

# PARÁMETROS FISCOQUÍMICOS Y SENSORIALES DE CERVEZA ARTESANAL ALE CON ALMIDÓN DE PAPA Y ESPECIAS

Mg. Dennys Lenin Zambrano Velásquez<sup>1</sup>; PhD. Sacón-Vera Ely<sup>1</sup>; Johan Alejandro Mendoza Alonzo<sup>1</sup>; Gema Jessenia Cedeño Briones<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Carrera de Ingeniería Agroindustrial, Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí  
Manuel Félix López, Campus Politécnico El Limón, km 2.7, La Pastora.

Contacto: saconeli@hotmail.com

## RESUMEN

El propósito de esta investigación fue evaluar el efecto del almidón de papa y las especias en diversas concentraciones, sobre los parámetros fisicoquímicos y sensoriales de la cerveza artesanal ale. Se estableció el comportamiento de dos factores: A. Mezcla de 80% malta de cebada con 20% almidón de papa (200 y 300 g/L) y B. Combinación de especias: lúpulo 40%, romero 48%, tomillo 10% y ajeno 2% (1, 2 y 3 g/L), que dieron origen a seis tratamientos. Se utilizó un diseño experimental completamente al azar en arreglo factorial A x B, con tres repeticiones más un testigo (100% malta de cebada y lúpulo), donde se analizaron las variables fisicoquímicas (pH, acidez, densidad y grado de alcohol). Las medias fueron comparadas usando el test de Dunnett ( $p < 0.05$ ). Las variables sensoriales (color, olor, sabor, cuerpo y amargor) se evaluaron con un panel de catadores semientrenados y se trataron por medio de la prueba de Friedman. El análisis estadístico indicó que los factores en estudio ejercen un efecto significativo ( $p < 0.05$ ) sobre los parámetros fisicoquímicos de la cerveza artesanal. En el análisis sensorial los catadores no lograron determinar diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) entre los tratamientos y el testigo, con valores de puntuación promedio de 3.05 a 3.45.

**Palabras clave:** Malta de cebada, mosto, fermentación, análisis fisicoquímico, evaluación sensorial.

## ABSTRACT

The purpose of this research was to determine the effect of starch potato and spices in various concentrations, on the physicochemical and sensory characteristics of artisanal ales. The behavior of two factors was established: A. Mix 80% malted barley with 20% potato starch (200 and 300 g / L) and B. Combination of spices: hop 40%, 48% rosemary, thyme 10% and absinthe 2% (1, 2 and 3 g / L), which gave rise to 6 treatments were distributed under an experimental design completely randomized in factorial arrangement a x B, with three replicates and a control (100% malted barley and hops), where the physicochemical variables (pH, acidity, density and degree of alcohol) were analyzed. Means were compared using Dunnett test ( $p < 0.05$ ). The sensory variables (color, smell, taste, body and bitterness) were evaluated by a panel of semi-trained judges and treated by the Friedman test. Statistical analysis indicated that the factors under study have a significant effect ( $p < 0.05$ ) physico-chemical parameters of craft beer. In sensory analysis judges failed to

determine significant differences ( $p < 0.05$ ) between the treatments and the control, with values of average score of 3.05 to 3.45.

**Keywords:** Barley malt, wort, fermentation, physicochemical analysis, sensory evaluation.

## INTRODUCCIÓN

La cerveza, bebida alcohólica producida por la fermentación de cereales malteados o sin maltear, es una mezcla compleja, se han caracterizado en ella más de 400 componentes diferentes. Algunos de sus constituyentes son derivados de las materias primas y permanecen sin cambiar durante el proceso de fabricación, otros son el resultado de transformaciones químicas y bioquímicas durante la elaboración (Caballero *et al.*, 2012; Cerpa y Melo, 2012; Dos Santos *et al.*, 2014). Alves y De Faria (2008) mencionan que las cervezas son clasificadas en dos tipos: lager (de fermentación baja) y ale (de fermentación alta). Baiano y Terracome (2013) establecen que las cervezas ales son fermentadas a temperaturas entre los 16 a 24°C y la levadura utilizada para su fermentación es la *Saccharomyces cerevisiae* que posee la característica de realizar este proceso en la superficie del mosto.

Cinkmains *et al.* (2014) aclaran que en elaboración de la cerveza, las materias primas que le otorgan su color específico, el sabor y el aroma son el lúpulo, malta de cebada, levadura y agua. Sin embargo, estas materias primas pueden ser reemplazadas parcial o totalmente con otros productos. Al respecto investigaciones como la de Serna *et al.* (2005), Almeida (2009), González *et al.* (2013), y Panda *et al.* (2015) demuestran que se puede conseguir cerveza de calidad en base a parámetros fisicoquímicos y sensoriales, utilizando como adjunto un producto diferente a la cebada que proporcione almidón, y estableciendo un campo de estudio con materias primas cuyo uso no es común. Considerando que la cerveza no solamente se elabora a partir de cebada, se puede utilizar almidón de papa como adjunto en el proceso de producción.

