

**DETERMINACIÓN DEL EFECTO TIEMPO-TEMPERATURA DURANTE EL
PROCESO DE PASTEURIZACIÓN SOBRE EL COLOR, AROMA Y “FLAVOR” DE
CERVEZA USANDO ANÁLISIS SENSORIAL**

Por

Ríchard Alex Cerna Castro

Tesis sometida en cumplimiento parcial de los requisitos para el grado de

MAESTRO EN CIENCIAS

en

Ciencia y Tecnología de Alimentos

UNIVERSIDAD DE PUERTO RICO

RECINTO UNIVERSITARIO DE MAYAGÜEZ

2006

Aprobado por:

Lynette E. Orellana, Ph.D.
Miembro, Comité Graduado

Fecha

Javier Huertas, M.S.
Miembro, Comité Graduado

Fecha

Carol Harper, Ph.D.
Presidenta, Comité Graduado

Fecha

Zarixia Zavala Ruiz, Ph.D.
Representante de Estudios Graduados

Fecha

Edna Negrón, Ph.D.
Directora, Programa CITA

Fecha

ABSTRACT

The pasteurization of beer an elaboration stage of microbiological stabilization, is measured in pasteurization units (PU). One PU is a thermal treatment equivalent to 60 °C by 1 minute. This study evaluated the combined effect of time and temperature of pasteurization on the sensory characteristics of beer such as color, aroma and flavor, among others. The study evaluated the effect of 5, 10, 15 and 25 PU in samples of beer obtained from the production line of India brewer, Mayagüez, PR. The Analysis of Variance (ANOVA) showed that no significant differences exist between the treatments evaluated at different pasteurization units. Also the external temperature in the retention zone was modified maintaining 5 PU at temperatures of 60, 70 and 75 °C. The statistical results showed that increasing the temperature and reducing the time of pasteurization does not affect the sensorial characteristics studied, when compared to the traditional process at 60 °C. All the pasteurized samples resulted in a microbial count of 0 UFC/ml, demonstrating that the thermal treatment was sufficient for the destruction of the existing microbial flora.

RESUMEN

La pasteurización de cerveza, una etapa de estabilización microbiológica, es medida en unidades de pasteurización (UP). Una UP equivale a un tratamiento térmico de 60 °C por 1 minuto. En este estudio se evaluó el efecto combinado del tiempo y temperatura en la pasteurización sobre características sensoriales de la cerveza tales como color, aroma y “flavor”, entre otros. El estudio evaluó el efecto de 5, 10, 15 y 25 UP en muestras de cerveza sin pasteurizar obtenidas de la línea de producción de la cervecería India, Mayagüez, PR. Los análisis estadísticos demostraron que no existen diferencias significativas en las unidades de pasteurización evaluadas. También, se modificó la temperatura externa en la zona de retención, manteniendo 5 UP y a temperaturas de 60, 70 y 75 °C. Los análisis estadísticos demostraron que el aumentar la temperatura y reducir el tiempo de pasteurización no afecta las características sensoriales estudiadas respecto a un proceso tradicional de 60 °C. Todas las muestras pasteurizadas presentaron un conteo microbiano de 0 UFC/ml, demostrando que el tratamiento térmico fue suficiente para la destrucción de la flora microbiana existente.

Derechos de Autor Reservados©

Richard Alex Cerna Castro

2006

Dedico esta tesis

A mi querida familia Cerna Castro

AGRADECIMIENTOS

Agradezco muy efusivamente a la Universidad de Puerto Rico, en especial al programa de Ciencia y Tecnología de Alimentos y a su Directora la Dra. Edna Negrón de Bravo.

A mi comité de tesis por sus sugerencias, asistencia y correcciones en aras de elaborar un documento útil para aquellos interesados en el tema de cerveza; por tanto expreso mi profunda gratitud a la Dra. Harper, Dra. Orellana y Profesor Javier Huertas.

Agradezco también a la empresa Cervecería India Inc., en especial al Gerente Max Díaz, su representante, por realizar todas las gestiones pertinentes.

Al personal de la Cervecería India Inc. en especial a los maestros cerveceros Daniel Stammberger, Henry Mora, Carlos Agelvis y Carlos del Castillo por su tiempo concedido en ser parte de mi panel sensorial y cuyos consejos sabios e invalorables fueron oportunos durante el desarrollo del trabajo experimental. Así mismo, agradezco al microbiólogo Irving Martínez.

A mis compañeros de estudios que de una u otra forma supieron brindarme su ayuda durante toda la etapa académica, en particular a aquellos que formaron parte del panel sensorial. Mil gracias.

Un agradecimiento muy especial a Gina Genoveva Toro Rodríguez.

Finalmente, expresar mi mayor gratitud a mi familia, mis padres Juan y Victoria, por sus consejos y apoyo moral, a mi madre por su fe en mi y ser un gran ejemplo de mujer, a mis hermanos Oscar y Ángela por sus palabras de aliento y ser siempre incondicionales; a mi cuñada Lenny Carrión Zegarra por compartir conmigo mi visión y ganas de construir una sociedad mejor, a mis queridos sobrinitos Fernandito “Tito” y Fiorelita “Chimi”. Que DIOS los bendiga por siempre.

TABLA DE CONTENIDOS

ABSTRACT	ii
RESUMEN	iii
AGRADECIMIENTO	vi
LISTA DE TABLAS	viii
LISTA DE FIGURAS	ix
LISTA DE APÉNDICES	x
1 INTRODUCCIÓN	2
2 REVISIÓN DE LITERATURA	5
3 MATERIALES Y MÉTODOS	19
3.1 Procedimiento Experimental	19
3.1.1 Obtención de las muestras	19
3.1.2 Proceso de pasteurización para muestras del objetivo 1	19
3.1.3 Características de los paneles sensoriales	21
3.1.4 Evaluación sensorial de muestras	22
3.2 Diseño Experimental	24
3.3 Análisis Complementarios	25
3.3.1 Análisis microbiológico	25
3.3.2 Análisis del nivel de oxígeno	26
3.3.3 Análisis de color	27
4 RESULTADOS Y DISCUSIONES	28
4.1 Resultado de Pasteurización	28
4.2 Resultados Estadísticos del Análisis Sensorial	40
4.2.1 Análisis estadístico de las puntuaciones del panel adiestrado	40
4.2.2 Análisis estadístico de las puntuaciones del panel de expertos (Maestros Cerveceros)	46
4.3 Resultados Microbiológicos	58
4.4 Resultados de Nivel de Oxígeno	59
5 CONCLUSIONES	61
6 RECOMENDACIONES	63
7 BIBLIOGRAFÍA	64

LISTA DE TABLAS

Tabla 1:	Temperatura en zonas de pasteurización	20
Tabla 2:	Tiempos de permanencia en zonas de curva de penetración-1	28
Tabla 3:	Rangos de temperatura de mayor influencia en UP-1	33
Tabla 4:	Tiempo de permanencia en zonas de curva de penetración-2	33
Tabla 5:	Rangos de temperatura de mayor influencia en UP-2	37
Tabla 6:	Tiempo de residencia en pasteurización para 5 UP a 60 °C	38
Tabla 7:	Tiempo de residencia en pasteurización para 5 UP a 70 °C	38
Tabla 8:	Tiempo de residencia en pasteurización para 5 UP a 75 °C	39
Tabla 9:	Resultados de panel sensorial adiestrado para color	41
Tabla 10:	Resultados de panel sensorial adiestrado para aroma	43
Tabla 11:	Resultados de panel sensorial adiestrado para “flavor”	45
Tabla 12:	Resultados panel sensorial expertos para color, aroma y “flavor”-1	47
Tabla 13:	Resultados panel sensorial expertos para notas de “off-flavor”-1	49
Tabla 14:	Resultados panel sensorial expertos para color, aroma y “flavor”-2	53
Tabla 15:	Resultados panel sensorial expertos para notas de “off-flavor”-2	55
Tabla 16:	Resultados de análisis microbiológico-1	58
Tabla 17:	Resultados de análisis microbiológico-2	59
Tabla 18:	Resultados de nivel de oxígeno en cerveza	60

LISTA DE FIGURAS

Figura 1:	Rueda de “Flavor” de cerveza	17
Figura 2:	Temperatura vs Tiempo para 5 UP	29
Figura 3:	Temperatura vs Tiempo para 10 UP	30
Figura 4:	Temperatura vs Tiempo para 15 UP	31
Figura 5:	Temperatura vs Tiempo para 25 UP	32
Figura 6:	Temperatura vs Tiempo para 5 UP a 60 °C	34
Figura 7:	Temperatura vs Tiempo para 5 UP a 70 °C	35
Figura 8:	Temperatura vs Tiempo para 5 UP a 75 °C	36
Figura 9:	Escala coordinada polar con medias de notas de “off-flavor” para cerveza con 5,10, 15 y 25 UP	51
Figura 10:	Escala coordinada polar con medias de notas de “off-flavor” para cerveza pasteurizada 60, 70 y 75 °C	57

LISTA DE APÉNDICES

Apéndice 1:	Hoja de evaluación de panel sensorial	68
Apéndice 2:	Resultado del proceso de pasteurización	72
Apéndice 3:	Resultados del análisis de varianza	97
Apéndice 4:	Características de la cerveza en el proceso de producción	104
Apéndice 5:	Fundamento complementario a los resultados de pasteurización	105
Apéndice 6:	Medidas de color en muestras de cerveza.	106

1 INTRODUCCIÓN

La cerveza es una bebida alcohólica de baja graduación, obtenida de la fermentación alcohólica de un extracto acuoso de cebada malteada. Sus constituyentes provienen de cuatro materias primas principales: malta, lúpulo, agua y agregados. Los agregados son fuentes de carbohidratos tales como arroz, maíz, trigo y otros cereales. El componente más abundante de la cerveza es el agua, que se acompaña de otros compuestos como el etanol, ácidos, compuestos nitrogenados, carbohidratos, sales minerales, vitaminas, sustancias espumantes, sustancias aromáticas y compuestos fenólicos [1, 2, 3].

La elaboración de cerveza comienza con la preparación del mosto, que es un extracto de los componentes presentes en la malta y agregados. Posteriormente se añade lúpulo a la mezcla y se calienta hasta el punto de ebullición. Luego se enfría y se inocula con un cultivo de levadura seleccionada (generalmente se usa *Saccharomyces cerevisiae*). Así se inicia la fase de fermentación, seguida de la maduración, filtración, envasado, pasteurización y empaclado [4].

La pasteurización de la cerveza es un tratamiento térmico que se realiza con el fin de inactivar las células vegetativas de microorganismos patógenos. Usualmente, este proceso se realiza en un pasteurizador tipo túnel, durante 10 a 20 minutos a una temperatura de 60 °C. Estas condiciones ofrecen normalmente una estabilidad biológica segura [5]; sin embargo la pasteurización puede afectar adversamente las cualidades sensoriales de la cerveza, comprometiendo negativamente su calidad, siendo mayor este efecto cuando la presencia de oxígeno disuelto es alta [6].

La mayoría de las cervecerías pasteurizan sus productos empleando un margen de seguridad en el tratamiento térmico, el que es requerido para estabilizar biológicamente la

cerveza. Estos márgenes de seguridad se expresan en unidades de pasteurización (UP). Una UP equivale a la pasteurización del medio a 60 °C por un minuto. Muchas cervecerías utilizan entre 5 y 15 UP en sus procesos. Este margen de seguridad se utiliza en la creencia de que el mismo compensa malas prácticas de higiene durante el proceso de elaboración. Sin embargo, los microorganismos de deterioro más comunes en la cerveza son destruidos por debajo de 1 UP [5]. Aún las levaduras salvajes, que son de los microorganismos que usualmente están presentes en la cerveza que ofrecen mayor resistencia al calor, requieren solamente 5.6 UP para su destrucción [7]. Tsang y Ingledew (1982) encontraron que *Pediococcus acidilactici*, un microorganismo contaminante, requiere valores mayores para su inactivación, alrededor de 6.1 UP; esto hace pensar que el rango de 5-15 UP parece ser excesivo y algo irrealístico [8].

Ciertas combinaciones de tiempo y temperatura de pasteurización tienen el mismo efecto en la reducción de microorganismos. Es por esto que se puede alcanzar los mismos resultados de reducción microbiana a menores tiempos, aumentando levemente la temperatura de pasteurización. Estas combinaciones de tiempo y temperatura no tienen necesariamente el mismo efecto sobre la degradación de aromas y sabores. M. Shimoda y colaboradores (2002) han estudiado el efecto de tiempo y temperatura sobre los cambios en los olores de reconstitución del jugo de manzana durante el proceso térmico [6]. Este estudio y todos los datos recogidos de muchas investigaciones han permitido armar un esquema que podría dar respuesta a la interrogante planteada en la presente investigación.

Dado que no se conoce cual es el efecto combinado del tiempo y temperatura de pasteurización sobre el sabor de la cerveza, sería sumamente conveniente realizar este tipo de estudio. Esto nos ayudaría a establecer parámetros de pasteurización más adecuados para obtener un producto con mejor sabor y a la vez estable desde el punto de vista microbiológico.

El objetivo principal de este estudio fue evaluar el efecto combinado de diferentes condiciones de pasteurización en las características sensoriales de la cerveza. Para cumplir con este objetivo se analizó los resultados obtenidos de los paneles sensoriales para las diferentes condiciones de pasteurización. Se usó la estadística como una herramienta importante, que permitió interpretar la prueba discriminativa diferente del control y la prueba de análisis descriptivo cuantitativo. Los análisis permitirán explorar si este rango térmico expresado en unidades de pasteurización es un rango irrealístico desde el punto de vista de la capacidad sensitiva del ser humano. Además, este trabajo dilucidará las dudas señaladas en investigaciones previas y tendrá un valor agregado para la industria cervecera interesada en la estabilización de su producto.

2 REVISIÓN DE LITERATURA

Proceso de Elaboración de Cerveza

La cerveza es una mezcla compleja, se han caracterizado en ella más de 400 componentes diferentes. Algunos de los constituyentes de la cerveza son derivados de las materias primas y permanecen sin cambiar durante el proceso de fabricación. Otros son el resultado de transformaciones químicas y bioquímicas de las materias primas durante la elaboración. Juntamente todos esos constituyentes hacen el carácter de la cerveza pero, en general, diferentes cervezas contienen proporciones diferentes de los mismos componentes más que constituyentes nuevos. No obstante, contaminación accidental o deliberada de la cerveza con microorganismos, aparte de la levadura, bien podría producir nuevos metabolitos [9].

Los constituyentes de la cerveza pueden ser divididos en componentes volátiles y no volátiles. Los constituyentes volátiles tienen una alta presión de vapor y son los responsables del aroma de la cerveza. Ellos están concentrados en el espacio de cabeza de los envases de cerveza [9]. Los componentes volátiles incluyen alcoholes, ésteres, aldehídos, cetonas, ácidos orgánicos, compuestos azufrados, aminas, compuestos fenólicos volátiles, algunos hidrocarburos y lactosas [10]. Los constituyentes no volátiles incluyen sales inorgánicas, azúcares, amino ácidos, nucleótidos, polifenoles y las resinas de lúpulo, junto con macromoléculas tales como polisacáridos, proteínas y ácidos nucleicos [9].

El proceso general de elaboración de cerveza en su forma elemental se puede resumir en los siguientes pasos:

- La cebada malteada se tritura para obtener una harina muy gruesa. A continuación se le añade agua para formar una masa o papilla y estimular los enzimas de la malta a solubilizar el endospermo degradado de la malta molida.
- El extracto acuoso, denominado mosto, se separa de los sólidos mediante filtración y la aspersion de más agua caliente sobre la masa.
- Una vez extraído el mosto se añade el lúpulo, el cual aportará a la cerveza sus características aromáticas propias. A continuación se realiza la cocción con lo que se detiene la acción enzimática, se esteriliza el mosto y se coagulan las proteínas.
- En la siguiente etapa, el mosto se clarifica, enfría y airea, para conseguir las condiciones ideales de crecimiento de las levaduras y el comienzo de la fermentación.
- Durante la fermentación, gran parte de los hidratos de carbono se convierten en alcohol y dióxido de carbono, mientras que otros metabolitos de las levaduras confieren aroma y sabor.
- La cerveza de fermentación o cerveza verde se deja madurar en los depósitos de guarda, donde se mantiene a baja temperatura para que tenga lugar la fermentación secundaria con la levadura arrastrada y precipiten las sustancias que de otro modo enturbiarían la cerveza.
- Por último, se realiza las operaciones de carbonatación, pasterización y envasado, cuyo orden dentro del proceso depende del tipo de envase utilizado [11].

El arte de fabricar cerveza ha sido parte hereditaria del hombre por miles de años. Por mucho tiempo, la cerveza se ha producido y consumido sin el beneficio de la estabilización

biológica practicada hoy. Todavía al final del siglo XIX, la cervecería era predominantemente una empresa local y, desde entonces la cerveza no era distribuida a largas distancias o almacenada por un periodo de tiempo apreciable. Por ello la pérdida por estabilidad no era un problema. En los últimos 100 años la tecnología y la necesidad han fomentado que la industria produzca un producto de cerveza que permanezca estable a temperatura ambiente aún después de un almacenamiento extenso [12].

El comienzo de los procesos de estabilización microbiológica moderna puede ser descrito por los trabajos hechos por Louis Pasteur. Los experimentos de Pasteur demostraron que el calentamiento del producto final a temperaturas suficientemente altas destruiría los microorganismos indeseables y evitaría subsiguiente daño a la calidad [12]. El proceso térmico aplicado a la cerveza por Louis Pasteur en 1870, estableció que temperaturas de 50 a 55 °C son suficientes para preservar la cerveza, pero no se especificó el tiempo de exposición [13].

Pasteurización de la Cerveza

La pasteurización podría definirse como un proceso térmico en el que temperaturas crecientes son usadas durante un periodo de tiempo preestablecido para destruir microorganismos indeseables en un producto [13]. El proceso no debería alterar perjudicialmente la calidad del producto a un nivel que resulte en una preservación del gusto y “flavor” incluso durante su almacenamiento [14], pero el objetivo primordial es asegurar la estabilidad biológica del mismo prolongando su tiempo de vida [13].

La pasteurización es comúnmente medida en la industria cervecera en términos de unidades de pasteurización (UP), un término creado pero no publicado por Benjamín, H.A. *American Can Lab Report* (1936) [15, 16]. Una UP es definida como la exposición uniforme del

producto a 60 °C por un minuto. Inicialmente, el cálculo de las UP ignoraba las porciones de ascenso y descenso en la curva temperatura vs. tiempo donde también se llevaba a cabo una considerable muerte microbial [17].

El equipo de pasteurización de cerveza envasada ha cambiado grandemente durante las últimas ocho décadas. Este desarrollo ha culminado en la actualidad en un equipo horizontal tipo atomizador o rocío. El mismo transporta los envases en una posición recta sobre un transportador horizontal a través de un túnel, por lo cual recibe el nombre de “pasteurizador tipo túnel” [12].

El pasteurizador tipo túnel tiene varias ventajas. Entre ellas se señala que el uso de este pasteurizador reduce los defectos adversos en el sabor. Sin embargo, es importante tener en consideración que algún deterioro debido a la oxidación del producto es inevitable después de la pasteurización. El deterioro de la cerveza es dependiente del contenido de oxígeno en el empaque, la temperatura y el tiempo de almacenamiento. Para reducir el deterioro del producto, el nivel de oxígeno es reducido durante el embotellado, dejando un espacio de cabeza limitado [18]. El proceso de transferencia de calor en este tipo de túnel es uno complejo debido a que la aspersión del agua caliente sobre los envases forma una película caliente en cada contenedor, siendo el calor transferido al envase por un proceso de convección forzada [19].

En una operación típica de pasteurización, el producto ingresa al pasteurizador a una temperatura de 35 °F y pasa a través de varias zonas de calentamiento progresivo la que permite subir la temperatura del producto a aproximadamente 140 °F. Esta temperatura es mantenida en la zona de retención. El producto entonces pasa a través de varias zonas de enfriamiento progresivo, las cuales bajan la temperatura entre 70 °F a 80 °F [19].

El número de zonas de calentamiento y enfriamiento en un pasteurizador tipo túnel depende de las dimensiones y de la producción total requerida del pasteurizador. Por ejemplo, en una máquina industrial las botellas típicamente pasarían a través de 6 zonas: una zona de precalentamiento (35 a 50 °C por 5 minutos), una de calentamiento (50 a 62 °C por 13 minutos), una de pasteurización (60 °C por 20 minutos), una de pre enfriamiento (60 a 49 °C por 5 minutos), una de primer enfriamiento (49 a 30 °C por 5 minutos) y por último una de segundo enfriamiento (30 a 12 °C por 5 minutos). El tiempo de pasteurización de cada botella es mayor que los 20 minutos a 60 °C. En adición algunas cervecerías usan temperaturas que exceden los 60 °C en el pasteurizador tipo túnel [15].

Antes de que las botellas se fabricaran delgadas y de vidrios más resistentes al choque térmico, el tiempo de calentamiento y de enfriamiento era muy extenso. Ahora, las botellas pueden calentarse y enfriarse más rápidamente. Esto permite acortar el ciclo de pasteurización y ayuda a prevenir el deterioro del producto, el cual ocurría debido a una exposición prolongada al calor [18].

En el pasado los cálculos de eficiencia de la pasteurización y de los procesos de calentamiento y enfriamiento no eran tomados en cuenta cuando se determinaba el total de unidades de pasteurización (UP). Estas omisiones eran una seria subestimación de los valores de UP en los procesos [18].

Durante la pasteurización es necesario tener sistemas de verificación en la operación para garantizar un funcionamiento apropiado. Es conveniente mantener un muestreo microbiológico para cierto número de empaques de cerveza por un periodo de operación. La implementación de este plan puede variar con el proceso de pasteurización usado, el margen de seguridad establecido y el historial de la eficiencia del proceso en la cervecería. Con los métodos

tradicionales de cultivo microbiológico, estos resultados no se obtienen inmediatamente, requiriendo de 2 a 7 días [20].

Estudios Asociados a la Pasteurización de la Cerveza

Mafart y colaboradores (1976) han revisado algunos de los métodos publicados para la detección rápida y rutinaria de microorganismos de cerveza filtrada o tratados por calor. También han discutido varias técnicas rápidas de filtración por membrana, las cuales envuelven la formación de micro colonias o células recuperadas de fluorescencia incubadas con un tinte indicador viable [20].

En adición, Mafart y colaboradores han propuesto un método radiométrico como alternativa a las ya mencionadas. El uso de lisina marcada radiactivamente permite diferenciar entre levaduras salvajes y levaduras cultivadas, estableciéndose que la medición radiactiva es proporcional al grado de contaminación. Esta técnica ha sido adoptada y modificada para la situación de la industria cervecera [20].

La enzima invertasa puede ser utilizada para el análisis rápido. Este método se basa en el factor de que todos los cultivos de levaduras producen esta enzima y la segregan en el interior de la cerveza durante la fermentación. Dado que esta enzima es destruida aproximadamente entre 5 a 6 UP, algunos autores recomiendan utilizar este rango para asegurar una completa esterilización [7, 21, 22, 23, 24]. Hans y Fleischman (1956) han correlacionado la cantidad de invertasa inactivada con el número de UP aplicados a la cerveza. Se concluye que si no hay actividad enzimática remanente, la cerveza ha recibido por lo menos 5.5 UP y por tanto no habrá desarrollo biológico [24].

