

64

Fecha de presentación: julio, 2019
Fecha de aceptación: septiembre, 2019
Fecha de publicación: octubre, 2019

EVALUACIÓN DEL PROCESO FERMENTATIVO

DE LA MANDARINA KING (*CITRUS NOBILIS L.*) APLICANDO BENTONITA, ALBUMINA Y PECTINASA PARA SU CLARIFICACIÓN

EVALUATING MANDARIN KING (*CITRUS NOBILIS L.*) FERMENTATIVE PROCESS THROUGH THE USE OF BENTONITE, ALBUMIN, AND PECTINASE FOR ITS CLARIFICATION

José Villarroel Bastidas¹
E-mail: josevillaroel@gmail.com
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3349-8592>
Bryan Espinoza-Oviedo¹
E-mail: bryanespinoza@gmail.com
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7696-1279>
¹ Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Ecuador.

Cita sugerida (APA, sexta edición)

Villarroel Bastidas, J., & Espinoza-Oviedo, B. (2019). Evaluación del proceso fermentativo de la mandarina king (*Citrus nobilis L.*) aplicando bentonita, albumina y pectinasa para su clarificación. *Universidad y Sociedad*, 11(5), 496-506. Recuperado de <http://rus.ucf.edu.cu/index.php/rus>

RESUMEN

El principal problema en este estudio fue la turbidez y su color, la misma que podría generar el rechazo del consumidor. El objetivo general de esta investigación es el acondicionamiento del mosto (zumo con pulpa y zumo sin pulpa) para determinar cuál de los tres clarificantes (bentonita, albumina y pectinasa) actúa mejor en la etapa de clarificación. La materia prima se obtuvo de la Parroquia Moraspungo Provincia de Cotopaxi, para la elaboración se utilizó mandarinas seleccionadas en un mismo índice de madurez, se procedió al lavado/desinfección, luego se realizó la extracción del jugo. Durante quince días se efectuó la fermentación en la cual después de transcurrido determinado tiempo se adicionó los tres tipos de clarificantes en los diferentes tratamientos. Para su maduración se dejó en reposo por dos meses a temperatura ambiente de esta manera lograr que los azúcares, ácidos y alcoholes se mezclen entre sí dándole al producto su olor, color, sabor y aroma característicos de la bebida fermentada de mandarina. El diseño experimental fue un arreglo Factorial de Bloques Completamente al Azar A*B* análisis de varianza por cada variable, se determinaron 6 tratamientos con 3 repeticiones dando un total de 18 unidades. Se realizó análisis físicos –Químicos y sensoriales, el tratamiento (Zumo sin pulpa*albumina) obtuvo mejores características. Los resultados muestran que al aplicar albumina actúa de manera favorable para la clarificación en el proceso de obtención de la bebida fermentada de Mandarina.

Palabras clave: Acondicionamiento del mosto, fermentación, clarificación, bebida fermentada.

ABSTRACT

The main problem in this study was the turbidity and its color, the same one that could generate the rejection of the consumer. The general objective of this research is the conditioning of the must (juice with pulp and juice without pulp) to determine which of the three clarifiers (bentonite, albumin and pectinase) works best in the clarification stage in obtaining a low turbidity product. The raw material was obtained from Moraspungo Parish Province of Cotopaxi, for the elaboration of selected mandarins in the same maturity index, washing / disinfection was carried out, then extraction of the juice was carried out. For fifteen days the fermentation was carried out in which after a certain time the three types of clarifiers were added in the different treatments. For its maturation, it was allowed to stand for two months at room temperature in order to allow the sugars, acids and alcohols to mix together, giving the product its characteristic odor, color, flavor and aroma of the fermented mandarin beverage. The experimental design was a Factorial arrangement of Completely Random Blocks A * B * analysis of variance for each variable, 6 treatments were determined with 3 replicates giving a total of 18 units. Physical analysis - Chemical and sensory, the treatment (Juice without pulp * albumin) obtained better characteristics obtaining a fermented drink. The results show that when applying albumin it acts in a favorable way for the clarification in the process of obtaining the fermented drink of Tangerine.

Keywords: Conditioning of the must, Bentonite, albumin, pectinase, clarification, fermented beverage.

INTRODUCCIÓN

La bebida fermentada fue elaborada con mandarina King (*Citrus nobilis* L.), proveniente de la parroquia Moraspungo, cantón Pangua de la provincia de Cotopaxi, con sus respectivas coordenadas Este: 695664.721m, Norte: 9869185.730 m, Altitud: 303.621m, la misma que genera desperdicios cuando ingresa en la temporada de cosecha, en la cual se aplicó análisis de varianza con prueba de significación de Tukey formada con 2 factores de estudio que son: acondicionamiento del mosto (Zumo con pulpa y zumo sin pulpa) y los tipos de clarificantes (Bentonita, albumina y pectinasa) (Tabla 1).

Tabla 1. Combinación de los tratamientos propuestos para la clarificación en la fermentación de la mandarina King (*Citrus nobilis* L.)

Nº. TRATAMIENTO	DESCRIPCIÓN
1 a0b0	Zumo con pulpa +Bentonita
2 a0b1	Zumo con pulpa+ Albumina
3 a0b2	Zumo con pulpa + Pectinasa
4 a1b0	Zumo sin pulpa +Bentonita
5 a1b1	Zumo sin pulpa+ Albumina
6 a1b2	Zumo sin pulpa + Pectinasa

Se realizó la recolección de 263 Mandarinas, la fruta fue lavada con agua potable para eliminar residuos, bacterias y suciedad adherida al momento de su cosecha, para la desinfección de las mandarinas, fueron sumergidas en un recipiente por un tiempo de 15 min en 100 L de agua con concentraciones de cloro de 80 ppm. Se sumergió la fruta a una temperatura de 700 C por un tiempo controlado de 5 minutos.

Por medio de un extractor industrial se obtuvo el zumo, fue filtrado al vacío para eliminar las partículas más pequeñas o residuos que se han obtenido durante la extracción, para el tratamiento de zumo con pulpa la mitad se extrajo y la otra mitad se retiró en ollejos, se tomó el pH, °Brix al inicio de cada tratamiento.