Đorđević *et al.* (2015) puntualizan que la tradición de la combinación de cerveza con diferentes suplementos como hierbas, frutas o especias se remonta a tiempos antiguos. El romero y el tomillo formaban parte de los ingredientes de la cerveza hasta el siglo XV, los cuales se utilizaban para evitar la descomposición y mejorar el sabor (Fisher y Fisher, 2016). Con la aparición del lúpulo los cerveceros aprendieron su utilidad como saborizante, con lo que aumentó su difusión, sustituyendo una mezcla de condimentos denominado "Gruit" en la que se incluía el ajenojo (Hornsey, 2003). El lúpulo no es la única especia utilizada en la cervecería moderna (Mosher, 2015), por lo tanto se puede rescatar el uso del ajenojo, romero y tomillo como una alternativa adecuada para su empleo en la cerveza (Đorđević *et al.*, 2015).

Para Jackson y Mundy (2002) en la elaboración de cerveza, los parámetros físicoquímicos son determinantes en la calidad. Por otra parte, entre los parámetros sensoriales, Ghasemi-Varnamkhasi *et al.* (2012) destacan el impacto de la percepción del sabor, amargor, color, olor,

etc., un defecto provocaría rechazo por parte del consumidor, siendo el sabor y olor los atributos más significativos a considerar.

La incorporación de materias primas poco convencionales en la elaboración de cerveza, demanda evaluar globalmente su calidad, incluyendo propiedades fisicoquímicas y sensoriales, debido a la interacción de los diferentes materiales, las transformaciones bioquímicas conducen a varios cientos de sustancias que pueden afectar positiva o negativamente el resultado deseado (Cinkmains *et al.*, 2014).

Teniendo en cuenta estos antecedentes, en la investigación se planteó como objetivo evaluar el efecto del almidón de papa y las especias (lúpulo, romero, tomillo y ajeno) en diversas concentraciones, sobre los parámetros fisicoquímicos y sensoriales de la cerveza artesanal ale.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

La investigación se ejecutó en el taller de frutas y vegetales, los análisis fisicoquímicos en el laboratorio de bromatología y el análisis sensorial en la carrera de Agroindustria de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, ubicada en el sitio El Limón del cantón Bolívar, provincia de Manabí, Ecuador. La ubicación geográfica es 0°50'65" latitud sur y 80°10'05.87" longitud oeste, a una altitud de 21 msnm.

### **Manejo experimental**

En la obtención de la cerveza artesanal, se utilizó malta de cebada Pale Ale marca PatagoniaMalt, la cual fue sometida a trituración en un molino casero marca Corona. El mosto fue obtenido de acuerdo con el método de doble maceración modificado, descrito por Vogel (2003). En la maceración del almidón de papa denominación MERITENA 400 de la marca Tereos Syral, este fue mezclado en frío con el 20% de malta en relación a su peso, con una cantidad de agua mineral sin gas de la marca Tesalia cinco veces superior que el total de la mezcla, la temperatura se elevó hasta 60°C por una hora para conseguir la hidrólisis del almidón (Peatciyammal *et al.* 2010; Nitschke, 2010), y después se llevó a cocción por 10 minutos. La cantidad restante de malta se maceró en una olla de acero inoxidable de 20 L de capacidad a 60°C por 45 minutos. Una vez transcurrido los tiempos indicados, se procedió a mezclar el producto de los macerados, el cual se llevó hasta 74°C, para posteriormente recircular el mosto y lavar el grano en base a la cantidad de agua con la que se formuló el macerado (5 L).

El mosto fue sometido a cocción por una hora. Para los tratamientos se añadieron las especias: el lúpulo en pellets variedad Cascade (6.6%  $\alpha$ -ácidos) de la marca HopUnion, al iniciar la cocción, el ajeno a los 15 minutos, el tomillo al transcurrir 30 minutos, finalmente al minuto 45 se adjuntó el romero. Para el testigo se realizó la adición de lúpulo (2 g/L) en dos etapas, el 60% al iniciar la cocción para dar amargor, y el 40% restante al minuto 50, para impartir aroma.

El mosto fue enfriado rápidamente hasta 21°C, siendo trasvasado a un recipiente de plástico grado alimenticio de 6 L de capacidad, se inoculó con 0.8 g/L de levadura US-05 de la marca Fermentis. Se procedió a realizar un sellado hermético con la colocación de una purga conectada mediante un agujero en la parte superior de la tapa del envase por medio de un equipo venoclisis de la marca Nipro modelo IS-01A/A-21G/NV(LA) para permitir la salida del CO<sub>2</sub>. La fermentación tuvo lugar a una temperatura de 21°C por dos semanas, una vez finalizada se trasvasó la cerveza a un recipiente de plástico grado alimenticio previamente desinfectado de 6 L de capacidad mediante sifonado, para iniciar la maduración a una temperatura de 10°C por una semana. Para la carbonatación se utilizó azúcar de caña de la marca Valdez en una proporción de 8 g/L. El producto se embotelló en envases de vidrio color ámbar de 330 ml.

