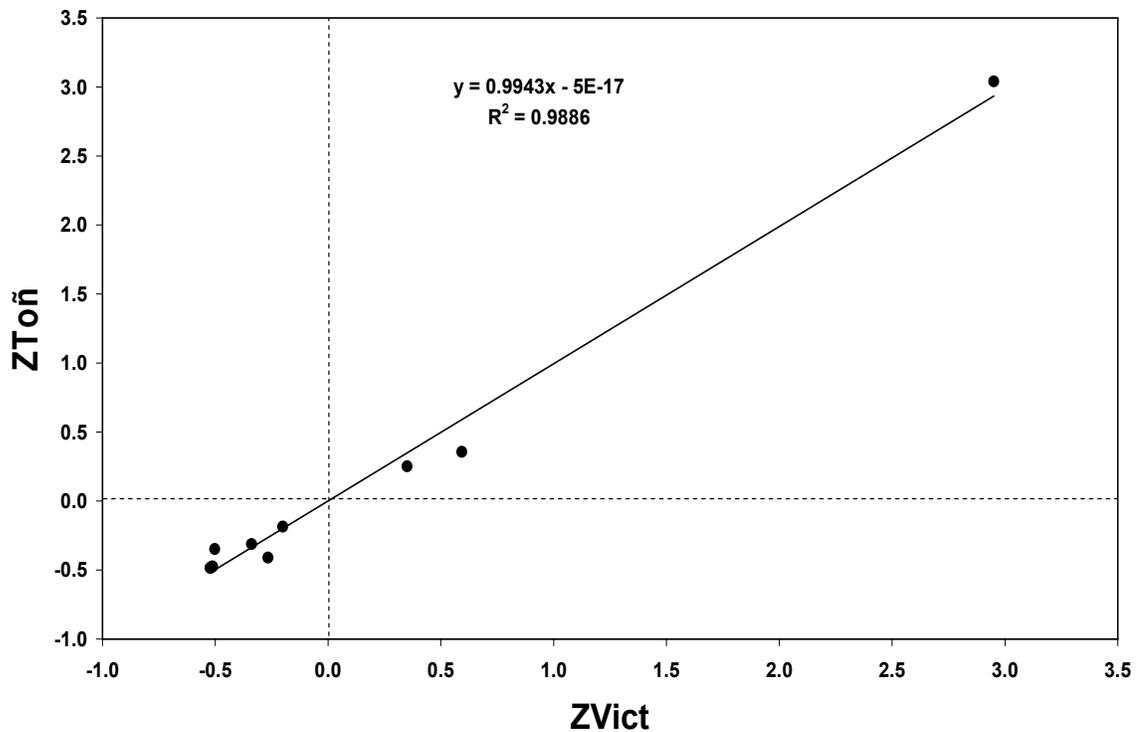


Figura V.21. Recta de regresión de las variables físico – químicas auto escaladas de las cervezas Vitoria y Toña.

