

Mejoramiento de las propiedades fisicoquímicas del vino usando distintos niveles de bentonita.



Improvement of the physico-chemical properties of wine by using different levels of bentonite.

Cinthia Vanessa Carrión Gutiérrez.¹, Sandra Gabriela Barrazueta Rojas.² Guillermo Xavier Mendoza Zurita.³ & Mercedes Leticia Lara Freire⁴.

Recibido: 08-07-2017 / Revisado: 19-09-2018 Aceptado: 11-10-2018/ Publicado: 28-11-2018

Abstract.

DOI: <https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v2i4.2..202>

The research was carried out in the food processing laboratory from Animal Sciences Faculty at ESPOCH, in order to assess three levels of bentonite adding (0,03;0,04 and 0,05%) for clarification of wine, with four experimental units of a liter of wine before fermentation; used four replicates per treatment distributed under a completely randomized design. It establishes that the physical and chemical characteristics are higher applying 0,05% of bentonite (T3), registering wines with lower turbidity of 0,34 Nephelometric Turbidity Unit (NTU), a value of optimum pH (3,54), and colorimetry indices of (63,68%) and transmittance with (0,37 Y). The features color was favored without affecting the appearance, smell and taste. Thus economic analysis determined that when bentonite is not used, the cost per liter of wine is \$ 4,07, which value decreases with increasing addition of bentonite, T1 (0,03%), T2 (0,04%) and T3 (0,05%) with 3,76; 3,62 and \$ 3,55 respectively, the higher benefit/cost relation was recorded in wine T3 treatment with 1,13 or 13% of return. So it is recommended to use the treatment with 0.05% of bentonite because the physical, chemical and sensory characteristics are favored.

Keywords: Bentonite, Turbidity, Physical And Chemical, Colorimetry

¹ Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Chimborazo, Ecuador, cinthiacarito@hotmail.com

² Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Chimborazo, Ecuador, gabybarrazueta@yahoo.es

³ Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Chimborazo, Ecuador, guillomendoza01@yahoo.com

⁴ Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Chimborazo, Ecuador, letylarafreire@gmail.com

Resumen.

La investigación se realizó en el Laboratorio de Procesamiento de Alimentos de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la ESPOCH, se evaluó la adición de tres niveles de bentonita (0,03; 0,04 y 0,05%) para la clarificación de vino, con cuatro unidades experimentales de un litro de vino antes de fermentar, empleándose cuatro repeticiones por tratamiento distribuidos bajo un diseño completamente al azar. Estableciéndose que las características físico químicas son superiores al aplicar 0,05% de bentonita (T3), registrándose vinos con la menor turbiedad (0,34 NTU), un valor de pH más óptimo (3,54), índices de colorimetría de (63,68%) y transmitancia de (0,37 Y). Se favoreció las características de color, sin afectar la apariencia, olor y sabor. El análisis económico determinó que cuando no se utiliza bentonita, el costo por litro de vino es de 4,07 dólares, valor que va disminuyendo a mayor adición de bentonita, T1 (0,03%), T2 (0,04%) y T3 (0,05%) con 3,76; 3,62 y 3,55 dólares respectivamente, la relación beneficio/costo más alta, fue registrada en el vino del tratamiento T3 que fue de 1,13 o 13% de rentabilidad. Por lo que se recomienda utilizar el tratamiento de 0,05% de bentonita, ya que las características físico químicas y sensoriales son favorecidas.

Palabras Claves: Bentonita, Turbiedad, Físico Químicas, Colorimetría.

Introducción.

Uva, composición bioquímica y su aporte al vino

El vino es una bebida milenaria proveniente de la uva. Los diferentes suelos y climas junto a la variedad vinífera, tienen una incidencia directa sobre el sabor, color y aroma del vino, estos tres factores, unidos a la forma de elaboración, son los que determinan la singularidad del producto final.