### **Tratamiento y diseño experimental**

Los factores en estudio fueron: A. Mezcla de 80% malta de cebada con 20% almidón de papa, en dosis de 200 y 300 g/L (aplicados sobre 5 L de agua); y B. Combinación de especias: lúpulo 40%, romero 48%, tomillo 10% y ajeno 2%, en niveles de 1, 2 y 3 g/L, que dieron origen a seis tratamientos. Se utilizó un diseño experimental completamente al azar en arreglo factorial A x B, con tres repeticiones más un testigo (100% malta de cebada y lúpulo), con un peso del grano equivalente a 1250 g. Se realizaron las pruebas de normalidad y homogeneidad para las variables fisicoquímicas en estudio, y al comprobar los supuestos fueron sometidas a ANOVA ( $p < 0.05$ ), caso contrario se utilizó la prueba de Kruskal Wallis. Las medias fueron comparadas usando el test de Dunnett ( $p < 0.05$ ). Los datos fueron procesados en el programa estadístico SPSS 20 (2011) versión libre.

### **Variables evaluadas**

**Fisicoquímicas.-** Dentro de los parámetros fisicoquímicos se analizó: pH (NTE INEN 2325:2002), acidez total expresada como ácido láctico (%) (NTE INEN 2323:2002), densidad expresada en g/mL (NTE INEN 349:1978) y grado de alcohol expresado en %v/v (NTE INEN 2322:2002).

**Sensoriales.-** Los parámetros sensoriales de los tratamientos de cerveza artesanal, se determinaron mediante una escala hedónica de cinco puntos (1 = me desagrada mucho, 5 = me gusta mucho). Fueron evaluados por 13 catadores semientrenados (10 hombres y 3 mujeres) entre 21 y 26 años de edad. A cada catador se le entregó siete muestras de cerveza a una temperatura de 10°C en vasos transparentes, conteniendo un volumen de 50 ml. Las muestras se codificaron con números aleatorios de tres dígitos. Se proporcionó la hoja que contenía los parámetros a valorar (color, olor, sabor, cuerpo y amargor), y se solicitó a los panelistas indicar su respuesta con respecto a las muestras. La evaluación tuvo lugar en horas de la mañana entre las 9:30 y 10:00 h y se llevó a cabo en una sala a 21°C bajo luz blanca. Los datos de las variables sensoriales se trataron por medio de la prueba de Friedman.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Parámetros fisicoquímicos

Los valores promedio de los parámetros fisicoquímicos de la cerveza artesanal con almidón de papa y especias se presentan en cuadro 1, en donde se ilustran diferencias significativas (Dunnet  $p < 0.05$  y Kruskal Wallis) entre los tratamientos y el testigo ( $T_R$ ). Los datos obtenidos de los análisis cumplen los requisitos de la NTE INEN 2262 en la variable pH, parcialmente en acidez y grado de alcohol, siendo únicamente el  $T_1$  (200 g/L de malta de cebada-almidón de papa + 1 g/L de la combinación de especias) aquel que cumplió todos los parámetros evaluados, tomados como referencia de la norma INEN (2003) para cerveza.

**Cuadro 1.** Resultados de las variables fisicoquímicas de la cerveza artesanal

Tratamientos	Variable			
	pH	Acidez total en ácido láctico (%)	Densidad (g/mL)	Grado de alcohol (%v/v)
$T_1$	$3.75 \pm 0.040^*$	$0.28 \pm 0.010$ NS	$1.011 \pm 0.001$ b	$4.96 \pm 0.100^*$
$T_2$	$4.05 \pm 0.040^*$	$0.40 \pm 0.006^*$	$1.021 \pm 0.002$ g	$5.43 \pm 0.025^*$
$T_3$	$3.87 \pm 0.025^*$	$0.32 \pm 0.026$ NS	$1.016 \pm 0.002$ e	$4.36 \pm 0.040^*$
$T_4$	$3.92 \pm 0.061^*$	$0.28 \pm 0.040$ NS	$1.015 \pm 0.001$ d	$6.27 \pm 0.153$ NS
$T_5$	$4.06 \pm 0.061^*$	$0.29 \pm 0.458$ NS	$1.013 \pm 0.004$ c	$6.43 \pm 0.306^*$
$T_6$	$4.01 \pm 0.040^*$	$0.37 \pm 0.400^*$	$1.020 \pm 0.004$ f	$5.77 \pm 0.038^*$
$T_R$	$4.32 \pm 0.153$	$0.25 \pm 0.289$	$1.010 \pm 0.005$ a	$6.22 \pm 0.036$
CV	4.36	18.46	0.39	12.90
Kruskal-Wallis	-	-	19.64	-
Sig	0.00	0.00	0.00	0.00

Los datos corresponden al promedio de las variables fisicoquímicas  $\pm$  desviación estándar.

\* = Diferencias significativas (Dunnet  $p < 0.05$ ), NS = No significativo.

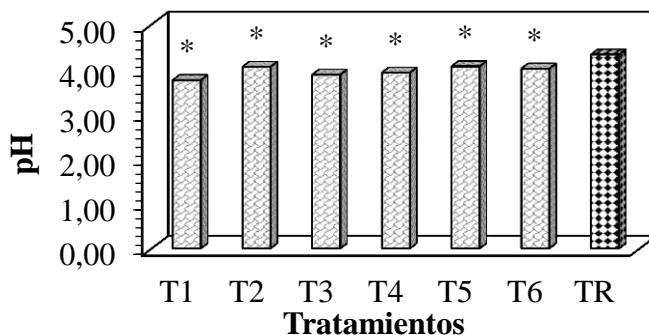
a, b, c, d, e, f y g difieren según Kruskal-Wallis al 5% de probabilidades de error.