CORRELACIÓN DE VARIABLES FÍSICO-QUÍMICAS

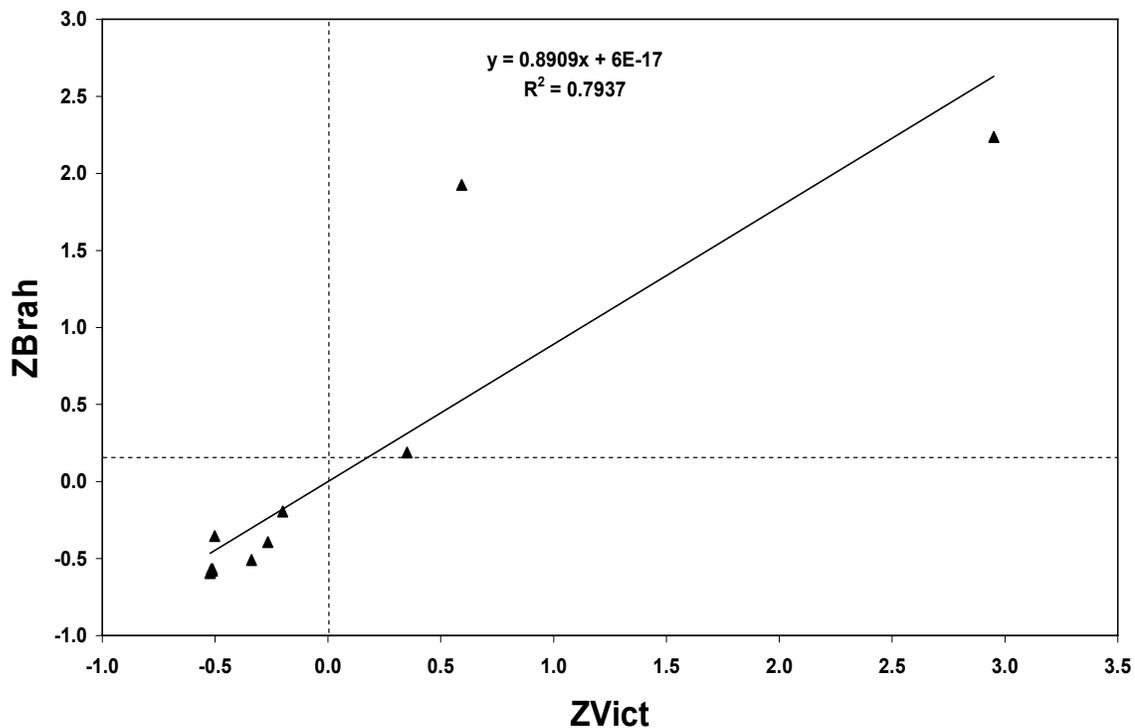


Figura V.22. Recta de regresión de las variables físico – químicas auto escaladas de las cervezas Vitoria y Brahva.

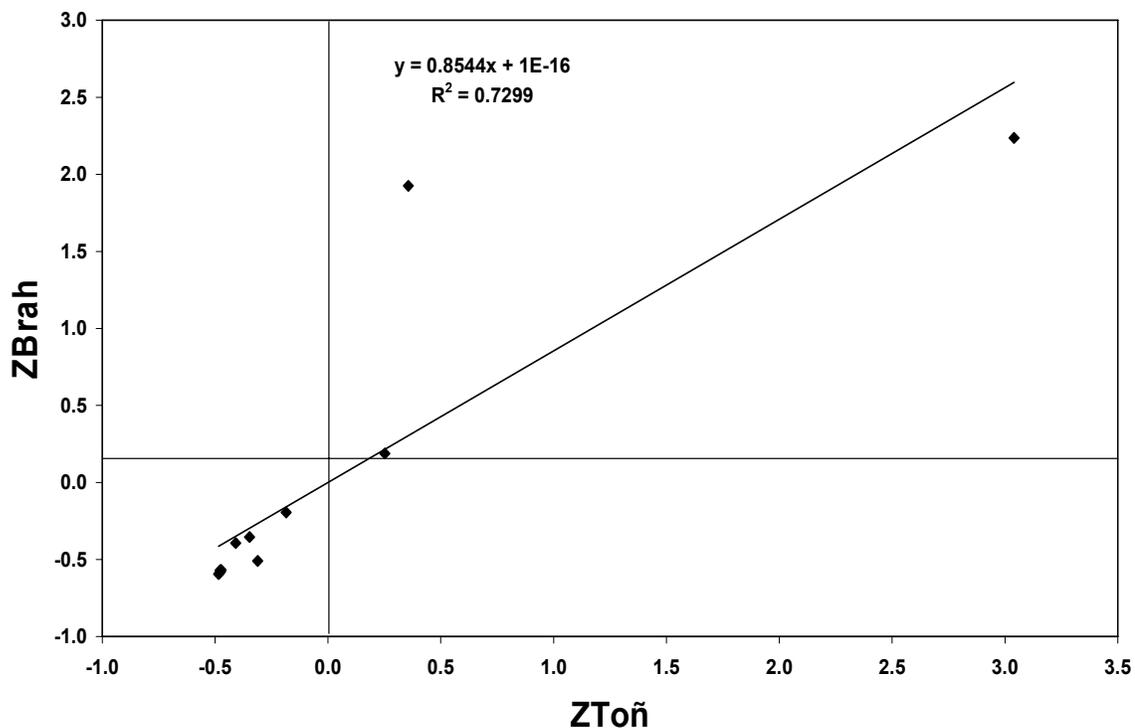


Figura V.23. Recta de regresión de las variables físico – químicas auto escaladas de las cervezas Toña y Brahva.

Tal y como se observa en la figuras de V.19 a V.22, los gráficos de dispersión de las variables físico químicas auto escaladas de los pares de cerveza Victoria/Búfalo, Victoria/Toña, Victoria/Brahva y Toña/Brahva nos permiten establecer en primer lugar una tendencia clara, en cuanto a que todos se ajustan en diferente grados a una recta de regresión, lo que nos induce a presumir una cierta relación de dependencia entre las variables físico químicas de los pares de cervezas analizados.

En segundo lugar si bien es cierto existe una cierta dependencia de las variables físico químicas, también es cierto que el grado de ajuste de las rectas es totalmente diferente, variando desde r^2 de 0.995 a $r^2 = 0.73$, razón por la cual es posible establecer diferencias o similitudes entre los pares de cervezas analizados.