La Sociedad Española de Bioquímica y Biología Molecular, reporta que de acuerdo a estudios realizados por Conde, C. (2007), los diferentes tejidos que forman la uva, contribuyen a la composición final del mosto y del vino. La pulpa aporta el agua que constituye entre un 80-90 % del volumen del vino, componentes como la glucosa y fructosa, los ácidos orgánicos, fundamentalmente los ácidos málico y tartárico. Deribere, A. (1952), indica que los ácidos málico y tartárico constituyen más del 90% de los ácidos orgánicos del fruto y su concentración determina la acidez total de la uva; el ácido málico se acumula a niveles muy elevados en las uvas verdes y su contenido se reduce drásticamente durante la maduración, por el contrario, los niveles de ácido tartárico permanecen bastante constantes y elevados en las uvas maduras.

Para la Sociedad Española de Bioquímica y Biología Molecular SEBBM (2014), el hollejo contribuye con un gran número de compuestos del metabolismo secundario que en su conjunto aportan al vino características varietales. Entre los compuestos fenólicos solubles se distinguen tanto flavonoides como no flavonoides, existiendo dentro de los flavonoides

los antocianos, que son los pigmentos responsables del color de la uva, del vino tinto y rosado. Otros flavonoides relevantes son los flavanoles o catequinas en sus formas libres o polimerizadas que confieren sabor amargo y astringencia al vino y por lo tanto contribuyen de manera importante a la percepción de su estructura en la boca. <http://www.sebbm.com>. (2014)

Doval, M. (2010), informa que los flavonoides se encuentran tanto en los hollejos como en las semillas y son particularmente importantes en los vinos tintos debido a su proceso de elaboración, el hollejo y la pulpa contribuyen con el aroma, finalmente el exocarpo de la piel y en menor medida el endocarpo acumulan proteínas que sirven como fuente de nitrógeno para el proceso de fermentación y que persisten en el vino afectando a su sabor, claridad y estabilidad.

Clarificación.

Ruíz, M. (2002), indica que la clarificación de los vinos es una práctica realizada en enología, los fines que se persiguen con la clarificación es que se acelere la eliminación de materias que enturbian el vino por un procedimiento más rápido que el de sedimentación y trasiego. Las pectinas son hidratos de carbono, químicamente polímeros de ácido galacturónico y forman parte del grupo de los hidrocoloides, sustancias capaces de unirse a cantidades importantes de agua formando coloides, la capacidad de la unión de las pectinas y el agua es la que causa el problema de turbidez.

Ruíz, M. (2002), reporta que la filtración es un proceso en el que se acelera el aclarado y brillantez de los vinos, se puede conseguir un vino limpio con mayor rapidez, pero no siempre se puede alcanzar un vino totalmente claro, por lo que se recurre a la acción de un tratamiento diferente, con la ayuda de clarificantes.

El clarificante actúa sobre la parte físico química del vino, no solo aclara el vino, sino que también mejora sus características de finura y disposición para la crianza y su añejamiento, la clarificación evita que a futuro existan posibles enturbiamientos, aún no presentes, que podían haber sido originados por sustancias existentes en el vino, ya que al utilizarlo se puede acortar la acción del oxígeno durante la crianza de ciertos tipos de vinos, limitando a una primera fase su conservación en vasija de madera, y siendo conveniente un embotellado para terminar su añejamiento.

Causas del enturbiamiento.

Feduchy, E. (1955), manifiesta que las causas del enturbiamiento son muy diversas y a su vez complejas, estas pueden ser de origen biológico, químico físico, químico o varios de ellos conjuntamente. La estabilización contra enturbiamientos de origen biológico, se da de la siguiente manera, si el vino está sano o tiene elevado grado alcohólico, se consigue fácilmente por procedimientos naturales, pero si el vino no es sano y desde un principio

presenta problemas de enfermedades microbianas, o tiene residuos azucarados y con poco grado alcohólico, se recurre a procesos como la pasteurización o filtración esterilizantes para conseguir aquella, los enturbiamientos que pertenecen al grupo de enturbiamientos no microbianos en su mayoría son eficazmente combatidos, tanto preventiva como curativamente, por la acción de un clarificante.

Principales clarificantes vínicos.

