



**UNIVERSIDAD LAICA “ELOY ALFARO” DE MANABÍ
DIRECCIÓN DE POSTGRADO, COOPERACIÓN Y RELACIONES
INTERNACIONALES
ARTÍCULO PROFESIONAL DE ALTO NIVEL**

**Previo a la obtención del grado de Magíster en Agroindustria con
Mención en Gestión de Calidad y Seguridad Alimentaria**

Tema:

“Evaluación de la adición de centeno (*Secale cereale*) en la
formulación de cerveza artesanal belgian pale ale”

Autora:

Ing. Sheyling Alexis Segobia Muñoz

Tutor:

PhD. Roy Leonardo Barre Zambrano

Manta - Ecuador

2021

UNIVERSIDAD LAICA “ELOY ALFARO” DE MANABÍ
DIRECCIÓN DE POSTGRADO, COOPERACIÓN Y RELACIONES
INTERNACIONALES

ARTÍCULO PROFESIONAL DE ALTO NIVEL

“Evaluación de la adición de centeno (*Secale cereale*) en la formulación de
cerveza artesanal belgian pale ale”

**Presentado al Honorable Consejo Directivo de la Dirección de
Postgrado, Cooperación y Relaciones Internacionales como requisito para
obtener el título de:**

Magíster en Agroindustria con Mención en Gestión de Calidad y Seguridad
Alimentaria

Ing. Maritza Vásquez Giler, Mg.
DIRECTORA DE POSTGRADO

PhD. Roy Barre Zambrano
**TUTOR DEL ARTÍCULO
PROFESIONAL DE ALTO NIVEL**

MIEMBROS DEL TRIBUNAL

Ing. Mirabella Del Jesús Lucas Ormaza

Ing. Aldo Eduardo Mendoza González

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Yo, Segobia Muñoz Sheyling Alexis, declaro que soy responsable de todas las ideas, opiniones y resultados expuestos en el trabajo de titulación modalidad Artículo Profesional de Alto Nivel, y que el patrimonio intelectual generado por la misma pertenece exclusivamente a la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí.

Sheyling Alexis Segobia Muñoz
CI: 0953633005

Evaluación de la adición de centeno (*Secale cereale*) en la formulación de cerveza artesanal belgian pale ale

Evaluation of the addition of rye (*Secale cereale*) in the formulation of belgian pale ale craft beer

Sheyling A. Segobia Muñoz¹, Roy L. Barre Zambrano²

Resumen:

Esta investigación se enfoca en la utilización del centeno malteado y sin maltear, en la elaboración de una cerveza artesanal estilo belgian pale ale, con el objetivo de innovar y explorar los atributos que brinda este cereal, además de evaluar los parámetros fisicoquímicos (color, pH, acidez, grado alcohólico, turbidez), microbiológicos (mohos y levaduras) y sensoriales (sabor, olor, color, textura). Se aplicó un diseño experimental con arreglo bifactorial A*B con 3 repeticiones por tratamiento y 1 testigo empleando la prueba Dunnett, en cuanto para el test sensorial la prueba de contrastes de Kruskal Wallis, utilizando el software estadístico SPSS Statistics. De forma tal que se evidenció que la adición del centeno malteado y sin maltear influyó significativamente en las características evaluadas en la cerveza artesanal, dando origen a un perfil propio de una belgian pale ale con el distintivo toque que otorga el centeno, en donde se establecieron como los tratamientos más destacados en el atributo de sabor y textura a T5 (80% malta base + centeno malteado), en olor se posicionó T1 (90% malta base + centeno malteado), y en color resaltó T4 (85% malta base + centeno sin maltear).

Palabras clave: fermentación; levadura; lúpulo; malta; espectrofotometría.

Abstract:

This research focuses on the use of malted and unmalted rye in the production of a Belgian pale ale style craft beer, with the objective of innovating and exploring the attributes provided by this cereal, in addition to evaluating the physicochemical (color, pH, acidity, alcohol content, turbidity), microbiological (molds and yeasts) and sensory (flavor, odor, color, texture) parameters. An experimental design with a bifactorial A*B arrangement was applied with 3 replicates per treatment and 1 control using the Dunnett test, and for the sensory test the Kruskal Wallis test of contrasts, using the SPSS Statistics software. In such a way that it was evidenced that the addition of malted and unmalted rye significantly influenced the characteristics evaluated in the craft beer, giving rise to a profile typical of a Belgian pale ale with the distinctive touch provided by the rye, where T5 (80% base malt + malted rye) was established as the most outstanding treatment in flavor and texture, T1 (90% base malt + malted rye) in odor, and T4 (85% base malt + unmalted rye) in color.

Keywords: fermentation; yeast; hops; malt; spectrophotometry.

¹ Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Manta – Ecuador [sheysegob@gmail.com]

² Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Manta – Ecuador [l.barre@uleam.edu.ec]

1. Introducción

La cerveza está formada por compuestos diferentes, algunos provienen de la materia prima y otros se forman durante el proceso de elaboración. Las fuentes de materias primas de la cerveza son el agua, la malta, lúpulo, levadura y aditivos (Buiatti, 2009). Las etapas de malteado, maceración y fermentación son procesos principalmente enzimáticos, en donde la malta que es la materia prima principal en la elaboración de cerveza contiene componentes extraíbles tales como almidón, proteínas, enzimas como las amilasas y proteasas, sustancias colorantes y aromatizantes (Stewart, 2016). Después de la maduración y almacenamiento, se filtra y se estabiliza la cerveza, para evitar defectos de calidad, como pérdida del sabor, espuma o enturbiamiento. Cada etapa de la elaboración tiene un impacto decisivo en la cerveza (Wunderlich & Back, 2009).