De ahí el hecho de que cuando comparamos las variables físico químicas de los pares de cervezas Victoria /Búfalo y Victoria /Toña sus ajustes sean diferentes, evidentemente y reforzando lo que hemos venido estableciendo en análisis anteriores el ajuste obtenido en el par de cervezas Victoria /Búfalo, es muy bueno, lo que nos confirma que la cerveza Vitoria y Búfalo son muy parecidas (r^2 de 0.995), por otra parte al relacionar las cervezas Victoria /Toña, el ajuste disminuye aunque no dramáticamente lo que nos induce a pensar que las cervezas Victoria y Toña, aunque no son parecidas totalmente son similares entre si (r^2 de 0.989), hecho ya mencionado anteriormente.

En el caso de los pares s diferencias entre los pares de cerveza Victoria /Brahva y Toña /Brahva, el ajuste es evidentemente peor que en el caso de la relación de las cervezas Victoria, Toña y Búfalo, esto también confirma lo establecido en anteriores análisis. Así el ajuste de las cervezas Victoria y Brahva r^2 de 0.794 y el de las cervezas Toña y Brahva es de r^2 de 0.730, lo que indica el poco ajuste y por lo tanto la poca dependencia de las variables físico químicas de esta cervezas.

Cabe destacar que las variables cloruro, sulfato, fosfato, potasio, sodio, calcio y magnesio, se ubican en la parte superior de las graficas de dispersión, mientras que las variables pH, porcentaje de acidez, grado alcohólico, densidad y turbidez, se agrupan en la parte baja de todas las figuras de dispersión aparentemente formando un grupo totalmente diferenciando de las demás variables estudiadas. Sin embargo al analizar este segmento de los gráficos (Figura V.20), claramente se observa que estas variables no se agrupan entre si, mas bien tienden a tener un comportamiento lineal, con similares implicaciones a lo abordado anteriormente.

CORRELACIÓN DE VARIABLES FÍSICO-QUÍMICAS

Dado que los gráficos de dispersión establecían una relación lineal evidente entre las variables, físico químicas de las cervezas estudiadas con diferentes grados de ajuste, se procedió a elaborar una matriz correlación de dichas variables considerando el conjunto total de datos de estas variables. En la Tabla V.30 se muestran las correlaciones de las variables físico químicas con sus respectivos valores de coeficiente de Pearson. Así mismo se procedió a obtener la matriz de correlación de la matriz transpuesta de las variables físico químicas, esto para obtener la correlación de las cervezas en función de estas variables, en la Tabla V.31, se muestra la matriz obtenida.

Tabla V.30. Matriz de correlación de las variables físico-químicas de las cervezas estudiadas.

	Cl ¹⁻	SO ₄ ²⁻	NO ₃ ¹⁻	PO ₄ ³⁻	NH ₄ ¹⁺	K ¹⁺	Na ¹⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	pH	PAcid	GAIch	Dens	Turb	
Cl ¹⁻	1.000														
SO ₄ ²⁻	0.120	1.000													
NO ₃ ¹⁻	1.000	1.000	1.000												
PO ₄ ³⁻	-	0.617	0.657	0.998	1.000										
NH ₄ ¹⁺	-	0.500	1.000	.(a)	0.866	1.000									
K ¹⁺	-	0.359	0.734	1.000	0.939	0.500	1.000								
Na ¹⁺	-	0.524	0.733	0.999	0.994	1.000	0.962	1.000							
Ca ²⁺	-	0.367	0.803	1.000	0.484	1.000	0.736	0.573	1.000						
Mg ²⁺	-	0.073	0.806	0.614	0.711	0.500	0.903	0.776	0.954	1.000					
pH	-	0.480	0.643	0.771	0.319	1.000	0.619	0.408	0.970	0.892	1.000				
PAcid	-	0.626	0.507	0.522	0.781	1.000	0.617	0.761	0.149	0.348	0.034	1.000			
GAIch	-	0.680	0.603	0.923	0.996	0.866	0.910	0.981	0.409	0.651	0.241	0.799	1.000		
Dens	-	0.924	0.029	0.960	0.575	0.500	0.262	0.495	0.419	0.164	0.590	0.720	0.638	1.000	
Turb	-	0.694	0.551	0.999	0.991	0.500	0.918	0.971	0.410	0.659	0.260	0.764	0.995	0.613	1.000

Tabla V.31. Matriz de correlación de las cervezas estudiadas en relación a las variables físico-químicas consideradas.