De acuerdo a Feduchy, E. (1955), el vino apenas descubado se presenta turbio, esto se debe a partículas en suspensión, fragmentos de tejido vegetal, levaduras, cristales de bitartrato de potasio mantenidos en el líquido debido al movimiento generado por el desprendimiento del CO₂, la naturaleza y composición de los clarificantes.

Al terminar la fermentación se van sedimentando las partículas más gruesas y luego las de dimensiones más pequeñas y así el vino se va auto-clarificando, esta sedimentación de las partículas responde por una parte a su tamaño y peso, y por otra, a la resistencia que ofrece la viscosidad del vino a la caída de ellas.

Clarificantes minerales, se considera que su acción es generalmente mecánica o física, aunque también hay muchos casos en los que al ser disgregados en agua, dan lugar a dispersiones coloidales, son conocidos como minerales terrosos, y tenemos tierras clarificantes, bentonitas y tierras activas. Sánchez, A (2013).

Clarificantes orgánicos, todos los clarificantes orgánicos actúan por floculación, clasificándose en dos grandes grupos, entre los que tenemos a las albuminas, caseinas y otro grupo de gelatinas y colas. (Doval, M. 2010).

Bentonita.

Mendoza, J. (2010), menciona que la bentonita es una arcilla compuesta esencialmente por minerales del grupo de las esmectitas, con independencia de su génesis y modo de aparición. Las esmectitas le confieren sus características, y estas a su vez están compuestas principalmente por montmorillonita y beidelita, las bentonitas también se componen en menor cantidad por minerales como cuarzo, feldespato, mica, illita y caolín.

El primer yacimiento de bentonita fue encontrado en Europa, ubicado en Montmorillon, al sur de Francia, de ahí la denominación montmorillonita.

Garcés, I. (2008) En ocasiones las bentonitas se someten a procesos físicos y químicos, que tienen por objeto potenciar algunas de sus propiedades para determinadas aplicaciones, desde el punto de vista industrial, son muy importantes los procesos destinados a modificar las propiedades de superficie del mineral, mediante tratamientos de distinta naturaleza (tratamiento ácido, térmico, o de polarización), o bien orientados a modificar el quimismo del espacio interlamina.

Se utiliza en la manufactura de adhesivo, cementos y filtros de cerámica, también en procesos de clarificado de agua, vino, en aprestos y preparaciones para la construcción, en

tratamiento de aguas residuales, útil en las industrias del papel, cerámica, plásticos y del caucho, otras aplicaciones incluyen alimentación animal, materiales dentales y cosméticos.

Clasificación de la bentonita.

Kendall, T. (2008), menciona que los criterios utilizados por la industria se basan en su comportamiento y propiedades físico químicas así la clasificación más aceptable, se la realizó en función a su capacidad de hinchamiento en agua, según este criterio distinguen tres tipos principales: bentonitas altamente hinchables o sódicas, bentonitas poco hinchables o cálcicas y bentonitas moderadamente hinchables o intermedias

Características de la esmectita (bentonita)

Hebia, R. (2008), menciona que el término bentonita es aplicado para un material arcilloso que posee una gran plasticidad, altamente coloidal, están formadas por capas trilaminares unidas entre sí, mediante ligaduras que son liberadas por simple hidratación, dejando más superficie reactiva libre y produciendo un hinchamiento del mineral. En forma natural, la bentonita es una roca blanda y untuosa, de color beige claro a oscuro, amarillo verdoso y excepcionalmente blanco cremoso o verdoso.

Hebia, R. (2008), reporta que las características físico químicas se derivan del tamaño de sus partículas, las cuales son extremadamente pequeñas, de sus capas trilaminares que permiten su hinchamiento en presencia de líquido y de su potencial eléctrico. Entre sus propiedades físico-químicas tenemos: superficie específica, capacidad de intercambio catiónico, capacidad de absorción, hidratación e hinchamiento, plasticidad.

De lo expuesto anteriormente se plantea analizar la calidad físico-química del vino de uva clarificado con diferentes niveles de bentonite (0,03%; 0,04%; 0,05%) identificando la dosis óptima de bentonita que resulta más eficiente y aceptable frente a un análisis organoléptico (color, olor, sabor y apariencia).

Materiales y métodos.