Del Vecchio y colaboradores (1951) han indicado que la aplicación de 60 °C por 15 minutos es un estándar aceptado universalmente para la pasteurización de la cerveza, mientras las condiciones de limpieza e higiene se mantengan normales [7]. Las cervecerías de Norteamérica han reducido las UP aplicados en la pasteurización de la cerveza; así mismo, muchas cervecerías usan ahora un rango entre 5-15 UP [25]. Dallyn y Falloon (1976) han estudiado la resistencia al calor de levaduras en la pasteurización de la cerveza [15]. O'Connor y colaboradores (1991) han mencionado que las conclusiones de Dallyn y Falloon sobre la reducción del número de UP aplicados a cerveza enlatada resultan ser poco argüidas; ya que estas recomendaciones de 10 a 12 UP podrían ser aún elevadas y están basadas sobre la capacidad del calor en matar levaduras salvajes y ascosporas de levaduras cultivadas; además, estas ascosporas no están normalmente asociadas con productos de cerveza y el cambio de algunas cepas de levaduras incluidas en el estudio son cuestionables. Aunque la reducción de las UP sería requerida en el proceso de pasteurización, los valores encontrados son aún muy altos [5].

El establecimiento de 10 a 12 UP representa un exceso innecesario en la inactivación de microorganismos que son altamente resistentes al calor y que podrían estar presentes [15]. Se ha demostrado que células salvajes son los microorganismos más resistentes al calor presentes en la cerveza y se requiere 5.6 UP para su destrucción total. Estos estudios han confirmado que la aplicación de las UP en los tratamientos de calor tiene bastante éxito en proveer estabilidad biológica, aunque la calidad del producto se ve un tanto comprometida por la aplicación de márgenes de seguridad excesivos [7, 23].

Otros investigadores han observado que 4×10^7 cepas de *Pediococcus* por mililitro son eliminados por aplicación de 6.1 UP [8]. Así mismo, el microorganismo de deterioro más común

en la cerveza, que ha demostrado tener alta resistencia al calor es la bacteria ácido láctica [18]. El valor D_{60} (tiempo necesario para reducir el número de supervivientes al 10% del valor inicial) establecido para *Lactobacillus frigidus* es 0.45 [8, 18, 26, 27].

Los microorganismos tales como levaduras salvajes, cepas de *Pediococcus* o *Lactobacillus* heterofermentativo raramente existen en la industria de cerveza y la literatura encontrada así lo señala. La presencia de estos microorganismos representaría un serio problema si elevados recuentos se detectan en la cerveza. Algunos microorganismos pueden ser capaces de sobrevivir y multiplicarse en la cerveza pasteurizada; por ello, un rango de pasteurización alrededor de un organismo termoresistente se justifica si este organismo pasa a ser un contaminante regular, de lo contrario la aplicación de altos márgenes de seguridad compromete la calidad del producto y desperdicia una buena distribución de energía [8, 26, 27].

Es improbable que la temperatura de pasteurización a 60 °C pueda bajarse dramáticamente [5]. Menegazzi y Ingledew (1980) han investigado que levaduras de cerveza sujetas a 53 °C pueden recuperarse en medio líquido de 20 a 30 °C [28]. Con temperaturas sobre 50 °C un incremento de 7 °C elevaría diez veces el radio de muerte celular en mezclas de poblaciones contaminantes comunes en la industria de la cerveza [22].

Cada cervecería optimiza el número de UP aplicado a su situación. Algunas pueden ser capaces de usar valores bajos como 5 UP logrando así una menor alteración en el sabor; otras pueden tener una situación desafortunada teniendo un hábitat termotolerante en su planta o un repetido e incorrecto problema de contaminación, necesitando aplicaciones de 10 a 15 UP. Las cervecerías que realizan la estabilidad biológica deben considerar que es posible aplicar bajos valores de UP de manera que la calidad de la cerveza no se vea comprometida. Aunque resulte difícil conocer que microorganismo estará presente en la cerveza antes de la pasteurización, es

adecuado usar valores D y z (incremento en temperatura para reducir el valor D a la décima parte del inicial) del microorganismo de deterioro más resistente al calor, que permita calcular un efecto de destrucción mínimo [29]. McCaig King y colaboradores (1978) recomiendan que el valor z debe ser 8 °C, ya que este corresponde a un valor z más próximo a la bacteria ácido láctica más resistente [30].

“Flavor” de la Cerveza

El “flavor” ha sido descrito como una compleja sensación que comprende el gusto, olor, aspereza o suavidad, caliente o frío, acritud o desabrido [10]. Para propósitos de análisis sensorial, se prefiere seguir a Caul (según citado por Meilgaard y otros) y restringir el término a las impresiones percibidas vía las sensaciones químicas de un producto en la boca [31]. Si se considera a la cerveza dentro de este contexto el gusto y el olor son indudablemente las propiedades más importantes [10].

La calidad de la cerveza se halla en los ojos, nariz, boca y mente del consumidor. Sin embargo, aquello que se ve, huele, saborea y piensa es a veces imposible de descubrir. La investigación del consumidor puede dar cierta información, pero a menudo descansa en la responsabilidad del personal técnico de interpretar los deseos del segmento del mercado al cual se dirige el producto [32].

Una vez que el maestro cervecero ha conseguido el objetivo de producir una cerveza de calidad, el mantener esa calidad durante el tiempo es igual o más difícil. Para esto, es necesario monitorear y controlar diligentemente todas las facetas de producción. Las materias primas tienen que ser verificadas, el proceso debe estar controlado para asegurar una consistencia del “flavor” a través del tiempo y reducir variaciones de “flavor” en el producto. Es necesario

identificar puntos críticos de control en el proceso que tienen fuerte influencia en el “flavor” del producto final para asegurar una imagen uniforme [33].

Comparado con otras bebidas alcohólicas la cerveza muestra una pobre estabilidad del “flavor”. La aplicación de sistemas más rápidos, equipo de escala sobredimensionado, largas distancias de distribución, almacenamiento extendido bajo condiciones indeseables, y la tendencia a cerveza de baja gravedad están incrementando este problema. Ciertos tipos de cervezas son más o menos susceptibles a cambios en aroma y “flavor” durante la fermentación, almacenamiento y envejecimiento. El contenido de oxígeno durante el empaquetado y la temperatura durante la distribución y almacenamiento son parámetros importantes que afectan la estabilidad del “flavor” en la cerveza [34]. Dentro de los defectos de “flavor” en la cerveza se pueden citar los siguientes: granoso, cascaroso, astringente, diacetilo, mohocidad, medicinal, azorrillada, sulfuro de dimetilo, éster, vinoso, carácter de casa y oxidación [33].

En defecto de oxidación se puede decir con seguridad que todas las cervezas son susceptibles a la degradación de su “flavor” debido a la edad. Es casi imposible, detener el cambio de “flavor” que se da en la cerveza empaquetada mientras envejece, pero el cervecero prudente puede reducir la velocidad de este proceso al poner mucha atención en varios detalles de producción. La exposición de cerveza al oxígeno luego de la fermentación, durante la maduración, filtración o terminado o envasado, resultará en niveles de oxígeno disuelto demasiado altos en el producto. Probablemente el punto más común en el que se introduce aire en el producto es en la llenadora [33].

Hoy en día, algunos cerveceros han sustituido la política de almacenar y transportar su producto terminado en camiones de temperatura controlada y bodegas acondicionadas para reducir el potencial de envejecimiento acelerado o cambios oxidativos que ocurran en su cerveza.

El control de los niveles de oxígeno en el producto y los ciclos de temperatura que experimenta la cerveza desde el momento en que es envasada y consumida, son factores importantes para asegurarse de que la cerveza mantenga su “flavor” con el tiempo. Compuestos de “flavor” activos tales como trans-2-nonenal, acetaldehído y otros productos oxidativos de los constituyentes normales de la cerveza, son los responsables de impartir “flavors” a cartón, papel o paja en la cerveza vieja [33].

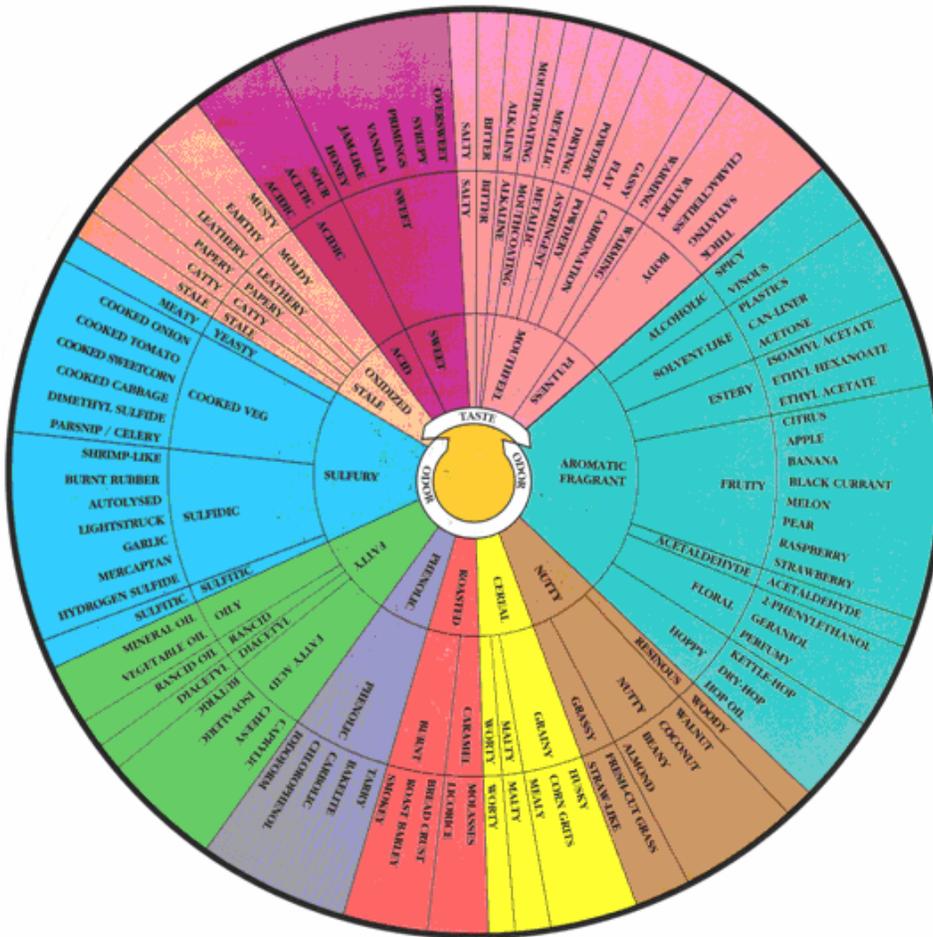
Las valoraciones sensoriales de la cerveza tropiezan con muchos problemas. Una de ellas es el lenguaje, debido a que los individuos se refieren a veces a cosa distintas con los mismos términos. Es posible entrenar al personal de laboratorio como al de fábrica con una colección de sustancias puras o de preparaciones complejas, de modo que les resulte fácil identificar ciertos aromas pero los trabajadores de la industria no son necesariamente representativos de los consumidores. Por otra parte, las condiciones de trabajo en estas pruebas pueden alejarse del ambiente relajado de consumo común. Por ello es necesario distinguir entre los paneles establecidos en la factoría que cumplen un papel analítico y las reuniones informales de consumidores, cuya función es la de manifestar su conformidad y disconformidad. Los paneles de laboratorio se establecen para seleccionar catadores de cerveza, para correlacionar la cerveza obtenida en 2 procesos fermentativos diferentes y para valorar los efectos producidos por un cambio de materias primas o de sistemas de trabajo [10].

Meilgaard (según Vicente, 1999) desarrolló una rueda de sabor en un esfuerzo por regularizar el idioma de análisis de sabor. La rueda de sabor se adoptó conjuntamente en los años setenta por la Convención de la Cervecería Europea, la Sociedad Americana de Químicos Cerveceros y la Asociación de Maestros Cerveceros de las Américas (EBC, ASBC y MBAA, por sus siglas en inglés respectivamente). La rueda de sabor de cerveza es la herramienta de

análisis sensorial estándar en la industria. Se empieza explorando los cuatro sabores básicos, pasando luego a través de los malos sabores y de los productos de fermentación [32]. La rueda de “flavor” (figura 1) es presentada para facilitar la ubicación de los términos dentro del sistema [33].

El sistema de terminología consiste de 14 clases. A estas se les da nombres generales para indicar el área en la cual se debe buscar cualquier tipo de “flavor”. Solo aquellos términos que tienen un número de cuatro dígitos son descriptores. Algunas clases tienen un término más amplio que sirven como una descripción común para todos los términos en la clase; otras clases no contienen esto ya que el lenguaje no tiene un término adecuado [33].

Figura1: Rueda de “Flavor” de Cerveza



Fuente: Rueda de “flavor” desarrollada por la Sociedad Americana de Químicos Cerveceros, Convención Europea Cervecera y la Asociación de Maestros Cerveceros de las Américas

Pruebas Sensoriales

Las técnicas de catar pueden dividirse en dos categorías principales: pruebas de diferencia y pruebas descriptivas. Entre los dos extremos de meramente detectar una diferencia, y de elaborar una descripción comprensiva del “flavor”, hay una variedad de métodos que pueden dar información cualitativa y cuantitativa sobre la naturaleza de cualquier diferencia [33].

El análisis cuantitativo descriptivo es un método desarrollado por la Tragon Corporation donde establece una lista de atributos que describe el producto. Las calificaciones de cada atributo son analizadas estadísticamente para determinar diferencias significativas entre los productos evaluados y para monitorear la confiabilidad del panel y de los panelistas [33].

3 MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Procedimiento Experimental

3.1.1 Obtención de las Muestras

Se tomaron muestras al azar de cerveza lager embotelladas en envases de 12 oz y sin pasteurizar. Este muestreo se realizó directamente de la línea 3 de embotellado de la cervecería India Inc. (Mayagüez, P.R). Las muestras de cerveza se transportaron al laboratorio de control de calidad en una nevera para mantener la temperatura de la cerveza entre 3-5 °C. La temperatura fue monitoreada con un termómetro digital previamente calibrado.

Todos los envases de cerveza fueron muestreadas de la válvula 40 de las 100 válvulas existentes en la llenadora de la línea 3 para asegurar un nivel de oxígeno similar en cada uno de los envases. Las condiciones de la llenadora fueron: 320 botellas/minuto, 37-40 PSI y temperatura de cerveza entre 36-40 °F.

3.1.2 Proceso de Pasteurización para Muestras del Objetivo 1

Las muestras fueron sometidas a 25 °C y 35 °C en las zonas de precalentamiento 1 y 2, respectivamente. El tiempo de retención en cada zona fue de 10 minutos. Luego las muestras fueron colocadas en un equipo denominado Forcing Test, el cual esta provisto de un sistema de calentamiento y enfriamiento, con variaciones de 50 a 60 °C y de 60 a 50 °C, respectivamente. Los tiempos de retención variaron para satisfacer las unidades de pasteurización que fueron evaluadas.

El proceso de pasteurización finalizó al llevar las muestras a las zonas de pre-enfriamiento. Siendo las mismas zonas de pre-calentamiento 2 y 1 en sentido inverso. Los tiempos de retención fueron de 10 minutos en cada zona.

Las siguientes condiciones fueron utilizadas en el sistema Forcing Test: “ rango de temperatura de trabajo -5 hasta 65 °C, exactitud de temperatura ± 0.3 , radio máximo de flujo 11 L/min, presión máxima 260 mbar, protección de exceso de temperatura 0-80 °C y temperatura ambiente permisible 5-30 °C.”

El proceso de pasteurización para el objetivo 2 se realizó sometiendo las muestras a 10 zonas de calentamiento y enfriamiento. En cada zona de tratamiento se mantuvo a la temperatura que se especifica en la siguiente tabla:

Tabla 1: Temperaturas en zonas de pasteurización

TRATAMIENTO (°C)	TEMPERATURAS DE ZONAS DE PASTEURIZACIÓN (°C)									
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
60	25	35	50	60	60	60	50	35	25	25
70	25	35	50	60	70	60	50	35	25	25
75	25	35	50	60	75	60	50	35	25	25

Leyenda:

- | | |
|--|--|
| <p>I = zona de precalentamiento 1</p> <p>II = zona de precalentamiento 2</p> <p>III = zona de precalentamiento 3</p> <p>IV = zona de calentamiento 1 tratamiento 60 °C
Zona de calentamiento tratamientos 70 °C y 75 °C</p> <p>V = zona de calentamiento 2 tratamiento 60 °C
Zona de retencion tratamientos 70 °C y 75 °C</p> <p>VI = zona de retencion tratamiento 60 °C
Zona de preenfriamiento 1 tratamientos 70 °C y 75 °C</p> | <p>VII = zona de preenfriamiento 1 tratamiento 60 °C
zona de preenfriamiento 2 tratamientos 70 °C y 75 °C</p> <p>VIII = zona de preenfriamiento 2 tratamiento 60 °C
zona de preenfriamiento 3 tratamientos 70 °C y 75 °C</p> <p>IX = zona de preenfriamiento 3 tratamiento 60 °C
zona de preenfriamiento 4 tratamiento 70 °C y 75 °C</p> <p>X = zona de enfriamiento</p> |
|--|--|

Las temperaturas del punto crítico de la cerveza en la botella fueron registradas usando un datalogger integrado a un programa computarizado denominado EbiWinlog.

3.1.3 Características de los Paneles Sensoriales

El análisis sensorial se realizó utilizando un panel adiestrado y un panel de expertos para el objetivo 1. El análisis sensorial para el objetivo 2 fue realizado usando el panel de expertos.

Panel Adiestrado

Se evaluaron las características sensoriales de color, aroma y “flavor” de la cerveza, mediante un panel sensorial conformado por 20 panelistas (10 hombres y 10 mujeres) debidamente adiestrados, de acuerdo al método internacional de la Sociedad Americana de Químicos Cerveceros.

Las características de los panelistas fueron las siguientes: sus edades estaban entre los 23 a 42 años. Todos dijeron ser bebedores de cerveza excepto un panelista y pertenecían a diferentes países (Puerto Rico, Perú, Colombia y Venezuela). Los panelistas recibieron adiestramiento básico en diferenciación de color, olor y “flavor”. Se enfatizó en el reconocimiento de 3 “flavors”: acetaldehído, metálico y papel.

Panel de Expertos

Se evaluaron las características sensoriales de color, aroma, “flavor” general y notas de “off-flavor” para acetaldehído, metálico, papel, almendra, cuero y especie de la cerveza, mediante un panel sensorial conformado por 4 panelistas expertos. Estos expertos son maestros cerveceros. Las técnicas aplicadas en la evaluación sensorial están de acuerdo con el método internacional de la Sociedad Americana de Químicos Cerveceros.

Las características de los panelistas expertos son las siguientes: sus edades se encuentran entre 34 a 55 años, pertenecen a diferentes países (Venezuela, Cuba y Colombia), tienen más de 20 años de experiencia en el análisis sensorial de la cerveza, todos son trabajadores de la Cervecería India Inc. y son responsables de la calidad organoléptica de la cerveza Medalla.

3.1.4 Evaluación Sensorial de Muestras

Panel Adiestrados

La evaluación sensorial final de las muestras de cerveza se llevó a cabo en cabinas de degustación individual construidas para este fin. Para la prueba de color los panelistas recibieron 1 muestra control rotulado con la letra C y 4 muestras codificadas con 3 dígitos debidamente aleatorizadas. El volumen de cada muestra fue de 80 ml en vasos de vidrio. Para la prueba de aroma y “flavor” las cantidades fueron las mismas con diferentes códigos y un orden aleatorio también diferente. Los vasos utilizados en esta prueba fueron coloreados y la intensidad luminosa de la sala fue disminuida. En ambas pruebas se dispuso a cada panelista de vasos con agua, café, galletas sin sal y sin azúcar, servilletas y vasos para el desperdicio. Así mismo, se les proporcionó un lápiz y hojas de evaluación para evaluar color, aroma y “flavor” según se indican en el Apéndice 1. El agua con las galletas sin sal y sin azúcar y el café se ofreció para evitar la saturación de las papilas gustativas y el sentido olfativo respectivamente. Se aseguró que las temperaturas de las muestras se encontraban entre 10.0 ± 1.0 °C.

Las sesiones de adiestramiento se realizaron en las instalaciones de la sala de conferencia Eugene Frances del Edificio de Física de la Universidad de Puerto Rico, Recinto Universitario de Mayagüez. Cada sesión tuvo una duración de 2.5 horas.

Panel de Expertos

La evaluación sensorial final de las muestras de cerveza para los panelistas se llevó a cabo en cabinas de degustación individual construidas para este fin. Para la prueba de color los panelistas recibieron una muestra control rotulado con la letra C y 4 muestras codificadas con 3 dígitos debidamente aleatorizadas. El volumen de cada muestra también fue de 80 ml servidos en vasos de vidrio. Para la prueba de aroma y “flavor” las cantidades fueron las mismas con diferentes códigos y un orden aleatorio también diferente. Los vasos utilizados en esta prueba fueron coloreados y la intensidad luminosa de la sala fue disminuida. En ambas pruebas se dispuso a cada panelista de vasos con agua, café, galletas sin sal y sin azúcar, servilletas y vasos para el desperdicio. Así mismo, se les proporcionó un lápiz y hojas de evaluación para evaluar color, aroma, “flavor” y notas de “off-flavors” como se muestran en el Apéndice 1. El agua con las galletas sin sal y sin azúcar y el café se ofreció para evitar la saturación de las papilas gustativas y el sentido olfativo respectivamente. Se aseguró que la temperatura de las muestras se encontraban entre 10.0 ± 1.0 °C.

La evaluación sensorial se llevó a cabo en una sala de conferencia de la empresa Cervecería India Inc. Cada sesión tuvo una duración de 1.0 hora aproximadamente.

3.2 Diseño Experimental

Objetivo específico 1:

El diseño experimental usado fue uno en bloques completos aleatorizados. Cada panelista representó un bloque en este estudio.

Se evaluó el efecto de 5, 10, 15 y 25 unidades de pasteurización sobre cada atributo sensorial, usando la prueba de Diferencias del Control. Las respuestas de los panelistas se registraron sobre una escala lineal de 150 mm, con una puntuación de 0 para no diferente y 150 para extremadamente diferente. Estas puntuaciones fueron analizadas usando el programa de INFOSTAT y las diferencias entre los tratamientos fueron evaluadas usando la prueba de comparación múltiple con un control o prueba de Dunnett.

Las notas de “flavors” en las muestras de cerveza dadas por el panel de expertos, se evaluaron mediante la prueba sensorial Análisis Cuantitativo Descriptivo (QDA, por sus siglas en inglés). Las respuestas se registraron sobre una escala lineal de 150 mm y fueron analizadas usando el programa de INFOSTAT. Una puntuación de 0 y 150 significaban una nota de “off-flavor” suave y fuerte respectivamente. Las diferencias entre las medias se analizaron mediante la prueba de Tuckey.

Objetivo específico 2:

El diseño experimental usado fue un diseño en bloques completos aleatorizados. Cada panelista representó un bloque en este estudio.

Se evaluó el efecto de 5 unidades de pasteurización con diferentes temperaturas externas (60 °C, 70 °C y 75 °C) sobre cada atributo sensorial usando la prueba de Diferencias del Control. Las respuestas de los panelistas se realizaron sobre una escala lineal de 150 mm, con una puntuación de 0 para no diferente y 150 para extremadamente diferente, estas puntuaciones

fueron analizadas usando el programa de INFOSTAT y las diferencias entre los tratamientos fueron evaluadas usando la prueba de comparación múltiple con un control o prueba de Dunnett.