	Victoria	Búfalo	Toña	Brahva
Victoria	1.000			
Búfalo	0.997	1.000		
Toña	0.994	0.987	1.000	
Brahva	0.891	0.916	0.854	1.000

Tal y como se observa en la tabla V.30, existe una alta correlación ($r = 1.00$) cuando se correlacionan combinaciones de algunas variables, así por ejemplo el Cl^{-1} con el NO_3^{-1} , el SO_4^{2-} , con el K^{1+} y Ca^{2+} , el NO_3^{-1} con el Cl^{-1} , SO_4^{2-} , NH_4^{1+} y NO_3^{-1} , el NH_4^{1+} con el Na^{1+} , Ca^{2+} , pH y Porcentaje de acidez, lo que quiere decir que el comportamiento de esas variables puede explicarse perfectamente con el comportamiento de las otras. Esto es que cuando una aumenta la otra lo puede hacer y viceversa.

Por otra parte también se da el caso de variables cuya correlación si bien es cierto no es perfecta lo es bastante buena $r=0.999$ a $r=0.99$, en estos casos el comportamiento de una variables puede ser explicado en parte por el otras con algunas reservas. Así por ejemplo el NO_3^{-1} con el Na^{1+} , turbidez y PO_4^{3-} ,

Finalmente existen casos en lo que no hay correlación o esta es totalmente baja, aquí el comportamiento de unas variables es totalmente independiente del de otras, así el comportamiento del Ca^{2+} es totalmente diferente del Porcentaje de acidez ($r=0.149$).

Cabe destacar que lo aquí expuesto vale únicamente para el caso de las cervezas aquí estudiadas y no puede ser extrapolado a situaciones en las que existan estas mismas variables pero en distinta matriz. O casos en los que se utilicen diferentes cervezas y condiciones distintas a este estudio.

Por otra parte según lo observado en la tabla V.31., la cerveza victoria se correlaciona muy bien con las cervezas Búfalo y Toña, situación ya mencionada en otros apartados y que se refuerza con lo aquí encontrado.

Sin embargo la cerveza Búfalo se correlaciona casi la misma intensidad con las cervezas Toña y Brahva, aunque es un poco mejor en el caso de su correlación con la Toña.

Finalmente es bastante llamativo el observar que la cerveza Brahva se correlaciona un poco más con la Búfalo que con la Victoria y Toña. Situación que no se había detectado en los apartados anteriores.

En cuanto a la correlación entre las cervezas Victoria con la Búfalo y Toña, esto es posible a que todas provienen de la misma fábrica por lo que la materia prima, ruta de elaboración y procesos involucrados son similares, mientras que la poca correlación de la cerveza Victoria con la Brahva, se explica por las diferencias debidas a que provienen de fabricas diferentes y siguen diferentes procesos y utilizan diferentes materias primas.

Quizás la correlación encontrada entre las cervezas Búfalo y Brahva (mayor que con la Toña y Victoria), se deba a esta cerveza fue concebida por el fabricante para ser la competidora de la Brahva, por lo que posiblemente su formulación es un poco mas próxima no así la Victoria ni la Toña.

V.5. CORRELACION DE VARIABLES SENSORIALES DE LAS CERVEZAS

En la tabla V.32., se muestra la matriz transpuesta de la media de los datos de las variables sensoriales en función de las cervezas estudiadas. En la tabla V.33., se muestra la tabla del escalado de la matriz transpuesta. En la tabla V.34., se muestra el auto escalado (transformación Z) de la matriz escalada. En la Figuras V.24., se muestra el gráfico de dispersión del auto escalado de las cervezas Victoria – Búfalo.

Tabla V.32. Matriz transpuesta de la media de los datos de las variables sensoriales de las cervezas estudiadas

Variable	Victoria	Búfalo
Color Amarillo	5.105	4.842
Grado Turbidez	3.789	4.316
Grado Burbujas	4.842	4.789
Grado Alcohólico	5.305	4.937
Grado Amargor	5.895	4.684
Grado Acidez	4.842	4.053

Tabla V.33. Matriz escalada de la media de los datos de las variables sensoriales de las cervezas estudiadas

Variable	Victoria´	Búfalo´
Color Amarillo	0.625	0.893
Grado Turbidez	0.000	0.298
Grado Burbujas	0.500	0.833
Grado Alcohólico	0.720	1.000
Grado Amargor	1.000	0.714
Grado Acidez	0.500	0.000

CORRELACIÓN DE VARIABLES SENSORIALES

Tabla V.34. Matriz auto escalada de la media de los datos de las variables sensoriales de las cervezas estudiadas

Muestra	ZVict	ZBuf
Color Amarillo	0.205	0.691
Grado Turbidez	-1.690	-0.834
Grado Burbujas	-0.174	0.539
Grado Alcohólico	0.493	0.966
Grado Amargor	1.341	0.234
Grado Acidez	-0.174	-1.596