La producción de cerveza artesanal se clasifica como a pequeña escala, con procesos de producción respectivamente cortos que combinan la creación de recetas tradicionales con una búsqueda de diferenciación y calidad, y contienen nuevos ingredientes que dan lugar a nuevos estilos (Jaramillo, 2016). En la investigación realizada por (Bogdan & Kordialik-Bogacka, 2017) señalan que, al incorporar adjuntos como complementos en la elaboración de una cerveza puede causar impactos negativos y positivos en el resultado final del producto, por lo cual se debe comprender mediante métodos analíticos la influencia de los adjuntos como reemplazo parcial en la cerveza, para otorgar un producto de calidad.

El centeno es un cereal que generalmente se usa en pequeñas cantidades mezclado con otros granos, es conocido por su papel en la elaboración y producción de cerveza y ginebra, así como whisky y vodka (FAO, 2018), se cultiva en Europa desde la antigüedad y está relacionado genéticamente con el trigo y la cebada, que representa menos del 1% la producción mundial de cereales. Los macronutrientes del centeno son los mismos que los de otros cereales: almidón, fibra y proteínas. Sin embargo, el centeno suele contener menos almidón y proteína bruta que el trigo, pero más azúcares libres y fibra dietética que éste. De los azúcares libres, predomina la sacarosa (Arendt & Zannini, 2013).

El centeno (*Secale cereale*) es un cereal que está conformado por compuestos fenólicos, vitaminas, fibra, micronutrientes y minerales, a su vez, se ha demostrado que aporta efectos beneficiosos en el organismo, principalmente en lo que concierne al metabolismo de la glucosa y la saciedad. Según investigaciones realizadas sitúan al centeno como un grano que se está utilizando cada vez más como materia prima, lo cual permite innovar en el desarrollo de nuevos productos que contribuyen a una dieta saludable y generan un valor agregado (Poutanen et al., 2014).

La malta de centeno, tal como se produce con los métodos habituales, se caracteriza por una viscosidad muy elevada, que puede atribuirse al alto contenido de pentosano. Por lo tanto, hay que evitar estrictamente la oxigenación para garantizar una filtración sin problemas. El color profundo de las maltas de centeno se transmite al producto final y da lugar a una cerveza especial agradable, oscura y de alta fermentación (Meussdoerffer & Zarnkow, 2009).

Con esta investigación se pretende elaborar un producto adicionando dentro de la formulación este tipo de cereal, con la finalidad de evaluar las características fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales, que contribuyen a obtener una cerveza artesanal, incursionando a innovar y a utilizar este cereal poco aprovechado dentro de la industria alimentaria, especialmente en la producción de cerveza.

2. Metodología

2.1. Localización

La presente investigación se llevó a cabo en los laboratorios de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí (ULEAM).

2.2. Materia prima

El centeno (*Secale cereale*) que se utilizó como materia prima para la adición en la formulación de cerveza artesanal, fue obtenido del mercado central de la ciudad de Riobamba, provincia Chimborazo; los insumos (maltas, levaduras, lúpulos, clarificante, dextrosa monohidratada) fueron adquiridos de la Empresa Cerveceros Independientes de la ciudad de Guayaquil.

2.3. Diseño de la investigación

Se aplicó un diseño experimental con arreglo bifactorial AxB, siendo Factor A (Malta Pale ale) y Factor B (Procesamiento del centeno) con 3 repeticiones por tratamiento y 1 testigo, se aplicó la prueba Dunnett para hacer la comparación de las medias de los tratamientos con el testigo, y se empleó la prueba de contrastes de Kruskal Wallis para el test sensorial, utilizando el software estadístico SPSS Statistics.

Tabla 1. Planteamiento del diseño experimental

Tratamientos	Códigos	Descripción
a0b0	T1	90% malta base + centeno malteado
a0b1	T2	90% malta base + centeno sin maltear
a1b0	T3	85% malta base + centeno malteado
a1b1	T4	85% malta base + centeno sin maltear
a2b0	T5	80% malta base + centeno malteado
a2b1	T6	80% malta base + centeno sin maltear
Testigo	TT	100% malta base

2.4. Procedimiento de la elaboración artesanal de la cerveza

Se empleó en la recepción de materia prima malta base de cebada pale ale, centeno (malteado y sin maltear), se clasificó en las proporciones correspondientes en la tabla 1, a continuación se aplicó una molienda, con la finalidad de romper la cáscara del grano para separarlo del endospermo, para que se trituren al 50% y queden expuestos al proceso enzimático que se llevó a cabo en la maceración, en esta etapa, se estableció una relación 1:3 de agua a una temperatura constante entre 65 a 70 °C, en donde se agregó la mezcla de adjuntos con el agua por 90 minutos para producir una proporción normal de azúcares fermentables (Mosher & Trantham, 2017).