Las notas de “off-flavors” en las muestras de cerveza dadas por el panel se evaluaron mediante la prueba sensorial Análisis Cuantitativo Descriptivo (QDA, por sus siglas en inglés). Las respuestas se hicieron sobre una escala lineal de 150 mm de longitud y fueron analizadas usando el programa de INFOSTAT, una puntuación de 0 y 150 en la escala lineal significaban una nota de “off-flavor” suave y fuerte respectivamente. Las diferencias entre las medias se analizaron mediante la prueba de Tuckey.

3.3 Análisis Complementarios

3.3.1 Análisis microbiológico

Los análisis microbiológicos fueron realizados en una cabina de seguridad biológica LABCONCO PURIFIER CLASS I del laboratorio de control de calidad de la Cervecería India Inc. Se analizó microbiológicamente las muestras pasteurizadas y se determinó el efecto térmico sobre los microorganismos aeróbicos y anaeróbicos. Los análisis se realizaron por duplicado para cada uno de los tratamientos térmicos evaluados.

Previo a los análisis se preparó el medio de cultivo suspendiendo 62 g de polvo de Universal Beer Agar (UBA) en 750 ml de agua purificada. Se mezcló bien y se calentó en un plato caliente agitando frecuentemente. Se dejó hervir durante 1 minuto para disolver completamente el polvo. Con el medio estuvo aún caliente, se agregó 250 ml de cerveza comercial (no desgasificada) y se mezcló bien. Luego se autoclaveó a 121 °C durante 10 minutos.

Para determinar la presencia de microorganismos aeróbicos en las muestras pasteurizadas y sin pasteurizar, se añadió 1 ml de cerveza con una pipeta 1/100 sobre placas petri (100x15 mm), moviendo suavemente las placas sobre una superficie para esparcir la muestra. Se agregó entonces el medio de cultivo UBA previamente preparado a una temperatura de 45 °C, moviendo nuevamente la muestra con el cultivo y se dejó enfriar hasta que solidificó. Las placas con las muestras fueron incubadas a 32.5 °C por 48 horas. El conteo de colonias fue hecho usando un contador de colonias DARKFIELD QUEBEC AO y se expresaron los valores obtenidos en UFC/ml.

Para determinar la presencia de microorganismos anaeróbicos en las muestras pasteurizadas y sin pasteurizar, se siguió el procedimiento usado en la determinación de microorganismos aeróbicos, diferenciándose de esta por el proceso de incubación de las placas las cuales se colocaron en una jarra BBL Gaspak. Junto a las placas, se colocó un sobre generador de dióxido de carbono (Gaspak) para producir una atmósfera de 10% CO₂. La calidad de la atmósfera fue monitoreada usando un indicador de dióxido de carbono; siendo el tiempo de incubación de 7 días a una temperatura de 25 °C. Se procedió entonces a realizar el conteo de colonias, expresando los valores finales en UFC/ml.

3.3.2 Análisis del Nivel de Oxígeno

Las botellas de cerveza fueron agitadas a 40 rpm durante 5 minutos en un agitador rotativo a fin de homogenizar el oxígeno del espacio de cabeza en el líquido de cada botella. Luego se determinó el nivel de oxígeno de la cerveza en un analizador de oxígeno MicroLogger O₂ 3650 Orbisphere y los valores obtenidos se expresaron en ppm.

3.3.3 Análisis de Color

Se determinó el color en las muestras de cervezas tratadas a diferentes UP con un espectrofotómetro de precisión GENESYS 10 UV a 430 nm de longitud de onda. Las muestras de cerveza se colocaron en pequeñas cubetas a 20 °C, previamente desgasificadas y la lectura se expresó en unidades de método estándar de referencia (°SRM, por sus siglas en inglés).

4 RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1 Resultado de Pasteurización

Objetivo 1

Los datos de tiempo y temperatura registrado por el Datalogger se presentan en el Apéndice 2. Así mismo, el comportamiento de penetración de calor para muestras pasteurizadas a 5, 10, 15 y 25 UP se presenta en las figuras 2, 3, 4 y 5 respectivamente. En todas estas curvas se muestra claramente las tres zonas de tratamientos con tiempos de duración según se especifica en la tabla 2 presentada a continuación:

Tabla 2: Tiempos de permanencia en zonas de curva de penetración-1

UP	TIEMPO(min)		
	zona 1	Zona 2	zona 3
5	45.0	12.0	23.0
10	50.0	12.0	23.0
15	52.5	12.0	31.0
25	51.5	18.0	30.5

El comportamiento de la temperatura es similar en todas las unidades de pasteurización; la facilidad de penetración de calor en la cerveza se debe al comportamiento cíclico del fluido en el envase, comportamiento que es distinto en otros fluidos viscosos y alimentos sólidos.

El ascenso de la temperatura alcanzado en la fase final de la primera zona y toda la segunda zona se consigue del calor almacenado en el envase, después se pasa a la última zona con un descenso notable de la temperatura, cuya pendiente es mayor al de la primera zona.

En la última zona se aprecia ondulaciones más visibles debido a los cambios de temperatura externa de 50 a 35 °C y 35 a 25 °C expuestas a las muestras, siendo los tiempos de ocurrencia aproximado 61.0, 72.0 min; 70.0, 80.5 min; 75.5, 86.0 min y 80.5, 90.5 min para 5, 10, 15 y 25 UP respectivamente.

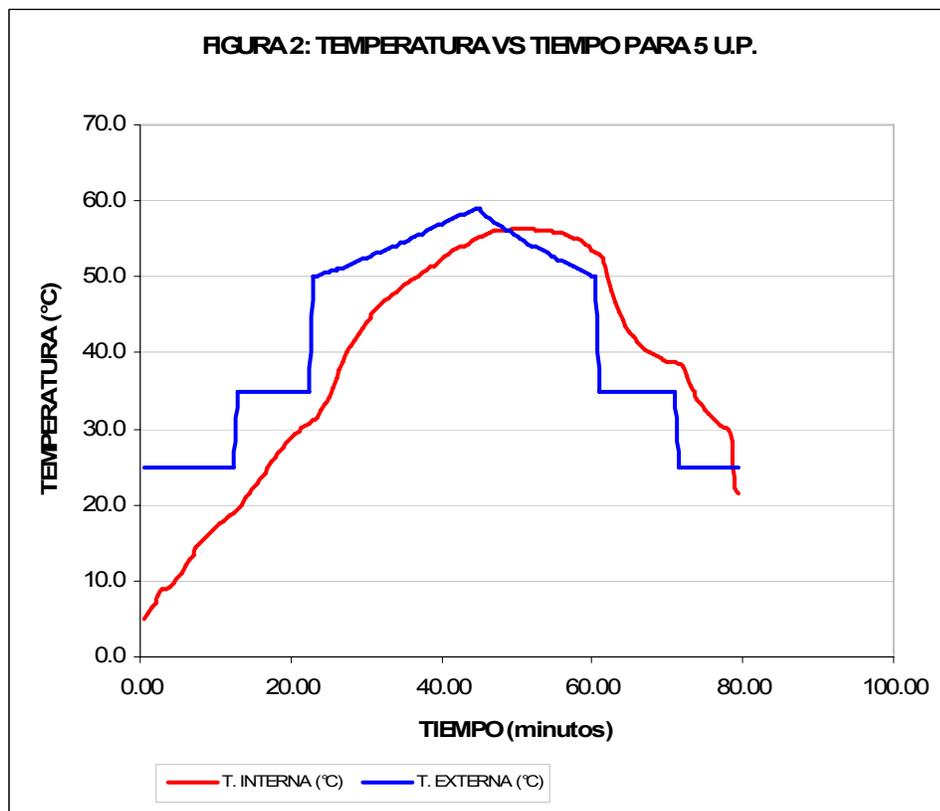


FIGURA 3: TEMPERATURA VS TIEMPO PARA 10 U.P.

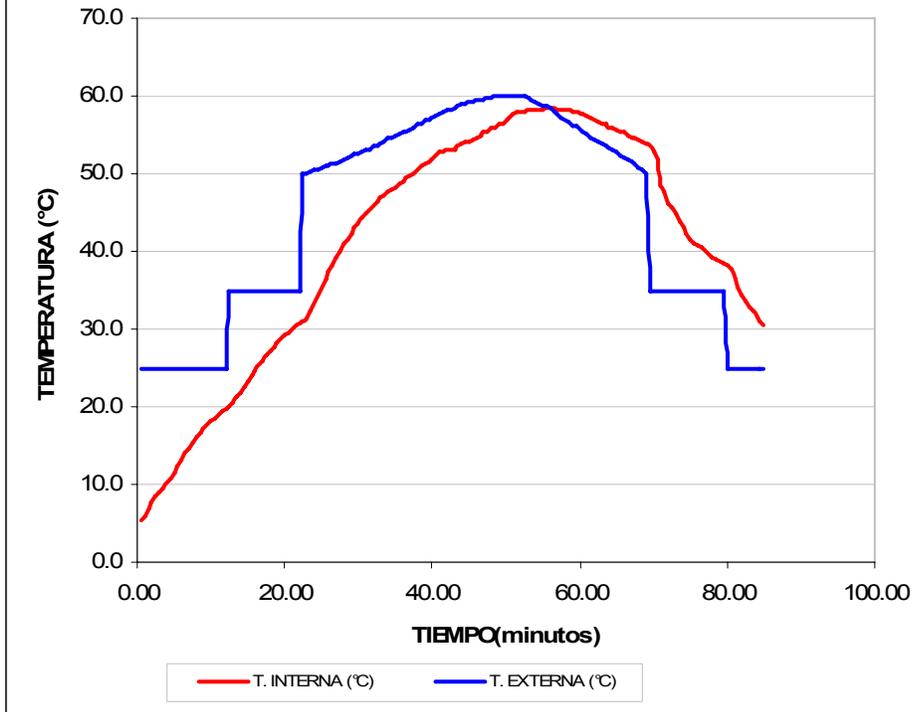
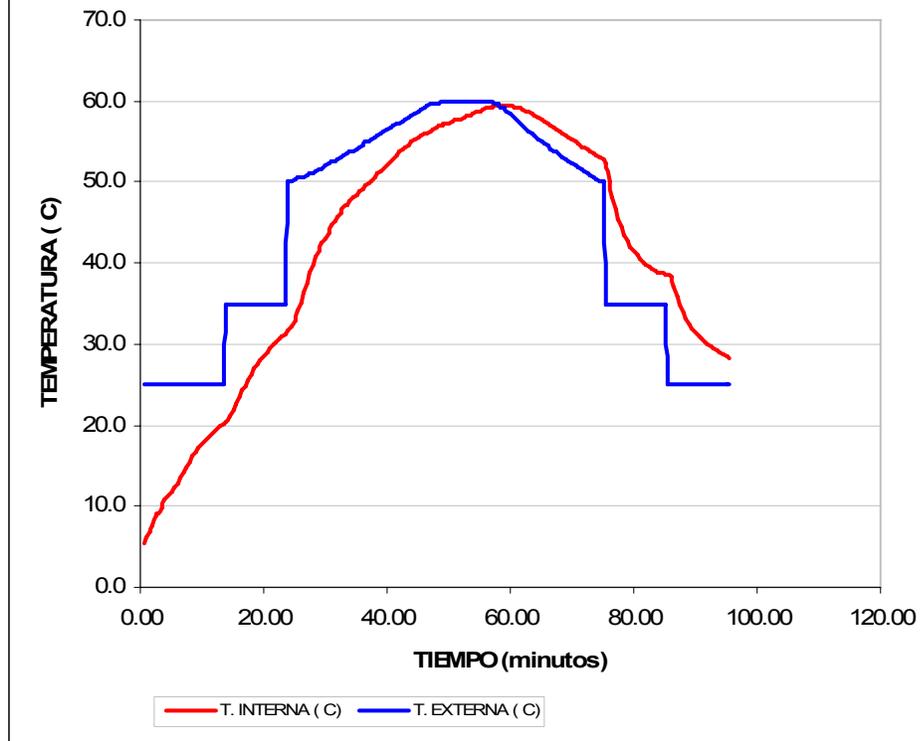
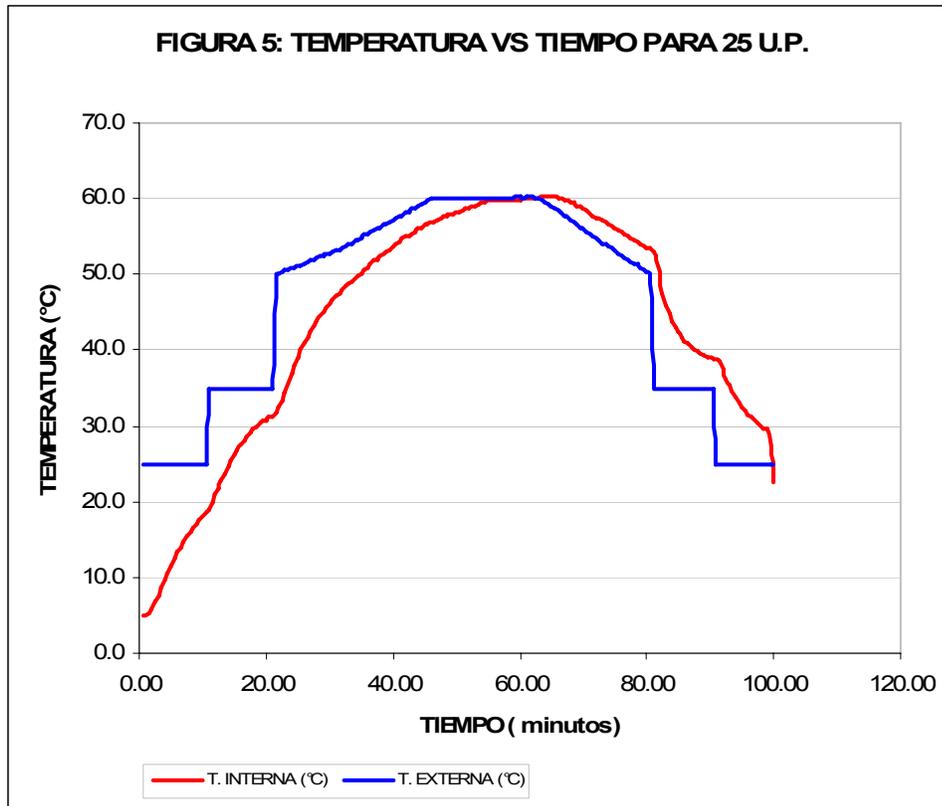


FIGURA 4: TEMPERATURA VS TIEMPO PARA 15 U.P.





El valor de las unidades de pasteurización calculadas en los tratamientos, se ve influenciada por ciertos rangos de temperatura según se describen en la tabla 3. Por ejemplo para 5 UP los rangos van de 50.1 – 56.4 – 50.2 °C; en ese sentido los rangos encontrados para 10, 15 y 25 UP son 50.0 – 58.4 - 48.9 °C, 50.2 – 59.5 – 50.0 °C y de 50.2 – 60.2 – 49.6 °C respectivamente. Del análisis se deduce que la influencia de estos rangos sobre los valores de 5, 10, 15 y 25 UP son 97.0, 98.7, 99.6 y 99.3% respectivamente.

Tabla 3: Rangos de temperatura de mayor influencia en UP-1

UP	RANGOS (°C)	
	rango 1	rango 2
5	50.1 - 56.4	56.4 - 50.2
10	50.0 - 58.4	58.4 - 48.9
15	50.2 - 59.5	59.5 - 50.0
25	50.2 - 60.2	60.2 - 49.6

Objetivo 2

El comportamiento de penetración de calor para muestras pasteurizadas a 5 UP con temperaturas máximas externas a 60, 70 y 75 °C. Se presenta en las figuras 9, 10 y 11 respectivamente. En todas estas curvas se muestra claramente las tres zonas de tratamiento con tiempos de duración según se especifica en la tabla 4 presentada a continuación:

Tabla 4: Tiempo de permanencia en zonas de curva de penetración-2

TEMPERATURA EXTERNA (°C)	TIEMPO(min)		
	zona 1	Zona 2	zona 3
60	23.5	5.5	19.0
70	17.0	5.5	12.5
75	16.5	4.5	11.5

El ascenso de la temperatura para la muestra expuesta a 60 °C es como sigue: la fase final de la primera zona y aproximadamente el 73% de la segunda zona se consigue a 60 °C, el 27%

restante de la segunda zona lo hace con el calor almacenado por el envase; así mismo, para las muestras a 70 y 75 °C el ascenso de la temperatura en la fase final de la primera zona se consigue a 70 y 75 °C respectivamente, y alrededor de 73 y 78% de la segunda zona se logra a 60 °C en ambos casos, pero el 27 y 22% restante de la segunda zona se consigue por el calor almacenado en el envase; finalmente se observa un descenso notable de la temperatura en la última zona para ambos tratamientos.

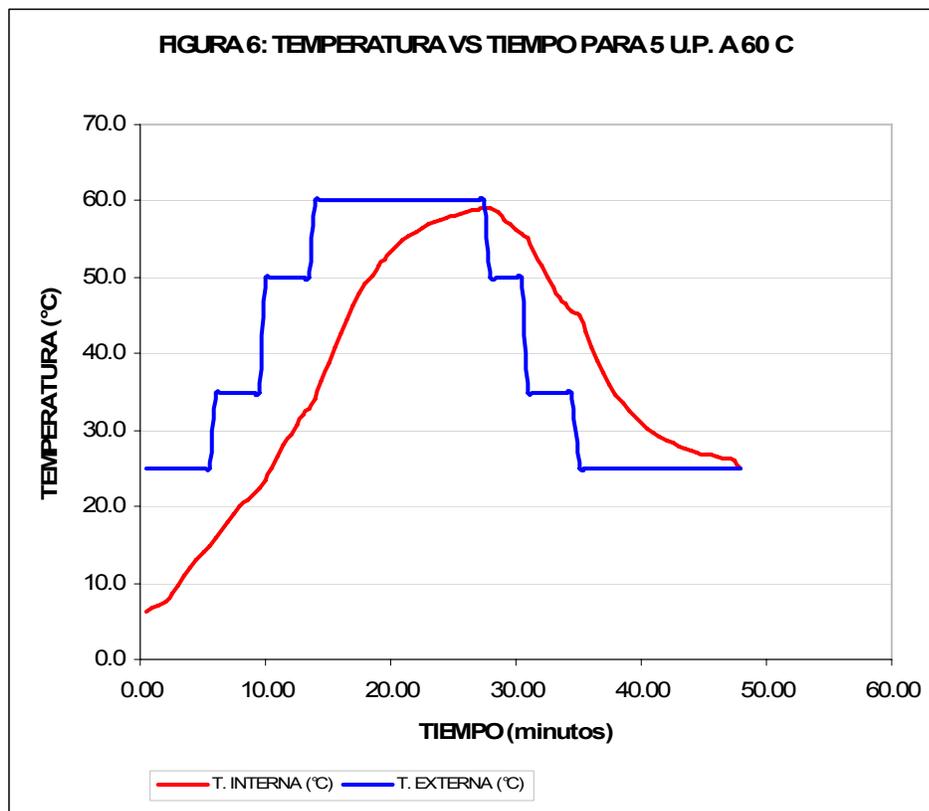
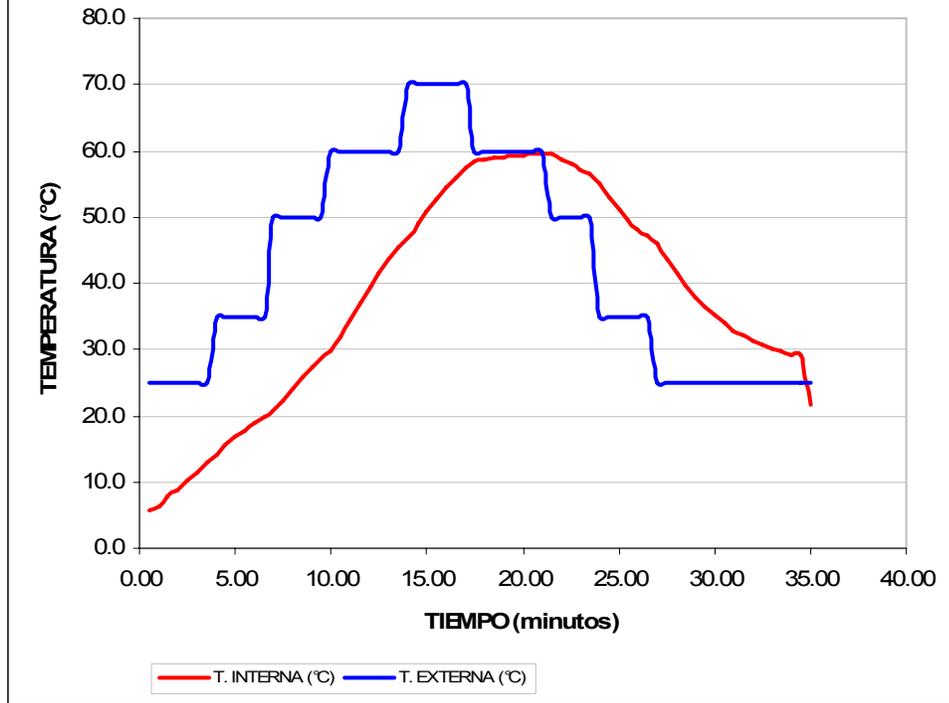
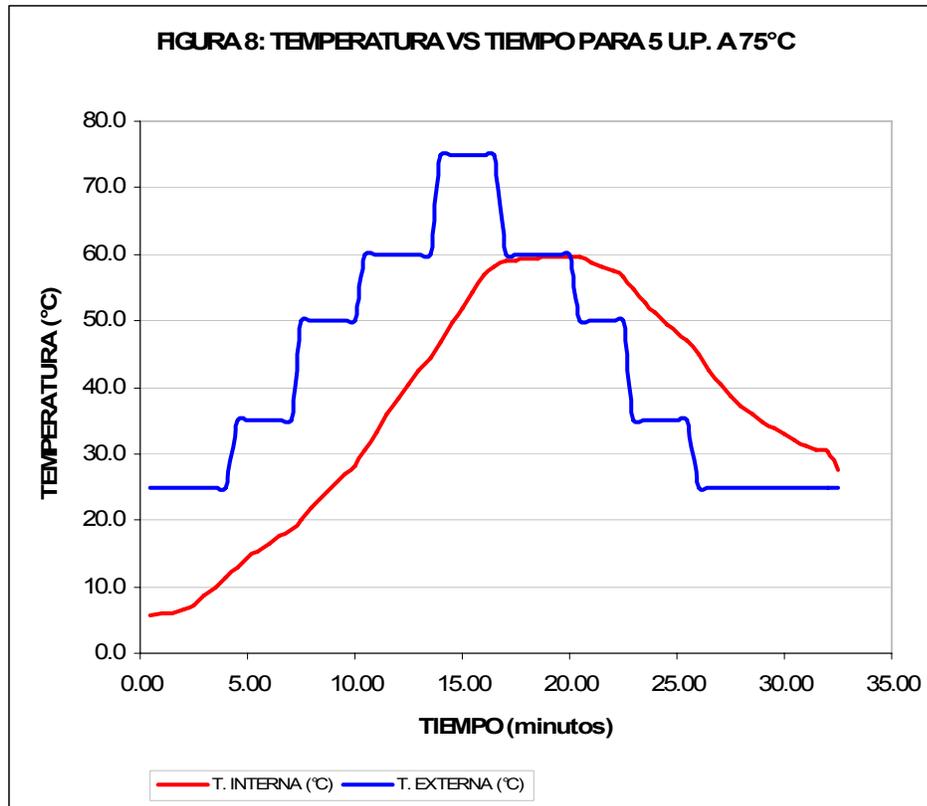


FIGURA 7: TEMPERATURA VS TIEMPO PARA 5 U.P. A 70 C





El valor de las 5 UP en todos los tratamientos se ve influenciada por ciertos rangos de temperatura según se describen en la tabla 5. Por ejemplo para muestras a 60 °C los rangos van de 50.3 – 59.1 – 49.9 °C; en ese sentido los rangos encontrados para 70 y 75 °C son 50.8 – 59.6 – 49.5 °C y 49.6 – 59.6 – 49.4 °C respectivamente. Del análisis se deduce que la influencia de estos rangos sobre el valor de 5 UP son 98.5, 98.9, 99.3 y 99.3% respectivamente.