Al jugo se le adicionó con levadura al 0.1% *Saccharomyces cerevisiae* y se agregó 500g de azúcar se procedió a la corrección adecuada de los sólidos solubles con valores de 23 0 Brix y un pH de 3,06.

La bebida fermentada de mandarina se añadió 1,2 mL por litro en los respectivos clarificantes en cada tratamiento, una vez agregada la bentonita la albumina y la peptinasa a la bebida, fue almacenada en botellas de cristal por un tiempo de 2 meses, en esta etapa se liberan las características sensoriales como es el color, sabor y aroma.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para la toma de pH se realizó durante el proceso fermentativo y una vez obtenido el producto final a los 6 tratamientos y sus respectivas repeticiones se extrajo 50 mL de muestra, acidez titulable 10 mL de agua destilada para su preparación, se estableció de acuerdo al método basado en titulación.

$$\% \text{ Acidez} = \frac{(V * N * f)_{NaOH} * F}{M} * 100$$

Dónde:

V = volumen gastados de sosa en la titulación, ml

N = normalidad de la solución de NaOH 0,1N

f = factor de normalidad.

F = factor del ácido que prevalece en el jugo.

Vm = volumen de muestra, ml

En la determinación de (0Brix o sólidos solubles) se determinó con un refractómetro, para lo cual se procedió a colocar una a dos gotas de la muestra de la bebida fermentada, para tomar su lectura por medio del ocular del refractómetro, los grados alcohólicos se obtuvieron con un alcoholímetro en referencia a su norma NTE – INEN 340 (Servicio Ecuatoriano de Normalización, 1994).

Para los análisis de la colorimetría se procedió a tomar 200 mL de la muestra en vasos enlarmeyer colocando debajo del vaso el colorímetro para tomar la muestra con tres disparos en RBG y luego fueron transformados en L*a*b*. En la determinación de absorbancia y transmitancia se procedió a colocar muestras en bandejas de cristal, se introdujo en el espectrofotómetro para luego ser tomada la lectura de longitud de ondas que atraviesa por la bebida fermentada.

En el trabajo investigativo se aplicó el programa de StatGraphics con un diseño factorial de bloque completamente al azar A*B aplicando análisis de varianza y prueba de Tukey para analizar los datos e interacciones propuestas de cada una de sus variables

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En cuanto a los resultados de la bebida fermentada de mandarina (*Citrus nobilis* L.) aplicando bentonita, albumina y pectinasa para su clarificación en el Factor A (acondicionamiento del mosto), en lo concerniente a °Brix se distinguió valores de 12,27 (a1) a 13,23 (a0), datos finales que son similares a los reportados por Arguedas, 2013. con valores de 12-13 °Brix en su trabajo de investigación Definición del proceso de elaboración de una bebida fermentada a partir de pulpa del café (broza), por lo que en este tipo de vino los °Brix se tienen que ajustar en su formulación corregidos a 23 °Brix y por lo cual son similares.

En cuanto al pH se obtuvieron valores a0 (3,75) a a1 (3,80), que son similares a los reportados por Ochoa, et, al. (2012), en su investigación "Características antioxidantes, fisicoquímicas y microbiológicas de jugo fermentado y sin fermentar de tres variedades de pitahaya (*Hylocereus* spp) relacionada con la fermentación de la pitahaya que obtuvo valores de 3,65 pitahaya roja, 3,67 pitahaya rosa, 3,85 en pitahaya blanca, ya que se rigen a un mismo proceso fermentativo del vino y se ajusta a la Norma Técnica Colombiana 708 que tomo como referencia para esta investigación.

Los valores de acidez a1 (0,76) a0 (0,78), datos que son similares reportados por C. Ochoa, et, al., 2012, en el cual alcanzó en la Pitahaya rosa $0,7 \pm 0,01$ planteada en su investigación, ya que se rigen a un mismo proceso fermentativo y obtienen datos de acidez similares. Grados alcohólicos a1 (12,20 GL) a0 (12,36), estos valores son superiores a los datos planteados por Arguedas, 2013 con 6-7 grados alcohólicos en su investigación Definición del proceso de elaboración de una bebida fermentada a partir de pulpa del café (broza)" ya que sus características y frutas no es iguales, y se ajusta a la Norma INEN 374 (Servicio Ecuatoriano de Normalización, 2015) que se tomó como guía.

En cuanto a los datos de colorimetría de L* se obtuvieron valores a0 17,06 a1 17,32 Datos finales que se encuentran por debajo a lo reportado por Ochoa, et, al., 2012 en el cual alcanzó en la Pitahaya roja $51,35 \pm 0,7$, en cuanto a colorimetría de a* se obtuvieron valores de a0 1,29 a1 1,55 datos que se encuentran por debajo a lo reportado por Ochoa, et, al., 2012 en la cual se obtuvo en la Pitahaya rosa $3,45 \pm 0,2$ de igual manera cumple con un mismo proceso fermentativo pero su fruta es diferente a la mandarina, se observaron valores de colorimetría de b* a1 10,37 a0 10,39 datos que se encuentran superiores a lo reportado por Ochoa, et, al., 2012 datos que se obtuvo en la Pitahaya roja $7,55 \pm 0,1$ en su investigación

debido a las coloraciones de cada una de las variedades de Pitahaya es muy diferente a la de la investigación ejecutada.

En cuanto a la transmitancia se obtuvieron valores en a1 36,57 a0 31,78, se logra una buena clarificación de vinos con tierra de diatomeas (22, 27), los valores de absorbancia a1 0,61 y a0 0,52 datos que están por debajo y dentro del rango a lo expuesto por Ochoa, et, al., 2012 con un valor de $0,70 \pm 0,02$.

La calidad de la bebida se evaluó utilizando una escala estructurada de apariencia, color aroma, sabor y aceptabilidad de 5 puntos de acuerdo a los datos se obtuvo dentro de un rango entre 4,17 y 3,94 resultados que se encuentran dentro del rango a lo expuesto por Ibarra, et al. (2005), con valores de 5 y 3 en su calidad sensorial se ajusta a la norma INEN 374 (Servicio Ecuatoriano de Normalización, 2015) (Tabla 2, 3 y 4) (Figura 1, 2 y 3).