La presente investigación se realizó en el Laboratorio de Procesamiento de Alimentos de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, ubicada en el Km 1 ½ de la panamericana Sur en el Cantón Riobamba, Provincia de Chimborazo, con una duración de 120 días en los cuales se evaluó los diferentes niveles de bentonita (0.03%, 0.04% y 0.05%), utilizando en este caso 4 tratamientos con 4 repeticiones con un tamaño experimental de 4 Lt, teniendo un total de 16 unidades experimentales. Bajo un Diseño Completamente al Azar (DCA), el esquema del ADEVA se presenta en el cuadro 1. Mientras que los resultados experimentales obtenidos fueron sometidos a los siguientes análisis estadísticos:

Análisis de varianza (ADEVA) para las diferencias en las variables del análisis físico químico.

Pruebas no paramétricas para la valoración de las características organolépticas en función de Prueba Rating Test (Witting 1981).

Separación de medias mediante Duncan al nivel de Significancia $P \leq 0.05$ y $P \leq 0.01$.

Material vegetal.

La uva (*vitis vinífera*) utilizada en la presente investigación pertenece a la variedad Cabernet Sauvignon, proceden del mercado mayorista de la ciudad de Riobamba (Ecuador).

Productos químicos y reactivos.

El metabisulfito de sodio ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$) utilizado tiene una pureza de 98% en relación (w/w) y fue suministrado por la casa de los químicos de la ciudad de Quito (Ecuador).

La levadura utilizada fue la cepa *Saccharomyces cerevisiae* en estado de liofilización.

Fosfato de amonio.

Bentonita.

Proceso.

- Recepción y selección: La materia prima principal es la uva, estas deben encontrarse en buen estado, para lo cual se desechan aquellas que no se encuentren en buenas condiciones organolépticas y físico químicas.
- Lavado y pesado: Se realiza el lavado de las frutas con agua limpia, para eliminar impurezas que pudieran estar adheridas, posteriormente pesamos la fruta para poder formular y pesar los ingredientes posteriores.
- Trituración: Se desprende el grano de uva del raspón a la vez que se exprimió para romper el hollejo, liberar la pulpa y parte del mosto, facilitando la fermentación de éste y la extracción del color.
- Encubado: La pasta procedente de la trituración se deposita inmediatamente en el recipiente donde se realizó la fermentación y se dejó en reposo por un día.
- Corrección del mosto: Se realiza la medición de grados brix del mosto, se lo enriquece con la adición de jugo concentrado de la fruta o adición de azúcar hasta que llegue a 23 °Brix.
- Sulfitado: Se adiciona metabisulfito de sodio, de 100-150ppm, evitando que ocurra oxidación y que haya cambios de color indeseables, además ayuda a controlar la presencia de microorganismos no deseados.
- Reposo: Se deja reposar el mosto por aproximadamente 24 horas, así el mosto estará listo para recibir nutrientes, mismos que servirán de alimentos a las levaduras.
- Adición de nutrientes: Se añade fosfato de amonio (150 ppm), como activador de la fermentación.

- Inoculación: Adicionamos 0.5 g de levadura seca por litro de mosto.
- Fermentación alcohólica: Se deja reposar el contenido, así las levaduras se alimentan de los azúcares y los transforman en alcohol.
- Trasego: Se realiza después de 12 a 18 días, consiste en trasegar el vino del depósito donde se encuentra a otro, donde terminará la fermentación.
- Clarificación: El vino es bastante turbio y contiene muchas materias sólidas en suspensión por lo que comienza la fase de operaciones que lo conducen a conseguir estabilidad y limpieza mediante la utilización de bentonita.
- Envasado: El producto obtenido fue envasado en botellas de vidrio previamente esterilizadas.

Prueba organoléptica.

Prueba Rating Test (Witting 19981).

Color, 5 puntos.

Olor, 5 puntos.

Sabor, 5 puntos.

Apariencia, 5 puntos.

Pruebas físico químicas.

Colorimetría (Glories 1984. Características cromáticas de los vinos tintos).

Turbidez (Test de estabilidad por calor).

