

**Effect of lemon peel (Citrus limon) on the physicochemical and sensory properties of a Blonde Ale style craft beer**

**Efecto de la cáscara de limón (Citrus limon) sobre las propiedades fisicoquímicas y sensoriales de una cerveza artesanal estilo Blonde Ale**

**Autores:**

Bonino-Sacón, María Belén  
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ  
Egresado  
Chone, Manabí, Ecuador



[mbonino2495@utm.edu.ec](mailto:mbonino2495@utm.edu.ec)



<http://orcid.org/0009-0002-7824-469X>

Coveña-Zambrano, Roberto  
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ  
Egresado  
Chone, Manabí, Ecuador



[rcovena2003@utm.edu.ec](mailto:rcovena2003@utm.edu.ec)



<http://orcid.org/0009-0000-6079-0874>

Muñoz-Murillo, José Patricio  
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ  
Docente tutor en el departamento de Procesos Agroindustriales  
Chone, Manabí, Ecuador



[jose.munoz@utm.edu.ec](mailto:jose.munoz@utm.edu.ec)



<https://orcid.org/0000-0002-9161-685X>

Fechas de recepción: 11-FEB-2025 aceptación: 11-MAR-2025 publicación: 15-MAR-2025



<https://orcid.org/0000-0002-8695-5005>

<http://mqrinvestigador.com/>



## Resumen

La cáscara de limón (*Citrus limon*) ha ganado interés en la industria alimentaria debido a su aroma fresco y cítrico, así como a su contenido de compuestos bioactivos, antioxidantes y fenoles. Este estudio evaluó el efecto de la cáscara de limón en las propiedades fisicoquímicas y sensoriales de una cerveza artesanal Blonde Ale. Se empleó un diseño experimental con diferentes porcentajes de cáscara (1%, 2% y 3%), analizando los datos fisicoquímicos mediante un ANOVA con la prueba de Tukey ( $p < 0,05$ ) y los sensoriales con la prueba de Kruskal-Wallis. Los resultados mostraron diferencias significativas en el pH (4,10–4,33), actividad antioxidante (7,59–88,26  $\mu\text{mol Trolox}/100\text{ g}$ ), contenido fenólico (4,18–7,43 mg), contenido alcohólico (8,00–9,33% V/V) y carbonatación (2,21–2,78  $\text{CO}_2/\text{L}$ ), todos los resultados estuvieron dentro de las especificaciones de la norma INEN 2262 para bebidas alcohólicas. En términos sensoriales, no hubo variaciones significativas en los atributos evaluados; excepto en el aroma, donde la formulación sin cáscara (T0) obtuvo la mejor calificación. En conclusión, la adición de cáscara de limón en Blonde Ale mejora el perfil aromático, proporcionando notas frescas y cítricas sin afectar otros atributos sensoriales, representando una estrategia viable para enriquecer la experiencia del consumidor en cervezas artesanales.

**Palabras clave:** Blonde Ale; cáscara de limón; cerveza



## Abstract

Lemon peel (*Citrus limon*) has gained interest in the food industry due to its fresh and citrus aroma, as well as its content of bioactive compounds such as antioxidants and phenols. This study evaluated the effect of lemon peel on the physicochemical and sensory properties of a Blonde Ale craft beer. An experimental design was used with different percentages of peel (1%, 2% and 3%), analyzing the physicochemical data using an ANOVA with the Tukey test ( $p < 0.05$ ) and the sensory data using the Kruskal-Wallis test. The results showed significant differences in pH (4.10–4.33), antioxidant activity (7.59–88.26  $\mu\text{mol Trolox}/100\text{ g}$ ), phenolic content (4.18–7.43 mg), alcohol content (8.00–9.33% V/V) and carbonation (2.21–2.78  $\text{CO}_2/\text{L}$ ), all results were within the specifications of the INEN 2262 standard for alcoholic beverages. In sensory terms, there were no significant variations in the evaluated attributes; except in aroma, where the formulation without peel (T0) obtained the best rating. In conclusion, the addition of lemon peel in Blonde Ale improves the aromatic profile, providing fresh and citrus notes without affecting other sensory attributes, representing a viable strategy to enrich the consumer experience in craft beers.

**Keywords:** Blonde Ale; lemon peel; beer



## Introducción

Las cervezas artesanales han mostrado un constante crecimiento dentro de la industria cervecera, relacionado con el desarrollo e integración de nuevos sabores que integra la inclusión de frutas, hierbas y especias, que han permitido mejorar las características sensoriales del producto final y a su vez la aceptación en el mercado (Jaeger et al., 2020), considerando que su elaboración se efectúa a partir de la aplicación de diferentes métodos desarrollados por maestros cerveceros basados en la diversificación de diferentes sabores (Campoverde, 2019).

La producción de cerveza artesanal se ha desarrollado como una industria que ha mostrado un importante crecimiento, dado por la tecnificación de los procesos productivos y el desarrollo de nuevos sabores (Vázquez et al., 2022). Dentro de este grupo se encuentra la cerveza Blonde Ale, la cual se caracteriza por su ligereza y un perfil sensorial equilibrado que ha proporcionado una importante aceptación en los consumidores (Castillo y Lozano, 2020).