**pH.-** Mediante el análisis de varianza se establecieron diferencias significativas, para el factor A (mezcla de 80% malta de cebada con 20% almidón de papa) y B (combinación de especias: 40% lúpulo, 10% tomillo, 48% romero y 2% ajeno), al categorizar estas diferencias se encontró que el  $T_1$  (200 g/L de malta de cebada con almidón de papa + 1 g/L de la combinación de especias) obtuvo el menor valor de pH, cuyo promedio fue 3.75, mientras que el  $T_5$  (300 g/L de malta de cebada con almidón de papa + 2 g/L de la combinación de especias) alcanzó el nivel más alto correspondiente a 4.06. Similares resultados obtuvo Bandonill *et al.* (2004) quienes utilizaron el arroz (*Oryza sativa L.*) germinado y sin germinar como adjunto en el proceso de elaboración de cerveza determinando valores de 3.6 a 4.0.

En la misma línea, en un estudio sobre sustitución de cebada por copos de camote (*Ipomoea batatas L.*) en proporciones de 30-100%, mediante análisis bioquímicos Panda *et al.* (2015) reportaron valores más bajos en el parámetro de pH, registrando datos que fluctuaron entre 3.05 a 3.45. Por su parte Aka *et al.* (2008) encontraron un promedio de 3.63 en la cerveza de sorgo

elaborada de manera artesanal. Los resultados obtenidos coinciden con lo que dispone la norma INEN 2262:2003, que indica que el pH en la cerveza debe estar comprendido entre 3.5 a 5. Sin embargo, Vogel (2003) plantea que el pH de la cerveza de fermentación alta debe oscilar entre 4.1 a 4.8, mientras que Kunze (2006) establece que el valor óptimo se encuentra en 4.2-4.3.

De acuerdo con Kunze (2006) valores de pH por debajo de 4.4 refinan el sabor de la cerveza y es precondición para una mejor estabilidad biológica. Por el contrario, por debajo de 4.1 conducen a un sabor más ácido de la cerveza y deben ser evitados. Consecuentemente la tendencia del tratamiento T<sub>5</sub> es considerado la mejor variante desde el punto de vista de Vogel (2003), al alcanzar un nivel de pH de 4.06. Al comparar los resultados mediante la prueba de Dunnet (cuadro 1), en dónde se utilizó como control la cerveza artesanal 100% malta y lúpulo, se encontraron diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) presentándose un pH más bajo en los tratamientos (gráfico 1).



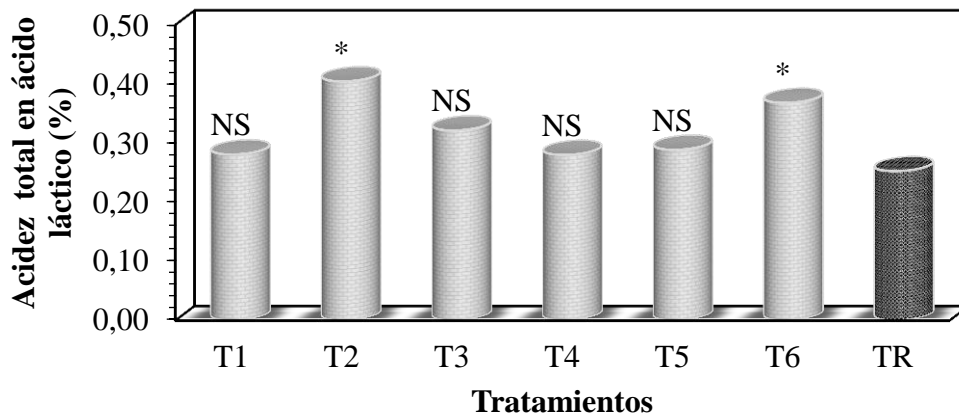
**Gráfico 1.** Comparación del pH de los tratamientos con relación al testigo

**Acidez total.-** El análisis de varianza determinó diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) para el factor B (combinación de especias: 40% lúpulo, 10% tomillo, 48% romero y 2% ajeno), por el contrario el factor A (mezcla de 80% malta de cebada con 20% almidón de papa) no presentó significación, además el efecto conjunto de los factores demostró significancia en este parámetro.

Los resultados difieren a los del estudio de Kayodé *et al.* (2007), quienes reportaron en la cerveza a base de sorgo valores comprendidos entre 0.5 a 0.8 (expresada como ácido láctico). No obstante se encuentra en el rango de Baiano y Terracone (2013), quienes en cervezas comerciales determinaron datos que oscilan en el intervalo de 0.07 a 1.24. Panda *et al.* (2015) manifiestan que la fermentación alcohólica es un proceso bioquímico complejo y el aumento de la acidez se atribuye a una serie de conversiones que se producen en el medio; las levaduras organismos responsables del proceso de fermentación excretan nucleótidos, ácidos orgánicos y dióxido de carbono, por lo que conduce a un incremento de acidez media durante la fermentación.