Tabla 5: Rangos de temperatura de mayor influencia en UP-2

TEMPERATURA EXTERNA (°C)	RANGOS (°C)	
	rango 1	rango 2
60	50.3 - 59.1	59.1 - 49.9
70	50.8 - 59.6	59.6 - 49.5
75	49.6 - 59.6	59.6 - 49.4

En las tablas 6, 7 y 8 se observan los tiempos de residencia de los envases en cada etapa del pasteurizador para muestras a 60, 70 y 75 °C, siendo el tiempo total de 46.714, 34.129 y 31.565 min, respectivamente. El proceso de pasteurización simula el tratamiento térmico aplicado a envases en un equipo pasteurizador Barry-Wehmler serial № 6931; por tanto, las velocidades del transportador determinadas fueron 1.65, 2.10 y 2.27 pies/min para 60, 70 y 75 °C, respectivamente. Estas velocidades equivalentes han sido utilizadas para obtener los datos en las curvas de penetración de calor mostradas previamente.

Tabla 6: Tiempo de residencia en pasteurización para 5 UP a 60 °C

ETAPAS PASTEURIZADOR	TEMPERATURA EXTERNA (°C)	TIEMPO DE RESIDENCIA (minutos)
Precalentamiento		
1	25.0	5.048
2	35.0	4.042
3	50.0	4.042
Calentamiento		
1	60.0	5.048
2	60.0	4.042
Retención	60.0	5.048
Preenfriamiento		
1	50.0	3.030
2	35.0	4.042
3	25.0	4.042
Enfriamiento	25.0	8.330

Tabla 7: Tiempo de residencia en pasteurización para 5 UP a 70 °C

ETAPAS PASTEURIZADOR	TEMPERATURA EXTERNA (°C)	TIEMPO DE RESIDENCIA (minutos)
Precalentamiento		
1	25.0	3.967
2	35.0	3.176
3	50.0	3.176
Calentamiento		
1	60.0	3.967
2	70.0	3.176
Retención	60.0	3.967
Preenfriamiento		
1	50.0	2.381
2	35.0	3.176
3	25.0	3.176
Enfriamiento	25.0	3.967

Tabla 8: Tiempo de residencia en pasteurización para 5 UP A 75 °C

ETAPAS PASTEURIZADOR	TEMPERATURA EXTERNA (°C)	TIEMPO DE RESIDENCIA (minutos)
Pre calentamiento		
1	25.0	3.670
2	35.0	2.938
3	50.0	2.938
Calentamiento		
1	60.0	3.670
2	60.0	2.930
retención	60.0	3.670
Preenfriamiento		
1	50.0	2.203
2	35.0	2.938
3	25.0	2.938
Enfriamiento	25.0	3.670

4.2 Resultados Estadísticos del Análisis Sensorial

4.2.1 Análisis Estadístico de las Puntuaciones del Panel Adiestrado

Los resultados del panel sensorial referente a los atributos de color, aroma y “flavor” se pueden observar en las tablas 9, 10 y 11, respectivamente.

De la tabla 9 se observa que las puntuaciones dadas por los panelistas a las muestra pasteurizadas a 5, 10, 15 y 25 UP varían desde 0 a 135, 0 a 116.5, 0 a 113 y desde 0 hasta 86.2, respectivamente. Todas las muestras obtuvieron la mínima puntuación; sin embargo la muestra con 5 UP presentó una puntuación ligeramente mayor con respecto a las otras muestras.

La muestra con 5 UP recibió una puntuación de 0 por parte de 6 panelistas; mientras que la muestra con 10 UP recibió 0 por parte de 2 panelistas. De igual forma las muestras con 15 y 25 UP recibieron puntuación 0 por parte de 10 y 5 panelistas respectivamente. La muestra con 15 UP tuvo la mayor cantidad de panelistas con puntuación mínima; el resto de panelistas obtuvieron puntuaciones entre el mínimo y el máximo previamente descrito.

Tabla 9: Resultados de panel sensorial adiestrado para color

PANELISTA	PUNTUACIONES							
	5 UP		10 UP		15 UP		25 UP	
	Escala 0-150	%						
1	0.0	0	16.0	11	0.0	0	0.0	0
2	7.0	5	116.5	78	92.5	62	59.5	40
3	24.5	16	36.9	25	24.5	16	49.4	33
4	10.0	7	4.9	3	0.0	0	0.0	0
5	0.0	0	10.0	7	0.0	0	10.0	7
6	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0
7	20.0	13	54.0	36	34.5	23	9.0	6
8	5.5	4	13.0	9	16.5	11	5.5	4
9	51.5	34	6.0	4	36.0	24	41.5	28
10	9.4	6	63.8	43	0.0	0	86.2	57
11	10.0	7	10.0	7	0.0	0	0.0	0
12	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0
13	0.0	0	5.0	3	0.0	0	11.9	8
14	8.4	6	8.4	6	20.0	13	34.5	23
15	11.0	7	21.5	14	0.0	0	34.9	23
16	5.0	3	10.9	7	1.0	1	1.0	1
17	0.0	0	17.5	12	2.5	2	5.9	4
18	2.0	1	5.0	3	0.0	0	8.4	6
19	6.5	4	11.0	7	9.0	6	5.0	3
20	135.0	90	6.0	4	113.0	75	45.0	30

En el apéndice 3.1 se presenta el análisis de variancia (ANOVA) aplicado a las puntuaciones obtenidas del panel para el atributo sensorial color. Estos datos, al igual que el resto de los resultados estadísticos presentados aquí se obtuvieron utilizando el programa INFOSTAT.

Del ANOVA no se encontraron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos y el control ($\alpha = 0.05$); sin embargo si existen diferencias significativas entre los

panelistas. El efecto de las unidades de pasteurización aplicadas en muestras de cerveza no presentó diferencias desde el punto de vista sensorial para el atributo color. Además, debe enfatizarse que el efecto del tratamiento a 25 UP, cuyo valor cae fuera del rango aceptado en la industria cervecera (el cual va de 5 – 15 UP), es similar al efecto causado por los demás tratamientos que si se encontraron dentro del rango indicado.

En la tabla 10 se presentan las puntuaciones dadas por los panelistas. Para las muestras de 5 UP las puntuaciones varían desde 0 a 115.1, similarmente observamos rangos de 0 a 124, 2.5 a 102 y desde 0 hasta 121 para las muestras pasteurizadas a 10, 15 y 25 UP, respectivamente. Las muestras de 5, 10 y 25 UP presentan la mínima puntuación, siendo 2.5 la puntuación mínima para la muestra 15 UP; sin embargo las puntuaciones máximas son ligeramente diferentes, siendo mayor en la muestra de 10 UP.

La muestra con 5 UP recibió una puntuación de cero por parte de 1 panelista; mientras que la muestra con 10 UP recibió cero por parte de 5 panelistas. De igual forma la muestra con 25 UP recibió puntuación cero por parte de 2 panelistas y la de 15 UP no recibió puntuación cero. La muestra con 10 UP tuvo la mayor cantidad de panelistas con puntuación mínima; el resto de panelistas obtuvieron puntuaciones entre el mínimo y el máximo previamente descrito.

Tabla 10: Resultados panel sensorial adiestrado para aroma

PANELISTA	PUNTUACIONES							
	5 UP		10 UP		15 UP		25 UP	
	escala 0-150	%	escala 0-150	%	escala 0-150	%	escala 0-150	%
1	109.0	73	0.0	0	83.5	56	80.0	53
2	33.0	22	64.5	43	91.5	61	121.0	81
3	115.1	77	124.0	83	13.5	9	67.0	45
4	28.1	19	40.5	27	4.0	3	15.5	10
5	15.0	10	0.0	0	7.0	5	0.0	0
6	0.0	0	0.0	0	6.0	4	9.5	6
7	83.6	56	72.0	48	102.0	68	115.0	77
8	18.0	12	10.0	7	29.5	20	24.0	16
9	30.0	20	53.6	36	40.0	27	46.5	31
10	23.0	15	107.0	71	2.5	2	12.1	8
11	3.8	3	4.8	3	4.8	3	0.0	0
12	54.5	36	14.5	10	14.5	10	14.5	10
13	67.0	45	42.5	28	42.5	28	53.5	36
14	21.0	14	0.0	0	43.0	29	5.0	3
15	43.1	29	7.0	5	43.1	29	77.0	51
16	14.5	10	3.0	2	20.0	13	9.0	6
17	3.6	2	0.0	0	14.0	9	14.0	9
18	3.4	2	7.5	5	21.8	15	11.1	7
19	91.0	61	69.1	46	81.2	54	1.1	1
20	110.0	73	82.0	55	12.5	8	32.0	21

El apéndice 3.2 representa el ANOVA aplicado a las puntuaciones obtenidas del panel para el atributo sensorial aroma. De este análisis se puede observar que no se encontraron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos y el control ($\alpha = 0.05$); sin embargo si existen diferencias entre los panelistas. El efecto de las unidades de pasterización aplicadas en muestras de cerveza no presentó diferencias desde el punto de vista sensorial para el atributo aroma. Además, debe enfatizarse que el efecto del tratamiento a 25 UP, cuyo valor cae fuera del

rango aceptado en la industria cervecera, es similar al efecto causado por los demás tratamientos que si se encontraron dentro del rango indicado.

En la tabla 11 se presentan las puntuaciones dadas por los panelistas para “flavor”. Las muestras de 5 UP las puntuaciones varían desde 0 a 150, similarmente observamos rangos de 0 a 143.1, 5 a 128.5 y desde 4 hasta 139.5 para las muestras pasteurizadas a 10, 15 y 25 UP, respectivamente. Las muestras de 5 y 10 UP presentan la mínima puntuación, mientras que 5 y 4 son las mínimas puntuaciones para 15 y 25 UP, respectivamente. Así mismo, se observa que las puntuaciones máximas son ligeramente diferentes, siendo mayor la puntuación en la muestra con 5 UP.

Las muestras con 5 y 10 UP recibieron puntuaciones de cero por parte de 3 y 4 panelistas, siendo la muestra con 10 UP la que presenta mayor cantidad de panelistas con puntuación cero; los demás panelistas dan puntuaciones entre el mínimo y el máximo previamente descrito.

Tabla 11: Resultados panel sensorial adiestrado para “flavor”

PANELISTA	PUNTUACIONES							
	5 UP		10 UP		15 UP		25 UP	
	escala 0-150	%	escala 0-150	%	escala 0-150	%	escala 0-150	%
1	150.0	100	0.0	0	105.0	70	13.5	9
2	87.0	58	118.5	79	54.0	36	25.0	17
3	73.9	49	143.1	95	17.0	11	40.1	27
4	28.0	19	38.5	26	5.0	3	18.0	12
5	0.0	0	0.0	0	16.5	11	27.8	19
6	0.0	0	3.0	2	6.1	4	9.1	6
7	85.0	57	65.0	43	98.1	65	73.1	49
8	23.0	15	17.0	11	6.5	4	10.0	7
9	22.0	15	54.5	36	42.0	28	65.0	43
10	16.1	11	84.0	56	101.0	67	7.0	5
11	0.0	0	0.0	0	10.5	7	10.5	7
12	51.0	34	39.0	26	20.5	14	20.5	14
13	5.0	3	7.0	5	30.0	20	30.0	20
14	5.0	3	2.0	1	30.0	20	48.0	32
15	83.0	55	74.1	49	15.5	10	83.0	55
16	4.0	3	0.0	0	49.5	33	33.0	22
17	36.0	24	51.0	34	64.0	43	43.0	29
18	50.5	34	56.0	37	42.5	28	36.0	24
19	114.5	76	98.1	65	128.5	86	4.0	3
20	23.5	16	114.0	76	78.0	52	139.5	93

El apéndice 3.3 presenta el ANOVA aplicado a las puntuaciones obtenidas del panel para el atributo sensorial “flavor”. De este análisis se puede observar que no se encontraron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos y el control ($\alpha = 0.05$), sin embargo si existen diferencias entre los panelistas. El efecto de las unidades de pasterización aplicadas en muestras de cerveza no presentó diferencias desde el punto de vista sensorial para el atributo “flavor”. Además, debe enfatizarse que el efecto del tratamiento a 25 UP cuyo valor cae fuera

del rango aceptado en la industria cervecera, es similar al efecto causado por los demás tratamientos que si se encontraron dentro del rango indicado.

4.2.2 Análisis Estadístico de las Puntuaciones del Panel de Expertos (Maestros Cerveceros)

Análisis estadístico objetivo 1

Los resultados del panel sensorial referente a los atributos de color, aroma y “flavor” se pueden observar en la tabla 12. También las puntuaciones dadas por este panel de expertos sobre las notas de malos sabores referente a acetaldehído, metálico, papel, almendra, cuero y especie se observan en la tabla 13.

De la tabla 12 se observa que las puntuaciones dadas por los panelistas a las muestras pasteurizadas a 5, 10, 15 y 25 UP varían según el atributo, por ejemplo para color se observa una variación desde 0 a 3.5, 0 a 19, 0 a 36 y desde 0 hasta 49, respectivamente; de igual forma para aroma las variaciones obtenidas son 25.3 a 119.5, 0 a 37, 8 a 138 y desde 3 hasta 25.1, finalmente para “flavor” las variaciones observadas son 0 a 92.4, 6 a 106.2, 4 a 114 y desde 28.3 hasta 96.9, respectivamente.

En el atributo color todas las muestras tuvieron puntuaciones mínimas, mientras que en aroma y “flavor” solo las muestras de 10 UP y 5 UP alcanzan dicha puntuación. También en el atributo color se observa que las puntuaciones máximas son ligeramente diferentes entre las muestras tratadas a 10, 15 y 25 UP pero son diferentes respecto a la de 5 UP la cual tiene la puntuación máxima más pequeña. Del mismo modo, se observa que para el atributo color las puntuaciones máximas son ligeramente diferentes entre las muestras tratadas a 5 y 15 UP pero son diferentes respecto a las muestras con 10 y 25 UP las cuales muestran las puntuaciones

máximas más pequeñas. Por último, para “flavor” se observa que las puntuaciones máximas son ligeramente diferentes entre las muestras, siendo la muestra tratada 15 UP la que mayor puntuación tiene.

En el atributo color las muestras con 10 y 25 UP recibieron puntuación cero por parte de 3 panelistas y en las de 5 y 15 UP la recibieron de 2 panelistas respectivamente; para aroma solamente la muestra de 10 UP recibió puntuación cero por parte de 2 panelistas y en “flavor” solo la muestra de 5 UP recibió puntuación cero por parte de 1 panelista. El resto de panelistas dan puntuaciones entre el mínimo y el máximo previamente descrito.

Tabla 12: Resultados panel sensorial expertos para color, aroma y “flavor”-1

PANELISTA	ATRIBUTO	PUNTUACIONES							
		5 UP		10 UP		15 UP		25 UP	
		escala 0-150	%	escala 0-150	%	escala 0-150	%	escala 0-150	%
1	Color	3.2	2	0.0	0	3.2	2	0.0	0
	Aroma	25.3	17	0.0	0	20.0	13	8.4	6
	“Flavor”	0.0	0	6.0	4	23.8	16	31.0	21
2	Color	3.5	2	19.0	13	36.0	24	49.0	33
	Aroma	44.0	29	17.0	11	8.0	5	25.1	17
	“Flavor”	43.0	29	14.0	9	4.0	3	28.3	19
3	Color	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0
	Aroma	60.0	40	37.0	25	60.0	40	16.8	11
	“Flavor”	10.0	7	73.2	49	96.9	65	96.9	65
4	Color	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0
	Aroma	119.5	80	0.0	0	138.0	92	3.0	2
	“Flavor”	92.4	62	106.1	71	114.0	76	71.2	47

Los apéndices 3.4, 3.5 y 3.6 presentan el ANOVA aplicado a las puntuaciones obtenidas del panel para los atributos sensoriales color, aroma y “flavor” respectivamente. De este análisis se puede observar que no se encontraron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos y el control ($\alpha = 0.05$), sin embargo si existen diferencias entre los panelistas para los atributos color y “flavor”; no así para aroma. El efecto de las unidades de pasteurización aplicadas en muestras de cerveza no presentó diferencias desde el punto de vista sensorial para los atributos estudiados. Además, debe enfatizarse que el efecto del tratamiento a 25 UP cuyo valor cae fuera del rango aceptado en la industria cervecera, es similar al efecto causado por los demás tratamientos que si se encontraron dentro del rango indicado.

De la tabla 13 se puede observar que las puntuaciones dadas por los panelistas a las muestra pasteurizadas de 5, 10, 15 y 25 UP varían dependiendo de la nota de “off-flavor” analizada, se observa que tales variaciones van desde cero hasta una puntuación máxima, excepto para la muestra de 25 UP que tiene una puntuación mínima en el atributo acetaldehído. Así mismo la puntuación máxima se observa en la muestra de 10 UP y para todos los atributos.

El atributo metálico, especie y cuero recibieron puntuación cero en todas las muestras por parte de 1, 3 y 3 panelistas respectivamente; mientras que acetaldehído y almendra recibieron tal puntuación por parte de 1 panelista en 5, 10 y 15 UP y 5, 10 y 25 UP, respectivamente. Finalmente el atributo papel recibió puntuación cero de 2 panelistas en 5, 10 y 25 UP, el resto de panelistas dan puntuaciones entre el mínimo y el máximo ya descrito.

Tabla 13: Resultados panel sensorial expertos para notas de “off-flavor”-1

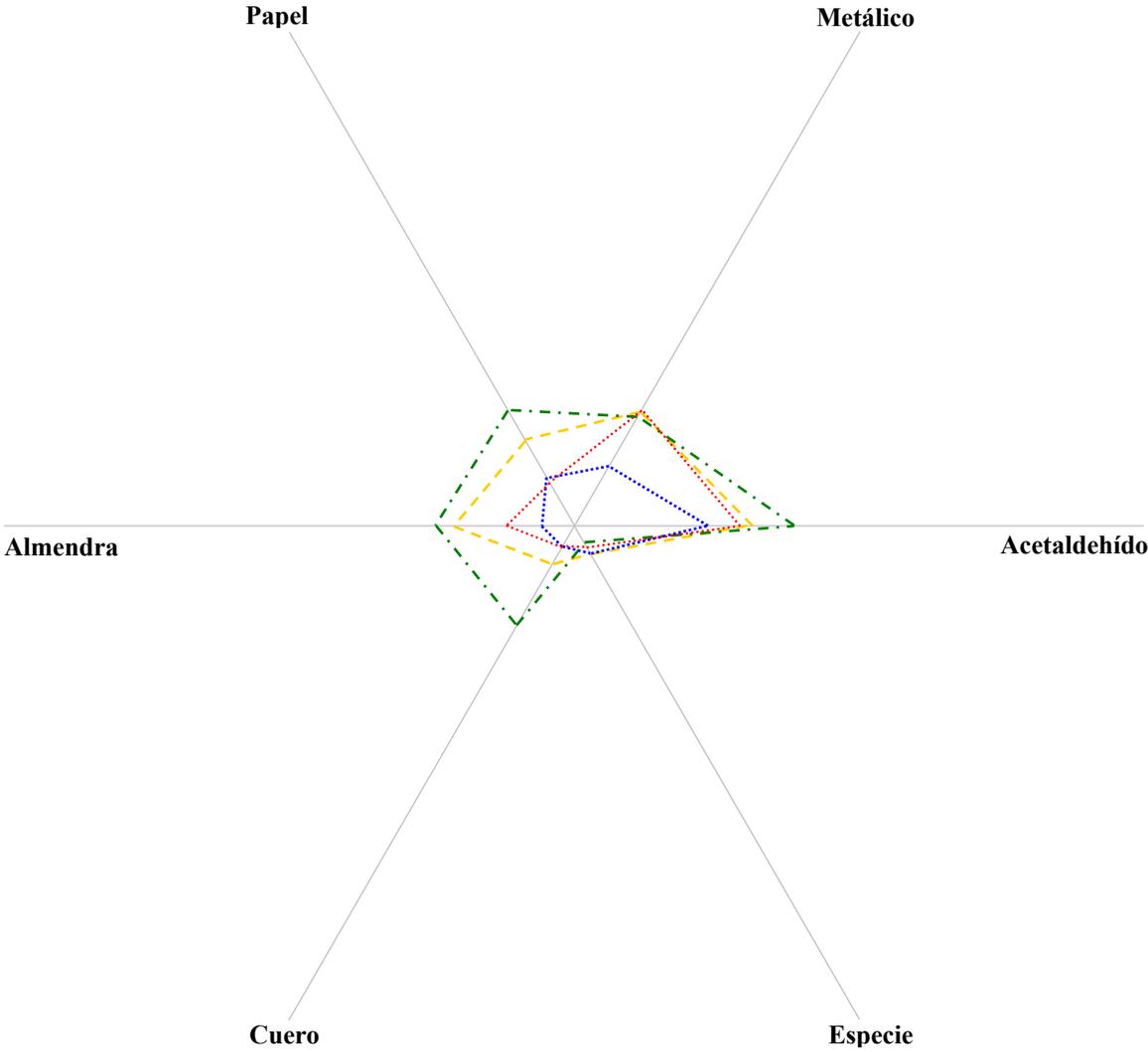
PANELISTA	ATRIBUTO	PUNTUACIONES							
		5 UP		10 UP		15 UP		25 UP	
		Escala 0-150	%						
1	Acetaldehído	0.0	0	0.0	0	0.0	0	4.4	3
	Metálico	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0
	Papel	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0
	Almendra	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0
	cuero	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0
	especie	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0
2	Acetaldehído	52.0	35	65.0	43	23.0	15	39.0	26
	Metálico	83.0	55	19.0	13	7.0	5	64.0	43
	Papel	53.0	35	14.9	10	37.0	25	26.5	18
	Almendra	80.0	53	26.0	17	10.0	7	47.0	31
	Cuero	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0
	Especie	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0
3	Acetaldehído	43.0	29	119.0	79	43.0	29	43.0	29
	Metálico	45.0	30	120.0	80	45.0	30	45.0	30
	Papel	47.0	31	120.0	80	22.0	15	22.0	15
	Almendra	47.0	31	120.0	80	24.0	16	24.0	16
	Cuero	46.0	31	120.0	80	24.5	16	24.5	16
	Especie	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0
4	Acetaldehído	93.8	63	49.0	33	75.5	50	86.0	57
	Metálico	5.0	3	0.0	0	20.0	13	31.0	21
	Papel	5.4	4	5.4	4	0.0	0	5.4	4
	Almendra	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0
	Cuero	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0
	Especie	34.0	23	20.5	14	34.0	23	27.0	18

En los ANOVAS de los apéndices 3.7, 3.8, 3.9, 3.10, 3.11 y 3.12 para las notas de “off-flavor” acetaldehído, metálico, papel, almendra, cuero y especie, se observa que no se encontraron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos para las notas evaluadas ($\alpha = 0.05$), sin embargo si existe diferencias entre los panelistas para las notas acetaldehído, almendra, cuero y especie; no así para metálico y papel. El efecto de las unidades de

pasteurización aplicadas en muestras de cerveza no presentó una alteración cuantitativa significativa sobre las notas de los “off-flavors”; por tal razón las notas percibidas por los panelistas expertos son similares en todas las muestras; además, debe enfatizarse que el efecto del tratamiento a 25 UP no tiene mayor incidencia en los “off-flavors” respecto de las otras unidades de pasteurización que si están dentro del rango cervecero.