Tabla 2. Prueba de rango de Tukey para Análisis de (Brix, pH, Acidez, Grados Alcohólicos) según Factor A (Acondicionamiento del mosto)

Factor A	°Brix		pH		Acidez		Grados Alcohólicos	
a1 Zumo sin pulpa	12,27	A	3,80	A	0,76	A	12,20	A
a0 Zumo con pulpa	13,23	A	3,75	A	0,78	A	12,36	A

Tabla 3. Prueba de rango de Tukey para Análisis de (Colorimetría L*a*b*, transmitancia y absorbancia) según Factor A (Acondicionamiento del mosto).

Factor A	L*		a*		b*		Transmitancia		Absorbancia	
a1 Zumo sin pulpa	17,32	A	1,55	A	10,37	A	36,57	A	0,61	A
a0 Zumo con pulpa	17,06	A	1,29	A	10,39	A	31,78	A	0,52	A

Tabla 4. Prueba de rango de Tukey para Análisis de (apariencia, color, aroma, sabor, aceptabilidad) según Factor A (Acondicionamiento del mosto).

Factor A	Apariencia		Color		Aroma		Sabor		Aceptabilidad	
a1 Zumo sin pulpa	4,22	A	4,72	A	4,11	A	3,78	A	3,94	A
a0 Zumo con pulpa	4,17	A	4,39	A	3,89	A	3,78	A	4,17	A

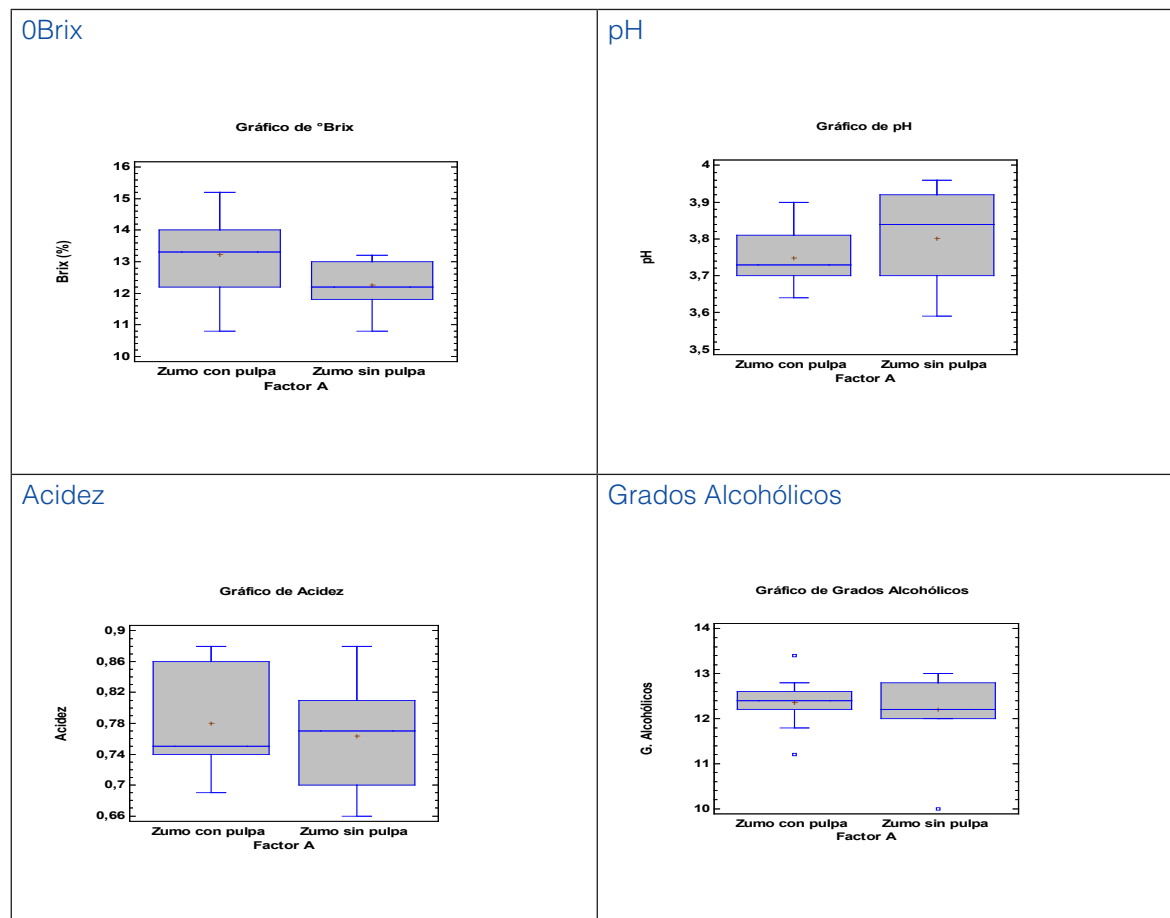


Figura 1. Gráficas de las medias de Tukey para Análisis (°Brix, pH, acidez, grados alcohólicos) según Factor A (acondicionamiento del mosto).