Con excepción del T<sub>2</sub> (200 g/L de malta de cebada con almidón de papa + 2 g/L de la combinación de especias), T<sub>3</sub> (200 g/L de malta de cebada con almidón de papa + 3 g/L de la

combinación de especias) y T<sub>6</sub> (300 g/L de malta de cebada con almidón de papa + 3 g/L de la combinación de especias) la acidez se encontró en el rango permisible por INEN 2262:2003 ( $\leq 0.3$  expresado como ácido láctico). El parámetro de acidez en comparación con el testigo muestra diferencias significativas (Dunnet  $p < 0.05$ ) para el T<sub>2</sub> y T<sub>6</sub> (cuadro 1), que se ilustran en el gráfico 2, donde se evidencia que en T<sub>4</sub> (300 g/L de malta de cebada con almidón de papa + 1 g/L de la combinación de especias) obtuvo el menor porcentaje de acidez con un promedio de 0.28%, mientras que el valor más alto correspondió al T<sub>2</sub> con 0.40%.

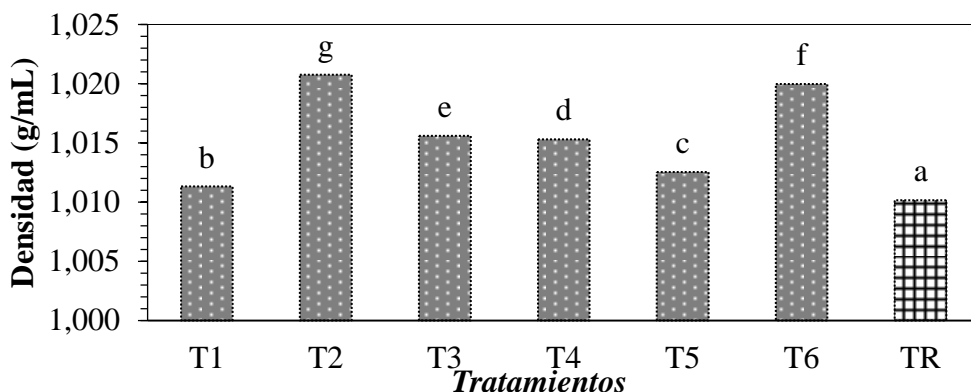


**Gráfico 2.** Comparación de la acidez total de los tratamientos con relación al testigo

**Densidad.-** Los resultados de este parámetro muestran variaciones significativas de acuerdo con Kruskal-Wallis al 5% de probabilidades de error para el factor B (combinación de especias: 40% lúpulo, 10% tomillo, 48% romero y 2% ajeno) y para la interacción de los factores, cuyos valores oscilan entre 1.011 y 1.021 g/mL. Los datos encontrados en esta investigación se asemejan a los resultados presentados por Gutiérrez *et al.*, (2002) quienes reportan valores de 1.007 a 1.016 g/mL en varias marcas de cerveza artesanal, mismos que son corroborados por Adenuga *et al.* (2010) quienes obtuvieron resultados equivalentes a 1.014-1.023 g/mL. Además lo anterior se refuerza con un estudio realizado por Panda *et al.* (2015) en el cual los investigadores obtuvieron valores promedio de 1.010-1.020 g/mL. No obstante contrastan con Luján y Vásquez (2010) al presentar en su estudio un valor de 0.98 g/mL.

Palmer (2006) indica que lo común es que la densidad final de la cerveza debiera ser de alrededor 1/4 o 1/5 de la densidad inicial, con ligeras desviaciones. Por lo tanto la tendencia del T<sub>5</sub> (300 g/L de malta de cebada con almidón de papa + 2 g/L de la combinación de especias) se perfila como la mejor variante desde el punto de vista del autor mencionado anteriormente, al alcanzar un nivel de 1.012 g/mL, equivalente a 1/5 del valor en relación a su densidad inicial (1.061 g/mL). Por otra parte en comparación con el testigo, el T<sub>1</sub> (200 g/L de malta de cebada con almidón de papa + 1 g/L de la combinación de especias) obtuvo valores de densidad final similares, a diferencia del T<sub>6</sub> (300 g/L de malta de cebada con almidón de papa + 3 g/L de la combinación de especias) y T<sub>2</sub> (200 g/L de malta de cebada con almidón de papa + 2 g/L de la

combinación de especias), en los cuales se detecta una tendencia elevada en lo referente a esta variable (gráfico 3). Con la excepción del T<sub>2</sub>, T<sub>3</sub> y T<sub>6</sub>, los datos de densidad hallados, se encuentran dentro del rango planteado por Strong y England (2015) para este tipo de cerveza artesanal, que comprende un valor de 1.010 a 1.015 g/mL.