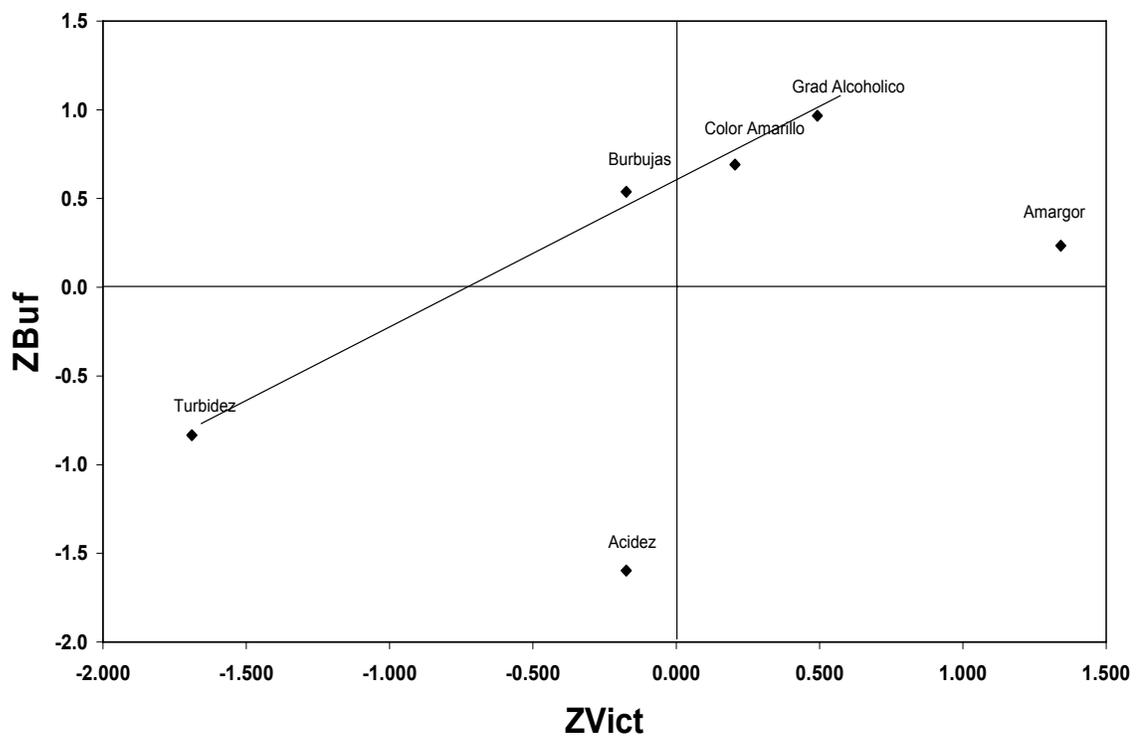


Figura V.24. Recta de regresión de las variables sensoriales auto escaladas de las cervezas Vitoria y Búfalo.

Tal y como se observa en la figuras de V.24, el gráfico de dispersión de las variables sensoriales auto escaladas de los pares de cerveza Victoria/Búfalo no permite establecer una tendencia clara, ya que la variables amargor y acidez forman por si solas grupos independientes en el espacio de las variables, sin embargo es posible establecer un cierto comportamiento lineal entre las restantes variables, por lo cual se volvió a realizar el grafico de dispersión sin las variables antes mencionadas. Esto se puede observar en la figura V.25.