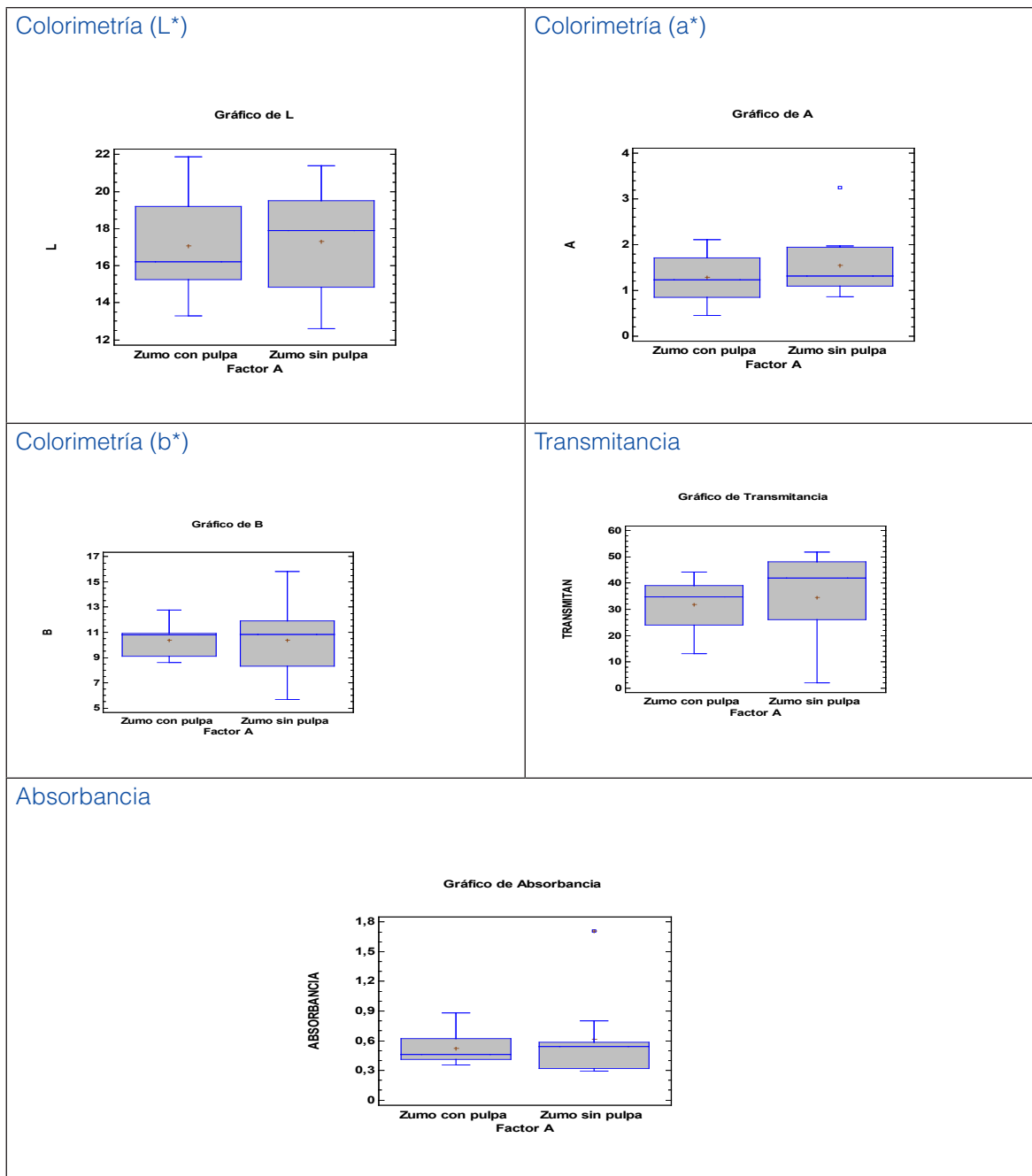


Figura 2. Gráficas de las medias de Tukey para Análisis (Colorimetría en L*a*b*) (Transmitancia y absorbancia) según Factor A (acondicionamiento del mosto).