La cerveza es ampliamente conocida y apreciada por su sabor, sus propiedades refrescantes, y también por la identidad regional asociada al lugar de origen de su fabricación. Su elaboración es un proceso complejo que implica la fermentación de azúcares derivados de granos, tradicionalmente cebada, por medio de levaduras, que transforman estos azúcares en alcohol y dióxido de carbono (López e Hinojosa, 2021).

La elaboración de cerveza artesanal se caracteriza por llevarse a cabo en un tamaño reducido, utilizando métodos de producción que son bastante rápidos, e integrando ingredientes innovadores que dan como resultado el desarrollo de estilos diferentes (Mosquera y Palacio, 2023), sin embargo, se debe considerar que entre los principales ingredientes se encuentra el agua, cebada malteadas, lúpulo y levadura para fermentar y producir alcohol (Pilligua et al., 2021).

En la actualidad, las cervezas artesanales han adquirido una importante popularidad entre los consumidores locales y extranjeros que buscan nuevos sabores en el mercado, considerando las tendencias de consumo de alimentos que aporten diferentes beneficios a la salud de los consumidores (Luna, 2022).



Las cervezas Ale son aquellas que tiene la capacidad de fermentar a temperaturas que oscilan entre 16 - 29 °C y se caracterizadas por su alta capacidad fermentativa, debido a la posición superficial de las levaduras sobre el fermentador por acción del CO<sub>2</sub> que producen, y que a su vez da origen a diferentes sabores (Castañeda et al., 2018). Dentro de esta categoría se encuentra la cerveza Blonde Ale, la cual es conocida por su facilidad de consumo, con un sabor a malta, con notas frutales y un carácter lupulado. Además, es una bebida refrescante sin sabores intensos que puedan resultar abrumadores (Paredes, 2017).

La cerveza Blonde Ale (Ale rubia), es un estilo de cerveza artesanal de cerveza artesanal originario de EE. UU. Este tipo de cerveza se elabora principalmente con malta, sin embargo, su elaboración con malta de trigo y azúcar con la finalidad de mejorar el sabor. Según el manual BJCP (Beer Judge Certification Program), organización mundial de certificación para jueces de cerveza y productos fermentados relacionados, la cerveza Blonde Ale se caracteriza por la presencia de notas frutales, lúpulo y malta, con un aroma moderado a malta dulce y ligero a lúpulo, siendo común sus matices cítricos, florales y especiados (Barranco y Villareal, 2021).

La cáscara de limón (*Citrus limon*) ha sido valorada dentro de la industria de los alimentos por sus diferentes aplicaciones en el desarrollo de diferentes formulaciones y por el aporte de diferentes compuestos biológicos con importantes funciones en la salud de los consumidores (Pérez y Human, 2023), además de su aporte de vitamina C, un antioxidante que protege las células del daño oxidativo. Además, contiene fibra que mejora la digestión y minerales esenciales como calcio, potasio y magnesio (Aucatoma y Santillan, 2023).

La cerveza artesanal es un producto que ha ganado una creciente popularidad en los últimos años debido a su diversidad de sabores, su proceso de producción manual y la preferencia de los consumidores por productos de alta calidad y con características únicas.

Además, el desarrollo de este tipo de productos responde de manera directa a las tendencias actuales de los consumidores que buscan productos naturales, frescos y distintivos, lo que puede contribuir tanto a la diferenciación como a la expansión de la cerveza artesanal en lugares locales e internacionales. Por tal razón en este estudio se evaluó el efecto de la cáscara de limón (*Citrus limon*) sobre las propiedades fisicoquímicas y sensoriales de una cerveza artesanal tipo Blonde Ale.



## Material y métodos

### *Localización de la investigación*

La investigación se llevó a cabo en la Universidad Técnica de Manabí Facultad de Agrociencias extensión Chone ubicada en el Km 2½ vía Chone Boyacá, en los laboratorios de Procesos Agroindustriales en el área de Granos y Cereales; los análisis correspondientes a la cerveza artesanal Blonde Ale con adición de cáscara de limón (*Citrus limon*) fueron realizados en los laboratorios de Química y Bromatología de la misma institución.

### *Materias primas*

Para el desarrollo de la experimentación se trabajó con limón variedad sutil, el cual fue adquirido en los predios del mercado municipal del cantón Chone, en el área de comercio de frutas. Los demás insumos utilizados en la formulación para la elaboración de la cerveza artesanal tipo Blonde Ale se adquirieron a la empresa “Beerland” ubicada en la ciudad de Quito.

### *Diseño experimental*

La investigación se desarrolló mediante la aplicación de un Diseño Experimental Completamente al Azar (DCA) conformado por un arreglo factorial, donde se consideró como factor en estudio tres concentraciones de cáscara de limón (1, 2 y 3%), más la utilización de un tratamiento control (sin cáscara de limón). Cada formulación se conformó por tres réplicas por tratamiento, dando un total de 12 unidades experimentales.