Por consiguiente, se llevó un proceso de recirculado manual, el cual consistió en lavar, clarificar y filtrar el mosto, separando la parte soluble de la insoluble (bagazo) extrayendo los azúcares que se encontraron retenidos en el bagazo. Se recirculó 2-3 litros de agua a 77°C hasta aclarar el mosto, al finalizar se midió la densidad inicial y grados brix. Después se sometió el mosto a cocción a una temperatura ($\geq 100^{\circ}\text{C}$) hasta alcanzar la ebullición por 60 minutos, adicionando el lúpulo con la finalidad de contribuir amargor y aroma, este proceso conllevó a la esterilización y estabilización microbiológica del mosto (Mosher & Trantham, 2017).

En la siguiente etapa para el enfriado del mosto, se utilizó la técnica de baño maría hasta alcanzar la temperatura de 21°C. Se transfirió el mosto frío al fermentador agregando 2 gramos de levadura SafAle S-04, esta etapa duró 7 días, al finalizar se calculó su densidad final. Luego, se filtró utilizando un cedazo de acero inoxidable y malla para la retención y eliminación de las micropartículas disueltas. Para el embotellamiento, se agregó 5gr/lt de dextrosa monohidratada disuelta al fermentador para reactivar las levaduras que aún se encuentran presentes, y se procedió a envasar en botellas de vidrio 330 ml. Se mantuvo a temperatura ambiente durante 8 días, para la gasificación natural, posteriormente se realizó la pasteurización y consecutivamente se almacenó en refrigeración, mientras más se prolongue el tiempo de maduración mejores serán sus propiedades organolépticas (Mosher & Trantham, 2017).

2.5. Métodos de análisis

2.5.1. Análisis de Espectrofotometría

Se determinó el color mediante la absorbancia de los tratamientos, previamente desgasificada, con una longitud de onda de 430 nm al pasar por 1 cm de la cerveza, expresando mediante el siguiente cálculo (De Lange, 2016):

$$\text{Absorbancia de la cerveza a 430 nm} \times 12,7 = \text{color en unidades de la SRM}$$

2.5.2. Análisis de pH

Se empleó 100cm³ de las muestras desgasificadas a 20°C y se introdujo los electrodos del medidor de pH para la lectura (NTE INEN 2235, 2002).

2.5.3. Análisis de Acidez

Se empleó el método por titulación con fenolftaleína en base a la (NTE INEN 2323, 2002); y se expresó la acidez total como ácido láctico mediante la siguiente ecuación:

$$\text{Acidez total} = \frac{\text{ml NaOH corregidos} \times 0.9 \text{ (factor establecido)}}{\text{ml de muestra} \times \text{gravedad específica de la muestra}}$$

2.5.4. Análisis de grado alcohólico (Método de alcoholímetro de Gay Lussac)

Para la toma de la muestra se siguió el procedimiento establecido en NTE INEN 339. Posteriormente, se llenó la probeta con la muestra destilada hasta unos 5 cm por debajo del borde, y se introdujo el alcoholímetro de vidrio volumétrico para la toma del valor (NTE INEN 340, 2016).

2.5.5. Análisis de Turbidez

Se evaluó la turbidez de la cerveza utilizando el modelo 2100AN Turbidimeter, se procedió a desgasificar y regular a 20°C en baño termorregulado. A continuación, se realizó la lectura y la conversión de NTU a EBC, en la tabla 2 se indica el grado de turbidez correspondiente con las escalas EBC y ASBC (Hach Company, 2017).

Tabla 2. Tabla de Turbidez de Cerveza

GRADO	EBC	ASBC
Brillante	0,0 a 0,5	0,0 a 34,5
Casi brillante	0,5 a 1	34,5 a 69
Muy ligeramente turbia	1,0 a 2,0	69 a 138
Ligeramente turbia	2,0 a 4,0	138 a 276
Turbia	4,0 a 8,0	276 a 552
Muy turbia	>8,0	>552

Fuente: (Mosher & Trantham, 2017)

2.5.6. Análisis microbiológicos de Mohos y Levaduras

Se utilizó placas Compact Dry YM, dispersando homogéneamente las muestras sobre las láminas, y se almacenó en la incubadora a 30 °C por 5 días. Al finalizar la incubación se contabilizó el número de colonias coloreadas en la parte posterior de la placa (HyServe, 2010).

2.5.7. Análisis sensorial

Se convocó para la siguiente prueba a 30 panelistas no entrenados, en donde evaluaron por medio de escala hedónica olor, color, sabor, textura con 5 puntos para cada tratamiento y el testigo, a los cuales se les entregó las muestras en un recipiente transparente codificados aleatoriamente.

3. Resultados y Discusión

3.1. Resultados de análisis de espectrofotometría

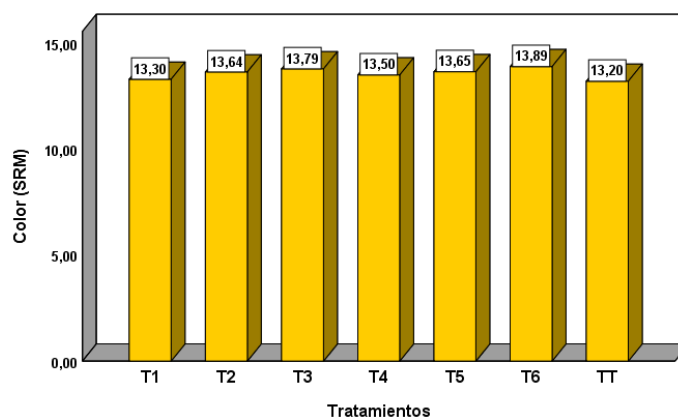


Figura 1. Resultados de Color

(De Lange, 2016) señala que el color de la cerveza se mide de forma confiable y fácil por absorción espectral a 430 nm, estas medidas SRM y EBC son adecuadas para el control de calidad, y dan una indicación aproximada del color visible aproximado de las cervezas. Por consiguiente, en los resultados de color por espectrofotometría en la Figura 1, expresados por conversión en SRM, se determinó que existió diferencia significativa ($p > 0.05$) entre los tratamientos y testigo, siendo el valor más alto T6 (13,89) y con un valor menor T1 (13,30) y el Testigo (13,20), estos valores se encuentran dentro del rango (8-14) en la escala SRM para el color ámbar que es particular del estilo belgian pale ale (Mosher & Trantham, 2017).