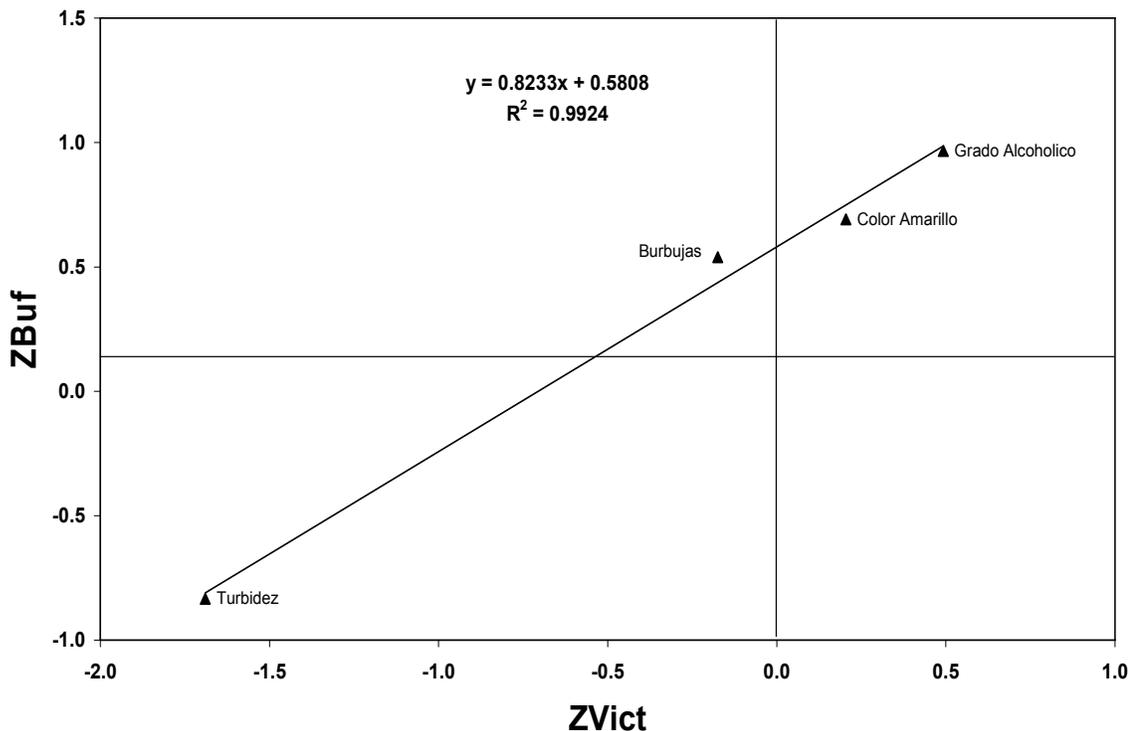


Figura V.25. Recta de regresión de las variables sensoriales auto escaladas de las cervezas Vitoria y Búfalo

En la Figura V.25, se puede observar en las variables sensoriales: turbidez, burbujas, color amarillo y grado alcohólico, se ajustan bastante bien a una recta de regresión, lo que nos permite presumir de la existencia de una relación de dependencia entre las variables sensoriales mencionadas en el par de cervezas analizadas.

Esto nos permite a su vez presumir de una posible similitud entre las cervezas Victoria y Búfalo en lo que respecta a estas variables sensoriales.

CORRELACIÓN DE VARIABLES SENSORIALES

Dado que el gráfico de dispersión de las variables sensoriales turbidez, burbujas, color amarillo y grado alcohólico, nos indicaba una relación lineal evidente entre estas variables, procedimos a elaborar una matriz correlación de dichas variables considerando el conjunto total de datos de estas variables. En la Tabla V.35 se muestra las correlaciones de las variables sensoriales con sus respectivos valores de coeficiente de Pearson. Por otra parte se obtuvo así mismo la matriz de correlación de la matriz transpuesta de las variables sensoriales, esto para obtener la posible correlación de las cervezas en función de estas variables, en la Tabla V.36, se muestra la matriz obtenida.

Tabla V.35. Matriz de correlación de las variables sensoriales de las cervezas estudiadas.

	Color Amarillo	Turbidez	Burbujas	Percepción de Alcohol	Percepción de Amargor	Percepción de Acidez
Color Amarillo	1.000					
Turbidez	0.155	1.000				
Burbujas	0.207	0.228	1.000			
Percepción de Alcohol	0.088	0.424	0.101	1.000		
Percepción de Amargor	0.242	0.440	0.120	0.433	1.000	
Percepción de Acidez	0.352	0.247	0.288	0.373	0.590	1.000

Tabla V.36. Matriz de correlación de las cervezas estudiadas en relación a las variables sensoriales consideradas

	Victoria	Búfalo
Victoria	1.000	
Búfalo	0.260	1.000

Según se observa en la tabla V.35., no hay correlación entre las variables sensoriales cuando se abarca el conjunto total de estas variables, ya que todos los valores de r son menores de 0.9, lo que nos indica una ausencia total de dependencias entre todas las variables sensoriales.

Por otra parte lo observado en la tabla V.36, en lo relativo a la correlación de las cervezas en función de las variables sensoriales no permite inducir que cuando tomamos el conjunto total de variables no hay correlación entre las cervezas analizadas sensorialmente.

Esto nos llevaría a considerar la posibilidad de que las variables sensoriales no son una buena forma de correlacionar las cervezas Victoria y Búfalo, al contrario de las variables físico químicas que si son una buena forma de relacionarlas.