El procesamiento estadístico de los datos se realizó por medio del programa estadístico InfoStat versión 2016. Se procedió con el desarrollo del análisis de varianza ANOVA y posterior comparación de medias de Tukey con un intervalo de confianza del 95%, Los resultados del análisis sensorial se efectuaron mediante estadística no paramétrica, utilizando la prueba de Kruskal-Wallis. Los tratamientos en estudio se detallan en la tabla 1.

**Tabla 1.**  
Tratamientos en estudio del experimento

Tratamientos	Factor	
	% de cáscara de limón	Réplicas
T0	0	3
T1	1	3
T2	2	3



**Procedimiento experimental**

Para el desarrollo de la cerveza artesanal con cáscara de limón se aplicó la formulación que se detalla en la tabla 2.

**Tabla 2.**  
 Formulación para la elaboración de la cerveza tipo Blonde Ale

Insumos	T0	T1	T2	T3
	(0% cáscara de limón)	(1% cáscara de limón)	(2% cáscara de limón)	(3% cáscara de limón)
	%	%	%	%
Levadura	1,00	1,00	1,00	1,00
Agua	77,35	77,35	77,35	77,35
Malta blonde Ale	12,65	12,65	12,65	12,65
Lúpulo	7,00	7,00	7,00	7,00
Azúcar	2,00	2,00	2,00	2,00
<b>Total</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>
Cáscara de limón	0,00	1,00	2,00	3,00

Se receiptó el limón de la variedad sutil (70 unidades) para poder extraer la cáscara (700 g), y los demás insumos (agua, malta base para Ale, lúpulo y levadura). El peso de cada materia prima se divido para cada tratamiento con sus repeticiones detallado en la tabla 2. La molienda de la malta se la realizó en un molino eléctrico de martillo con la finalidad de lograr una reducción ligera de los granos para optimizar un mayor rendimiento del proceso. Se procedió con la maceración de la malta en los tanques de acero inoxidable de la línea de cerveza y 10 litros de agua purificada, donde se llevó a un calentamiento de 65°C, para continuar con la adición de las maltas molidas, manteniendo la cocción en constante movimiento por un tiempo aproximado de 90 minutos, para posteriormente proceder con el filtrado mediante la utilización de un lienzo. Posteriormente los granos fueron colocados sobre un tanque de acero inoxidable a temperatura de 65°C por 20 minutos con el propósito de la extracción de azúcares y enzimas; se tomó una muestra para medir la densidad cuyo valor fue de 1050g/mg. Culminado el lavado de los granos se filtró para colocarla al recipiente del primer mosto, y se continuó con la cocción por un periodo de 60 min, donde



posteriormente se incorporó los porcentajes de cáscara de limón de acuerdo con las formulaciones establecidas (1%, 2% y 3%). Alcanzado los 30 minutos se procede con el espumado y continua con la incorporación del lúpulo del amargor en dos tiempos (35 y 45 minuto). Consecutivamente se procedió con la activación de las levaduras, mediante la utilización de un vaso de precipitación con 150 ml de agua a temperatura de 20°C. Se continuó con la fermentación de los tratamientos, donde se añadió el mosto en recipiente plásticos con capacidad de 20 lt con un filtro de aire (airlook top red) para la evacuación de los gases de la fermentación, la cual está ubicada sobre la tapa del recipiente donde adicionalmente se incorporó la levadura. El proceso fermentativo se desarrolló por un periodo de 15 días a temperatura de 20 °C. Posterior al octavo día se procedió con la filtración del mosto y posteriormente clarificado, después de un tiempo de maduración de 15 días se transvasó a un nuevo recipiente con el objetivo de eliminar residuos, manteniendo la cerveza por ocho días más y continuar con el embotellamiento a una temperatura de 20°C, sobre botellas de vidrio (ámbar) con capacidad de 296 ml, a las cuales se les incorporó 3 g de azúcar con la finalidad de lograr la gasificación, dejando la cerveza almacenada en refrigeración.

#### ***Análisis de laboratorio***

Se realizaron los análisis de laboratorio considerando los parámetros establecidos por la norma NTE-INEN 2262:2013. Se determinó el contenido alcohólico (NTE INEN-ISO 2322), acidez total (NTE INEN-ISO 2323), carbonatación (NTE INEN-ISO 2171), pH (NTE INEN-ISO 1842), actividad antioxidante y contenido de fenoles totales (Espectrofotométrico ABTS).

Adicionalmente se efectuó una evaluación sensorial de los tratamientos en estudio mediante un panel conformado por 90 panelistas semi-entrenados, pertenecientes a la carrera de Agroindustrias de la Facultad de Agrociencias. A estos panelistas se les proporcionaron muestras correspondientes a los distintos tratamientos, presentadas en vasos plásticos. Se utilizó un test descriptivo de 5 puntos (Tabla 3), en el cual se indicó la intensidad de cada atributo de la cerveza artesanal, con una escala de 1 a 5, donde 1 representaba la menor aceptación y 5 la mayor. Los panelistas evaluaron los atributos: color, persistencia espuma, aroma, transparencia, vivacidad, amargor, sabor y cuerpo. Este enfoque permitió obtener una evaluación detallada y objetiva de las características sensoriales de los tratamientos,



asegurando que la percepción de los panelistas fuera consistente y representativa de las cualidades de cada muestra.