Los resultados obtenidos en esta investigación se relacionan a (Guevara et al., 2019) en el desarrollo de una cerveza artesanal american pale ale con malta base sorgo y cebada, que obtuvieron un valor de 10,28 en la escala SRM, encasillando en el rango (10-14) en un color entre ámbar profundo a cobre claro. Evidentemente el uso de centeno malteado y sin maltear también influye en el color de la cerveza, ya que la malta de centeno posee un color 5 SRM con un 15% máximo de la carga confiere a la cerveza un color rojizo, mientras que el centeno sin maltear posee un color 2 SRM y otorga el sabor peculiar del centeno (Suárez Díaz, 2013).

3.2. Resultados de análisis de pH

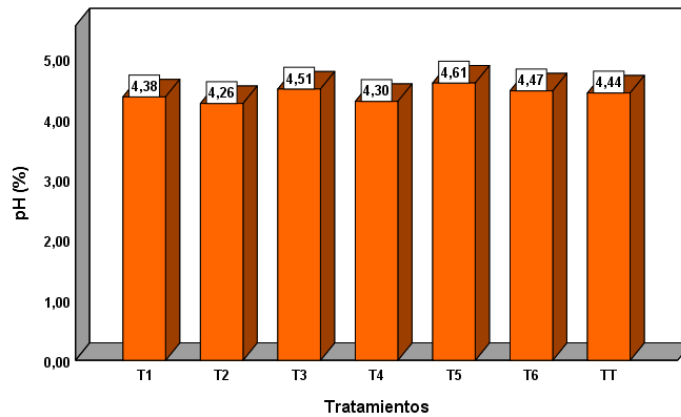


Figura 2. Resultados de pH

El pH es un parámetro de suma importancia, debido al control que ejerce para inhibir el crecimiento y contaminación bacteriana en las etapas de elaboración de la cerveza. En la Figura 2 se reflejó que existió diferencia significativa ($p > 0.05$), y las muestras que presentaron valores de pH más bajos al final de la fermentación fueron las que contenían menor proporción de centeno sin maltear T2 (4,26) y T4 (4,30). Mientras, que T5 (4,61) contenía una proporción de 20% de centeno malteado en la formulación y obtuvo el rango mayor entre todos los tratamientos y el testigo, por lo tanto, todos los valores obtenidos de las diversas muestras se encuentran dentro de los rangos de pH establecidos por la NTE INEN 2262:2013.

Conviene enfatizar que los resultados concordaron con los obtenidos por (García Bazantes, 2015) en su estudio de cerveza artesanal con tubérculos andinos, que obtuvo valores de pH con un máximo de (4,48) y mínimo de (3,89). Del mismo modo (Sanlate et al., 2010) en la elaboración de una cerveza tipo weissbier alemana con trigo obtuvieron valores de pH situados entre (4,50) y (4,77) dentro del rango aceptado.

3.3. Resultados de análisis de acidez

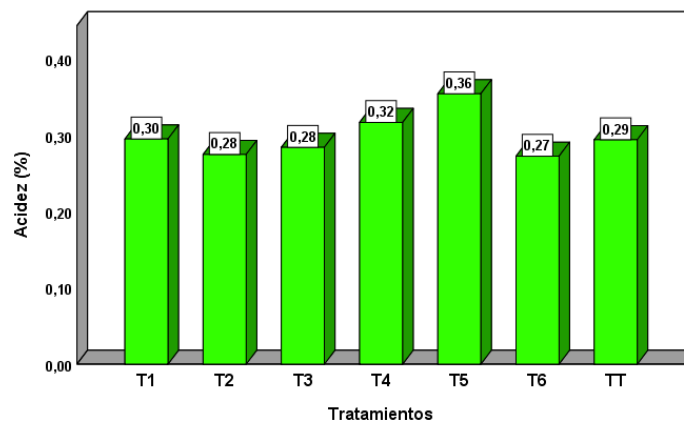


Figura 3. Resultados de Acidez

El ácido láctico es uno de los más importantes ácidos carboxílicos con propiedades organolépticas que tienen sabor y olor agrio, está producido por *Lactobacillus*, *Pediococcus*, y *Leuconostoc*, además producen el diacetilo, que otorga como resultado notas de mantequilla y sabor ácido (Mosher & Trantham, 2017). En referencia a la Figura 3, se observó diferencia significativa ($p > 0.05$) en la acidez expresada como ácido láctico de los tratamientos y el testigo, el valor más alto está ubicado en T5 (0,355), el cual excede el límite máximo de (0,3) permitido por la NTE INEN 2262:2013, y como valor más bajo se

obtuvo en T6 (0,273), sin embargo, este valor no implica un riesgo en la salud de los consumidores, pero en exceso se puede considerar un defecto en el aspecto de calidad para el estilo belgian pale ale, dado el caso que esta cerveza no es de categoría ácida. Estos resultados presentan similitud a los reportados por (León Pozo, 2019) en su estudio de cerveza artesanal con malta de quinua y amaranto con valores de acidez entre (0,27) - (0,30).