Las medias de las notas de “off-flavor” han sido graficadas en una escala de coordenadas polares conocida como telaraña según se puede apreciar en la figura 9. De esta figura se puede observar los resultados discutidos anteriormente, la muestra de 10 UP presenta un carácter mayor en acetaldehído, papel, almendra y cuero respecto a las otras UPs, el carácter metálico es menor en la muestra tratada a 15 UP siendo esta nota de “off-flavor” muy cercana entre las demás muestras; finalmente las medias del “off-flavor” especie son casi muy próximas en los tratamientos. A pesar de observar diferencias en las notas de “off-flavor” entre las muestras, estas no son estadísticamente diferentes; sin embargo, permite visualizar las respuestas dadas por el panel en relación a las notas de “off-flavor” que ellos percibieron.

Figura 9: Escala Coordinada Polar con Medias de Notas de “Off-Flavor” para Cerveza con 5, 10, 15 y 25 UP.



LEYENDA

- Cerveza 5 UP - - - - -
- Cerveza 10 UP - . - . - .
- Cerveza 15 UP
- Cerveza 25 UP

Análisis estadístico objetivo 2

Los resultados del panel sensorial referente a los atributos de color, aroma y “flavor” se pueden observar en la tabla 14. También las puntuaciones dadas por este panel de expertos sobre las notas de “off-flavor” referente a acetaldehído, metálico, papel, almendra, cuero y especie se observan en la tabla 15.

En la tabla 14 se observa que el atributo color tiene puntuaciones mínimas en todos los tratamientos excepto en la de 75 °C que tiene un valor de 3.2, sin embargo esta puntuación no dista mucho de la mínima. Todos los panelistas califican con la mínima puntuación a las muestras de 60 y 70 °C, mientras que la de 75 °C solo recibe la mínima puntuación de 3 panelistas. Así mismo, se puede observar que las puntuaciones de las muestras a 60, 70 y 75 °C, varían desde 0 a 55, 0 a 41 y de 0 a 19 para aroma y desde 12.4 a 120, 0 a 82.4 y de 12.4 a 97 para “flavor”.

En aroma la muestra a 60 °C obtiene la más alta puntuación, siendo considerablemente mayor respecto a la muestra de 75 °C y levemente a la de 70 °C; así también la puntuación máxima más pequeña se encontró justamente en la muestra a 75 °C. También se observa en el atributo “flavor” que la muestra a 60 °C presenta la más alta puntuación, pero no es considerablemente mayor a las demás muestras cuyas puntuaciones están más próximas entre sí.

En adición se observa que el atributo aroma recibió puntuación cero en todas las muestras por parte de 1 panelista; así mismo, en “flavor” la muestra de 70 °C recibió puntuación cero por parte de 2 panelistas, finalmente las puntuaciones del resto de panelistas se ubicó entre el mínimo y máximo.

Tabla 14: Resultados panel sensorial expertos para color, aroma y “flavor”-2

PANELISTA	ATRIBUTO	PUNTUACIONES					
		60 °C		70 °C		75 °C	
		Escala 0-150	%	Escala 0-150	%	Escala 0-150	%
1	Color	0.0	0	0.0	0	0.0	0
	Aroma	2.5	2	2.5	2	6.0	4
	“Flavor”	12.4	8	0.0	0	12.4	8
2	Color	0.0	0	0.0	0	3.2	2
	Aroma	36.7	24	18.5	12	7.0	5
	“Flavor”	76.0	51	76.0	51	46.2	31
3	Color	0.0	0	0.0	0	0.0	0
	Aroma	0.0	0	0.0	0	0.0	0
	“Flavor”	68.0	45	0.0	0	97.0	65
4	Color	0.0	0	0.0	0	0.0	0
	Aroma	55.0	37	41.0	27	19.0	13
	“Flavor”	120.0	80	82.4	55	15.0	10

Los apéndices 3.13, 3.14 y 3.15 presentan el ANOVA aplicado a las puntuaciones obtenidas del panel para los atributos sensoriales color, aroma y “flavor”. De este análisis se puede observar que no se encontraron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos y el control ($\alpha = 0.05$). Así mismo, tampoco se encontró diferencias significativas entre los panelistas para los atributos color y “flavor” pero si para el atributo aroma. Por lo tanto el efecto de aumentar la temperatura externa del medio de calentamiento y reducir el tiempo de exposición no altera los atributos estudiados en comparación a un proceso térmico actualmente usado, siendo el carácter de las muestras uno suave.

De la tabla 15 se puede observar que las puntuaciones dadas por los panelistas a las muestra a 60, 70 y 75 °C varían dependiendo de la nota de “off-flavor” analizada, se observa que tales variaciones van desde cero hasta una puntuación máxima obtenida en la muestra a 60 °C y para el “off-flavor” especie.

Los atributos acetaldehído y especie recibieron puntuación cero en todas las muestras por parte 3 panelistas respectivamente; mientras que papel y almendra recibieron puntuación cero de 3 panelista para la muestra de 60 °C y de 4 panelistas para muestras de 70 y 75 °C. De igual forma el atributo metálico recibió cero en las muestras de 60 y 75 °C por parte de 2 panelistas, mientras que en la muestra de 70 °C se recibió por parte de 3 panelistas. Finalmente en el atributo cuero se obtuvo cero en la muestra de 60 °C por parte de 2 panelistas, mientras que 3 panelistas califican con la mínima puntuación a las muestras de 70 y 75 °C.

Tabla 15: Resultados panel sensorial expertos para notas de “off-flavor”-2

PANELISTA	ATRIBUTO	PUNTUACIONES					
		60 °C		70 °C		75 °C	
		escala 0-150	%	escala 0-150	%	escala 0-150	%
1	Acetaldehído	0.0	0	0.0	0	0.0	0
	Metálico	0.0	0	0.0	0	0.0	0
	Papel	0.0	0	0.0	0	0.0	0
	Almendra	0.0	0	0.0	0	0.0	0
	Cuero	0.0	0	0.0	0	0.0	0
2	Especie	0.0	0	0.0	0	0.0	0
	Acetaldehído	0.0	0	0.0	0	0.0	0
	Metálico	0.0	0	0.0	0	0.0	0
	Papel	0.0	0	0.0	0	0.0	0
	Almendra	0.0	0	0.0	0	0.0	0
3	Cuero	0.0	0	0.0	0	0.0	0
	Especie	0.0	0	0.0	0	0.0	0
	Acetaldehído	0.0	0	0.0	0	0.0	0
	Metálico	16.1	11	0.0	0	38.0	25
	Papel	0.0	0	0.0	0	0.0	0
4	Almendra	0.0	0	0.0	0	0.0	0
	Cuero	46.0	31	0.0	0	0.0	0
	Especie	0.0	0	0.0	0	0.0	0
	Acetaldehído	9.0	6	20.6	14	34.4	23
	Metálico	5.0	3	9.4	6	0.0	0
4	Papel	5.0	3	0.0	0	0.0	0
	Almendra	4.0	3	0.0	0	0.0	0
	Cuero	2.0	1	2.0	1	5.6	4
	Especie	49.6	33	15.0	10	21.0	14

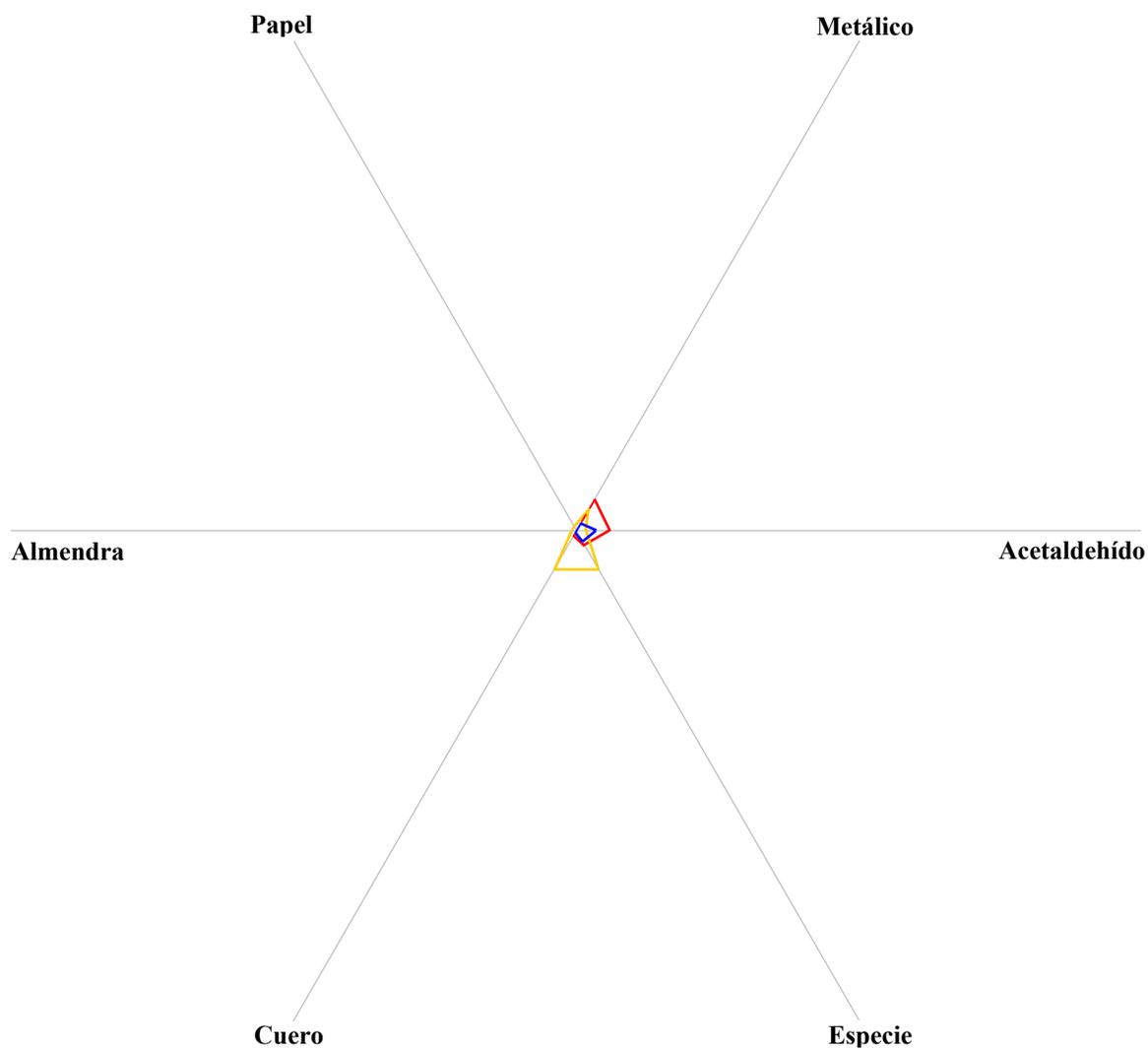
En los ANOVAS de los apéndices 3.16, 3.17, 3.18, 3.19, 3.20 y 3.21 para las notas de “off-flavor” acetaldehído, metálico, papel, almendra, cuero y especie, se observa que no se encontraron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos para las notas evaluadas ($\alpha = 0.05$). Así mismo, tampoco se encontró diferencias en los panelistas, excepto en los atributos acetaldehído y especie, donde si se encontraron diferencias. El efecto de aumentar la temperatura externa y reducir el tiempo de exposición no representa una alteración cuantitativa

significativa sobre las notas de “off-flavors” estudiadas; por tal razón las notas de “off-flavor” percibidas por los panelistas son similares en todas las muestras. Además debe enfatizarse que de las puntuaciones obtenidas las muestras exhibieron un carácter suave en las notas.

De igual forma se han graficado las medias de las notas de “off-flavor” en una escala de coordenadas polares según se puede apreciar en la figura 10, en la que se observan los resultados discutidos anteriormente. La muestra a 75 °C tiene un carácter mayor en acetaldehído y metálico. Sin embargo, la dimensión de estos caracteres no son tan grandes respecto a las otras muestras. También se observa que la muestra a 60 °C presenta un carácter mayor en cuero y especie respecto a las otras muestras pero de igual forma no es muy alta tal diferencia. Finalmente en los caracteres a almendra y papel no se aprecian diferencias puesto que coinciden aproximadamente en un mismo punto dentro de la escala polar.

A pesar de observar diferencias en las notas de “off-flavor”, estas no son estadísticamente diferentes; sin embargo, permite visualizar las respuestas dadas por el panel en relación a las notas de “off-flavor” que ellos percibieron.

Figura 10: Escala Coordinada Polar con Medias de Notas de “Off-Flavor” para Cerveza Pasteurizada a 60, 70 y 75 °C.



LEYENDA

- Cerveza 60 °C 
- Cerveza 70 °C 
- Cerveza 75 °C 

4.3 Resultados Microbiológicos

En la tabla 16 se puede observar los resultados microbiológicos en muestras de cerveza no pasteurizadas y pasteurizadas a 5, 10, 15 y 25 UP, y en la tabla 17 se observa los resultados correspondientes a muestras de 60, 70 y 75 °C.

En ninguna muestra se encontró crecimiento de microorganismos aerobios o anaerobios. Incluso antes de pasteurizar las muestras de cerveza, el contaje microbial ya registraba 0 UFC/ml. La razón de estos valores se debe a que la cerveza es un medio inadecuado para el crecimiento de microorganismos por tener bajo valor de pH, bajo contenido de nutrientes, lúpulo, dióxido de carbono y alcohol.

En muestras donde si se encontraron microorganismos antes de los tratamientos térmicos, estos fueron reducidos a 0 UFC/ml en todas las unidades de pasteurización; en consecuencia, las unidades de pasteurización aplicadas a las muestras de cerveza fueron suficientes para eliminar la carga microbiológica inicial existente.

Tabla 16: Resultados de análisis microbiológico-1

Unidades de Pasteurización	Microorganismos (UFC/ml)	
	Aerobio	Anaerobio
no pasteurizado	0	0
5	0	0
10	0	0
15	0	0
25	0	0

Tabla 17: Resultados de análisis microbiológico-2

Tratamiento	Microorganismos (UFC/ml)	
	Aerobio	Anaerobio
no pasteurizado	21	55
60 °C	0	0
70 °C	0	0
75 °C	0	0

4.4 Resultados de Nivel de Oxígeno

En la tabla 18 se puede observar el nivel de oxígeno analizado en muestras de cerveza antes de ser pasteurizada, se encontró que el nivel de oxígeno varía muy poco entre muestras y muestra, siendo los valores promedios de 0.150 y 0.152 ppm correspondientes al objetivo 1 y 2, respectivamente.

El nivel de oxígeno que normalmente esta presente en cerveza recién embotellada varía de 0.200 a 0.400 ppm; por lo tanto, los niveles aquí encontrados se encuentran por debajo de los indicados y tendrán un efecto marcado durante los procesos de pasteurización en beneficio de un menor detrimento de la calidad organoléptica de la cerveza.

Tabla 18: Resultados de nivel de oxígeno en cerveza

Muestras de Cerveza	Nivel de Oxígeno (ppm)	
	Objetivo 1	Objetivo 2
1	0.140	0.110
2	0.151	0.170
3	0.145	0.157
4	0.150	0.158
5	0.145	0.156
6	0.154	0.160
7	0.155	0.152
8	0.152	0.150
9	0.154	0.147
10	0.150	0.157

5 CONCLUSIONES

Del análisis estadístico aplicado a las calificaciones realizadas por un panel adiestrado y un panel de expertos sobre muestras de cerveza pasteurizadas a 5, 10, 15 y 25 UP, se puede afirmar con un nivel de significancia de $\alpha = 0.05$ que no existen diferencias significativas entre los tratamientos. Por lo tanto el efecto de pasteurización sobre los atributos sensoriales de color, aroma y “flavor” son similares en los tratamientos analizados. Cervezas con 25 UP no se perciben diferentes frente a cervezas con 5 UP, a pesar de encontrarse 10 UP por arriba del rango de pasteurización usado por la industria cervecera. Por tal razón se puede concluir conservadoramente que los valores UP estudiados no representan rangos excesivos en la calidad sensorial de la cerveza. No se encontró contradicciones en las respuestas sobre las muestras estudiadas entre ambos paneles sensoriales, manteniendo la congruencia de los datos recogidos y garantizando fuertemente los hallazgos encontrados.

Se encontraron notas de “off-flavor” en las muestras pasteurizadas tales como acetaldehído, metálico, papel, almendra, cuero y especie. Sin embargo a un nivel de significancia de $\alpha = 0.05$, se concluye que no existe diferencias estadísticas significativas de las notas de “off-flavor” percibidos por este panel en los tratamientos. Por consiguiente, el efecto de pasteurización no incrementa ni hace diferente el defecto en las muestras de cerveza tratadas a diferentes UP. Además, los defectos hallados en las muestras de cerveza se describen como suaves y son considerados aceptables por el panel evaluador.

Se encontró que a un nivel de significancia $\alpha = 0.05$, muestras de cervezas pasteurizadas en la zona de retención a 70 y 75 °C no difieren estadísticamente respecto a muestras pasteurizadas a 60 °C. Por tanto se puede afirmar que el efecto de elevar la temperatura y reducir

el tiempo de retención no altera las características sensoriales de color, aroma y “flavor” en la cerveza a 5 UP más allá de la que le cause la pasteurización tradicional. El tiempo de retención se reduce en 13 y 15 minutos aprox. para muestras pasteurizadas a 70 y 75 °C respectivamente.

Se encontraron notas de “off-flavor” en las muestras pasteurizadas tales como acetaldehído, metálico, papel, almendra, cuero y especie. Sin embargo a un nivel de significancia de $\alpha = 0.05$, se concluye que no existe diferencias estadísticas significativas de las notas de “off-flavor” percibidos por este panel en los tratamientos. Por consiguiente, el efecto de elevar la temperatura y reducir el tiempo no incrementa ni hace diferente el defecto en las muestras de cerveza analizadas a 5 UP. Además los defectos hallados en las muestras de cerveza son casi despreciables describiéndose como suaves y son considerados aceptables por el panel evaluador.

El efecto térmico en ambos experimentos es suficiente para eliminar la carga microbiológica. Todos los análisis reportan 0 UFC/ml. Incluso antes de la pasteurización, algunas muestras ya reportaban este índice de conteo microbiológico, deduciéndose que la cerveza es un medio no apropiado para el crecimiento microbiológico debido a su baja cantidad de nutrientes, presencia de alcohol, bajo valor de pH y dosis de lúpulo que tiene un carácter antimicrobial.

6 RECOMENDACIONES

A partir del estudio realizado, se hacen las siguientes recomendaciones

- Realizar un estudio técnico económico para determinar si el tiempo reducido durante el proceso de pasteurización al elevar la temperatura es completamente beneficioso para la empresa cervecera.
- Explorar el efecto de pasteurización al elevar la temperatura y reducir el tiempo para otros valores de unidades de pasteurización, considerar el nivel de oxígeno como un factor a evaluar.
- La empresa Cervecera India debe mantener sus parámetros de producción y de calidad para evitar lotes con cervezas defectuosas; considerar en las degustaciones el nivel de oxígeno que sumado a las UP formen un juicio final del maestro cervecero.
- Utilizar estos resultados como base para explorar futuros trabajos de investigación que involucren sistemas de pasteurización y análisis sensoriales.
- Aunque la cerveza parece ser un medio no apropiado para muchos microorganismos por las características detalladas y que el proceso de pasteurización es un medio efectivo para la destrucción de estos, es recomendable no descuidar el sistema de limpieza aséptico aplicado en todo el sistema productivo. Tales condiciones pueden conducir a la sobrevivencia de microorganismos resistentes a altas temperaturas y causar problemas en la calidad organoléptica.

7 BIBLIOGRAFÍA

- [1] González, M.L., Muñiz R. P. y Valls B. V. 2001. Actividad antioxidante de la cerveza: Estudios in vitro e in vivo. Centro de información cerveza y salud departamento de biotecnología y ciencia de los alimentos Universidad de Burgos Departamento de Pediatría Ginecología y Obstetricia. Universidad de Valencia. p. 57.
- [2] Castañe, F.X. 1997. Beer: History, manufacture and properties. Alimentación equipos y tecnología, 16 p. 41-48.
- [3] Lewis, M.J., y Young, T.W. 1995. Brewing. xii Isbn 041226420. p. 260.
- [4] Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA) Agencia Española de Cooperación Internacional (AECI). 1999 Industria de la cerveza guía para la aplicación del Sistema de Análisis de Riesgos y Control de Puntos Críticos (ARCPC). Series agroalimentarias cuadernos de calidad. p. 52.
- [5] O'Connor-Cox, E. S. C., Yiu, M. y Ingledew, W. M. 1991. Pasteurization: Industrial practice and evaluation. *MBAA Tech. Quart.* 28: 99-107.
- [6] Shimoda, M., Katoh, T., Suzuki, J., Kawaraya, A., Igura, N., Hayakawa, I. 2002. Changes in the odors of reconstituted apple juice during thermal processing. *Food Research International.* 36 (2003): 439-445.
- [7] Del Vecchio, H. W., Dayharsh, C. A. y Baselt, F. C. 1951. Thermal death time studies on beer spoilage organisms. *Amer. Soc. Brew. Chem.* p. 45-50.
- [8] Tsang, E. W. T. y Ingledew, W. M. 1982. Studies on the heat resistance of wild yeast and bacteria in beer. *Amer. Asoc. Brew. Chem.* 40: 1-8.

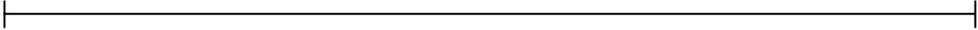
- [9] Sendra, J., y Carbonell J. 1999. Centro de Información Cerveza y Salud del IATA/CSIC. Evaluación de las propiedades nutritivas, funcionales y sanitarias de la cerveza, en comparación con otras bebidas. Madrid, España, p. 65.
- [10] Hough, J., Briggs, D., Stevens, R. y Young, T. 1982. Malting and brewing science. Volume II Hopped wort and beer, London New York Chapman and Hall, USA, p. 914.
- [11] Instituto Tecnológico Agroalimentario AINIA. 2000. Proyecto mejores técnicas disponibles en el sector cervecero.
- [12] Master Brewing Association of the Americas. 1982. Beer Packaging. MBAA Published, Madison, Wisconsin, p. 624.
- [13] O'Connor-Cox, E.S.C., Yiu P.M. y Ingledew, W.M. 1991. Pasteurization: Thermal death of microbes in brewing. *MBAA Technical Quarterly*. 28(2): 67-77.
- [14] Kyle, J. 1998. Measuring points and PU Pick-Up. *MBAA Technical Quarterly*. 35(4): 203-207.
- [15] Dallyn, H. y Fallon W.C. 1976. The heat resistance of Yeast and the pasteurization of beer. *The brewer*. 62:354-356.
- [16] Fricker, R. 1984. The flash pasteurization of beer. *J. Inst. Brew.* 90:146-152.
- [17] Scruggs, C.E. y Baselt, F.C. 1955 Pasteurization of packaged beer. A survey of industry practices. 1952-1955. *Wallerstein Lab. Commun.* 18:159-169.
- [18] O'Connor-Cox, E. S. C., Yiu, M. and Ingledew, W. M. 1991. Pasteurization: thermal death of microbes in brewing. *MBAA Tech. Quart.*
- [19] Brandon, H., Huling, J. y Staack, G. 1983 Computer simulation of pasteurizer performance. *MBAA Technical Quarterly*. 20(1): 39-45.