Absorbancia (Método de las coordenadas seleccionadas de Hardy).

pH (Método potenciométrico).

Resultados.

Evaluación de los análisis físico químicos aplicados a los vinos clarificados con diferentes niveles de bentonita (0.03, 0.04 y 0.05%).

Turbidez

Al realizar el análisis estadístico de la turbidez, se registraron diferencias altamente significativas ($P < 0.0001$), entre los tratamientos, estableciéndose que esta, decreció a medida que en el proceso de clarificación se utilizó un mayor nivel de bentonita. Es por ello que la menor turbiedad se registró en el tratamiento T3 con 0,34 NTU; en tanto que los tratamientos T0, T1 y T2 presentaron valores de 8,61; 4,2 y 1,62 NTU en su orden.

Existe un enturbiamiento microbiológico provocado por la proliferación de bacterias y levaduras y un enturbiamiento físico químico debido a la presencia de los sólidos en suspensión, la bentonita por intercambio iónico forma una suspensión coloidal negativa, que neutraliza la carga positiva de las proteínas, produciéndose la sedimentación.

Los resultados obtenidos en la presente investigación guardan relación con lo reportado por Elena Recio, E. (2002), quien indica que al termino de 48 horas de la etapa de la clarificación en los vinos tratados con bentonita obtuvo una turbiedad igual a 10,6 NTU; en tanto que en el tratamiento testigo (sin clarificante) obtuvo en la misma etapa una turbiedad igual a 17 NTU, lo cual indica que la clarificación con bentonita puede ser reproducida en diferentes medios de producción obteniéndose resultados funcionales similares.

Colorimetría.

Al realizar el análisis estadístico de colorimetría se reportaron diferencias altamente significativas ($P < 0.0001$), por efecto de los diferentes niveles de bentonita estableciéndose que en el tratamiento T3, se obtuvieron las respuestas más altas con 63,68%, en tanto que para los tratamientos T2 y T3, se obtuvieron respuestas menores con valores para cada tratamiento de 62,97% y 62,44% en su orden, finalmente en el tratamiento donde no se aplicó bentonita T0 se presentaron las respuestas más bajas correspondientes a la medición del índice colorimétrico, cuyo valor promedio fue igual a 61,22%.

La bentonita, absorbe polifenolasas, que son enzimas que degradan a los polifenoles, los mismos que son responsables del color de las uvas y por lo tanto del vino, las respuestas obtenidas en la presente investigación se encuentran justificadas por lo indicado en el Instituto Nacional de Vitivinicultura, donde se señala que el índice colorimétrico se ve influenciado por la presencia de las especies colorantes propias del vino, las cuales disminuyen si en este se encuentran sustancias ajenas a la composición deseada del producto en particular.

Transmitancia.

Al realizar el análisis estadístico de la transmitancia se reportaron diferencias altamente significativas ($P < 0.0001$), por efecto de los diferentes niveles de bentonita entre las medias de las repuestas de la coordenada cromática Y, obteniendo un valor para el tratamiento T3 (0.05%) y T2 (0.04%), de 0.17 y 0,18 respectivamente, finalmente en los tratamientos T1 y T0, se presentaron las respuestas más alta, cuyo valor promedio fue igual a 0,19 para ambos casos, el análisis de la transmitancia para la coordenada cromática X, no reporta diferencias significativas entre los diferentes niveles de bentonita utilizados, obteniendo un valor promedio de 0,37 ya que esta coordenada indica el color del vino, mientras que la coordenada Y indica su tonalidad.