3.4. Resultados de análisis de grado alcohólico

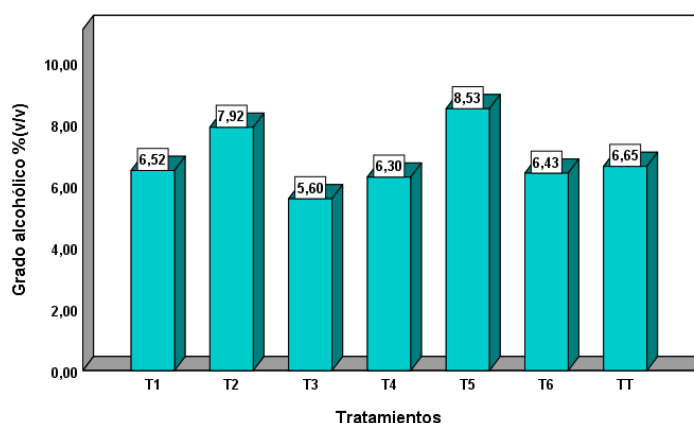


Figura 4. Resultados de Grado alcohólico

La fermentación es una de las fases más significativas en la elaboración de la cerveza, dado que en esta etapa, la conversión de azúcar en alcohol tiene lugar por acción de la levadura, junto con el desarrollo de muchos compuestos de fermentación secundaria, que determinan el perfil de sabor del producto (Giovenzana et al., 2014). En los resultados de la Figura 4, se presenció diferencia significativa ($p > 0.05$) en las medias de los tratamientos respecto a la variable de grado alcohólico, ubicándose T5 (8,53) como valor más alto, mientras que el valor más bajo corresponde a T3 (5,60); en base a lo estipulado por la NTE INEN 2262:2013 no se manifestó que estos valores excedan el rango máximo permitido, sin embargo, lo establecido por la (BJPC, 2015) para el estilo Belgian Pale Ale, señala que estas cervezas deben alcanzar valores entre 4.8% - 5.5%, pero esto solo indica que al utilizar el centeno influyó significativamente en el volumen de alcohol, dado que las Rye IPA poseen entre 5.5% - 8%, mientras que la Roggenbier oscilan entre 4.5% - 6%.

3.5. Resultados de análisis de turbidez

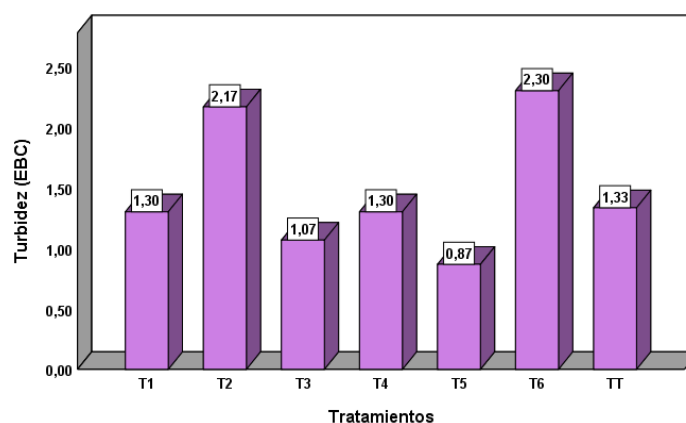


Figura 5. Resultados de Turbidez

El aspecto visual de la cerveza depende tanto de su color como de su turbidez, esto no solo se debe a que la dispersión reduce la transparencia de la cerveza, sino también a

que las propias partículas en suspensión pueden contribuir a la absorción de la luz, ambos factores están fuertemente influenciados por el método de elaboración. En la Figura 6 se observó la diferencia significativa ($p > 0.05$) entre los tratamientos y el testigo, reflejando el valor más alto para T6 (2,30) y T2 (2,17) siendo categorizada como “ligeramente turbia” con un rango entre (2,0-4,0) en la escala EBC, y como valor mínimo T5 (0,87) correspondiente a la categoría “casi brillante” entre (0,5-1,0).

(Mignani et al., 2013) señala que los sedimentos suspendidos debido a los residuos de levadura se pueden encontrar en las cervezas de alta fermentación. Además, debido a que algunas de las proteínas y polifenoles permanecen suspendidas después de la ebullición, la adición de un agente clarificante como el Irish Moss, permite coagular las proteínas y otras sustancias grandes del mosto (Mosher & Trantham, 2017).

3.6. Resultados de análisis de Mohos y levaduras

Tabla 3. Resultados Mohos y Levaduras

Parámetro	Unidad	Tratamientos								NTE INEN 2262:2013	
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	TT	Min	Max	
Recuento de mohos y levaduras	UPC/cm ³									-	10
Resultados		Ausencia									

Para valorar la calidad sanitaria de la cerveza, es necesario realizar análisis microbiológicos, dado que permite garantizar la inocuidad de la bebida, por lo que es primordial que durante todo el proceso de elaboración se mantenga el área limpia e higiénica, y es necesario extender todas estas medidas desde la materia prima, equipos y manipulador en el proceso. En la tabla 3, se observa que tanto los tratamientos y el testigo tienen ausencia de mohos y levaduras, dado a que la cerveza fue pasteurizada y por lo tanto se encuentra dentro de lo establecido por la NTE INEN 2262:2013.