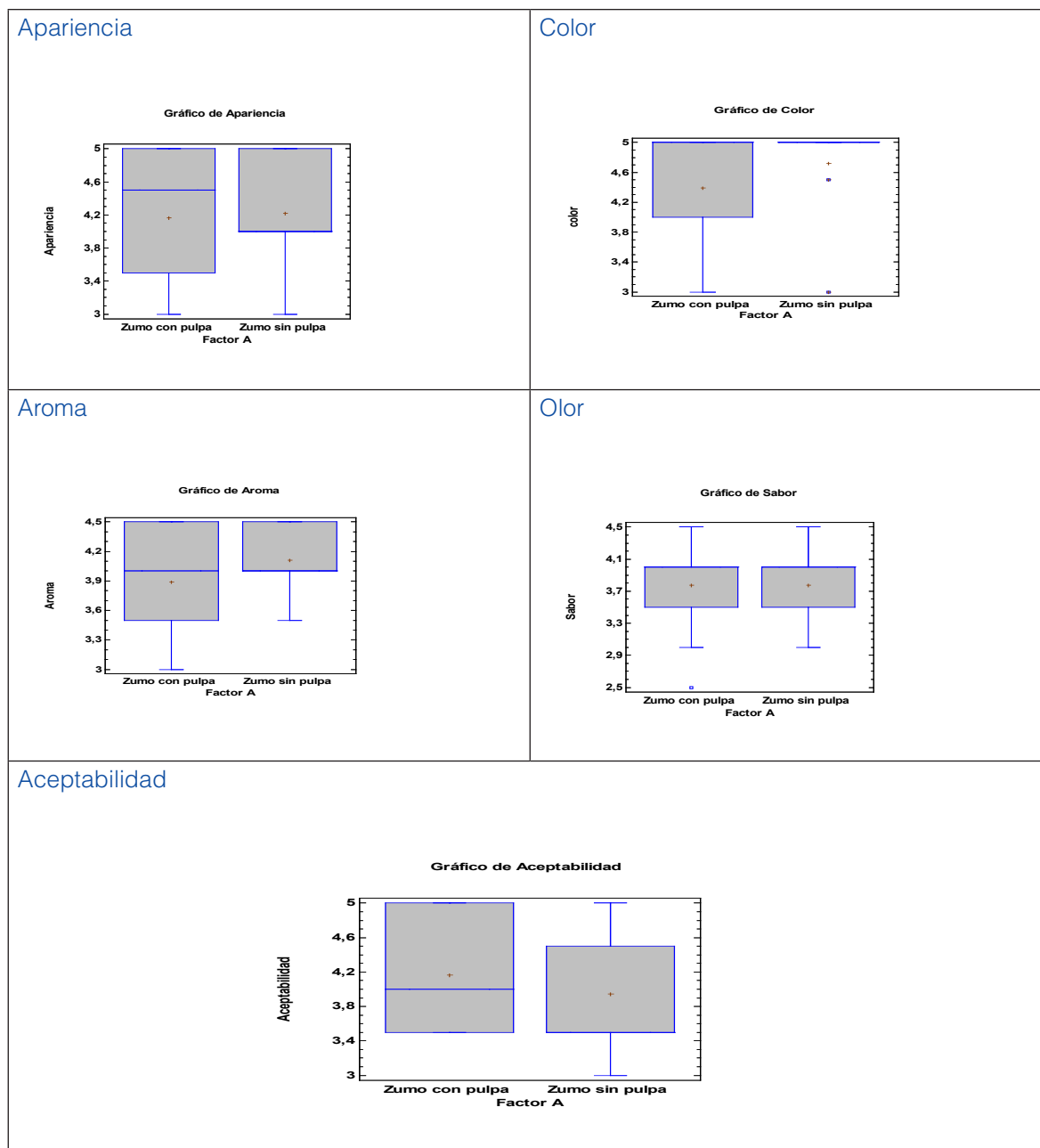


Figura 3. Gráficas de las medias de Tukey para análisis sensoriales (apariciencia, color, aroma, sabor y aceptabilidad) según factor a (acondicionamiento del mosto).

Los °Brix se distinguieron valores b2 (12,70) b1 (12,80) b0 (12,75) los cuales se encuentran superiores a lo expuesto por Córdor, (2000) con un valor de $10,77+0,87$, en su investigación, ya que pasa por un mismo proceso fermentativo.

En lo referente al pH se obtuvieron valores de b1 (3,75) b0 (3,78) b2 (3,79), estos datos son superiores a lo expuesto por Olivero, Aguas & Cury (2010), en su investigación con un valor de 3,59. y se ajusta a la Norma Técnica Colombiana 708. Acidez b2 (0,76) b0 (0,77) b1 (0,78), estos se encuentran dentro de lo normal según lo expuesto por Olivero, et al., (2010) de $0,59 \pm 0,97$ en su trabajo Evaluación del efecto de diferentes cepas de levadura (Montrachet, K1-V1116, EC-1118, 71B-1122 y IVC-GRE®) y clarificantes sobre los atributos sensoriales del vino de naranja criolla (Citrus sinensis). ya que esta fruta cítrica es similar a la investigación realizada.

En cuanto a los grados alcohólicos se obtuvieron valores en b1 (12%) b2 (12,13%) b0 (12,70%) los que se encuentran por debajo a los expuestos por Bedoya, Gómez, Luján & Salcedo (2005), con un valor de 13,5% de grado alcohólico en su investigación Producción de vino de naranja dulce (*Citrus sinensis* osbeck) por fermentación inducida comparando dos cepas de *Saccharomyces cerevisiae* y se ajusta a la Norma INEN 374 (Servicio Ecuatoriano de Normalización, 2015), que hace referencia a bebidas alcohólicas y vinos de frutas.

En cuanto a los datos de colorimetría de L* se obtuvo valores b0 18,75 b1 18,22 y b2 14,60 Datos finales que se encuentran por debajo a lo reportado por Ochoa, et, al., 2012 en el cual alcanzó en la pitahaya roja 51,35±0,7b en su investigación debido a que el color de la pitahaya roja es muy diferente a la de la investigación.

En cuanto a colorimetría de a* se obtuvo valores de b1 1,50 b2 1,43 y b0 1,32 datos que se encuentran por

debajo a lo reportado por Ochoa, et, al., 2012 en la cual se obtuvo en la Pitahaya rosa 3,45±0,2b

Se observó valores de colorimetría de b* b1 10,83 b0 11,45 y b2 8,86 datos que se encuentran superiores a lo reportado por Ochoa, et, al., 2012 datos que se obtuvo en la Pitahaya rosa 7,55±0,1a en su investigación.

En cuanto a la transmitancia se obtuvo valores en b2 43, b1 36,48 b0 22,78 datos que están sobre lo expuesto por (Córdor, Meza, & Leduña, 2000) se logra una buena clarificación de vinos con tierra de diatomeas (22, 27).

Se obtuvo valores de absorbancia b0 0,82 y b1 0,52 b2 0,37 datos que están por debajo y dentro del rango a lo expuesto por Ochoa, et, al., 2012 con un valor de 0,70±0,02. En la evaluación sensorial de la bebida fermentada de la mandarina King participaron 5 personas catadoras (Tabla 5, 6 y 7) (Figura 4, 5 y 6).

Tabla 5. Prueba de rango de Tukey para Análisis de (°Brix, Ph, Acidez, Grados Alcohólicos) según Factor B (Tipos de clarificantes).

Factor B	0Brix		pH		Acidez		Grados Alcohólicos	
b2 Pectinasa	12,70	A	3,79	A	0,76	A	12,13	A
b0 Bentonita 12,75		A	3,78	A	0,77	A	12,70	A
b1 Albumina	12,80	A	3,75	A	0,78	A	12	A

Tabla 6. Prueba de rango de Tukey para Análisis de (Colorimetría L*a*b*, transmitancia y absorbancia) según Factor B (Tipos de clarificantes).

Factor B	L*		a*		b*		Transmitancia		Absorbancia	
b2 Pectinasa	14,60	A	1,43	A	8,86	A	43,25	B	0,37	A
b0 Bentonita	18,75	B	1,32	A	11,45	A	22,78	A	0,82	A
b1 Albumina	18,22	B	1,50	A	10,83	A	36,48	B	0,52	A

Tabla 7. Prueba de rango de Tukey para Análisis de (aparición, color, aroma, sabor, aceptabilidad) según Factor B (Tipos de clarificantes).