Mediante la absorción de polifenolasas, la bentonita elimina la fracción coloidal de la materia colorante para que esta no pueda volver a precipitar, si la materia colorante indeseada disminuye su concentración, el color del producto se modificará a nivel de ser imperceptible por el ojo humano, ya que dichas partículas solo pueden verse a nivel microcópico, esta respuesta se basa en lo expuesto por Ribéreau, P. (1998), que indica que la clarificación mineral del vino en este caso con bentonita, conlleva a la eliminación de la

materia colorante coloidal inestable, ya que su acción se centra principalmente en las antocianinas polimerizadas y sobre los taninos poliméricos, teniendo como resultado vinos sin pérdida irrelevante de color y con menos astringencia.

pH

Al realizar el análisis estadístico del pH se evidencia que existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos ($P < 0,001$), al aplicar 0,05% de bentonita, se obtiene el valor de pH de 3,32, siendo este el valor más bajo, mientras que en el tratamiento T0 (0,00%), se obtuvieron vinos de menor acidez, es decir de mayor pH, cuyo valor promedio fue de 3,74. Por ende en los restantes tratamientos (T1; 3% de bentonita y T2; 0,04% de bentonita) se obtuvieron resultados de pH intermedios, cuyos valores medios fueron de 3,58 y 3,43 en su orden.

Mediante intercambio iónico, las especies básicas del vino que entran en contacto con la bentonita quedan retenidas en los espacios intercristalinos propios de la estructura molecular de la misma, por lo que al utilizar mayor cantidad de bentonita, la concentración de estas especies decrece, lo que genera que el pH del vino disminuya.

Los resultados obtenidos concuerdan con lo descrito en <http://www.acofarma.com>, donde se indica que la bentonita es una arcilla natural que contiene una porción elevada de silicato de aluminio coloidal hidratado de origen natural, en el que algunos átomos de aluminio y silicio pueden haber sido sustituidos por otros átomos, como el magnesio, el calcio y el hierro, cuya composición principal es $Al_2O_3 \cdot 4SiO_2 \cdot H_2O$, en los espacios inter cristalinos de su superficie y en el interior del cristal, quedan retenidos iones por intercambio iónico, inoes de una solución al entrar en contacto con las moléculas de bentonita, es posible que dichos iones queden retenidos en la molécula separándose de la solución.

Evaluación de los análisis organolépticos aplicados a los vinos clarificados con diferentes niveles de bentonita (0.03, 0.04 y 0.05%)

Color.

Los valores de intensidad colorante obtenidos con las diferentes dosis de bentonita presentan valores muy similares por lo que no reportan diferencias estadísticas ($P < 0,24$) entre tratamientos, estableciéndose las calificaciones más altas en el tratamiento T2 (0,04%), con medias de 3,63 puntos, en tanto que en los restantes tratamientos T0 (0,00 %); T1 (0,03%) y T3 (0,05%), se registraron respuestas inferiores, cuyos valores fueron de 3,50; 3,13 y 3,25 puntos respectivamente.

Medias con letras iguales en una misma fila no difieren estadísticamente de acuerdo a la prueba de Rating test.

La bentonita absorbe enzimas causantes de la degradación del color en los vinos, tal como se indica en los resultados obtenidos mediante los análisis espectrofotométricos y colorimétricos, estas enzimas solo pueden ser vistas mediante microscopio, por lo que al aplicar los diferentes niveles de bentonita, cambia la tonalidad del producto, siendo este cambio imperceptible al ojo humano, razón por la cual el panel de analistas no logró percibir diferencias entre el color de las diferentes muestras.

Lo que es corroborado con las apreciaciones de Sánchez, A. (2013), quien reporta que el color que presentan los vinos es debido a la pigmentación global del mismo. Al respecto Víctor, M. (2006), indica que los clarificantes aportan brillantes y resaltan los colores del vino y que la disminución de los fenoles en el vino son imperceptibles a la vista.

Olor.

En la valoración del olor no se registraron diferencias estadísticas por efecto de los diferentes niveles de clarificador bentonita ($P > 0,53$), ya que las pérdidas de compuestos volátiles durante la clarificación son limitadas y poco perceptibles, estas puede provocar una disminución pequeña de la intensidad aromática, pero puede favorecer la fineza del aroma en vinos tintos.

Podemos observar que el tratamiento T0 (0,00%) tiene una valoración de 3,38 puntos, tratamiento T1 (0,03%) las repuestas de mayor valor con 4,12 puntos, y que desciende en los tratamientos T2 y T3 (0,04 y 0,05%) a calificaciones de 3,75 y 3,63 puntos respectivamente.