3.7. Resultados de evaluación sensorial

En el resumen de la prueba de contrastes de Kruskal Wallis se determinó que existió diferencia significativa $p (> 0.05)$ en los atributos evaluados de la cerveza artesanal.

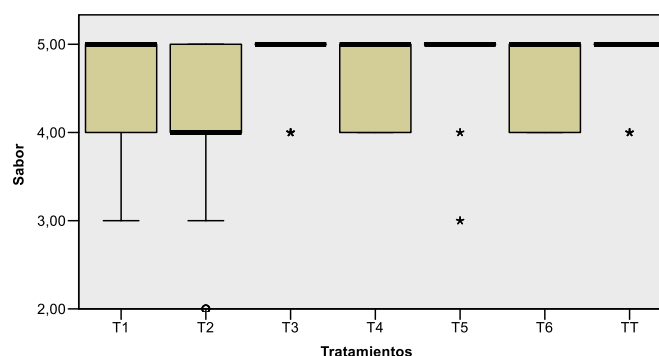


Figura 6. Resultados de atributo de Sabor

Se evidenció en la figura 6 que los tratamientos de mayor aceptación por el panel fueron T5 (80% malta base + centeno malteado), T3 (85% malta base + centeno malteado), T6 (80% malta base + centeno sin maltear), junto a el Testigo (100% malta base). La (BJPC, 2015) indica que esta cerveza posee un sabor inicial suave y moderadamente maltoso con un perfil variable de notas tostadas y de caramelo, en general, bastante equilibrada; la malta y el sabor afrutado tienden a estar en primer plano, mientras que el

amargor de apoyo y el carácter seco vienen después. También debería estar presente un ligero toque picante de la malta de centeno, dado que esta contribuye al acabado seco, y el dulzor residual debe ser bajo o estar ausente por completo.

González (2017) afirma que los aditivos cerveceros deben añadirse en cantidades tales que no afecten significativamente al contenido de sacarina del mosto y no alteren el equilibrio del sabor por una excesiva acidez y astringencia. Sin embargo, hay que tener cuidado de que su uso no provoque un cambio negativo en las cualidades sensoriales de la cerveza. Mientras que otro sabor deseable pero perjudicial en exceso es el amargor, si su intensidad no coincide con el estilo de la cerveza, las sensaciones que evoca son siempre incoherentes con otros sabores. La mayoría de los países cerveceros utilizan uno o dos almidones adicionales, que suelen ser una fuente de carbono adecuada y más barata que la malta de cebada (Valenzuela Heredia, 2014).

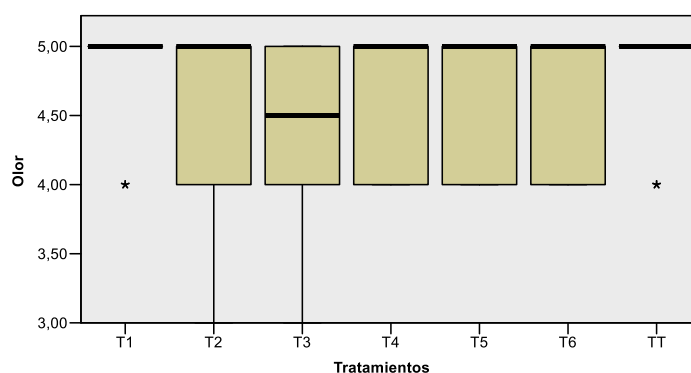


Figura 7. Resultados de atributo de Olor

Respecto al atributo de olor demostrado en la figura 7, se posicionó como mejor tratamiento el T1 (90% malta base + centeno malteado) y el Testigo (100% malta base), se establece para el estilo belgian pale ale un aroma moderado a malta, que puede ser una combinación de tostado, galleta con un toque de caramelo ligero o miel. Además de un frutado moderado y lúpulo de bajo a moderado (picante, herbáceo o floral), y puede tener un ligero aroma a malta de centeno picante (BJPC, 2015).

(Barrachina, 2013) destaca que estos aromas que podemos oler en la cerveza proceden de las materias primas utilizadas en la elaboración, a su vez los aromas secundarios del lúpulo que suelen aparecer durante la fermentación o de los adjuntos añadidos, dependiendo del tipo de levadura aparecen aromas afrutados, herbáceos, de plátano, de clavo de olor e incluso de mantequilla.