**Tabla 3.**

Test hedónico descriptivo de la cerveza artesanal tipo Blonde Ale con cáscara de limón

Atributos de la cerveza artesanal	Intensidad				
	1 Baja			5 Alta	
	1	2	3	4	5
<b>Color</b>	Amarillo	Dorado	Caramelo	Negro	Rojo
<b>Persistencia espuma</b>	Sin espuma	Poca	Persistente	Muy persistente	No desaparece
<b>Aroma</b>	Inapreciable	Suave	Fuerte	Intenso	Muy Intenso
<b>Transparencia</b>	Cristalina	Transparente	Turbia	Semi opaca	Opaca
<b>Vivacidad</b>	Casi sin gas	Poca	Equilibrada	Abundante	Mucho gas
<b>Amargor</b>	Inapreciable	Suave	Fuerte	Intenso	Muy intenso
<b>Sabor</b>	Inapreciable	Suave	Fuerte	Intenso	Muy Intenso
<b>Cuerpo</b>	Muy poco	Poco	Con cuerpo	Bastante	Mucho

## Resultados

### *Parámetros fisicoquímicos de la cerveza artesanal estilo Blonde Ale con cáscara de limón*

Los resultados de la tabla 4 reflejan los resultados del análisis de varianza ANOVA para las variables fisicoquímicas de la cerveza tipo Blonde Ale con cáscara de limón. En este caso se obtuvo un comportamiento estadísticamente diferente ( $p > 0,05$ ) en las variables pH, actividad antioxidante, contenido fenólico y carbonatación. Sin embargo, no se encontró significancia estadística en cuanto a la acidez total y el contenido alcohólico entre los tratamientos. Estos resultados indican que los tratamientos impactaron de manera notable en algunas características fisicoquímicas, mientras que otras permanecieron constantes, lo que sugiere que ciertos factores no influenciaron significativamente esas variables específicas.

**Tabla 4.**

Resultados de análisis de varianza y comparación múltiple de Tukey para las variables fisicoquímicas de la cerveza artesanal blonde ale con cáscara de limón

Parámetros fisicoquímicos	T0 $\bar{x} \pm D.E.$	T1 $\bar{x} \pm D.E.$	T2 $\bar{x} \pm D.E.$	T3 $\bar{x} \pm D.E.$	Sig. Tukey
pH	4,10±0,02 a	4,31±0,02 b	4,32±0,01 b	4,33±0,01 b	< 0,0001**
Acidez total	0,02±0,01 a	0,01±0,00 a	0,01±0,00 a	0,01±0,00 a	0,0519 <sup>NS</sup>
Actividad antioxidante	7,59±0,80 a	10,87±0,01 b	11,89±0,03b	88,26±0,21c	<0,0001**



Contenido fenólico	4,18±0,35 a	6,99±0,4 bc	7,43±0,15 c	6,70±0,14 b	<0,0001**
Contenido alcohólico	8,00±0,58 a	8,33±0,00 a	8,33±2,31 a	9,33±0,58 a	0,5957 NS
Carbonatación	2,21±0,02 a	2,24±0,01 a	2,39±0,05b	2,78±0,09 c	<0,0001**

Nota: Medias con una letra en común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ ) \*\* = Altamente significativo. NS = No significativo.

El análisis de comparación de medias para la variable pH, mostró diferencias significativas  $p < 0,05$  entre los valores promedios reportados para los tratamientos en estudio. Los resultados del estudio muestran que el tratamiento T0 (0% de cáscara de limón), presentó diferencias significativas entre los valores promedios reportados para los tratamientos T1, T2 y T3 con valores de 4,31, 4,32 y 4,33, respectivamente. En este caso, los resultados presentan una tendencia de aumento en los valores de pH de las formulaciones a conforme se aumentó los niveles de cáscara de limón como se representa en la Tabla 4.

Los resultados de las pruebas de comparación de medias para la variable acidez total muestra un comportamiento similar entre los valores promedios, pesar de encontrarse un valor de  $p = 0,0519$ . Los resultados promedio de acidez total variaron entre 0,01% y 0,02%, lo que indica una baja variabilidad en esta característica a través de los diferentes tratamientos.

La variable actividad antioxidante, complementado con la prueba de Tukey a un nivel de  $p < 0,05$ , (tabla 4) presentó alta significancia estadística entre los tratamientos. En este caso se puede apreciar que el tratamiento T0 (7,59  $\mu\text{mol}$  Trolox Equivalente/100 g de bebida), muestra un comportamiento estadístico significativo con relación a los demás tratamientos en estudio. Por su parte, los valores reportados en los tratamientos T1 y T2, no mostraron variaciones estadísticas entre los valores reportados, sin embargo, difieren estadísticamente de los resultados reportados en los demás tratamientos. En este caso se obtuvo que el tratamiento T3 obtuvo la mayor capacidad antioxidante con 88,26  $\mu\text{mol}$  Trolox Equivalente/100 g de bebida, demostrando que al aumentar los porcentajes de cáscara de limón aumento la presencia de antioxidantes en la cerveza artesanal Blonde Ale.