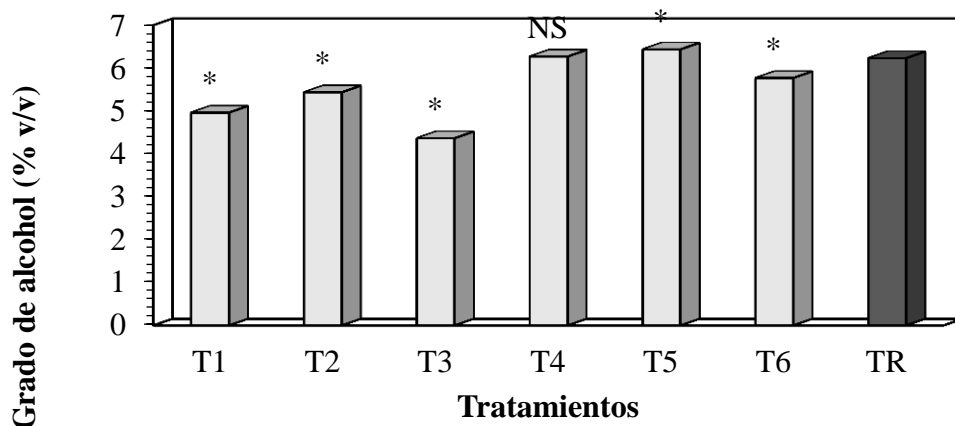
**Gráfico 3.** Comparación de la densidad de los tratamientos con relación al testigo

**Grado de alcohol.-** Se determinaron diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) para el factor A (mezcla de 80% malta de cebada con 20% almidón de papa) y B (combinación de especias: 40% lúpulo, 10% tomillo, 48% romero y 2% ajeno), del mismo modo el efecto conjunto de los factores presentó significación. Los datos obtenidos fluctuaron entre 4.36-6.43% (v/v), por lo consiguiente concuerdan con los de Roger *et al.*, (2013) quienes establecieron en una cerveza a base de sorgo y maíz el porcentaje de alcohol entre 4.5 a 7.0% (v/v). Todos los valores encontrados en el presente estudio para este parámetro son superiores a los reportados por Kutyauro *et al.* (2008) con un promedio de 3.52% (v/v).

El comportamiento de esta variable siguió la tendencia que plantea Suárez (2013), quien afirma que cuanto más denso sea el mosto, más alcohol tendrá la cerveza acabada, por lo consiguiente el T<sub>3</sub> (1.048 g/L) y T<sub>1</sub> (1.049 g/L) se vieron influenciados con un menor contenido de alcohol (4.36 y 4.96% v/v), a diferencia del T<sub>4</sub> (1.064 g/L) y T<sub>5</sub> (1.062 g/L) que obtuvieron los porcentajes más altos (6.27 y 6.43% v/v). Cabe recalcar que los tratamientos en estudio, con excepción del T<sub>1</sub> (200 g/L de malta de cebada con almidón de papa + 1 g/L de la combinación de especias) y T<sub>3</sub> (200 g/L de malta de cebada con almidón de papa + 3 g/L de la combinación de especias) estuvieron por encima del rango permisible por la norma INEN 2262:2003, la cual establece que el grado alcohólico en la cerveza debe estar comprendido entre 2 a 5% (v/v). Por otro lado, Strong y England (2015) plantean que el contenido alcohólico para este tipo de cerveza se sitúa entre 4.5 a 6.2% (v/v), por ende, los tratamientos que no cumplieron esta condición fueron el T<sub>4</sub> (300 g/L de malta de cebada con almidón de papa + 1 g/L de la combinación de especias) y T<sub>5</sub> (300 g/L de malta de cebada con almidón de papa + 2 g/L de la combinación de especias).



Al contrastar las medias de los tratamientos en comparación al testigo mediante Dunnet ( $p < 0.05$ ) (cuadro 1), con excepción del T<sub>4</sub>, se presentaron diferencias significativas, además en el gráfico 4 se observa que el T<sub>4</sub> y T<sub>5</sub> poseen un mayor contenido alcohólico que el testigo (6.22% v/v).



**Gráfico 4.** Comparación del grado de alcohol de los tratamientos con relación al testigo

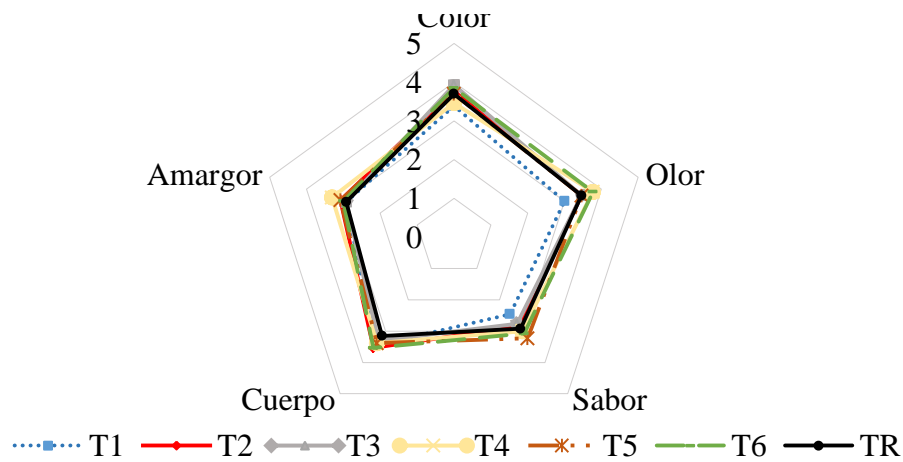
### Parámetros sensoriales

Los datos obtenidos de la evaluación sensorial (cuadro 2) realizada por los catadores semientrenados, quienes valoraron con una categoría de uno (1) a cinco (5) puntos la cerveza artesanal con almidón de papa y especias, no presentaron diferencias significativas de acuerdo a la Prueba de Friedman ( $p < 0.05$ ) para los atributos estimados.