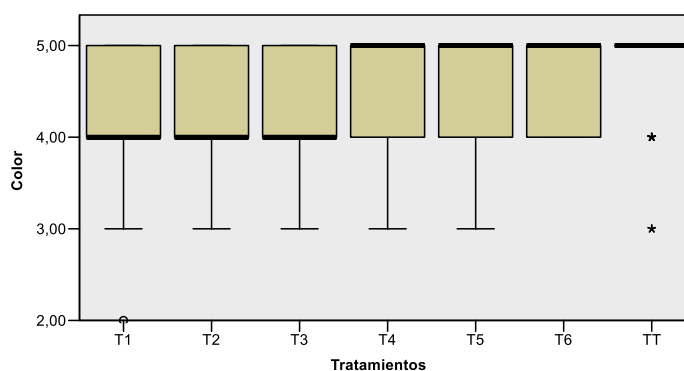


Figura 8. Resultados de atributo de Color

En la figura 8, se reflejó que el tratamiento mas destacado fue T4 (85% malta base + centeno sin maltear) y el Testigo (100% malta base). El color de una Belgian Pale Ale es entre ámbar y cobre, la claridad debe ser muy buena, con una espuma blanca, cremosa y

pedregosa que tiende a desvanecerse más rápido que otras cervezas belgas (BJPC, 2015). No obstante (Harrison & Albanese, 2019) manifiestan que la malta contribuye de forma significativa al color final y al cuerpo de la cerveza terminada. Por otra parte (Valenzuela Heredia, 2014) resalta que el almidón del mosto sufre otras transformaciones de pardeamiento no enzimáticas entre los azúcares reductores, las proteínas y los aminoácidos, formando componentes conocidos como cuerpos colorantes, entre los que se encuentran diversos compuestos procedentes del grano, que pasan al mosto y pueden aportar o afectar a la calidad.

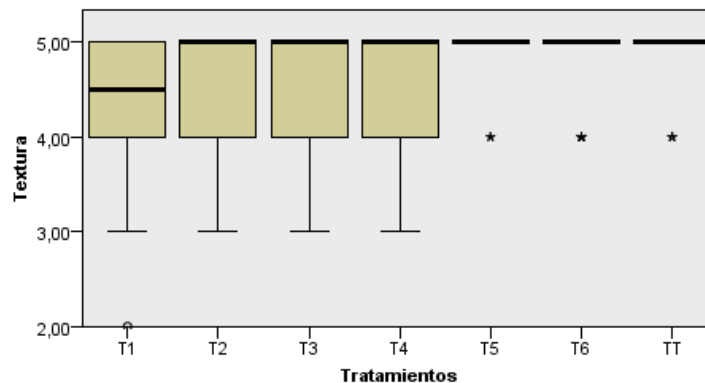


Figura 9. Resultados de atributo de Textura

Por otro lado para el atributo de textura, en la figura 9 se constató que T5 (80% malta base + centeno malteado) obtuvo mayor apreciación conjuntamente con el Testigo (100% malta base), seguido de T6 (80% malta base + centeno sin maltear), estas cervezas deben poseer una sensación en la boca de cuerpo medio a medio ligero, siendo suave al paladar, cualquier carácter cálido debe ser bajo si está presente y debe poseer una carbonatación media a media-alta (BJPC, 2015). Por consiguiente (González, 2017) enfatiza que la textura de la cerveza es una sensación algo imprecisa, es desigual y proviene de una combinación del cuerpo, las burbujas de CO₂ en el líquido y corona, la sensación puede ir desde lo agudo y áspero hasta lo sedoso y cremoso.

4. Conclusiones y recomendaciones

El uso de centeno malteado y sin maltear influyó significativamente en la maceración, dado que acentuó un color rojizo en la cerveza, logrando así obtener en los tratamientos un rango entre (13,30) a (13,89) en unidades SRM perteneciente a la categoría color ámbar, siendo este valor el color característico de las cervezas estilo belgian pale ale.

En cuanto al parámetro de pH se observó que todos los tratamientos se encuentran dentro del rango establecido por la NTE INEN 2262:2013, no obstante, para la acidez se encontró en T5 (0,355), excede el límite máximo de (0,3) permitido por la NTE INEN 2262:2013, este valor no implica un riesgo en la salud de los consumidores, pero puede ser defecto en el aspecto de calidad para el estilo belgian pale ale.

Con respecto al grado alcohólico se evidenció la influencia de las maltas y el centeno además de la acción de la levadura SafAle S-04, dado que se obtuvo porcentajes entre 5,60% - 8,53%. De tal forma que el poder de velocidad de fermentación y la capacidad de formar un sedimento compacto en el fondo de los fermentadores, permitió obtener tratamientos con mejor limpidez, en conjunto con la acción del clarificante Irish Moss que ayudó a decantar las partículas sólidas favoreciendo la sedimentación de las proteínas y evitando de esta forma que pasen al fermentador.

Se estableció como mejor tratamiento en el atributo de sabor y textura a T5 (80% malta base + centeno malteado), en cuanto a olor se posicionó como agradable T1 (90% malta base + centeno malteado), y en color resaltó T4 (85% malta base + centeno sin maltear), cabe recalcar que el testigo destacó en cada uno de los atributos evaluados. En

cada atributo sensorial evaluado se reflejó significativamente la adición del centeno conjuntamente relacionado a sus parámetros físicos, y así se determinó que el perfil obtenido es propio de una belgian pale ale con una fusión del estilo de las cervezas a base de centeno.