En relación a los resultados expuestos en el contenido fenólico se encontró la presencia de diferencias significativas  $p < 0,05$  entre los valores promedios, siendo menor en el tratamiento control con un valor de 4,18 mg. Por su parte, el tratamiento T2 alcanzó la mayor presencia

de fenoles con de 7,43 mg de contenido fenólico, demostrándose que la inclusión de este subproducto mejora las propiedades funcionales de la cerveza artesanal Blonde Ale.

El contenido alcohólico no presentó diferencias significativas  $p > 0,05$  entre los valores promedios, mostrando similitud estadística entre tratamientos, con valores que oscilaron entre 8,00% - 9,33% V/V, los cuales mostraron una baja variabilidad.

El reporte del análisis de varianza para la variable carbonatación demostró la presencia de diferencias significativas  $p < 0,05$  entre los valores promedios, siendo superiores en los tratamientos T2 y T3 con calores de 2,39 y 2,78%, a diferencia de los tratamientos T0 y T1, se encontró similitud estadística entre ambos tratamientos.

***Aceptación sensorial de la cerveza artesanal tipo Blonde Ale con cáscara de limón***

La tabla 5 se describen los resultados del análisis de comparación de medias de Kruskal Wallis, la cual determinó que solo hubo significancia estadística en la característica del aroma, a diferencia de otros; concluyendo que los porcentajes de cáscara de limón en la cerveza no influyeron sobre las demás cualidades sensoriales.

**Tabla 5.**

ANOVA no paramétrico según Kruskal Wallis para el análisis sensorial de la cerveza tipo Blonde Ale con cáscara de limón

Atributos Sensoriales	T0 $\bar{x} \pm D.E.$	T1 $\bar{x} \pm D.E.$	T2 $\bar{x} \pm D.E.$	T3 $\bar{x} \pm D.E.$	Sig. Kruskal Wallis
Color	1,94±0,55	1,88±0,63	1,92±0,66	1,92±0,69	0,8985 <sup>NS</sup>
Persistencia espuma	1,94±0,64	1,82±0,68	1,76±0,64	1,83±0,69	0,2782 <sup>NS</sup>
Aroma	2,96±0,61 b	2,01±0,63 a	2,32±0,76 b	2,22±0,70 ab	0,0122*
Transparencia	2,79±0,87 a	2,94±0,93 a	2,60±0,90 a	2,74±1,03 a	0,1312 <sup>NS</sup>
Vivacidad	2,40±0,79 a	2,38±0,73 a	2,44±0,72 a	2,54±0,74 a	0,3502 <sup>NS</sup>
Amargor	2,56±0,79 a	2,68±0,92 a	2,78±1,05 a	2,64±1,01 a	0,6597 <sup>NS</sup>
Sabor	2,58±0,76 a	2,51±0,91 a	2,53±0,88 a	2,61±0,93 a	0,8340 <sup>NS</sup>
Cuerpo	2,22±0,76 a	2,38±0,79 a	2,33±0,78 a	2,33±0,72 a	0,4835 <sup>NS</sup>

Nota: Medias con una letra en común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ ) \* = Significativo. NS = No significativo

Como se observa en la tabla 5, el atributo color no mostró diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos, lo que indica que todos fueron percibidos de manera similar en este aspecto. No obstante, el T0 recibió la calificación más alta de los panelistas, con un promedio de 1,94 en una escala de 1 a 5. Este resultado sugiere que la formulación

T0 se aproximó más a la intensidad del color dorado, una característica distintiva de la cerveza Blonde Ale, conocida por su tonalidad dorada clara y brillante.

En el atributo de persistencia de espuma (tabla 5), se observó que no hubo significancia estadística entre los tratamientos, sin embargo, se puede apreciar una tendencia en encontrar una mejor aceptación en el tratamiento T0 con 1,94, de acuerdo con la escala de evaluación utilizada.

Para la variable aroma, se puede apreciar la presencia de diferencias significativa ( $p < 0,05$ ) entre los tratamientos en estudio. En este caso se observó que el tratamiento T0, mantuvo una mejor aceptación por parte de los panelistas, con un promedio de 2,96 que destaca por un aroma suave.

En relación con los resultados expuestos para el atributo transparencia, no se encontró diferencias estadísticas entre los promedios reportados para cada formulación, no obstante, se puede apreciar una leve tendencia en mejorar la aceptación del tratamiento T1 con 2,94 en la escala utilizada, que indica una transparencia turbia.

En relación a la vivacidad de las cervezas se obtuvo como resultados similitud estadística entre los valores promedios de cada tratamiento, con valores que oscilaron entre 2,38 a 2,54, demostrando una aceptación equilibrada entre las formulaciones estudiadas de acuerdo con la percepción de los catadores.

En cuanto al amargor, los resultados muestran un comportamiento estadístico similar entre cada una de las formulaciones utilizadas, con puntuaciones que indican que los catadores presentan una percepción de amargor fuerte, con promedios que oscilaron entre 2,56 a 2,78. Con relación al atributo sabor, se puede apreciar que los tratamientos mostraron un comportamiento similar, a pesar de que a mayor concentración de la cáscara de limón se encontró una tendencia a aumentar el amargor con un promedio de 2,61.