**Cuadro 2.** Valores promedio de las variables sensoriales de la cerveza artesanal

Tratamientos	Atributos					Media
	Color	Olor	Sabor	Cuerpo	Amargor	
T <sub>1</sub>	3.38	3.00	2.46	3.46	2.92	3.05
T <sub>2</sub>	3.77	3.46	2.85	3.54	3.08	3.34
T <sub>3</sub>	3.92	3.46	2.77	3.31	2.92	3.28
T <sub>4</sub>	3.46	3.77	3.00	3.38	3.31	3.38
T <sub>5</sub>	3.69	3.46	3.23	3.38	3.08	3.37
T <sub>6</sub>	3.85	3.77	3.08	3.54	3.00	3.45
T <sub>R</sub>	3.69	3.46	2.92	3.15	2.92	3.23
<b>Chi cuadrado</b>	5.48	6.28	5.07	2.15	3.87	-
<b>P</b>	0.48	0.39	0.53	0.90	0.69	-

Las medias de los atributos sensoriales evaluados (color, olor, sabor, cuerpo y amargor) se ilustran en el gráfico 5, donde se aprecian las áreas que logran los tratamientos y el testigo, con un promedio general de 3.05 a 3.45.



**Gráfico 5.** Diagrama de los resultados sensoriales

Por lo anteriormente señalado, la utilización de almidón de papa y especias no afectó significativamente la percepción sensorial de la cerveza artesanal, manteniendo sus características organolépticas. Del mismo modo Adenuga *et al.* (2010) utilizaron plantas con principios amargos como sustitutos parciales del lúpulo en la cerveza a base de sorgo obteniendo resultados satisfactorios. Por el contrario investigaciones como la de Cinkmains *et al.* (2014) demostraron la poca aceptabilidad sensorial de la cerveza al agregar ajeno en dosis de 0.2 g/L, en la cual los catadores atribuyeron su desagrado debido a un sabor amargo excesivamente fuerte. Del mismo modo en el estudio de Đorđević *et al.* (2015) se determinó la aceptabilidad sensorial de una cerveza comercial, a la que añadieron extracto de tomillo en dosis de 0.50 mL/L, los resultados demostraron una puntuación sensorial inferior, en relación con la cerveza dorada comercial.

## CONCLUSIONES

El factor A (mezcla de 80% malta de cebada con 20% almidón de papa) incidió sobre el pH y grado de alcohol, mientras que el factor B (combinación de especias: 40% lúpulo, 10% tomillo, 48% romero y 2% ajeno) sobre todos los parámetros fisicoquímicos de la cerveza artesanal tipo ale.

Todos los tratamientos de la cerveza artesanal alcanzaron el rango permisible por INEN 2262 para la variable pH, siendo el T<sub>1</sub> (200 g/L de la mezcla malta de cebada con almidón de papa + 1 g/L de combinación de especias) quien además cumplió el porcentaje de acidez y grado de alcohol establecido en la norma.

En el análisis sensorial de la cerveza artesanal los catadores no lograron determinar diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) entre los tratamientos y el testigo, con valores de puntuación promedio de 3.05 a 3.45.

Los resultados demuestran que la dosificación más alta (300 g/L) de la mezcla malta de cebada con almidón de papa, combinada con un nivel medio (2 g/L) de especias, logró obtener parámetros fisicoquímicos y sensoriales similares a los del testigo (100% malta y lúpulo).

## LITERATURA CITADA

- Adenuga, W., Olaleye, O., Adepoju, P. 2010. Utilization of bitter vegetable leaves (*Gongronema latifolium*, *Vernonia amygdalina*) and *Garcinia kola* extracts as substitutes for hops in sorghum beer production. *African Journal of Biotechnology*. 9(51):8819-8823.
- Aka, S., Camara, F., Nanga, Y., Loukou, Y., Koffi, M. 2008. Evaluation of organic acids and sugars contents during the production of 'Tchapalo', a traditional sorghum beer in Côte d'Ivoire. *J. Food Technol.* 6(5):189-195.
- Almeida, J. 2009. Arroz negro como adjunto en el proceso de elaboración de cerveza. MX. *Biocología*. 13(3).
- Alves, P. y De Faria, F. 2008. Avaliação da intensidade de amargor e do seu princípio ativo em cervejas de diferentes características e marcas comerciais. BR. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*. 28(4): 902-906.
- Baiano, A. and Terracone, C. 2013. Physico-chemical indices, iso- $\alpha$ -acid, phenolic contents and antioxidant activity of commercial beers. *Journal of Food Research*. 2(4):107-120.
- Bandonill, E., Mamucod, H., Sanchez, P. 2004. Optimization of process parameters for rice (*Oryza sativa* L.) beer production in the Philippines. PH. *Philippine Journal of Crop Science*.
- Caballero, I., Blanco, A., Porrás, M. 2012. Iso- $\alpha$ -acids, bitterness and loss of beer quality during storage. *Trends in Food Science & Technology*. 20:1-10.
- Cerpa, J. y Melo, O. 2012. Determinantes del precio en cervezas: aplicación del modelo de precios hedónicos. CH. *Economía Agraria*. Vol. 15.
- Cinkmains, I., Straumite, E., Cakste, I. 2014. Sensory evaluation of drink. *Proc. Latv. Univ. Agr.* 31:25-32.
- Dorđević, S., Popović, D., Despotović, S., Veljović, M., Atanacković, M. 2015. Extracts of medicinal plants-as functional beer additives. Belgrade, SR. *Chemical Industry and Chemical Engineering Quarterly*. p 44-65.
- Dos Santos., T., Moretzsohn, P., Camporese, E. 2014. Solid wastes in brewing process: A review. *Journal of Brewing and Distilling*. 5(1).
- Fisher, J. and Fisher, D. 2016. *The homebrewer's garden: how to easily grow, prepare, and use your own hops, malts, brewing herbs*. 2 ed. Storey Publishing. p 53.
- Ghasemi-Varnamkhasti, M., Mohtasebi, S., Rodriguez-Mendez, M., Lozano, J., Razavi, S., Ahmadi, H., Apetrei, C. 2012. Classification of non-alcoholic beer based on aftertaste sensory evaluation by chemometric tools. *Expert Systems with Applications*. 39(4):4315-4327.
- González, J., Carrizales, R., Martínez, J. 2013. Perspectiva de nuevos productos a base de amaranto: cerveza artesanal de amaranto. ES. *TLATEMOANI*. No. 14.