Factor B	Apariencia		Color		Aroma		Sabor		Aceptabilidad	
b2 Pectinasa	3,50	A	4,33	A	4,00	A	3,67	A	3,83	A
b0 Bentonita	4,42	B	4,58	A	3,92	A	3,67	A	4,25	A
b1 Albumina	4,67	B	4,75	A	4,08	A	4,00	A	4,08	A

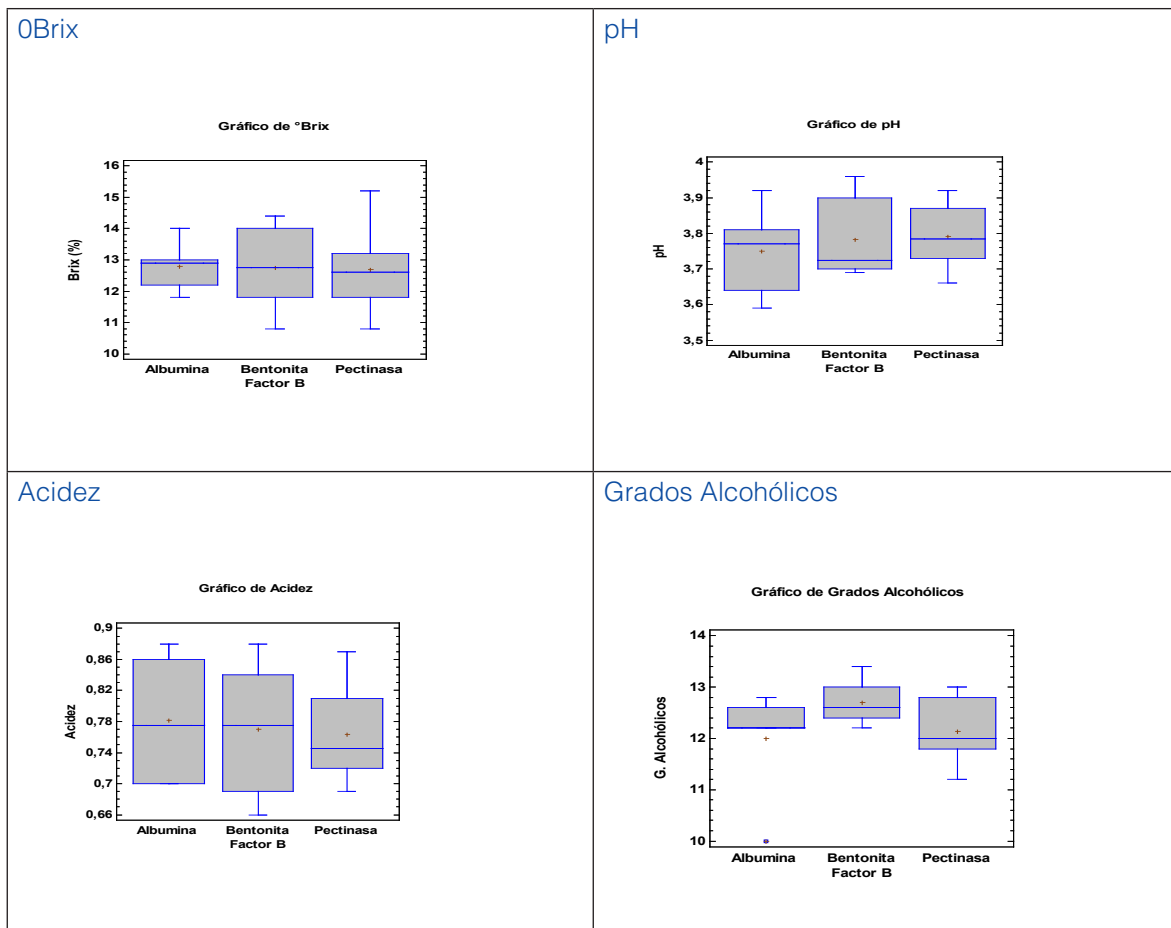
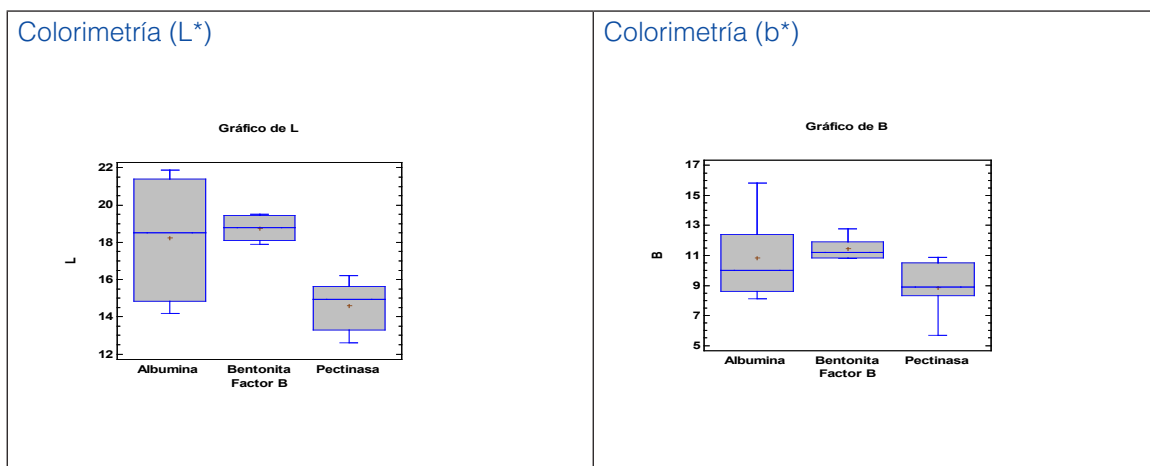


Figura 4. Gráficas de las medias de Tukey para análisis (°Brix, pH, acidez y grados alcohólicos) según factor b (tipos de clarificantes).