- [20] Mafart, P.; C. Bourgedis, B., Duteurtre y Moll, M. 1976. Radiometric method for control of filtration and pasteurization. *MBAA Tech Quart.* 13: 157-160.
- [21] Baselt, F. C., Dayharsh, C. A. y Del Vecchio, H. W. 1954. Thermal death time studies on beer spoilage organisms. III *Amer. Soc. Brew. Chem.* p. 141-146.
- [22] Coleman, M. 1976. General developments in pasteurization. *Brewer's Guardian* 105: 51, 53,57.
- [23] Dayharsh, C. A. y Del Vecchio, H. W. 1952. Thermal death time studies on beer spoilage organisms II. *Amer. Soc. Brew. Chem.* p. 48-52.
- [24] Hass, G. J. y Fleischman, A. I. 1956. Methods for the evaluation of pasteurization. *Amer. Soc. Brew. Chem.* p. 62-69.
- [25] Patino, H., Lewis, M. J. y Heil, J. R. 1985. Design of Pasteurization processes for packaged beer. *Brewers Digest.* 60(9): 28-31.
- [26] Ohkochi, V. M. y Takahashi, R. 1982. The measurement of the heat resistance of beer spoilage lactobacilli. *Brauwissenschaft.* 10: 317-322.
- [27] Tsang, W. T. 1981. Studies on the heat resistance of wild yeast and bacteria in beer. Ph. D. Thesis, University of Saskatchewan, Saskatoon, SK. p. 175.
- [28] Menegazzi, G. S. y Ingledew, W. M. 1980. Heat processing of spent brewer's yeast. *J. Food Science.* 45: 182-186.
- [29] Rocken, W. 1985. Actual view-points on the theme "pasteurization". *Biological fundamentals. Brauwelt Int.* (1) 95-98.
- [30] McCaig, King, L., Egan, L. Schisler, D. y Hahn, C. W. 1978. Development of required time temperature relationships for effective flash pasteurization. *Amer. Soc. Brew. Chem.* 36: 144-149.

- [31] Meilgaard, M., Civille, G. y Carr, T. 1991. *Sensory Evaluation Techniques*. 2^{da} edition. CRC Press. Inc. Florida, USA, p. 354.
- [32] Vicente, J. 1999. *Proceso de selección y entrenamiento de panelistas especializados en la evaluación de la calidad sensorial de la cerveza*. Tesis Lcdo., Universidad Agraria la Molina, Lima, Perú., p. 115.
- [33] Master Brewing Association of the Americas. 2002. *El cervecero en la práctica*. 3^{ra} edición. *MBAA* published, St. Paul, Minnesota, p. 830.
- [34] Charalambous, G. 1980. *The analysis and control of less desirable flavors in foods and beverages*. *Academic Press, Inc., London*, p. 358.
- [35] Ball, C. O. 1928. *Thermal process time for canned food*. Univ. of Calif. Pub. In Pub. Health 1, 2:15.
- [36] Casp, A. y Abril, J. 1999. *Tecnología de alimentos procesos de conservación de alimentos*. Artes gráficas Cuesta, S.A. Seseña, Madrid, p. 494.

Apéndice 1: Hoja de Evaluación de Panel Sensorial

Hoja de evaluación para prueba de Color

DIFFERENCE FROM CONTROL TEST	
Nombre: _____ Día: _____ Nº de panelista: _____ Tipo de muestra: CERVEZA y Diferencia: COLOR	
Instrucciones: <ol style="list-style-type: none">1. Ud. recibirá 4 muestras; un control, rotulada con la letra “C” y tres muestras de prueba rotuladas con un código de 3 dígitos.2. Evalúe de izquierda a derecha, comparando cada muestra con el control. Determine si existen diferencias en color y marque con una línea vertical sobre la escala lineal mostrada abajo. Indique el código sobre la línea vertical	
Escala Lineal:  No diferente Extremadamente diferente	
Comentarios: _____ _____ _____ _____ _____	

Hoja de evaluación para prueba de Aroma

DIFFERENCE FROM CONTROL TEST	
Nombre: _____ Día: _____ Nº de panelista: _____ Tipo de muestra: CERVEZA y Diferencia: AROMA	
Instrucciones: <ol style="list-style-type: none">1. Ud. recibirá 5 muestras; un control, rotulada con la letra “C” y tres muestras de prueba rotuladas con un código de 3 dígitos.2. Evalúe de izquierda a derecha, comparando cada muestra con el control. Determine si existen diferencias en aroma y marque con una línea vertical sobre la escala lineal mostrada abajo. Indique el código sobre la línea vertical.3. Use café, según se necesite.	
Escala Lineal:  No diferente Extremadamente diferente	
Comentarios: _____ _____ _____ _____ _____	

Hoja de evaluación para prueba de “Flavor”

DIFFERENCE FROM CONTROL TEST	
Nombre: _____ Día: _____ Nº de panelista: _____ Tipo de muestra: CERVEZA y Diferencia: “FLAVOR”	
Instrucciones: <ol style="list-style-type: none">1. Ud. recibirá 5 muestras; un control, rotulada con la letra “C” y tres muestras de prueba rotuladas con un código de 3 dígitos.2. Pruebe de izquierda a derecha, comparando cada muestra con el control. Determine si existen diferencias en “flavor” y marque con una línea vertical sobre la escala lineal mostrada abajo. Indique el código sobre la línea vertical.3. Use galletas, agua, café, según se necesite.	
Escala Lineal:  <p>No diferente Extremadamente diferente</p>	
Comentarios: _____ _____ _____ _____ _____	

Hoja de evaluación para análisis descriptivo

QUANTITATIVE DESCRIPTIVE ANALYSIS	
Nombre: _____ Día: _____ Nº de panelista: _____ Tipo de muestra: CERVEZA Diferencia: "FLAVOR"	
Instrucciones: 1. Por favor coloque una línea vertical sobre la escala lineal en el punto donde mejor describa ese atributo en la muestra.	
<div style="text-align: center; margin-bottom: 10px;">ACETALDEHYDE</div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> <div style="width: 45%; border-bottom: 1px solid black; position: relative;"> <div style="position: absolute; left: -10px; top: 50%; transform: translateY(-50%);"> </div> <div style="position: absolute; right: -10px; top: 50%; transform: translateY(-50%);"> </div> </div> <div style="width: 5%;"></div> <div style="width: 45%; border-bottom: 1px solid black; position: relative;"> <div style="position: absolute; left: -10px; top: 50%; transform: translateY(-50%);"> </div> <div style="position: absolute; right: -10px; top: 50%; transform: translateY(-50%);"> </div> </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; margin-top: 5px;"> Weak Strong </div> <div style="text-align: center; margin-bottom: 10px;">METALLIC</div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> <div style="width: 45%; border-bottom: 1px solid black; position: relative;"> <div style="position: absolute; left: -10px; top: 50%; transform: translateY(-50%);"> </div> <div style="position: absolute; right: -10px; top: 50%; transform: translateY(-50%);"> </div> </div> <div style="width: 5%;"></div> <div style="width: 45%; border-bottom: 1px solid black; position: relative;"> <div style="position: absolute; left: -10px; top: 50%; transform: translateY(-50%);"> </div> <div style="position: absolute; right: -10px; top: 50%; transform: translateY(-50%);"> </div> </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; margin-top: 5px;"> Weak Strong </div> <div style="text-align: center; margin-bottom: 10px;">PAPERY</div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> <div style="width: 45%; border-bottom: 1px solid black; position: relative;"> <div style="position: absolute; left: -10px; top: 50%; transform: translateY(-50%);"> </div> <div style="position: absolute; right: -10px; top: 50%; transform: translateY(-50%);"> </div> </div> <div style="width: 5%;"></div> <div style="width: 45%; border-bottom: 1px solid black; position: relative;"> <div style="position: absolute; left: -10px; top: 50%; transform: translateY(-50%);"> </div> <div style="position: absolute; right: -10px; top: 50%; transform: translateY(-50%);"> </div> </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; margin-top: 5px;"> Weak Strong </div> <div style="text-align: center; margin-bottom: 10px;">ALMOND</div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> <div style="width: 45%; border-bottom: 1px solid black; position: relative;"> <div style="position: absolute; left: -10px; top: 50%; transform: translateY(-50%);"> </div> <div style="position: absolute; right: -10px; top: 50%; transform: translateY(-50%);"> </div> </div> <div style="width: 5%;"></div> <div style="width: 45%; border-bottom: 1px solid black; position: relative;"> <div style="position: absolute; left: -10px; top: 50%; transform: translateY(-50%);"> </div> <div style="position: absolute; right: -10px; top: 50%; transform: translateY(-50%);"> </div> </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; margin-top: 5px;"> Weak Strong </div> <div style="text-align: center; margin-bottom: 10px;">LEATHERY</div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> <div style="width: 45%; border-bottom: 1px solid black; position: relative;"> <div style="position: absolute; left: -10px; top: 50%; transform: translateY(-50%);"> </div> <div style="position: absolute; right: -10px; top: 50%; transform: translateY(-50%);"> </div> </div> <div style="width: 5%;"></div> <div style="width: 45%; border-bottom: 1px solid black; position: relative;"> <div style="position: absolute; left: -10px; top: 50%; transform: translateY(-50%);"> </div> <div style="position: absolute; right: -10px; top: 50%; transform: translateY(-50%);"> </div> </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; margin-top: 5px;"> Weak Strong </div> <div style="text-align: center; margin-bottom: 10px;">SPICY</div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> <div style="width: 45%; border-bottom: 1px solid black; position: relative;"> <div style="position: absolute; left: -10px; top: 50%; transform: translateY(-50%);"> </div> <div style="position: absolute; right: -10px; top: 50%; transform: translateY(-50%);"> </div> </div> <div style="width: 5%;"></div> <div style="width: 45%; border-bottom: 1px solid black; position: relative;"> <div style="position: absolute; left: -10px; top: 50%; transform: translateY(-50%);"> </div> <div style="position: absolute; right: -10px; top: 50%; transform: translateY(-50%);"> </div> </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; margin-top: 5px;"> Weak Strong </div>	
Comentarios: _____ _____ _____ _____	

Apéndice 2: Resultado del Proceso de Pasteurización

RESULTADOS DE PASTEURIZACIÓN PARA 5 UP

TIEMPO (minutos)	T. INTERNA (°C)	T. EXTERNA (°C)	UP	UP acumulado
0.50	5.1	25.0	0.000	0.000
1.00	5.8	25.0	0.000	0.000
1.50	6.5	25.0	0.000	0.000
2.00	7.1	25.0	0.000	0.000
2.50	8.0	25.0	0.000	0.000
3.00	8.8	25.0	0.000	0.000
3.50	9.0	25.0	0.000	0.000
4.00	9.3	25.0	0.000	0.000
4.50	9.8	25.0	0.000	0.000
5.00	10.4	25.0	0.000	0.000
5.50	11.0	25.0	0.000	0.000
6.00	12.0	25.0	0.000	0.000
6.50	12.8	25.0	0.000	0.000
7.00	13.5	25.0	0.000	0.000
7.50	14.3	25.0	0.000	0.000
8.00	14.9	25.0	0.000	0.000
8.50	15.5	25.0	0.000	0.000
9.00	16.1	25.0	0.000	0.000
9.50	16.6	25.0	0.000	0.000
10.00	17.0	25.0	0.000	0.000
10.50	17.5	25.0	0.000	0.000
11.00	17.9	25.0	0.000	0.000
11.50	18.3	25.0	0.000	0.000
12.00	18.7	25.0	0.000	0.000
12.50	19.0	25.0	0.000	0.000
13.00	19.4	35.0	0.000	0.000
13.50	20.0	35.0	0.000	0.000
14.00	20.9	35.0	0.000	0.000
14.50	21.6	35.0	0.000	0.000
15.00	22.2	35.0	0.000	0.000
15.50	22.8	35.0	0.000	0.000
16.00	23.5	35.0	0.000	0.000
16.50	24.2	35.0	0.000	0.000
17.00	25.0	35.0	0.000	0.000
17.50	25.6	35.0	0.000	0.000
18.00	26.3	35.0	0.000	0.000
18.50	27.0	35.0	0.000	0.000
19.00	27.6	35.0	0.000	0.000
19.50	28.2	35.0	0.000	0.000
20.00	28.8	35.0	0.000	0.000
20.50	29.3	35.0	0.000	0.000
21.00	29.7	35.0	0.000	0.000

21.50	30.1	35.0	0.000	0.000
22.00	30.5	35.0	0.000	0.000
22.50	30.8	35.0	0.000	0.000
23.00	31.1	50.0	0.000	0.000
23.50	31.4	50.2	0.000	0.000
24.00	32.4	50.4	0.000	0.000
24.50	33.3	50.5	0.000	0.000
25.00	34.1	50.6	0.000	0.001
25.50	35.4	50.8	0.000	0.001
26.00	36.6	50.9	0.000	0.001
26.50	37.7	51.1	0.000	0.001
27.00	38.9	51.2	0.000	0.002
27.50	40.0	51.4	0.001	0.002
28.00	41.0	51.6	0.001	0.003
28.50	41.8	51.8	0.001	0.005
29.00	42.6	52.1	0.002	0.006
29.50	43.3	52.4	0.002	0.008
30.00	44.0	52.5	0.003	0.011
30.50	44.7	52.6	0.003	0.014
31.00	45.3	52.9	0.004	0.018
31.50	45.9	53.1	0.005	0.023
32.00	46.3	53.2	0.006	0.029
32.50	46.9	53.5	0.007	0.035
33.00	47.3	53.7	0.008	0.043
33.50	47.6	53.9	0.009	0.052
34.00	48.0	54.1	0.010	0.061
34.50	48.4	54.5	0.011	0.072
35.00	48.9	54.6	0.013	0.085
35.50	49.2	54.9	0.014	0.100
36.00	49.5	55.1	0.016	0.116
36.50	49.8	55.3	0.018	0.133
37.00	50.1	55.5	0.019	0.153
37.50	50.5	55.7	0.022	0.175
38.00	50.8	56.0	0.024	0.199
38.50	51.3	56.3	0.029	0.228
39.00	51.5	56.5	0.031	0.258
39.50	51.8	56.8	0.034	0.292
40.00	52.4	57.0	0.041	0.333
40.50	52.8	57.2	0.047	0.380
41.00	53.0	57.4	0.050	0.430
41.50	53.5	57.6	0.059	0.489
42.00	53.8	57.9	0.065	0.554
42.50	54.0	58.1	0.070	0.624
43.00	54.0	58.3	0.070	0.694
43.50	54.3	58.5	0.077	0.771
44.00	54.7	58.7	0.088	0.858
44.50	55.0	58.9	0.097	0.955
45.00	55.4	59.1	0.110	1.065

45.50	55.4	58.4	0.110	1.175
46.00	55.6	57.9	0.118	1.293
46.50	55.8	57.6	0.126	1.419
47.00	56.0	57.2	0.134	1.553
47.50	56.0	56.9	0.134	1.688
48.00	56.0	56.6	0.134	1.822
48.50	56.1	56.2	0.139	1.961
49.00	56.2	56.0	0.143	2.104
49.50	56.3	55.7	0.148	2.253
50.00	56.4	55.3	0.153	2.406
50.50	56.4	55.1	0.153	2.559
51.00	56.4	54.8	0.153	2.712
51.50	56.3	54.4	0.148	2.860
52.00	56.3	54.1	0.148	3.009
52.50	56.2	53.9	0.143	3.152
53.00	56.1	53.7	0.139	3.291
53.50	56.1	53.4	0.139	3.430
54.00	56.0	53.1	0.134	3.564
54.50	56.0	52.8	0.134	3.698
55.00	55.9	52.6	0.130	3.828
55.50	55.9	52.3	0.130	3.958
56.00	55.8	52.1	0.126	4.084
56.50	55.5	51.8	0.114	4.198
57.00	55.4	51.6	0.110	4.308
57.50	55.0	51.3	0.097	4.405
58.00	55.0	51.1	0.097	4.502
58.50	54.7	50.8	0.088	4.589
59.00	54.4	50.6	0.079	4.669
59.50	53.9	50.4	0.067	4.736
60.00	53.6	50.2	0.061	4.797
60.50	53.3	50.0	0.055	4.853
61.00	53.0	35.0	0.050	4.903
61.50	52.4	35.0	0.041	4.944
62.00	50.2	35.0	0.020	4.964
62.50	48.2	35.0	0.010	4.974
63.00	46.7	35.0	0.006	4.980
63.50	45.4	35.0	0.004	4.985
64.00	44.4	35.0	0.003	4.988
64.50	43.5	35.0	0.002	4.990
65.00	42.7	35.0	0.002	4.991
65.50	42.1	35.0	0.001	4.993
66.00	41.5	35.0	0.001	4.994
66.50	41.0	35.0	0.001	4.995
67.00	40.5	35.0	0.001	4.996
67.50	40.2	35.0	0.001	4.997
68.00	39.9	35.0	0.001	4.997
68.50	39.6	35.0	0.001	4.998
69.00	39.3	35.0	0.001	4.998

69.50	39.1	35.0	0.001	4.999
70.00	38.9	35.0	0.000	4.999
70.50	38.8	35.0	0.000	5.000
71.00	38.7	35.0	0.000	5.000
71.50	38.6	25.0	0.000	5.001
72.00	38.3	25.0	0.000	5.001
72.50	37.0	25.0	0.000	5.001
73.00	35.7	25.0	0.000	5.002
73.50	34.8	25.0	0.000	5.002
74.00	33.9	25.0	0.000	5.002
74.50	33.2	25.0	0.000	5.002
75.00	32.5	25.0	0.000	5.002
75.50	31.9	25.0	0.000	5.002
76.00	31.4	25.0	0.000	5.002
76.50	30.9	25.0	0.000	5.002
77.00	30.5	25.0	0.000	5.002
77.50	30.1	25.0	0.000	5.002
78.00	29.9	25.0	0.000	5.002
78.50	28.4	25.0	0.000	5.002
79.00	22.2	25.0	0.000	5.002
79.50	21.6	25.0	0.000	5.002
Total UP =			5.002	

RESULTADOS DE PASTEURIZACIÓN PARA 10 UP

TIEMPO (minutos)	T. INTERNA (°C)	T. EXTERNA (°C)	UP	UP acumulado
0.50	5.4	25.0	0.000	0.000
1.00	6.0	25.0	0.000	0.000
1.50	6.8	25.0	0.000	0.000
2.00	7.6	25.0	0.000	0.000
2.50	8.5	25.0	0.000	0.000
3.00	9.0	25.0	0.000	0.000
3.50	9.5	25.0	0.000	0.000
4.00	10.2	25.0	0.000	0.000
4.50	10.7	25.0	0.000	0.000
5.00	11.5	25.0	0.000	0.000
5.50	12.3	25.0	0.000	0.000
6.00	13.2	25.0	0.000	0.000
6.50	14.0	25.0	0.000	0.000
7.00	14.7	25.0	0.000	0.000
7.50	15.4	25.0	0.000	0.000
8.00	16.1	25.0	0.000	0.000
8.50	16.6	25.0	0.000	0.000
9.00	17.2	25.0	0.000	0.000
9.50	17.6	25.0	0.000	0.000
10.00	18.1	25.0	0.000	0.000
10.50	18.5	25.0	0.000	0.000
11.00	18.9	25.0	0.000	0.000
11.50	19.4	25.0	0.000	0.000
12.00	19.7	25.0	0.000	0.000
12.50	20.0	35.0	0.000	0.000
13.00	20.4	35.0	0.000	0.000
13.50	21.2	35.0	0.000	0.000
14.00	21.9	35.0	0.000	0.000
14.50	22.6	35.0	0.000	0.000
15.00	23.4	35.0	0.000	0.000
15.50	24.0	35.0	0.000	0.000
16.00	24.7	35.0	0.000	0.000
16.50	25.3	35.0	0.000	0.000
17.00	25.9	35.0	0.000	0.000
17.50	26.6	35.0	0.000	0.000
18.00	27.2	35.0	0.000	0.000
18.50	27.8	35.0	0.000	0.000
19.00	28.3	35.0	0.000	0.000
19.50	28.7	35.0	0.000	0.000
20.00	29.2	35.0	0.000	0.000
20.50	29.6	35.0	0.000	0.000
21.00	30.0	35.0	0.000	0.000
21.50	30.4	35.0	0.000	0.000

22.00	30.7	35.0	0.000	0.000
22.50	31.0	50.0	0.000	0.000
23.00	31.4	50.1	0.000	0.000
23.50	32.4	50.3	0.000	0.000
24.00	33.3	50.5	0.000	0.000
24.50	34.3	50.6	0.000	0.001
25.00	35.3	50.8	0.000	0.001
25.50	36.3	50.9	0.000	0.001
26.00	37.4	51.1	0.000	0.001
26.50	38.3	51.2	0.000	0.002
27.00	39.2	51.4	0.001	0.002
27.50	40.1	51.6	0.001	0.003
28.00	40.9	51.8	0.001	0.004
28.50	41.6	52.1	0.001	0.005
29.00	42.4	52.4	0.002	0.007
29.50	43.0	52.5	0.002	0.008
30.00	43.7	52.6	0.002	0.011
30.50	44.3	52.9	0.003	0.014
31.00	44.8	53.1	0.003	0.017
31.50	45.4	53.2	0.004	0.021
32.00	45.8	53.5	0.005	0.026
32.50	46.3	53.7	0.006	0.031
33.00	46.8	53.9	0.007	0.038
33.50	47.2	54.1	0.007	0.045
34.00	47.6	54.5	0.009	0.054
34.50	47.9	54.6	0.009	0.063
35.00	48.3	54.9	0.011	0.074
35.50	48.7	55.1	0.012	0.086
36.00	49.0	55.3	0.013	0.100
36.50	49.4	55.5	0.015	0.115
37.00	49.7	55.7	0.017	0.132
37.50	50.0	56.0	0.019	0.151
38.00	50.5	56.3	0.022	0.173
38.50	50.9	56.5	0.025	0.198
39.00	51.2	56.8	0.028	0.226
39.50	51.6	57.0	0.032	0.257
40.00	51.9	57.2	0.035	0.292
40.50	52.4	57.4	0.041	0.333
41.00	52.7	57.6	0.045	0.379
41.50	52.9	57.9	0.049	0.427
42.00	53.0	58.1	0.050	0.477
42.50	53.1	58.3	0.052	0.529
43.00	53.2	58.5	0.054	0.583
43.50	53.5	58.7	0.059	0.642
44.00	53.8	58.9	0.065	0.707
44.50	54.0	59.1	0.070	0.777
45.00	54.1	59.3	0.072	0.849
45.50	54.4	59.3	0.079	0.928