Bibliografía

- Arendt, E. K., & Zannini, E. (2013). Rye. In *Cereal Grains for the Food and Beverage Industries* (p. 220). Woodhead Publishing. <https://doi.org/10.1533/9780857098924.220>
- Barrachina, A. (2013). *Manual de degustación y evaluación de la cerveza*. <https://es.scribd.com/document/429193975/Manual-de-degustacion-y-evaluacion-de-la-cerveza>
- BJPC. (2015). *Directrices de estilo*. <https://dev.bjcp.org/style/2015/24/24B/belgian-pale-ale/>
- Bogdan, P., & Kordialik-Bogacka, E. (2017). Alternatives to malt in brewing. *Trends in Food Science and Technology*, 65, 1–9. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2017.05.001>
- Buiatti, S. (2009). Beer Composition: An Overview. In *Beer in Health and Disease Prevention* (p. 213). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-373891-2.00020-1>
- De Lange, A. J. (2016). Color. In *Brewing Materials and Processes: A Practical Approach to Beer Excellence* (pp. 199–249). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-799954-8.00011-3>
- FAO. (2018). *Propuesta para un Año Internacional del Centeno*. <http://www.fao.org/3/my363es/MY363ES.pdf>
- García Bazantes, K. (2015). *Elaboración de cerveza artesanal a partir de almidón extraído de tubérculos andinos* [Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/3949>
- Giovenzana, V., Beghi, R., & Guidetti, R. (2014). Rapid evaluation of craft beer quality during fermentation process by vis/NIR spectroscopy. *Journal of Food Engineering*, 142, 80–86. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2014.06.017>
- González, M. (2017). *Principios de Elaboración de Cervezas Artesanales* (Lulu Enterprises (ed.); 1st ed.).
- Guevara, R., Moncada, E., & Maldonado, L. (2019). *Desarrollo de una cerveza artesanal American Pale Ale utilizando como malta base sorgo (Sorghum bicolor) con cebada (Hordeum vulgare) y endulzada con miel de abeja* [Zamorano: Escuela Agrícola Panamericana]. <http://hdl.handle.net/11036/6566>
- Hach Company. (2017). *Determinación de la turbidez en la cerveza*. <https://www.hach.com/>
- Harrison, M. A., & Albanese, J. B. (2019). Beer/Brewing. In *Encyclopedia of Microbiology* (pp. 467–477). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-809633-8.13014-6>
- HyServe. (2010). *Compact Dry YM para levadura y mohos*. https://hyserve.com/files/Compact Dry PI_YM-version-26-10-16-1400pcs.pdf
- Jaramillo, P. (2016). Cervezas artesanales, un mercado que emerge bien. *Revista Gestión*, 50–55. https://revistagestion.ec/sites/default/files/import/legacy_pdfs/269_005.pdf
- León Pozo, J. P. (2019). *Evaluación de la concentración de lúpulo y miel de abeja en la elaboración de cerveza artesanal a base de malta de quinua (Chenopodium quinoa) y amaranto (Amaranthus)* [Universidad Politécnica Estatal del Carchi]. <http://repositorio.upec.edu.ec/handle/123456789/879>
- Meussdoerffer, F., & Zarnkow, M. (2009). Starchy Raw Materials. In *Handbook of Brewing: Processes, Technology, Markets* (pp. 43–83). John Wiley & Sons, Ltd. <https://doi.org/10.1002/9783527623488.CH2>
- Mignani, A. G., Ciaccheri, L., Mencaglia, A. A., Ottevaere, H., Baća, E. E. S., & Thienpont, H. (2013). Optical measurements and pattern-recognition techniques for identifying the characteristics of beer and distinguishing Belgian beers. *Sensors and Actuators B*:

- Chemical*, 179, 140–149. <https://doi.org/10.1016/J.SNB.2012.10.029>
- Mosher, M., & Trantham, K. (2017). *Brewing Science: A Multidisciplinary Approach* (1st ed.). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-46394-0_1
- NTE INEN 2235. (2002). *NTE INEN 2235:2002 - Bebidas alcohólicas - Cerveza - Determinación del pH*. <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/2325.pdf>
- NTE INEN 2323. (2002). *NTE INEN 2323: 2002 - Bebidas alcohólicas - Cerveza - Determinación de la acidez total*. <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/2323.pdf>
- NTE INEN 340. (2016). *Bebidas alcohólicas - Determinación del contenido de alcohol etílico - Método del alcoholímetro de vidrio*. https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_340-2.pdf
- Poutanen, K., Katina, K., & Heiniö, R.-L. (2014). Rye. In *Bakery Products Science and Technology* (pp. 75–87). John Wiley & Sons Ltd. <https://doi.org/10.1002/9781118792001.CH4>
- Sanlate, J., Moncada, E., & Bueso, F. (2010). *Efecto de temperatura de tostado de malta y del porcentaje de trigo en la elaboración de una cerveza tipo Weissbier Alemana* [Zamorano: Escuela Agrícola Panamericana]. <http://hdl.handle.net/11036/485>
- Stewart, G. G. (2016). Beer: Raw Materials and Wort Production. In *Encyclopedia of Food and Health*. Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-384947-2.00058-1>
- Suárez Díaz, M. (2013). “*Cerveza: componentes y propiedades*” [Universidad de Oviedo]. https://digibuo.uniovi.es/dspace/bitstream/handle/10651/19093/TFM_Maria_Suarez_Diaz.pdf;jsessionid=3B0DF87EA33EAF4DC1291D81EA9A026D?sequence=8
- Valenzuela Heredia, D. P. (2014). *Utilización de diferentes almidones complementarios y su efecto sobre las características sensoriales de la cerveza* [Universidad de Chile]. <http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/150917>
- Wunderlich, S., & Back, W. (2009). Overview of Manufacturing Beer: Ingredients, Processes, and Quality Criteria. In *Beer in Health and Disease Prevention* (p. 3). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-373891-2.00001-8>