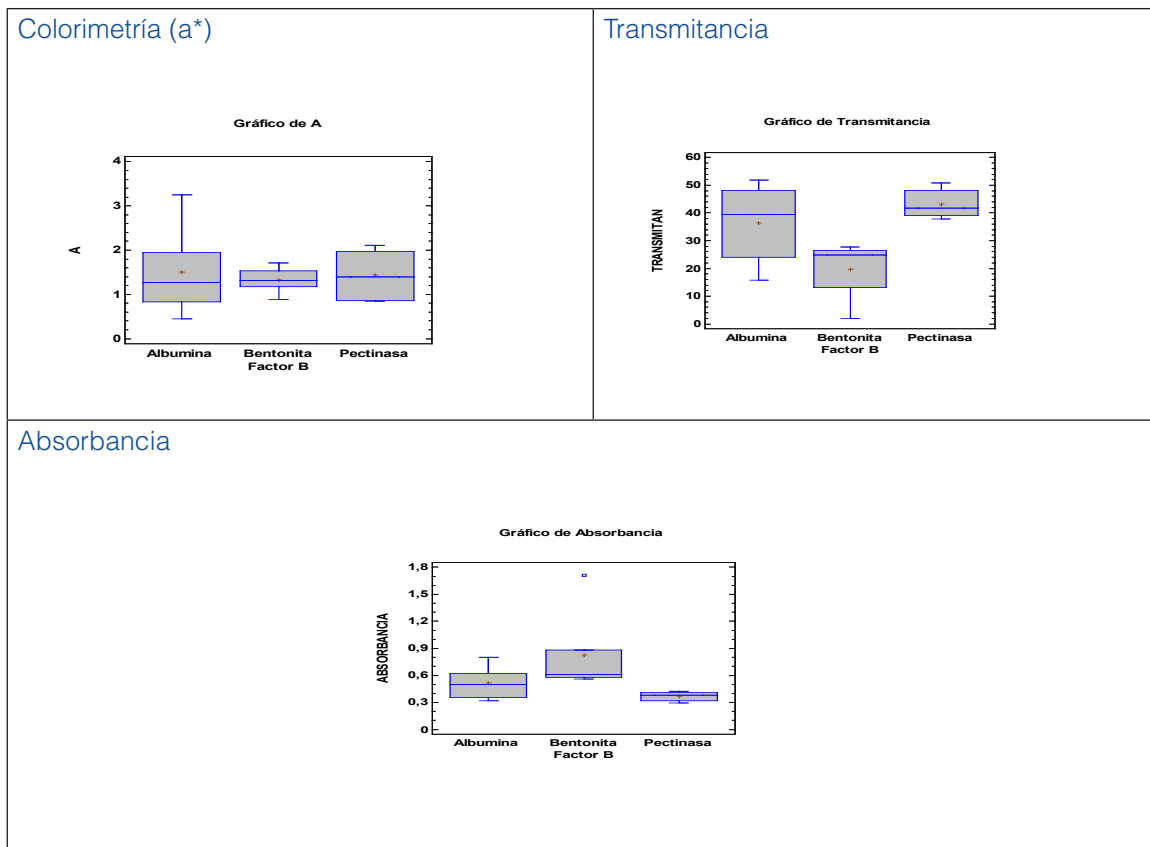
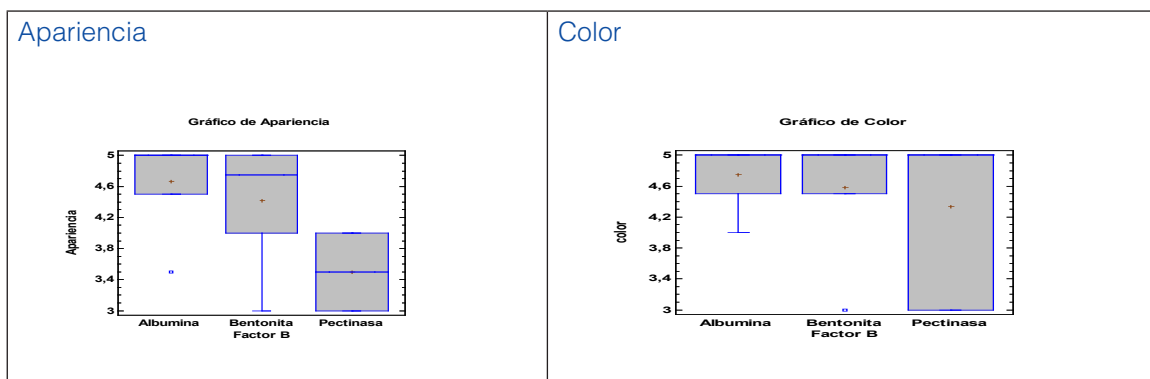


Figura 5. Gráficas de las medias de Tukey para análisis (colorimetría en L*a*b*) (transmitancia y absorbancia) según factor b (tipos de clarificantes).