46.00	54.7	59.4	0.088	1.016
46.50	55.0	59.6	0.097	1.112
47.00	55.3	59.6	0.107	1.219
47.50	55.5	59.8	0.114	1.333
48.00	55.8	59.8	0.126	1.459
48.50	56.0	59.9	0.134	1.593
49.00	56.3	59.9	0.148	1.741
49.50	56.5	60.0	0.158	1.900
50.00	56.9	60.0	0.181	2.080
50.50	57.3	60.0	0.206	2.286
51.00	57.7	60.0	0.235	2.521
51.50	57.9	60.0	0.251	2.772
52.00	58.0	60.0	0.259	3.031
52.50	58.0	59.9	0.259	3.290
53.00	58.1	59.8	0.268	3.558
53.50	58.2	59.6	0.277	3.835
54.00	58.2	59.3	0.277	4.111
54.50	58.3	59.0	0.286	4.397
55.00	58.3	58.8	0.286	4.683
55.50	58.4	58.6	0.296	4.979
56.00	58.4	58.4	0.296	5.274
56.50	58.4	57.9	0.296	5.570
57.00	58.3	57.6	0.286	5.856
57.50	58.2	57.3	0.277	6.133
58.00	58.2	56.8	0.277	6.410
58.50	58.1	56.6	0.268	6.677
59.00	58.0	56.2	0.259	6.937
59.50	58.0	56.1	0.259	7.196
60.00	57.8	55.7	0.243	7.438
60.50	57.6	55.3	0.227	7.666
61.00	57.4	55.1	0.213	7.878
61.50	57.2	54.7	0.199	8.078
62.00	56.9	54.3	0.181	8.258
62.50	56.7	54.1	0.169	8.427
63.00	56.5	53.8	0.158	8.586
63.50	56.3	53.6	0.148	8.734
64.00	56.0	53.3	0.134	8.868
64.50	55.8	53.0	0.126	8.994
65.00	55.6	52.7	0.118	9.112
65.50	55.5	52.4	0.114	9.226
66.00	55.3	52.0	0.107	9.332
66.50	54.9	51.8	0.094	9.426
67.00	54.7	51.6	0.088	9.514
67.50	54.5	51.3	0.082	9.596
68.00	54.3	50.8	0.077	9.673
68.50	54.0	50.5	0.070	9.742
69.00	53.8	50.0	0.065	9.807
69.50	53.5	35.0	0.059	9.866

70.00	52.8	35.0	0.047	9.913
70.50	51.9	35.0	0.035	9.948
71.00	48.9	35.0	0.013	9.961
71.50	47.6	35.0	0.009	9.970
72.00	46.1	35.0	0.005	9.975
72.50	45.7	35.0	0.005	9.980
73.00	44.9	35.0	0.004	9.983
73.50	43.8	35.0	0.002	9.985
74.00	43.1	35.0	0.002	9.987
74.50	42.4	35.0	0.002	9.989
75.00	41.5	35.0	0.001	9.990
75.50	41.0	35.0	0.001	9.991
76.00	40.8	35.0	0.001	9.992
76.50	40.4	35.0	0.001	9.993
77.00	40.1	35.0	0.001	9.994
77.50	39.5	35.0	0.001	9.994
78.00	39.2	35.0	0.001	9.995
78.50	39.0	35.0	0.001	9.995
79.00	38.7	35.0	0.000	9.996
79.50	38.5	35.0	0.000	9.996
80.00	38.2	25.0	0.000	9.996
80.50	37.6	25.0	0.000	9.997
81.00	36.4	25.0	0.000	9.997
81.50	35.3	25.0	0.000	9.997
82.00	34.3	25.0	0.000	9.997
82.50	33.5	25.0	0.000	9.997
83.00	32.8	25.0	0.000	9.997
83.50	32.2	25.0	0.000	9.997
84.00	31.6	25.0	0.000	9.997
84.50	31.1	25.0	0.000	9.998
85.00	30.6	25.0	0.000	9.998
Total UP =			9.998	

RESULTADOS DE PASTEURIZACIÓN PARA 15 UP

TIEMPO (minutos)	T. INTERNA (°C)	T. EXTERNA (°C)	UP	UP acumulado
0.50	5.5	25.0	0.000	0.000
1.00	6.1	25.0	0.000	0.000
1.50	6.9	25.0	0.000	0.000
2.00	7.7	25.0	0.000	0.000
2.50	8.8	25.0	0.000	0.000
3.00	9.1	25.0	0.000	0.000
3.50	9.9	25.0	0.000	0.000
4.00	10.8	25.0	0.000	0.000
4.50	11.2	25.0	0.000	0.000
5.00	11.8	25.0	0.000	0.000
5.50	12.3	25.0	0.000	0.000
6.00	12.8	25.0	0.000	0.000
6.50	13.5	25.0	0.000	0.000
7.00	14.2	25.0	0.000	0.000
7.50	14.8	25.0	0.000	0.000
8.00	15.5	25.0	0.000	0.000
8.50	16.1	25.0	0.000	0.000
9.00	16.6	25.0	0.000	0.000
9.50	17.1	25.0	0.000	0.000
10.00	17.6	25.0	0.000	0.000
10.50	18.1	25.0	0.000	0.000
11.00	18.5	25.0	0.000	0.000
11.50	18.9	25.0	0.000	0.000
12.00	19.2	25.0	0.000	0.000
12.50	19.6	25.0	0.000	0.000
13.00	20.0	25.0	0.000	0.000
13.50	20.2	25.0	0.000	0.000
14.00	20.5	35.0	0.000	0.000
14.50	21.2	35.0	0.000	0.000
15.00	21.9	35.0	0.000	0.000
15.50	22.7	35.0	0.000	0.000
16.00	23.5	35.0	0.000	0.000
16.50	24.2	35.0	0.000	0.000
17.00	24.9	35.0	0.000	0.000
17.50	25.6	35.0	0.000	0.000
18.00	26.3	35.0	0.000	0.000
18.50	26.9	35.0	0.000	0.000
19.00	27.5	35.0	0.000	0.000
19.50	28.1	35.0	0.000	0.000
20.00	28.5	35.0	0.000	0.000
20.50	29.1	35.0	0.000	0.000
21.00	29.5	35.0	0.000	0.000
21.50	29.9	35.0	0.000	0.000
22.00	30.3	35.0	0.000	0.000

22.50	30.6	35.0	0.000	0.000
23.00	31.0	35.0	0.000	0.000
23.50	31.3	35.0	0.000	0.000
24.00	31.6	50.0	0.000	0.000
24.50	32.1	50.1	0.000	0.000
25.00	33.0	50.3	0.000	0.000
25.50	34.1	50.5	0.000	0.001
26.00	35.2	50.5	0.000	0.001
26.50	36.4	50.7	0.000	0.001
27.00	37.6	50.9	0.000	0.001
27.50	38.7	51.1	0.000	0.002
28.00	39.7	51.2	0.001	0.002
28.50	40.7	51.3	0.001	0.003
29.00	41.5	51.5	0.001	0.004
29.50	42.4	51.7	0.002	0.006
30.00	43.1	52.0	0.002	0.008
30.50	43.8	52.4	0.002	0.010
31.00	44.6	52.5	0.003	0.013
31.50	45.1	52.6	0.004	0.017
32.00	45.7	52.9	0.005	0.022
32.50	46.2	53.1	0.005	0.027
33.00	46.8	53.2	0.007	0.034
33.50	47.2	53.5	0.007	0.041
34.00	47.7	53.7	0.009	0.050
34.50	48.1	53.9	0.010	0.060
35.00	48.5	54.0	0.011	0.071
35.50	48.9	54.4	0.013	0.084
36.00	49.2	54.6	0.014	0.099
36.50	49.6	54.9	0.016	0.115
37.00	49.9	55.0	0.018	0.133
37.50	50.2	55.2	0.020	0.153
38.00	50.7	55.5	0.024	0.177
38.50	51.0	55.7	0.026	0.203
39.00	51.4	56.0	0.030	0.232
39.50	51.7	56.3	0.033	0.265
40.00	52.1	56.5	0.037	0.302
40.50	52.5	56.8	0.043	0.345
41.00	52.8	57.0	0.047	0.392
41.50	53.3	57.2	0.055	0.447
42.00	53.7	57.3	0.063	0.510
42.50	54.0	57.5	0.070	0.580
43.00	54.4	57.8	0.079	0.659
43.50	54.6	58.0	0.085	0.744
44.00	54.9	58.3	0.094	0.838
44.50	55.2	58.5	0.103	0.941
45.00	55.4	58.7	0.110	1.051
45.50	55.7	58.9	0.122	1.173
46.00	55.9	59.2	0.130	1.303

46.50	56.0	59.4	0.134	1.437
47.00	56.3	59.6	0.148	1.585
47.50	56.6	59.6	0.164	1.749
48.00	56.8	59.8	0.175	1.924
48.50	57.0	59.8	0.187	2.110
49.00	57.1	59.9	0.193	2.303
49.50	57.3	59.9	0.206	2.509
50.00	57.3	60.0	0.206	2.715
50.50	57.5	60.0	0.220	2.935
51.00	57.7	60.0	0.235	3.170
51.50	57.8	60.0	0.243	3.412
52.00	57.8	60.0	0.243	3.655
52.50	57.9	60.0	0.251	3.906
53.00	58.1	60.0	0.268	4.174
53.50	58.3	60.0	0.286	4.460
54.00	58.5	60.0	0.305	4.765
54.50	58.7	60.0	0.326	5.091
55.00	58.8	60.0	0.337	5.428
55.50	59.0	60.0	0.360	5.788
56.00	59.1	60.0	0.372	6.160
56.50	59.2	60.0	0.384	6.545
57.00	59.3	59.9	0.397	6.942
57.50	59.4	59.8	0.411	7.353
58.00	59.5	59.6	0.424	7.777
58.50	59.5	59.3	0.424	8.201
59.00	59.5	59.2	0.424	8.625
59.50	59.5	58.8	0.424	9.050
60.00	59.4	58.5	0.411	9.460
60.50	59.3	58.0	0.397	9.857
61.00	59.2	57.6	0.384	10.242
61.50	59.1	57.2	0.372	10.614
62.00	59.0	56.9	0.360	10.974
62.50	58.8	56.6	0.337	11.311
63.00	58.6	56.2	0.316	11.626
63.50	58.4	56.0	0.296	11.922
64.00	58.1	55.7	0.268	12.190
64.50	57.9	55.3	0.251	12.441
65.00	57.7	55.1	0.235	12.675
65.50	57.5	54.8	0.220	12.895
66.00	57.2	54.5	0.199	13.095
66.50	57.0	54.1	0.187	13.281
67.00	56.7	53.9	0.169	13.450
67.50	56.5	53.7	0.158	13.609
68.00	56.2	53.4	0.143	13.752
68.50	55.9	53.1	0.130	13.882
69.00	55.7	52.8	0.122	14.004
69.50	55.5	52.6	0.114	14.118
70.00	55.3	52.3	0.107	14.224

70.50	55.0	52.1	0.097	14.321
71.00	54.7	51.8	0.088	14.409
71.50	54.4	51.6	0.079	14.488
72.00	54.2	51.3	0.074	14.562
72.50	54.0	51.1	0.070	14.632
73.00	53.7	50.9	0.063	14.695
73.50	53.5	50.7	0.059	14.754
74.00	53.3	50.4	0.055	14.810
74.50	53.0	50.2	0.050	14.860
75.00	52.8	50.0	0.047	14.907
75.50	52.2	35.0	0.039	14.945
76.00	50.0	35.0	0.019	14.964
76.50	48.2	35.0	0.010	14.974
77.00	46.7	35.0	0.006	14.981
77.50	45.4	35.0	0.004	14.985
78.00	44.4	35.0	0.003	14.988
78.50	43.4	35.0	0.002	14.990
79.00	42.7	35.0	0.002	14.991
79.50	42.0	35.0	0.001	14.993
80.00	41.4	35.0	0.001	14.994
80.50	40.9	35.0	0.001	14.995
81.00	40.5	35.0	0.001	14.996
81.50	40.1	35.0	0.001	14.996
82.00	39.8	35.0	0.001	14.997
82.50	39.6	35.0	0.001	14.998
83.00	39.3	35.0	0.001	14.998
83.50	39.1	35.0	0.001	14.999
84.00	38.9	35.0	0.000	14.999
84.50	38.8	35.0	0.000	15.000
85.00	38.6	35.0	0.000	15.000
85.50	38.5	25.0	0.000	15.001
86.00	38.2	25.0	0.000	15.001
86.50	37.1	25.0	0.000	15.001
87.00	35.8	25.0	0.000	15.001
87.50	34.8	25.0	0.000	15.002
88.00	33.9	25.0	0.000	15.002
88.50	33.1	25.0	0.000	15.002
89.00	32.5	25.0	0.000	15.002
89.50	31.9	25.0	0.000	15.002
90.00	31.4	25.0	0.000	15.002
90.50	30.9	25.0	0.000	15.002
91.00	30.6	25.0	0.000	15.002
91.50	30.2	25.0	0.000	15.002
92.00	29.9	25.0	0.000	15.002
92.50	29.6	25.0	0.000	15.002
93.00	29.4	25.0	0.000	15.002
93.50	29.2	25.0	0.000	15.002
94.00	28.9	25.0	0.000	15.002

94.50	28.7	25.0	0.000	15.002
95.00	28.5	25.0	0.000	15.002
95.50	28.3	25.0	0.000	15.002
Total UP =			15.002	

RESULTADOS DE PASTEURIZACIÓN PARA 25 UP

TIEMPO (minutos)	T. INTERNA (°C)	T. EXTERNA (°C)	UP	UP acumulado
0.50	5.1	25.0	0.000	0.000
1.00	5.0	25.0	0.000	0.000
1.50	5.2	25.0	0.000	0.000
2.00	5.7	25.0	0.000	0.000
2.50	6.7	25.0	0.000	0.000
3.00	7.6	25.0	0.000	0.000
3.50	8.6	25.0	0.000	0.000
4.00	9.6	25.0	0.000	0.000
4.50	10.5	25.0	0.000	0.000
5.00	11.6	25.0	0.000	0.000
5.50	12.5	25.0	0.000	0.000
6.00	13.3	25.0	0.000	0.000
6.50	14.0	25.0	0.000	0.000
7.00	14.8	25.0	0.000	0.000
7.50	15.5	25.0	0.000	0.000
8.00	16.1	25.0	0.000	0.000
8.50	16.6	25.0	0.000	0.000
9.00	17.1	25.0	0.000	0.000
9.50	17.6	25.0	0.000	0.000
10.00	18.1	25.0	0.000	0.000
10.50	18.5	25.0	0.000	0.000
11.00	19.0	35.0	0.000	0.000
11.50	19.9	35.0	0.000	0.000
12.00	20.9	35.0	0.000	0.000
12.50	21.7	35.0	0.000	0.000
13.00	22.7	35.0	0.000	0.000
13.50	23.7	35.0	0.000	0.000
14.00	24.6	35.0	0.000	0.000
14.50	25.4	35.0	0.000	0.000
15.00	26.1	35.0	0.000	0.000
15.50	26.8	35.0	0.000	0.000
16.00	27.4	35.0	0.000	0.000
16.50	28.0	35.0	0.000	0.000
17.00	28.5	35.0	0.000	0.000
17.50	29.1	35.0	0.000	0.000
18.00	29.5	35.0	0.000	0.000
18.50	29.9	35.0	0.000	0.000
19.00	30.3	35.0	0.000	0.000
19.50	30.6	35.0	0.000	0.000
20.00	30.8	35.0	0.000	0.000
20.50	31.1	35.0	0.000	0.000
21.00	31.3	35.0	0.000	0.000
21.50	31.6	50.0	0.000	0.000

22.00	32.5	50.2	0.000	0.000
22.50	33.4	50.4	0.000	0.001
23.00	34.4	50.6	0.000	0.001
23.50	35.7	50.7	0.000	0.001
24.00	36.9	50.8	0.000	0.001
24.50	38.0	50.9	0.000	0.001
25.00	39.0	51.1	0.001	0.002
25.50	40.0	51.2	0.001	0.003
26.00	40.9	51.4	0.001	0.004
26.50	41.6	51.6	0.001	0.005
27.00	42.5	51.8	0.002	0.006
27.50	43.2	52.0	0.002	0.008
28.00	43.9	52.2	0.003	0.011
28.50	44.7	52.4	0.003	0.014
29.00	45.2	52.5	0.004	0.018
29.50	45.7	52.7	0.005	0.023
30.00	46.2	52.8	0.005	0.028
30.50	46.7	52.9	0.006	0.034
31.00	47.1	53.1	0.007	0.041
31.50	47.5	53.2	0.008	0.050
32.00	48.0	53.5	0.010	0.059
32.50	48.4	53.7	0.011	0.070
33.00	48.8	53.9	0.013	0.083
33.50	49.1	54.1	0.014	0.097
34.00	49.5	54.5	0.016	0.113
34.50	49.8	54.6	0.018	0.130
35.00	50.2	54.9	0.020	0.150
35.50	50.6	55.2	0.023	0.173
36.00	50.9	55.4	0.025	0.198
36.50	51.3	55.6	0.029	0.227
37.00	51.8	55.8	0.034	0.261
37.50	52.0	56.0	0.036	0.297
38.00	52.5	56.2	0.043	0.339
38.50	52.8	56.5	0.047	0.386
39.00	53.0	56.7	0.050	0.436
39.50	53.3	56.9	0.055	0.492
40.00	53.7	57.2	0.063	0.555
40.50	54.0	57.4	0.070	0.624
41.00	54.3	57.6	0.077	0.701
41.50	54.7	57.8	0.088	0.789
42.00	55.0	58.1	0.097	0.886
42.50	55.0	58.3	0.097	0.982
43.00	55.4	58.6	0.110	1.093
43.50	55.7	58.8	0.122	1.214
44.00	56.2	59.0	0.143	1.358
44.50	56.2	59.2	0.143	1.501
45.00	56.7	59.5	0.169	1.670

45.50	56.7	59.8	0.169	1.839
46.00	57.0	60.0	0.187	2.026
46.50	57.0	60.0	0.187	2.212
47.00	57.2	60.0	0.199	2.412
47.50	57.4	60.0	0.213	2.625
48.00	57.7	60.0	0.235	2.859
48.50	57.7	60.0	0.235	3.094
49.00	58.0	60.0	0.259	3.353
49.50	58.0	60.0	0.259	3.612
50.00	58.2	60.0	0.277	3.889
50.50	58.2	60.0	0.277	4.166
51.00	58.5	60.0	0.305	4.471
51.50	58.8	60.0	0.337	4.809
52.00	58.8	60.0	0.337	5.146
52.50	59.0	60.0	0.360	5.506
53.00	59.0	60.0	0.360	5.866
53.50	59.2	60.1	0.384	6.250
54.00	59.4	60.0	0.411	6.660
54.50	59.6	60.1	0.438	7.099
55.00	59.7	60.1	0.453	7.552
55.50	59.7	60.0	0.453	8.005
56.00	59.7	60.1	0.453	8.458
56.50	59.8	60.0	0.468	8.926
57.00	59.8	60.1	0.468	9.395
57.50	59.9	60.0	0.484	9.878
58.00	59.9	60.1	0.484	10.362
58.50	59.9	60.0	0.484	10.846
59.00	59.9	60.1	0.484	11.330
59.50	59.9	60.2	0.484	11.814
60.00	59.9	60.2	0.484	12.298
60.50	60.0	60.1	0.500	12.798
61.00	60.0	60.2	0.500	13.298
61.50	60.0	60.2	0.500	13.798
62.00	60.1	60.2	0.517	14.314
62.50	60.1	60.1	0.517	14.831
63.00	60.1	60.0	0.517	15.348
63.50	60.2	59.8	0.534	15.882
64.00	60.2	59.5	0.534	16.416
64.50	60.2	59.2	0.534	16.950
65.00	60.2	59.0	0.534	17.483
65.50	60.2	58.7	0.534	18.017
66.00	60.1	58.5	0.517	18.534
66.50	60.0	58.1	0.500	19.034
67.00	59.9	57.8	0.484	19.518
67.50	59.8	57.6	0.468	19.986
68.00	59.6	57.2	0.438	20.425
68.50	59.6	56.9	0.438	20.863
69.00	59.0	56.6	0.360	21.223

69.50	59.0	56.2	0.360	21.583
70.00	58.6	56.0	0.316	21.899
70.50	58.4	55.7	0.296	22.194
71.00	57.9	55.3	0.251	22.445
71.50	57.7	55.1	0.235	22.680
72.00	57.5	54.7	0.220	22.900
72.50	57.3	54.5	0.206	23.106
73.00	57.1	54.1	0.193	23.298
73.50	56.8	53.9	0.175	23.473
74.00	56.6	53.7	0.164	23.637
74.50	56.3	53.4	0.148	23.785
75.00	56.0	53.1	0.134	23.919
75.50	55.8	52.8	0.126	24.045
76.00	55.6	52.5	0.118	24.163
76.50	55.3	52.2	0.107	24.270
77.00	55.0	52.0	0.097	24.366
77.50	54.8	51.7	0.091	24.457
78.00	54.5	51.5	0.082	24.539
78.50	54.3	51.3	0.077	24.616
79.00	54.0	50.9	0.070	24.685
79.50	53.8	50.6	0.065	24.751
80.00	53.6	50.3	0.061	24.812
80.50	53.4	50.0	0.057	24.869
81.00	53.0	35.0	0.050	24.919
81.50	52.5	35.0	0.043	24.961
82.00	49.6	35.0	0.016	24.978
82.50	47.4	35.0	0.008	24.986
83.00	46.0	35.0	0.005	24.991
83.50	44.9	35.0	0.004	24.994
84.00	43.9	35.0	0.003	24.997
84.50	43.1	35.0	0.002	24.999
85.00	42.4	35.0	0.002	25.000
85.50	41.8	35.0	0.001	25.002
86.00	41.2	35.0	0.001	25.003
86.50	40.8	35.0	0.001	25.004
87.00	40.4	35.0	0.001	25.004
87.50	40.1	35.0	0.001	25.005
88.00	39.8	35.0	0.001	25.006
88.50	39.6	35.0	0.001	25.006
89.00	39.3	35.0	0.001	25.007
89.50	39.1	35.0	0.001	25.007
90.00	39.0	35.0	0.001	25.008
90.50	38.8	35.0	0.000	25.008
91.00	38.7	25.0	0.000	25.009
91.50	38.5	25.0	0.000	25.009
92.00	37.5	25.0	0.000	25.010
92.50	36.3	25.0	0.000	25.010
93.00	35.4	25.0	0.000	25.010

93.50	34.5	25.0	0.000	25.010
94.00	33.8	25.0	0.000	25.010
94.50	33.1	25.0	0.000	25.010
95.00	32.5	25.0	0.000	25.010
95.50	32.0	25.0	0.000	25.010
96.00	31.5	25.0	0.000	25.010
96.50	31.1	25.0	0.000	25.010
97.00	30.7	25.0	0.000	25.010
97.50	30.3	25.0	0.000	25.010
98.00	30.0	25.0	0.000	25.010
98.50	29.7	25.0	0.000	25.010
99.00	29.6	25.0	0.000	25.011
99.50	27.3	25.0	0.000	25.011
100.00	22.5	25.0	0.000	25.011
Total UP =			25.011	