La razón por la cual no se registraron diferencias en cuanto al olor de los vinos es debido a lo indicado por Conde, (2007), quien reporta que el olor de los vinos se debe a los componentes característicos del mismos, sobre todo de los fenoles volátiles que tienen aromas muy fuertes frente a los componentes que se encuentran ajenas a la composición regular del producto, como la presencia de elementos contaminantes que enmascaran el aroma fuerte de los componentes regulares, por lo cual resulta difícil poder identificar diferencias en la composición del vino únicamente con un análisis de olor.

Sabor.

En el análisis estadístico del sabor de los vinos clarificados con bentonita no se registraron diferencias estadísticas ($P > 0,88$), con respecto al nivel de bentonita. En el tratamiento T2, se establecieron las mayores calificaciones, con 3,63 puntos, en tanto que para los restantes tratamientos T0 T1; y T3; se registró una calificación media de 3,50 puntos, para todos los casos.

Con la aplicación de bentonita en la clarificación de vino, se logra la remoción de los excesos de sólidos en suspensión, los cuales principalmente son de carácter orgánico y con la maduración sufren deterioro químico y biológico generando la presencia de sustancias

amargas y desagradables al gusto. En todos los tratamientos donde se aplicó bentonita la calificación del sabor de los vinos se encuentra dentro del rango de aceptable para la percepción de los consumidores.

Las respuestas obtenidas en la valoración del sabor de los vinos guardan relación con lo indicado por (Usseglio-Tomasset, 1998), quien reporta que el sabor de los vinos es caracterizado principalmente por la presencia de los fenoles, compuesto que por su polaridad no presentan afinidad electrostática con los iones de la bentonita, por lo que su concentración no se verá afectada producto de la clarificación.

Apariencia.

Al analizar los resultados correspondientes a las calificaciones de la apariencia de los vinos clarificados con diferentes niveles de bentonita no se registraron diferencias estadísticas ($P < 0,33$) entre las medias estableciéndose en el tratamiento T3 (0,05% de bentonita), las calificaciones más altas correspondientes a la apariencia, cuyo valor promedio fue igual a 4,12 puntos, en tanto que en los restantes tratamientos T0 (0% de bentonita); T1 (0,03% de bentonita) y T2 (0,04% de bentonita) se registraron calificaciones medias iguales a 3,50; 3,25 y 3,88 en su orden.

La bentonita, elimina el enturbiamiento físico químico y microbiológico, la limpidez del vino dependerá de la cantidad de bentonita y del tiempo de contacto, lo cual indica que por la tonalidad de los vinos resulta difícil apreciar cambios en su apariencia usando los sentidos, ya que al final del proceso quedan residuos de un enturbiamiento microbiológico imperceptible a la vista, pero con la utilización de equipos instrumentales se establece de manera precisa y exacta la influencia del clarificante analizado sobre la calidad del producto final.

Con la minimización de los sólidos suspendidos por medio de la clarificación con bentonita se logra la estabilidad de la apariencia, en vista a que dichos sólidos con el tiempo van a incrementar su densidad por la aglomeración de los mismos. Si se disminuye la concentración de los sólidos suspendidos se evita el proceso de deterioro explicado, mejorando la calidad del vino y brindando un mayor valor comercial. Luis, B. (2014)

Conclusiones.

- Mediante la utilización de bentonita en la elaboración de vino tinto se pudo observar que se mejoraron ciertos defectos propios de los vinos jóvenes, ya que se obtuvieron vinos con mayor brillantez y menor turbidez y pH, mejorando la calidad físico química del producto, palpándose una considerable reducción del tiempo de proceso, presentando índices colorimétricos propios de vinos sin maduración y la

disminución de pH evitando la proliferación de microorganismos que pueden afectar la calidad del producto.