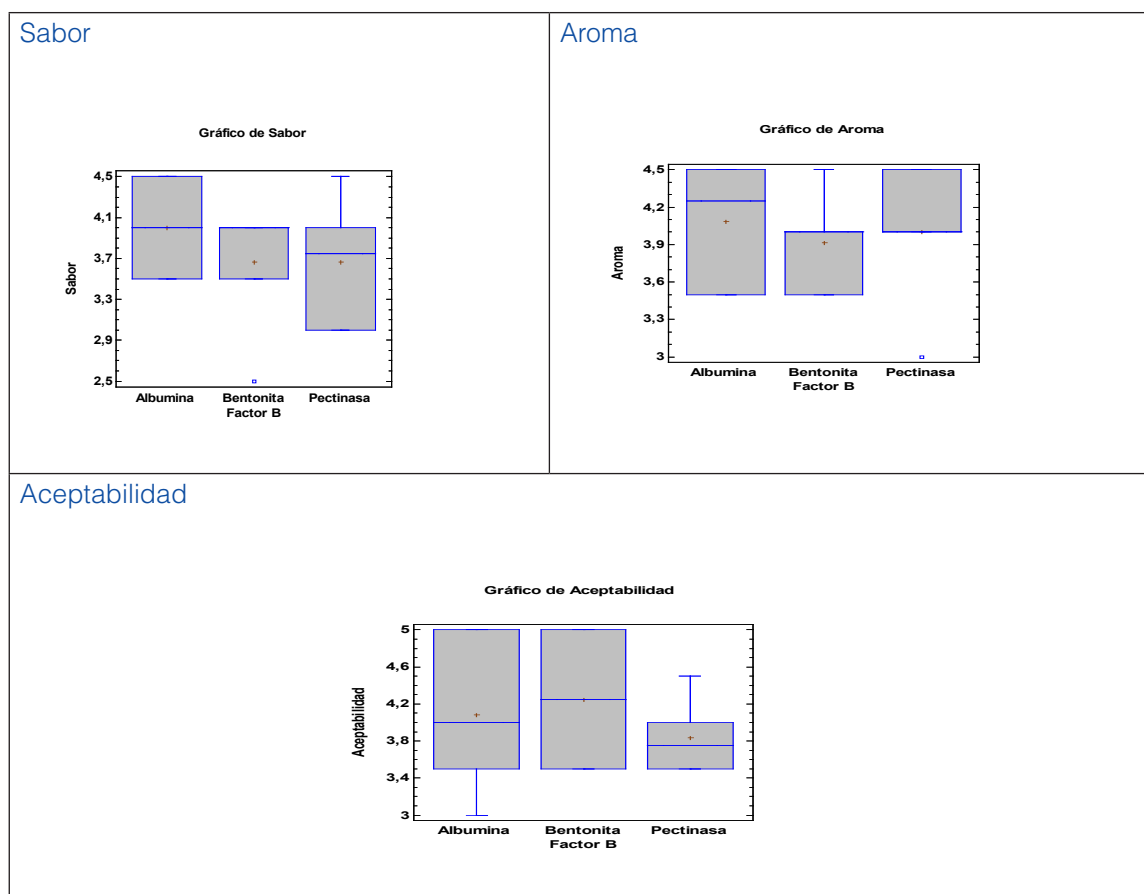


Figura 6. Gráficas de las medias de tukey para análisis sensoriales (apariencia, color, aroma, sabor y aceptabilidad) según factor b (tipos de clarificantes).

Se define a los vinos de frutas como bebida alcohólica obtenida por la fermentación parcial o completa de jugos de frutas frescas, jugo concentrado o reconstituido; o macerado de pulpa con la adición de agua, azúcar o miel, una vez finalizada la fermentación se puede adicionar jugo fresco, concentrado o reconstituido (Olivero, et al., 2010).

La clarificación es un paso importante en el procesamiento de zumo de fruta, principalmente con el fin de eliminar la pectina y otros hidratos de carbono que están presentes en el zumo, generalmente los procedimientos aclaratorios pueden ser alcanzados por centrifugación, tratamiento enzimático o la aplicación de agentes clarificantes tales como bentonita gelatina, sol de sílice, y polivinil pirrolidona. Sin embargo, estos procesos pueden ser de trabajo intensivo, consume tiempo y operado de forma discontinua. Además, el uso de aditivos (agentes clarificantes y ayuda de filtro) puede dejar una ligero cambio de sabor en el jugo.

Durante la fermentación alcohólica, las levaduras (*Saccharomyces cerevisiae*) utilizan los azúcares fermentables del mosto para la obtención de energía y al mismo tiempo se forman diferentes subproductos del metabolismo fermentativo; entre los compuestos que se forman están los ésteres, alcoholes superiores, cetonas, aldehídos y ácidos orgánicos. Las levaduras apiculadas (con forma de limón) como *Hanseniaspora* spp. y *Kloeckera* spp. Son conocidas por producir concentraciones de ácido acético y ésteres que contribuyen significativamente al aroma de las bebidas fermentadas.

El alcance de esta investigación está en delimitar las variables del proceso fermentativo, que permitan obtener una bebida alcohólica clarificada con características químicas y sensoriales aceptables.

CONCLUSIONES

Los resultados experimentales y análisis de pH, OBrx, Acidez, Grados Alcohólicos, colorimetría en $L^*a^*b^*$, transmitancia, absorbancia, análisis sensoriales (Apariencia, color, aroma, sabor y aceptabilidad) realizados durante el desarrollo de la investigación permiten llegar a las siguientes conclusiones:

En cuantos a los análisis los en el Factor A (Acondicionamiento del mosto), con respecto a °Brix, pH, acidez, grados alcohólicos colorimetría en $L^*a^*b^*$, transmitancia, absorbancia, análisis sensoriales (Apariencia, color, aroma, sabor y aceptabilidad), se concluye que no presenta diferencia significativa en ninguno de los indicadores por lo que no influye en el proceso fermentativo en el acondicionamiento del mosto (a0 Zumo con pulpa y a1 Zumo sin pulpa).

En el Factor B (Tipos de clarificantes), en referencia a colorimetría de L^* , transmitancia y en el análisis sensorial (apariencia) existe diferencia estadística se concluye que los valores obtenidos en la investigación los más altos lo presentaron en colorimetría de $L^* b1$ (18,75) ya que la bebida es más transparente por lo que presenta mejores cualidades al aplicar Albumina.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arguedas, P. (2013). Definición del proceso de elaboración de una bebida fermentada a partir de pulpa del café (broza). *Tecnología en Marcha*, 39, 38-49. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/download/articulo/4835900.pdf>
- Bedoya, D., Gómez, E., Luján, D., & Salcedo, J. (2005). Producción de vino de naranja dulce (*Citrus sinensis* Osbeck) por fermentación inducida comparando dos cepas de *Saccharomyces cerevisiae*. *Temas Agrarios*, 10(2), 26-34. Recuperado de <https://revistas.unicordoba.edu.co/index.php/temasagrarios/article/view/632/748>
- Ibarra, A. et al. (2005). Niveles de grado alcohólico, acidez total y calidad sensorial de la cachina producida en el valle de Ica (Perú). *Revista de Enología*, 27. Recuperado de http://www.acenologia.com/ciencia69_02.htm
- Olivero, R., Aguas, Y., & Cury, R. (2010). Evaluación del efecto de diferentes cepas de levadura (Montrachet, K1-V1116, EC-1118, 71B-1122 y IVC-GRE®) y clarificantes sobre los atributos sensoriales del vino de naranja. *Revista Colombiana de Biotecnología*, 13(1), 163-171. Recuperado de <https://revistas.unal.edu.co/index.php/biotecnologia/article/view/22990/23768>
- Servicio Ecuatoriano de Normalización. (1994). *Norma Técnica. Ecuatoriana*. NTE *INEN* 040. Bebidas alcohólicas. Determinación del grado alcohólico. Quito: INEN.
- Servicio Ecuatoriano de Normalización. (2015). *Norma Técnica. Ecuatoriana*. NTE *INEN* 374. Bebidas alcohólicas. Vino de frutas. Requisitos. Quito: INEN.