VI. CONCLUSIONES

El desarrollo del presente estudio monográfico nos permitió establecer las siguientes conclusiones:

- 1) Los resultados de la encuesta de consumo y preferencia muestran que los mayores consumidores de cerveza son los del sexo masculino. La mayoría de los que consumen cervezas se ubican entre los 20, 21 y 22 años de edad. Se determinó que la cerveza mas consumida es la Victoria con 48.8% y la menos consumida es la Budweiser con 0.6%. La cerveza de mayor preferencia es la Victoria con 41.4%, lo que nos indica que esta cerveza además de ser la mas consumida también es la mas preferida.
- 2) Se obtuvieron los parámetros físicos - químicos de las cervezas Victoria, Búfalo, Toña y Brahva, siendo estos: pH, acidez, grado alcohólico, densidad, turbidez, contenido de aniones y cationes (Cloruro, Sulfato, Nitrato, Fosfato, Amonio, Potasio, Sodio, Calcio y Magnesio).
- 3) Se obtuvieron los parámetros sensoriales de las cervezas de menor y mayor consumo (Victoria y Búfalo), siendo estos: Color Amarillo, Turbidez, Burbujas, Percepción de Alcohol, Percepción de Amargor y Percepción de Acidez.
- 4) Al comparar los parámetros físico-químicos encontramos que las cervezas Victoria y Búfalo presentan mucha similitud, por otra parte la cerveza Brahva se diferencia totalmente de las otras cervezas estudiadas. Al comparar todas las cervezas aplicando Anova de un factor por bloque encontramos que no existe suficiente evidencia estadística como para descartar la similitud entre las cervezas. Al combinar las cervezas entre si obtuvimos resultados similares al Anova de un bloque, pero con diferentes probabilidades, lo que indica que esta similitud varia desde un 93.1% para la combinación de Victoria, Búfalo y Toña, hasta 27.5% para la combinación de Búfalo y Brahva, esto indica que aunque no se puede descartar la similitud entre las cervezas estudiadas, esta disminuye en la medida que la combinación incluye a la cerveza Brahva.

CONCLUSIONES

- 5) Al comparar los parámetros sensoriales de las cervezas de mayor y menor consumo, determinamos que la cerveza Victoria es más amarga y ácida que la Búfalo mientras que esta es mas turbia que la Victoria. Al comparar las dos cervezas mediante Anova de un factor de los parámetros sensoriales determinamos que no existe suficiente evidencia estadística como para descartar que estas cervezas sean iguales, lo cual esta en correspondencia con lo observado en los parámetros físico-químicos, aunque con diferentes probabilidades, siendo la menor la que corresponde a la comparación de amargor (14.9%) y la mayor 93.6% presencia de burbujas. acidez. Esto nos lleva a pensar que cuanto menor es la probabilidad mayor es la diferencia observada por los participantes en la encuesta entre las cervezas y cuanto mayor es la probabilidad menor es la diferencia observada por los participantes entre las cervezas.
- 6) Los gráficos de dispersión de las variables fisicoquímicas auto escaladas nos indican que existe dependencia entre las variables físico químicas de los pares de cervezas analizadas. La bondad del ajuste de las rectas obtenidas varia desde r^2 de 0.995 (Victoria/Búfalo) a $r^2 = 0.73$ (Toña/Brahva), siendo estas las cervezas mas parecidas y menos parecidas entre si. La correlación de estas variables nos indica que existe una alta correlación ($r = 1.00$) en la combinación de las variables, Cl^{-1}/NO_3^{-1} , $SO_4^{2-}/K^{1+}/Ca^{2+}$, $NO_3^{-1}/Cl^{-1}/SO_4^{2-}/NH_4^{1+}$, $NH_4^{1+}/Na^{1+}/Ca^{2+}/pH$ /Porcentaje de acidez, lo que quiere decir que el comportamiento de estas variables puede explicarse perfectamente con el comportamiento de las otras, esto es que cuando una aumenta la otra también lo puede hacer y viceversa.
- 7) El gráfico de dispersión de las variables sensoriales nos indica que no existe dependencia entre estas variables cuando tomamos en cuenta a la Percepción de Acidez y de Amargor, al no considerarlas si existe una dependencia. Al realizar la correlación del conjunto total de variables, encontramos que no hay correlación entre las cervezas analizadas sensorialmente, lo que nos lleva a considerar la posibilidad de que las variables sensoriales no son una buena forma de correlación, al contrario de las variables fisicoquímicas que si son una buena forma de correlación .

VII. RECOMENDACIONES

Una vez finalizado el presente estudio consideramos oportuno realizar las siguientes recomendaciones:

- 1) Aumentar la cantidad de cervezas a ser analizadas para una mejor comparación y evaluación de la calidad de las cervezas analizadas.
- 2) Excluir de la prueba sensorial el parámetro de acidez, para obtener una mejor correlación entre las variables sensoriales.
- 3) Hacer un análisis de correlación de todos los parámetros fisicoquímicos y sensoriales, de forma que se pueda establecer si su combinación es adecuada para la comparación de las cervezas analizadas.
- 4) Establecer una coordinación con la Compañía Cervecera de Nicaragua, S.A. para realizar un estudio a mayor profundidad.