En referencia de la variable cuerpo de la cerveza, los resultados muestran un comportamiento similar entre los promedios reportados en cada formulación. En este caso se observa que a pesar de no encontrar diferencias estadísticas el T1 registró el promedio más alto, con un puntaje de 2,38.

## Discusión



Los resultados de pH de la cerveza artesanal cumplen con las especificaciones que indica la Norma INEN 2262, (2013) misma que especifica un mínimo de 3,5 y un máximo de 4,8. Guevara (2019), evidenció valores de pH que van de 4,09 a 4,29 en una cerveza artesanal de tipo American Pale Ale, con la inclusión de malta a base de sorgo endulzada con miel de abeja; resultados inferiores a los reportados en la investigación.

La acidez total reportada en la investigación se encuentra dentro de las especificaciones de la norma INEN 2262 (2013), que establece un límite máximo de 0,3% para la acidez total en cervezas. De acuerdo con Loja (2020), el contenido de acidez de la cerveza deriva de la presencia de ácidos orgánicos presentes en los insumos utilizados en la elaboración de la cerveza y que a su vez pueden tener un impacto significativo sobre estos indicadores (Cristino et al., 2020).

La actividad antioxidante presentada en las formulaciones fue inferior a los resultados descritos por Cristino et al., (2020) quien obtuvo valores con promedios de 1567,9 y 1736,9  $\mu\text{mol}$  en una cerveza artesanal con pedúnculo de anacardo (*Anacardium occidentale*) y cáscara de naranja (*Citrus sinensis*). Este comportamiento se relaciona con la presencia de compuestos fenólicos y flavonoides en la cáscara de limón, conocidos por sus propiedades antioxidantes, que se liberan durante la elaboración de la bebida y que a su vez contribuyen a una mayor capacidad de neutralizar radicales libres en la bebida.

El contenido fenólico de la cerveza artesanal tipo Ale Blonde obtenidos en esta investigación fueron significativamente menores que los reportados por Cristino et al., (2020), quienes encontraron promedios de 515,9 mg y 726,6 mg de contenido fenólico en cervezas con adición de frutas cítricas como limón, posiblemente asociado a las diferentes materias primas utilizadas durante el desarrollo de la investigación los cuales por sus características fisicoquímicas pueden generar cambios en el producto final.

El contenido alcohólico de las cervezas artesanales tipo Ale Blonde, muestra que los valores se encuentran dentro de los parámetros descritos por la norma INEN 2262 (2013), las cual estipula un mínimo de 1 y un máximo de 10% para este indicador. García (2020), en su investigación sobre cerveza con almidón a base de tubérculos andinos obtuvo un contenido alcohólico de 3,7% V/V, siendo inferior al reportado en la presente investigación. Por su

parte Segovia, (2019), al evaluar el contenido de alcohol de cerveza artesanal tipo ale, demostró resultados que varían entre 3,21% y 3,30% V/V.

Los valores de carbonatación se encuentran dentro de las especificaciones de la norma INEN 2262 (2013), que establece un límite mínimo de 3,5 y un máximo de Volumen de CO<sub>2</sub> en cervezas.

Según Koroluk (2017), la fijación del color de las cervezas esta influenciado por el proceso de cocción, el cual genera reacciones químicas como la llamada reacción de Maillard, además de la reacción generada por los azúcares (glucosa y maltosa) con los aminoácidos que derivan de la malta y que dan origen a la presencia de melanoidinas. Este proceso es fundamental para la obtención del color dorado en las cervezas de tipo Blonde Ale, como se refleja en los resultados obtenidos para el T0.

Los resultados de persistencia de espuma fueron superiores a los reportados por Párraga y Zapata (2022), quienes encontraron valores de consistencia de espuma entre 1,47 y 1,70 en una cerveza artesanal tipo ale, elaborada con dos tipos de lúpulo más la inclusión de mucilago de cacao. En este caso puede apreciarse que los panelistas tuvieron una percepción de una baja presencia de espuma en las formulaciones evaluadas.

Los resultados del aroma presentado en la investigación fueron similares a los reportaos por Rentería (2020), en su estudio sobre la elaboración y caracterización sensorial de una cerveza artesanal tipo ale con la inclusión de maracuyá y almidón, muestra como resultados obtenidos fueron favorables, con valores entre 1,94 y 3,04.

La transparencia reportada en la investigación fueron inferiores a los reportados por Castañeda et al. (2018), quienes evaluaron una cerveza tipo ale elaborada con quinua malteada y sin maltear, obteniendo un valor promedio de transparencia entre 6,82 y 7,28. Es importante señalar que, según Guerberoffn et al., (2020) la transparencia varía según el estilo de la cerveza y la presencia o ausencia de partículas en suspensión, siendo este atributo un criterio de calidad sensorial muy valorado por los consumidores en cervezas artesanales.

Para Zúñiga (2013), el atributo de vivacidad se relaciona con la presencia del gas y del sabor de este tipo de productos. Por su parte, los resultados de Hernández y Muñoz (2019), al elaborar una cerveza con la inclusión de *Passiflora edulis* muestran una vivacidad equilibrada con el 51% de aceptación por parte de los catadores.