RESULTADOS DE PASTEURIZACIÓN PARA 5 UP A 60 °C

TIEMPO (minutos)	T. INTERNA (°C)	T. EXTERNA (°C)	UP	UP acumulado
0.50	6.3	25.0	0.000	0.000
1.00	6.7	25.0	0.000	0.000
1.50	7.1	25.0	0.000	0.000
2.00	7.6	25.0	0.000	0.000
2.50	8.5	25.0	0.000	0.000
3.00	9.7	25.0	0.000	0.000
3.50	11.0	25.0	0.000	0.000
4.00	12.1	25.0	0.000	0.000
4.50	13.0	25.0	0.000	0.000
5.00	14.0	25.0	0.000	0.000
5.50	14.8	25.0	0.000	0.000
6.00	15.8	35.0	0.000	0.000
6.50	17.0	35.0	0.000	0.000
7.00	18.0	35.0	0.000	0.000
7.50	19.0	35.0	0.000	0.000
8.00	20.0	35.0	0.000	0.000
8.50	20.8	35.0	0.000	0.000
9.00	21.6	35.0	0.000	0.000
9.50	22.3	35.0	0.000	0.000
10.00	23.3	50.0	0.000	0.000
10.50	24.9	50.0	0.000	0.000
11.00	26.6	50.0	0.000	0.000
11.50	28.0	50.0	0.000	0.000
12.00	29.4	50.0	0.000	0.000
12.50	30.7	50.0	0.000	0.000
13.00	31.9	50.0	0.000	0.000
13.50	32.9	50.0	0.000	0.000
14.00	34.1	60.0	0.000	0.000
14.50	36.4	60.0	0.000	0.001
15.00	38.7	60.0	0.000	0.001
15.50	40.8	60.0	0.001	0.002
16.00	42.8	60.0	0.002	0.004
16.50	44.6	60.0	0.003	0.007
17.00	46.3	60.0	0.006	0.012
17.50	47.8	60.0	0.009	0.021
18.00	49.2	60.0	0.014	0.036
18.50	50.3	60.0	0.021	0.056
19.00	51.4	60.0	0.030	0.086
19.50	52.4	60.0	0.041	0.127
20.00	53.3	60.0	0.055	0.183
20.50	54.1	60.0	0.072	0.255
21.00	54.8	60.0	0.091	0.345
21.50	55.4	60.0	0.110	0.455

22.00	55.9	60.0	0.130	0.585
22.50	56.5	60.0	0.158	0.744
23.00	56.9	60.0	0.181	0.924
23.50	57.2	60.0	0.199	1.123
24.00	57.6	60.0	0.227	1.351
24.50	57.8	60.0	0.243	1.593
25.00	58.1	60.0	0.268	1.861
25.50	58.3	60.0	0.286	2.147
26.00	58.5	60.0	0.305	2.453
26.50	58.7	60.0	0.326	2.779
27.00	58.9	60.0	0.348	3.127
27.50	59.0	60.0	0.360	3.487
28.00	59.1	50.0	0.372	3.859
28.50	58.6	50.0	0.316	4.175
29.00	57.6	50.0	0.227	4.402
29.50	56.9	50.0	0.181	4.583
30.00	56.1	50.0	0.139	4.721
30.50	55.7	50.0	0.122	4.843
31.00	55.2	35.0	0.103	4.946
31.50	53.3	35.0	0.055	5.002
32.00	51.5	35.0	0.031	5.032
32.50	49.9	35.0	0.018	5.050
33.00	48.6	35.0	0.012	5.062
33.50	47.4	35.0	0.008	5.070
34.00	46.5	35.0	0.006	5.076
34.50	45.6	35.0	0.004	5.080
35.00	44.9	25.0	0.004	5.084
35.50	43.0	25.0	0.002	5.086
36.00	40.9	25.0	0.001	5.087
36.50	39.0	25.0	0.001	5.087
37.00	37.4	25.0	0.000	5.088
37.50	35.9	25.0	0.000	5.088
38.00	34.7	25.0	0.000	5.088
38.50	33.6	25.0	0.000	5.088
39.00	32.6	25.0	0.000	5.088
39.50	31.7	25.0	0.000	5.088
40.00	31.0	25.0	0.000	5.088
40.50	30.3	25.0	0.000	5.088
41.00	29.7	25.0	0.000	5.088
41.50	29.2	25.0	0.000	5.088
42.00	28.7	25.0	0.000	5.088
42.50	28.3	25.0	0.000	5.088
43.00	27.9	25.0	0.000	5.088
43.50	27.6	25.0	0.000	5.088
44.00	27.4	25.0	0.000	5.088
44.50	27.1	25.0	0.000	5.088
45.00	26.9	25.0	0.000	5.088
45.50	26.7	25.0	0.000	5.088

46.00	26.5	25.0	0.000	5.088
46.50	26.4	25.0	0.000	5.088
47.00	26.2	25.0	0.000	5.088
47.50	26.1	25.0	0.000	5.088
48.00	25.0	25.0	0.000	5.088
Total UP =			5.088	

RESULTADOS DE PASTEURIZACIÓN PARA 5 UP A 70 °C

TIEMPO (minutos)	T. INTERNA (°C)	T. EXTERNA (°C)	UP	UP acumulado
0.50	5.8	25.0	0.000	0.000
1.00	6.4	25.0	0.000	0.000
1.50	7.9	25.0	0.000	0.000
2.00	8.8	25.0	0.000	0.000
2.50	10.2	25.0	0.000	0.000
3.00	11.5	25.0	0.000	0.000
3.50	12.8	25.0	0.000	0.000
4.00	14.1	35.0	0.000	0.000
4.50	15.6	35.0	0.000	0.000
5.00	16.8	35.0	0.000	0.000
5.50	17.8	35.0	0.000	0.000
6.00	18.9	35.0	0.000	0.000
6.50	19.9	35.0	0.000	0.000
7.00	20.8	50.0	0.000	0.000
7.50	22.4	50.0	0.000	0.000
8.00	24.1	50.0	0.000	0.000
8.50	25.8	50.0	0.000	0.000
9.00	27.3	50.0	0.000	0.000
9.50	28.6	50.0	0.000	0.000
10.00	29.8	60.0	0.000	0.000
10.50	31.9	60.0	0.000	0.000
11.00	34.6	60.0	0.000	0.000
11.50	37.1	60.0	0.000	0.001
12.00	39.3	60.0	0.001	0.001
12.50	41.5	60.0	0.001	0.002
13.00	43.6	60.0	0.002	0.004
13.50	45.4	60.0	0.004	0.009
14.00	46.9	70.0	0.007	0.015
14.50	48.9	70.0	0.013	0.028
15.00	50.8	70.0	0.024	0.053
15.50	52.6	70.0	0.044	0.097
16.00	54.3	70.0	0.077	0.174
16.50	55.9	70.0	0.130	0.304
17.00	57.3	70.0	0.206	0.509
17.50	58.3	60.0	0.286	0.795
18.00	58.6	60.0	0.316	1.111
18.50	58.8	60.0	0.337	1.448
19.00	59.0	60.0	0.360	1.808
19.50	59.2	60.0	0.384	2.193
20.00	59.3	60.0	0.397	2.590
20.50	59.5	60.0	0.424	3.014
21.00	59.6	60.0	0.438	3.452
21.50	59.4	50.0	0.411	3.863

22.00	58.6	50.0	0.316	4.179
22.50	58.0	50.0	0.259	4.438
23.00	57.2	50.0	0.199	4.637
23.50	56.4	50.0	0.153	4.790
24.00	54.9	35.0	0.094	4.884
24.50	52.8	35.0	0.047	4.931
25.00	51.0	35.0	0.026	4.957
25.50	49.5	35.0	0.016	4.973
26.00	48.2	35.0	0.010	4.983
26.50	47.2	35.0	0.007	4.990
27.00	45.9	25.0	0.005	4.995
27.50	43.6	25.0	0.002	4.998
28.00	41.4	25.0	0.001	4.999
28.50	39.6	25.0	0.001	4.999
29.00	37.8	25.0	0.000	5.000
29.50	36.3	25.0	0.000	5.000
30.00	35.1	25.0	0.000	5.000
30.50	33.9	25.0	0.000	5.000
31.00	32.9	25.0	0.000	5.000
31.50	32.1	25.0	0.000	5.000
32.00	31.3	25.0	0.000	5.000
32.50	30.7	25.0	0.000	5.000
33.00	30.1	25.0	0.000	5.000
33.50	29.7	25.0	0.000	5.000
34.00	29.2	25.0	0.000	5.000
34.50	29.1	25.0	0.000	5.000
35.00	21.6	25.0	0.000	5.000
Total UP =			5.000	

RESULTADOS DE PASTEURIZACIÓN PARA 5 UP A 75 °C

TIEMPO (minutos)	T. INTERNA (°C)	T. EXTERNA (°C)	UP	UP acumulado
0.50	5.7	25.0	0.000	0.000
1.00	5.9	25.0	0.000	0.000
1.50	6.1	25.0	0.000	0.000
2.00	6.6	25.0	0.000	0.000
2.50	7.3	25.0	0.000	0.000
3.00	8.6	25.0	0.000	0.000
3.50	10.0	25.0	0.000	0.000
4.00	11.4	25.0	0.000	0.000
4.50	12.8	35.0	0.000	0.000
5.00	14.3	35.0	0.000	0.000
5.50	15.4	35.0	0.000	0.000
6.00	16.6	35.0	0.000	0.000
6.50	17.7	35.0	0.000	0.000
7.00	18.7	35.0	0.000	0.000
7.50	20.2	50.0	0.000	0.000
8.00	22.0	50.0	0.000	0.000
8.50	23.7	50.0	0.000	0.000
9.00	25.3	50.0	0.000	0.000
9.50	26.9	50.0	0.000	0.000
10.00	28.3	50.0	0.000	0.000
10.50	30.5	60.0	0.000	0.000
11.00	33.2	60.0	0.000	0.000
11.50	35.9	60.0	0.000	0.000
12.00	38.3	60.0	0.000	0.001
12.50	40.5	60.0	0.001	0.002
13.00	42.4	60.0	0.002	0.003
13.50	44.4	60.0	0.003	0.006
14.00	46.7	75.0	0.006	0.012
14.50	49.6	75.0	0.016	0.029
15.00	51.8	75.0	0.034	0.063
15.50	54.2	75.0	0.074	0.137
16.00	56.8	75.0	0.175	0.312
16.50	58.0	75.0	0.259	0.571
17.00	59.0	60.0	0.360	0.931
17.50	59.1	60.0	0.372	1.303
18.00	59.2	60.0	0.384	1.687
18.50	59.4	60.0	0.411	2.098
19.00	59.5	60.0	0.424	2.522
19.50	59.5	60.0	0.424	2.946
20.00	59.6	60.0	0.438	3.385
20.50	59.5	50.0	0.424	3.809
21.00	58.7	50.0	0.326	4.135
21.50	58.2	50.0	0.277	4.412

22.00	57.5	50.0	0.220	4.632
22.50	56.6	50.0	0.164	4.795
23.00	54.8	35.0	0.091	4.886
23.50	52.6	35.0	0.044	4.930
24.00	51.3	35.0	0.029	4.958
24.50	49.4	35.0	0.015	4.974
25.00	48.2	35.0	0.010	4.984
25.50	47.1	35.0	0.007	4.991
26.00	44.9	25.0	0.004	4.995
26.50	42.6	25.0	0.002	4.997
27.00	40.5	25.0	0.001	4.997
27.50	38.7	25.0	0.000	4.998
28.00	37.2	25.0	0.000	4.998
28.50	35.9	25.0	0.000	4.998
29.00	34.8	25.0	0.000	4.998
29.50	33.8	25.0	0.000	4.999
30.00	32.9	25.0	0.000	4.999
30.50	32.1	25.0	0.000	4.999
31.00	31.3	25.0	0.000	4.999
31.50	30.7	25.0	0.000	4.999
32.00	30.2	25.0	0.000	4.999
32.50	27.7	25.0	0.000	4.999
Total UP =			4.999	

Apéndice 3: Resultados del Análisis de Varianza

Apéndice 3.1: Análisis de la varianza para color

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
puntuación	80	0.58	0.42	117.85

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Modelo	37072.47	22	1685.11	3.55	0.0001
tratamiento	405.80	3	135.27	0.28	0.8362
panelista	36666.67	19	1929.82	4.06	<0.0001
Error	27070.86	57	474.93		
Total	64143.34	79			

Apéndice 3.2: Análisis de la varianza para aroma

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
puntuación	80	0.59	0.43	75.02

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Modelo	62546.72	22	2843.03	3.71	<0.0001
tratamiento	1125.22	3	375.07	0.49	0.6913
panelista	61421.50	19	3232.71	4.22	<0.0001
Error	43716.26	57	766.95		
Total	106262.98	79			

Apéndice 3.3: Análisis de la varianza para "flavor"

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
puntuación	80	0.49	0.29	76.66

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Modelo	60624.24	22	2755.65	2.48	0.0031
tratamiento	1479.60	3	493.20	0.44	0.7225
panelista	59144.64	19	3112.88	2.80	0.0014
Error	63327.57	57	1111.01		
Total	123951.82	79			

Apéndice 3.4: Análisis de la varianza para color-E1

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
puntuación	16	0.72	0.53	141.75

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Modelo	2363.53	6	393.92	3.87	0.0344
tratamiento	275.06	3	91.69	0.90	0.4780
panelista	2088.48	3	696.16	6.84	0.0107
Error	916.37	9	101.82		
Total	3279.90	15			

Apéndice 3.5: Análisis de la varianza para aroma-E1

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
puntuación	16	0.59	0.32	92.79

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Modelo	14779.83	6	2463.30	2.16	0.1437
tratamiento	8506.06	3	2835.35	2.49	0.1266
panelista	6273.77	3	2091.26	1.84	0.2110
Error	10256.80	9	1139.64		
Total	25036.62	15			

Apéndice 3.6: Análisis de la varianza para "flavor"-1

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
puntuación	16	0.75	0.59	52.28

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Modelo	19119.40	6	3186.57	4.54	0.0216
tratamiento	1300.24	3	433.41	0.62	0.6209
panelista	17819.17	3	5939.72	8.46	0.0055
Error	6316.51	9	701.83		
Total	25435.91	15			

Apéndice 3.7: Análisis de la varianza para "flavor" acetaldehído-1

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
puntuación	16	0.72	0.53	53.12

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Modelo	13803.51	6	2300.59	3.86	0.0347
tratamiento	1091.21	3	363.74	0.61	0.6255
panelista	12712.31	3	4237.44	7.10	0.0095
Error	5370.13	9	596.68		
Total	19173.64	15			

Apéndice 3.8: Análisis de la varianza para "flavor" metálico-1

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
puntuación	16	0.57	0.29	98.10

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Modelo	10689.00	6	1781.50	2.02	0.1644
tratamiento	807.50	3	269.17	0.31	0.8208
panelista	9881.50	3	3293.83	3.74	0.0539
Error	7926.00	9	880.67		
Total	18615.00	15			

Apéndice 3.9: Análisis de la varianza para "flavor" papel-1

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
puntuación	16	0.59	0.32	115.17

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Modelo	8732.97	6	1455.50	2.18	0.1405
tratamiento	1257.74	3	419.25	0.63	0.6142
panelista	7475.23	3	2491.74	3.74	0.0540
Error	5996.65	9	666.29		
Total	14729.62	15			

Apéndice 3.10: Análisis de la varianza para "flavor" almendra-1

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
puntuación	16	0.62	0.36	117.77

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Modelo	11248.50	6	1874.75	2.42	0.1125
tratamiento	1980.25	3	660.08	0.85	0.4995
panelista	9268.25	3	3089.42	3.99	0.0462
Error	6967.25	9	774.14		
Total	18215.75	15			

Apéndice 3.11: Análisis de la varianza para "flavor" cuero-1

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
puntuación	16	0.69	0.48	168.61

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Modelo	10207.25	6	1701.21	3.31	0.0524
tratamiento	1540.06	3	513.35	1.00	0.4363
panelista	8667.19	3	2889.06	5.63	0.0188
Error	4620.19	9	513.35		
Total	14827.44	15			

Apéndice 3.12: Análisis de la varianza para "flavor" especie-1

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
puntuación	16	0.96	0.94	44.92

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Modelo	2532.84	6	422.14	40.14	<0.0001
tratamiento	31.55	3	10.52	1.00	0.4363
panelista	2501.30	3	833.77	79.29	<0.0001
Error	94.64	9	10.52		
Total	2627.48	15			

Apéndice 3.13: Análisis de la varianza para color-E2

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
puntuación	12	0.45	0.00	346.41

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Modelo	4.27	5	0.85	1.00	0.4894
panelista	2.56	3	0.85	1.00	0.4547
tratamiento	1.71	2	0.85	1.00	0.4219
Error	5.12	6	0.85		
Total	9.39	11			

Apéndice 3.14: Análisis de la varianza para aroma-E2

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
puntuación	12	0.84	0.70	65.42

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Modelo	3270.48	5	654.10	6.21	0.0229
tratamiento	483.81	2	241.90	2.30	0.1815
panelista	2786.68	3	928.89	8.82	0.0128
Error	631.55	6	105.26		
Total	3902.04	11			

Apéndice 3.15: Análisis de la varianza para "flavor"-2

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
puntuación	12	0.51	0.11	77.65

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Modelo	9691.79	5	1938.36	1.26	0.3868
tratamiento	2105.54	2	1052.77	0.69	0.5391
panelista	7586.25	3	2528.75	1.65	0.2756
Error	9207.50	6	1534.58		
Total	18899.29	11			

Apéndice 3.16: Análisis de la varianza para "flavor" acetaldehído-2

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
puntuación	12	0.82	0.67	119.21

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Modelo	1104.85	5	220.97	5.47	0.0308
tratamiento	80.85	2	40.42	1.00	0.4219
panelista	1024.00	3	341.33	8.44	0.0142
Error	242.54	6	40.42		
Total	1347.39	11			

Apéndice 3.17: Análisis de la varianza para "flavor" metálico-2

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
puntuación	12	0.53	0.14	184.91

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Modelo	757.07	5	151.41	1.36	0.3558
tratamiento	103.37	2	51.69	0.46	0.6496
panelista	653.70	3	217.90	1.96	0.2221
Error	668.48	6	111.41		
Total	1425.55	11			

Apéndice 3.18: Análisis de la varianza para "flavor" papel-2

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
puntuación	12	0.45	0.00	346.41

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Modelo	10.42	5	2.08	1.00	0.4894
tratamiento	4.17	2	2.08	1.00	0.4219
panelista	6.25	3	2.08	1.00	0.4547
Error	12.50	6	2.08		
Total	22.92	11			

Apéndice 3.19: Análisis de la varianza para "flavor" almendra-2

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
puntuación	12	0.45	0.00	346.41

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Modelo	6.67	5	1.33	1.00	0.4894
tratamiento	2.67	2	1.33	1.00	0.4219
panelista	4.00	3	1.33	1.00	0.4547
Error	8.00	6	1.33		
Total	14.67	11			

Apéndice 3.20: Análisis de la varianza para "flavor" cuero-2

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
puntuación	12	0.42	0.00	291.18

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Modelo	805.67	5	161.13	0.89	0.5435
tratamiento	327.23	2	163.61	0.90	0.4555
panelista	478.44	3	159.48	0.88	0.5040
Error	1092.08	6	182.01		
Total	1897.75	11			

Apéndice 3.21: Análisis de la varianza para "flavor" especie-2

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
puntuación	12	0.80	0.63	129.60

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Modelo	2002.77	5	400.55	4.69	0.0434
tratamiento	170.93	2	85.46	1.00	0.4219
panelista	1831.84	3	610.61	7.14	0.0209
Error	512.78	6	85.46		
Total	2515.55	11			

Apéndice 4: Características de la Cerveza en el Proceso de Producción

Las características registradas de la cerveza durante el proceso de elaboración cuyas muestras se utilizaron en la fase experimental se detallan a continuación. Toda esta información fue proporcionada por el laboratorio de Control de Calidad.

En la zona de Brewhouse el líquido de cerveza inmaduro registró 13.3 y 13.8 °Plato correspondiente a los Brewhouses № 651 y 652 respectivamente, el valor de pH fue de 5.30 para ambos depósitos.

La estabilidad microbiológica para conteo de levaduras y bacterias se registró como conforme.

Los parámetros y análisis en el fermentador № 23 fueron los siguientes: la temperatura se mantuvo entre 12.0 a 13.5 °C y el °Plato de 12.5 a 3.7 correspondiente a las etapas inicial y final del ciclo fermentativo; así mismo, el conteo microbiano fue de 0 y 54 UFC/ml para aerobios y anaerobios respectivamente. En el fermentador № 24 la temperatura estuvo entre 11.0 y 14.0 °C y el °Plato varió de 12.7 y 2.8 para las etapas inicial y final respectivamente, y el conteo microbiano se encontró en 0 y 50 UFC/ml para aerobios y anaerobios respectivamente.

La información registrada en el tanque RUTH fue: temperatura 32 °C, 0.2% °Plato, 7.11% alcohol, 0.185 ppm oxígeno, 37.5 turbidez y 4.26 de pH.

La temperatura registrada en el Tanque Finishing fue 37 °C, 0.3% °Plato, 21.5 BU, 2.24 CO₂, 7.19% de alcohol, 0.153 ppm de oxígeno, 5.2 °SRM de color, 0.42 EBC de turbidez y 4.1 de pH.

Apéndice 5: Fundamento Complementario a los Resultados de Pasteurización

El comportamiento de las curvas de penetración de calor en los procesos de pasteurización son similares a los de esterilización. Los métodos desarrollados por Ball para determinar los valores de esterilización, se han adoptado para determinar los valores de UP en la pasteurización, considerando 60 °C como temperatura de referencia en vez de 121.1 °C [35]. Las coincidencias encontradas aquí confirman el porqué se ha adoptado el método de Ball para determinar los parámetros de penetración de calor en un tratamiento de pasteurización.

La rapidez de penetración de calor en líquidos de baja viscosidad como la cerveza es mayor que aquellos fluidos de alta viscosidad; así, el calor aplicado a la cerveza genera un movimiento circulatorio cíclico establecidas en la pasteurización [36]. En las curvas de penetración de calor se notará que la resistencia al calor es baja y se observa un ascenso notable durante el inicio de la pasteurización.

Todo el proceso de pasteurización aplicado a las muestras experimentales corresponden a los sistemas denominados “baja temperatura largo tiempo” (LTLT, por sus siglas en inglés), puesto que la temperatura registrada en el punto crítico es baja y el tiempo utilizado en cada proceso térmico es largo.

Al calcular las unidades de pasteurización se encontró y verificó que los rangos de temperatura que mayor influencia tienen en la acumulación de UP oscilan desde 50 a 60 °C y de 60 a 50 °C, rangos que pertenecen a las zonas de calentamiento y enfriamiento respectivamente. Los rangos no indicados tienen poca influencia en el valor de las UP y resultan casi despreciables en los procesos de pasteurización analizados.

Apéndice 6: Medidas de Color en Muestras de Cerveza.

Medidas	COLOR (°SRM)			
	5 UP	10 UP	15 UP	25 UP
1	3.213	3.277	3.289	3.302
2	3.213	3.289	3.277	3.289
3	3.213	3.289	3.277	3.277
4	3.213	3.289	3.289	3.289
5	3.264	3.289	3.289	3.289
6	3.264	3.289	3.277	3.289
7	3.264	3.289	3.277	3.289
8	3.264	3.289	3.277	3.277
9	3.264	3.289	3.277	3.277
10	3.264	3.277	3.289	3.277

Medidas	COLOR (°SRM)		
	60 °C	70 °C	75 °C
1	3.772	3.746	3.937
2	3.772	3.759	3.937
3	3.785	3.746	3.937
4	3.785	3.746	3.937
5	3.785	3.734	3.937
6	3.797	3.734	3.937
7	3.797	3.734	3.937
8	3.797	3.734	3.658
9	3.797	3.746	3.937
10	3.797	3.746	3.670