VIII. BIBLIOGRAFIA

- 1) , F.X. Castañé Sitjas, M.Vera Soler. C. Escudero Pérez. S.A DAMM – BARCELONA. Aplicaciones de la Electroforesis Capilar en la Industria Cervecera
- 2) www.nlm.nih.gov/medlineplus/spanish/ency/article/002446.htm.
- 3) www.cerveceros-caceros-esp.com/cerveza/mode/53.
- 4) Usuarios. Lycos.es/vicobos/nutrición/bebidas.htm
- 5) Noble A.C., Arnold R.A., Buechsenstein J., Leach E.J., Schmidt J.O., Stern P.M. Am J Enol Vitic 1097; 38: 143-151.
- 6) Schweizer Brauerei-Rundschau, Zurich, 1975.
- 7) European Brewery Convention. Analytica EBC (3rd ed.), Method 7.1. El Rincón del Vago S.L. – C/ Toro, 76, 2º, 37002 Salamanca (España) condiciones de uso-
- 8) La Cerveza. La cerveza es una bebida de bajo contenido alcohólico resultante de fermentar mediante levadura seleccionada, el mosto elaborado con malta de cebada, arroz, maíz, lúpulo y agua. ... bibliográfico determinan que la cerveza, como bebida alcohólica moderada, es un alimento que tomado en cantidades eureka.ya.com/acita/alimento/cerveza.htm
- 9) F. Xavier Castañe control de validad sensorial en un grupo de cerveceros multifactoria.
- 10) Ramis R. Guillermo,A Coque Maria Cecilia, editorial Sintesis S.A. Vallehermoso,34-28015 Madrid QUIMIOMETRIA.

ENCUESTA

PARTICIPACIÓN EN PRUEBA DE CONSUMO DE CERVEZA

La presente encuesta tiene como objetivo el determinar la preferencia de los jóvenes en el consumo de una determinada cerveza y su disposición a participar en una prueba sensorial de estas. Por favor conteste con la mayor veracidad posible, marcando en su caso la respuesta de su elección de las posibles con una X. **Muchas Gracias por participar.**

I. DATOS GENERALES:

Fecha: _____ Sexo: F _____ M _____ Edad: _____ años
 Estado Civil: Soltera(o): Casada(o): Divorciada(o)/Separada(o):
 Carrera que cursa: _____ Año que cursa: _____
 Lugar de procedencia: Departamento: _____ Municipio: _____
 El lugar donde habita es: Familiar: Residencia/ Hotel/ Hospedaje:
 Casa de amiga(o): Otro:

II: DATOS DE PREFERENCIA:

1 Consume usted cerveza? Si No

Si su respuesta es negativa no debe continuar contestando la encuesta, por lo que le reiteramos nuestro agradecimiento, pase buen día.

2 De las siguientes cervezas cuales ha tomado usted?

Toña	<input type="checkbox"/>	Corona	<input type="checkbox"/>
Victoria	<input type="checkbox"/>	Premiun	<input type="checkbox"/>
Búfalo	<input type="checkbox"/>	Heineken	<input type="checkbox"/>
Brahva	<input type="checkbox"/>	Budweiser	<input type="checkbox"/>

3 De las que señalo anteriormente cual es la que mas consume? Nombre solo una de la lista anterior.

4 En base a la respuesta anterior, porque consume usted esa cerveza? por:

Placer	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
Tradición			
Precio	<input type="checkbox"/>	Sabor y aroma	<input type="checkbox"/>
Presentación	<input type="checkbox"/>	Prestigio	<input type="checkbox"/>
Presen de alcohol	<input type="checkbox"/>	Influencia	<input type="checkbox"/>
Color	<input type="checkbox"/>	Espumosidad	<input type="checkbox"/>

5 De las cervezas listadas en la pregunta 2, cual es su favorita?

6 Usualmente que tipo de presentación prefiere?

Botella 12 onzas

Botella de 1 litro

Lata

Six-pack

Otra: _____

7 Con que frecuencia consume usted cerveza?

Diariamente:

Una vez por semana:

1 a 3 veces por semana:

Una vez cada 15 días:

1 vez al mes:

De vez en cuando:

Casi nunca

Otra, especifique: _____

8 En que horario prefiere consumir cerveza con mayor frecuencia?

Matutino

Vespertino

Nocturno

9 Como suele consumir cerveza?

Solo

En pareja

En grupo

En familia

10 En que lugar prefiere tomar cerveza?

En casa

En local publico abierto

En local público cerrado

En fiestas

Otros, especifique _____

11- De las siguientes características como siente usted a su cerveza favorita. Puede marcar mas de una

Suave

Fuerte

Amarga

Dulce

Ácida

Salada

Espesa

Ligera

Otras, especifique _____

12- Le gustaría participar en una prueba sensorial de cerveza?

Si

No

Nombre y ubicación en la Facultad para informarle la fecha de la realización.