Con relación al amargor de las cervezas, investigaciones desarrolladas por Torres y Bohórquez (2017), quienes efectuaron una sustitución de lúpulo por cidrón alcanzaron como resultados en el tratamiento que incluyeron el 3% de este material vegetal una mejor aceptación por parte de los catadores, destacando la presencia aromas con una intensidad suave y acida, pero adecuado en amargor, siendo este atributo característico de la cerveza.

El sabor de la cerveza artesanal tipo Ale Blonde fue inferior a los reportados por Párraga y Zapata (2022), quienes encontraron valores promedio entre 3,75 y 4,33 en una cerveza artesanal tipo ale. Esta diferencia podría estar relacionada con el tipo de ingrediente utilizado en cada estudio y la variabilidad en la percepción sensorial de los panelistas.

El cuerpo presentado en la cerveza artesanal tipo Ale Blonde fue inferior a los obtenidos por Castañeda et al. (2018), quienes reportaron valores promedios entre 7,02 y 7,36 para el atributo cuerpo en su estudio de cerveza artesanal. La diferencia en estos resultados podría estar vinculada las diferentes formulaciones de las cervezas y en las características sensoriales de los panelistas, lo que resalta la variabilidad en la percepción de este atributo en cervezas elaboradas con ingredientes y métodos distintos.

## Conclusiones

La evaluación de los parámetros fisicoquímicos demostró el cumplimiento de parámetros descritos por la norma INEN 2262. Para las cervezas artesanales. de la misma manera se evidenció una importante presencia de antioxidantes y contenido fenólicos en los tratamientos con mayor concentración de la cáscara de limón. Por otra parte, al evaluar los atributos sensoriales se determinó que inclusión de los tres niveles de cáscara de limón influyeron sobre la aceptación del aroma de la cerveza artesanal tipo Ale Blonde. No obstante, para las demás variables estudiadas no se encontró diferencias significativas, por lo que se considera la inclusión de la cáscara de limón en la elaboración de esta variedad de cerveza puede ser una alternativa viable para la industria de las cervezas artesanales.

## Referencias bibliográficas



- Aucatoma, D., y Santillan, N. (2023). *Aprovechamiento de residuos biomásicos del limón (Citrus limon), en la obtención de aceites esenciales, para la elaboración de productos agroindustriales en la provincia Bolívar*. [Tesis de pregrado, Universidad Estatal de Bolívar]. <https://dspace.ueb.edu>
- Barranco, S., y Villareal, G. (2021). *Evaluación del efecto de la temperatura en el proceso fermentativo en la producción de cerveza artesanal tipo blonde Ale*. [Tesis de pregrado, Fundación Universidad de América]. <https://repository.uamerica.edu.co/bitstream/20.500.11839/8650/1/6152634-2021-2>
- Campoverde, J. (2019). Análisis del crecimiento del mercado sustituto de cervezas artesanales. *Espirales*, 3 (26) 7281. <https://www.redalyc.org/journal/5732/573263325007/573263325007.pdf>
- Castañeda, R., Andrade, M., Arguello, Y., y Vernaza, M. (2018). Efecto de la adición de quinua (*Chenopodium quinoa wild*) malteada y sin maltear en la elaboración de cerveza tipo Ale a base de cebada (*Hordeum vulgare*) malteada. *Enfoque UTE*, 19(2), 15-26.
- Castillo, S., y Lozano, N. (2020). *Evaluación de la adición de gulupa como ingrediente adjunto, para la producción de una cerveza artesanal tipo ale*. [Tesis de pregrado, Fundación Universidad de América]. <https://repository.uamerica.edu.co/handle/20.500.11839/8106>
- Cristino, I., Duarte, J., Wilane, R., Teixeria, E., Santos, N., y Vanesca, S. (2020). Physicochemical characterization, antioxidant activity, and sensory analysis of beers brewed with cashew peduncle (*Anacardium occidentale*) and orange peel (*Citrus sinensis*). *Food Science and Technology*, 1 (1), 1-7.
- García, K. (2020). *Elaboración de cerveza artesanal a partir de almidón extraído de tubérculos andinos*. [Tesis de grado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. Riobamba-Ecuador. <http://dspace.espech.edu.ec/bitstream/123456789/3949/1/56T00521%20UDCTFC.pdf>
- Guerberoff, G., Marchesino, M., Paloma, L., y Olmedo, R. (2020). El perfil sensorial de la cerveza como criterio de calidad y aceptación. *Nexo Agropecuario*, 8(1), 52-59. <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/nexoagro/article/view/28926>
- Guevara, R. (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. [Proyecto de investigación, Escuela Agrícola Panamericana. Zamorano]. Honduras.