- Gutiérrez, A., Elizondo, A., Días, A. 2002. Cervezas Artesanales: características fisicoquímicas y microbiológicas-comparación con cervezas industriales. AR. Revista Industrialización de Alimentos.
- Hornsey, I. 2003. A history of beer and brewing. UK. RSC Paperbacks. p 534.
- INEN (Instituto Ecuatoriano de Normalización). 1978. NTE INEN 349: Bebidas alcohólicas. Determinación la densidad relativa. Quito-Pichincha, EC.
- \_\_\_\_\_. 2002. NTE INEN 2322: Bebidas alcohólicas. Cerveza. Determinación de alcohol. Quito-Pichincha, EC.
- \_\_\_\_\_. 2002. NTE INEN 2323: Bebidas alcohólicas. Cerveza. Determinación de acidez total. Quito-Pichincha, EC.
- \_\_\_\_\_. 2003. NTE INEN 2262: Bebidas alcohólicas. Cerveza. Requisitos. Quito-Pichincha, EC. p 2.
- \_\_\_\_\_. 2003. NTE INEN 2325: Bebidas alcohólicas. Cerveza. Determinación del pH. Quito-Pichincha, EC.
- Jackson, G. y Mundy, A. 2002. Mejora del análisis químico, microbiológico y sensorial mediante el uso del esquema BAPS de comprobación de la capacitación. Cerveza y Malta. XXXIX (2):33-36.
- Kayodé, A., Hounhouigan, D., Nout, M., Niehof, A. 2007. Household production of sorghum beer in Benin: technological and socio-economic aspects. International Journal of Consumer Studies. 31(3):258-264.
- Kunze, W. 2006. Tecnología para cerveceros y malteros. 5 ed. VLB Berlín. Verlagsabteilung. Germany. p 435.
- Kutyaauripo, J; Parawira, W; Tinofa, S; Kudita, I; Ndengu, C. 2008. Investigation of shelf-life extension of sorghum beer (Chibuku) by removing the second conversion of malt. International journal of food microbiology. 129(3):271-276.
- Luján, M. y Vásquez, V. 2010. Control automático con lógica difusa de la producción de cerveza artesanal en las etapas de maceración y cocción. Scientia Agropecuaria. 1:125-137.
- Mosher, R. 2015. Mastery homebrew. US. p 270.
- Nitschke, M. 2010. Trends in microbial amylases. Starches: characterization, properties, and applications. Boca Raton, US. p 129.
- Palmer, J. 2006. How to brew. 3 ed. USA. Brewers Publications. p 205.
- Panda, S., Panda, S., Swain, M., Ray, R., Kayitesi, E. 2015. Anthocyanin-rich sweet potato (*Ipomoea batatas L.*) beer: technology, biochemical and sensory evaluation. Journal of Food Processing and Preservation. 39(6):3040-3049.
- Peatciyammal, N., Balachandar, B., Dinesh, M., Tamilarasan, K., Muthukumaran, C. 2010. Statistical optimization of enzymatic hydrolysis of potato (*Solanum tuberosum*) starch by immobilized  $\alpha$ -amylase. World Academy of Science, Engineering and Technology. 37:1048-1052.

- Roger, D; Venassius, L; Justin, E; Franccedil, E. 2013. Processing of Amgba: A sorghum-maize based beer, brewed in Cameroon. Journal of brewing and distilling. 4(1):11-18.
- Serna, S; Urias, D; Pozo, D; Hernández, C. 2005. Efecto de la adición de amiloglucosidasa en las propiedades de cervezas lager producidas a partir de sorgo. Transferencia. MX. p 19-21.
- Strong, G. y England, K. 2015. Beer Style Guidelines. BJCP (Beer Judge Certification Program). p 32-33.
- Suárez, M. 2013. Cerveza: Componentes y propiedades. Tesis. Mg. Biotecnología alimentaria. UO. Oviedo-Asturias. ES.
- Vogel, K. 2003. Elaboración casera de cerveza. 5 ed. España. Acribia. p 48.