- Hernández, L., y Muñoz, L. (2019). *Valuación de la incorporación de la fruta Passiflora edulis (maracuyá) en el proceso de producción de cerveza artesanal tipo Ale*. [Proyecto de Grado. Facultad de Ingenierías]. Bogotá-Colombia.
- Jaeger, S., Worch, T., Phelps, T., Jin, D., & Cardello, V. (2020). Preference segments among declared craft beer drinkers: Perceptual, tititudinal and behave oral responses underlying craft-style vs. traditional-style flavor preferences. *Food Qual. Prefer.* Vol 82. doi:doi:10.1016/j.foodqual.2020.103884.
- Koroluk, A. (2017). Cerveza de Argentina - El color de la cerveza. *Cervezadeargentina.com.ar*. <https://core.ac.uk/download/389268478.pdf>
- Loja, E. (2020). *Elaboración de cerveza artesanal tipo Pale Ale utilizando almidón de achira (Canna indica), como reemplazo parcial de malta*. [Tesis de pregrado, Universidad de Cuenca]. <https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/34088/1/Trabajo%20de%20Titulacion.pdf>
- López, Z., y Hinojosa, M. (2021). La cerveza artesanal como alternativa de desarrollo turístico: Motivaciones y barreras en Guayas, Ecuador. *Centro Sur Social. Science Journal*, 5(1), 8-36. <https://scholar.archive.org/work/y2yzbbuyfvcapdmkdyago3wkgq/access/wayback/http://centrosureditorial>
- Luna, O. (2022). *Comparación teórica de los parámetros de calidad de tres cervezas artesanales elaboradas en Colombia, Perú y Ecuador*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Abierta y a Distancia - UNAD]. <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/51697/Oalunac.pdf?sequence=3&isAllowed=y>
- Mosquera, J., y Palacio, V. (2023). *Formulación de una cerveza artesanal de fermentación alta tipo special beer utilizando adjuntos provenientes del departamento del Choco*. [Tesis de pregrado, Fundación Universidad de América]. <https://repository.uamerica.edu.co/handle/20.500.11839/9310>
- Norma INEN 2262. (2013). *Bebidas alcohólicas. Cerveza. Requisitos*. [https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/normas\\_inen\\_2262-1.pdf](https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/normas_inen_2262-1.pdf)
- Paredes, C. (2017). *Mejorar la extracción de azúcares y características de calidad de la cerveza durante la maceración de las cervezas red ale y blonde ale producida en Andes Brewing Co*. [Trabajo de Titulación, Universidad Técnica de Ambato]. <https://repositorio.uta.edu.ec/>

- Párraga, J., y Zapata, C. (2022). *Evaluación de cerveza artesanal tipo ale con dos tipos de lúpulo y uso de mucílago de cacao (Theobroma cacao L.) como sustituto parcial de la levadura*. [Tesis de grado. Universidad Técnica Estatal de Quevedo]. <https://repositorio.uteq.edu.ec/server/api/co>
- Pérez, M., y Huaman, J. (2023). *Capacidad de Bioadsorción con cáscara de limón sutil (Citrus aurantifolia) para la remoción de plomo en aguas sintéticas a nivel piloto*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Callao]. <https://repositorio.unac.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12952/82>
- Pilligua, R., Barre, R., Mendoza, A., Lavayen, E., y Mero, R. (2021). Influencia del mucílago de cacao (*Theobroma cacao*) en las características fisicoquímicas de la cerveza artesanal. *ESPAMCIENCIA para el agro*, 12(1), 25-32. [http://revistasespam.espam.edu.ec/index.php/Revista\\_ESPAMCIENCIA/article/view/234#:~:text=En](http://revistasespam.espam.edu.ec/index.php/Revista_ESPAMCIENCIA/article/view/234#:~:text=En)
- Rentería, F. (2020). *Elaboración y caracterización de cerveza ale artesanal a base de maracuyá y almidón de olluco en la región Piura, Perú*. [Tesis de grado. Universidad Nacional Piura]. <https://core.ac.uk/download/389268478.pdf>
- Segovia, S. (2019). *Evaluación del malteado y fermentación en el proceso de cerveza artesanal tipo Ale, utilizando el sorgo (Sorghum vulgare) como materia prima*. [Tesis de grado. Universidad Técnica Estatal de Quevedo]. <https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/4125/1/>
- Torres, D., y Bohórquez, D. (2017). *Sustitución parcial del lúpulo (Humulus lupulus) por cidrón (Aloysia citrodora) en la elaboración de cerveza artesanal*. [Proyecto de Investigación. Universidad de la Salle]. Bogotá - Colombia.
- Vásquez, M., Quintana, S., Medici, S., y Grande, L. (2022). Evaluar la efectividad de la levadura de cerveza subproducto de la industria cervecera como bioestimulante en hidroponía. *Innotec*, e622e622. doi:<https://doi.org/https://doi.org/10.26461/24.05>
- Zúñiga, M. (2013). *Proceso productivo para la elaboración de cerveza artesanal tipo Ale*. [Proyecto de Investigación. Universidad del Azuay]. Cuenca-Ecuador. <https://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/3264/1/10038.pdf>

**Conflicto de intereses:**

Los autores declaran que no existe conflicto de interés posible.

**Financiamiento:**

No existió asistencia financiera de partes externas al presente artículo.

**Agradecimiento:**

N/A

**Nota:**

El artículo no es producto de una publicación anterior.