- Identificamos que la dosis óptima de bentonita más eficiente en el proceso de clarificación es de 0,05%, ya que mediante los diferentes análisis físico químicos del presente estudio se pudo apreciar que estas muestras presentaron menor turbiedad (0.34 NTU) en menos tiempo, índice colorimétrico propio de un vino sin maduración (63.68%), transmitancia de 0.37 X y 0.17 en Y, mostrándose una disminución de la intensidad colorante y pH de 3.32, sin perder sus características organolépticas y reduciendo costos de producción.
- Finalmente de acuerdo al análisis organoléptico se determinó que no existen diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos, pero existen diferencias numéricas, así la mayor puntuación de color y sabor es de 3.63 puntos para el tratamiento 0.04% de bentonita, olor y apariencia 4.13 puntos en los tratamientos 0.03% y 0.05% respectivamente, siendo estos los tratamientos con mayor aceptación por parte de los panelistas en las diferentes características evaluadas.

Cuadros

Cuadro 1. Análisis físico químicos de vino de uva clarificado con diferentes niveles de bentonita (0.03, 0.04 y 0.05%).

Variable	Niveles de bentonita				Prob.	Sig.
	0,00% t0	0,03% t1	0,04% t2	0,05% t3		
Turbiedad	8,61 d	4,2 c	1,62 b	0,34 a	<0.0001	**

Fuente: carrión vanessa (2018)

Cuadro 2. Análisis físico químicos de vino de uva clarificado con diferentes niveles de bentonita (0.03, 0.04 y 0.05%).

Variable	NIVELES DE BENTONITA				Prob.	Sig.
	0,00% T0	0,03% T1	0,04% T2	0,05% T3		
Colorimetría	61,22% a	62,44% b	62,97% c	63,68% d	<0.0001	**

Fuente: Carrión Vanessa (2018)

Cuadro 3. Análisis físico químicos de vino de uva clarificado con diferentes niveles de bentonita (0.03, 0.04 y 0.05%).

Variable	Coord.	Niveles de bentonita				Prob.	Sig.
		0,00% t0	0,03% t1	0,04% t2	0,05% t3		
Transmitancia	X	0,37a	0,37a	0,37a	0,37a	<0.0001	**
	Y	0,19a	0,19b	0,18c	0,17d	<0.0001	**

Fuente: carrión vanessa (2018)

Cuadro 4. Análisis físico químicos de vino de uva clarificado con diferentes niveles de bentonita (0.03, 0.04 y 0.05%).

Variable	NIVELES DE BENTONITA				Prob.	Sig.
	0,00% T0	0,03% T1	0,04% T2	0,05% T3		
pH	3,74 d	3,58 c	3,43 b	3,32 a	<0.0001	**

Fuente: Carrión Vanessa (2018)

Cuadro 5. Niveles de aceptación de los vinos en base a las respuestas de los análisis organolépticos.

Calificación organoléptica	Nivel de aceptación
5	Excelente
5>C>4	Muy buena
4>C>3	Aceptable
3>C>2	Regular
2>C>1	Mala
1>C	No aceptable

Fuente: Witting, E. (1981).

Cuadro 6. Análisis organoleptico de vino de uva clarificado con diferentes niveles de bentonita (0.03, 0.04 y 0.05%).

Variable	Niveles de bentonita				Prob.	Sig.
	0,0% t0	0,03% t1	0,04% t2	0,05% t3		
Color	3,5a	3,13a	3,63a	3,25a	0.24	Ns

Prob. >0,05: no existen diferencias estadísticas.

Prob. <0,05: existen diferencias estadísticas.

Prob. < 0,01: existen diferencias altamente significativas.

Fuente: carrión vanessa (2018)

Cuadro 7. Análisis organoleptico de vino de uva clarificado con diferentes niveles de bentonita (0.03, 0.04 y 0.05%).

Variable	Niveles de bentonita				Prob.	Sig.
	0,0% t0	0,03% t1	0,04% t2	0,05% t3		
Olor	3,38a	4,13a	3,75a	3,63a	0.53	Ns

Fuente: carrión vanessa (2018)

Cuadro 8. Análisis organoléptico de vino de uva clarificado con diferentes niveles de bentonita (0.03, 0.04 y 0.05%).

Variable	Niveles de bentonita				Prob.	Sig.
	0,0% t0	0,03% t1	0,04% t2	0,05% t3		
Sabor	3,5a	3,5a	3,63a	3,5a	0.88	Ns

Fuente: carrión vanessa (2018)

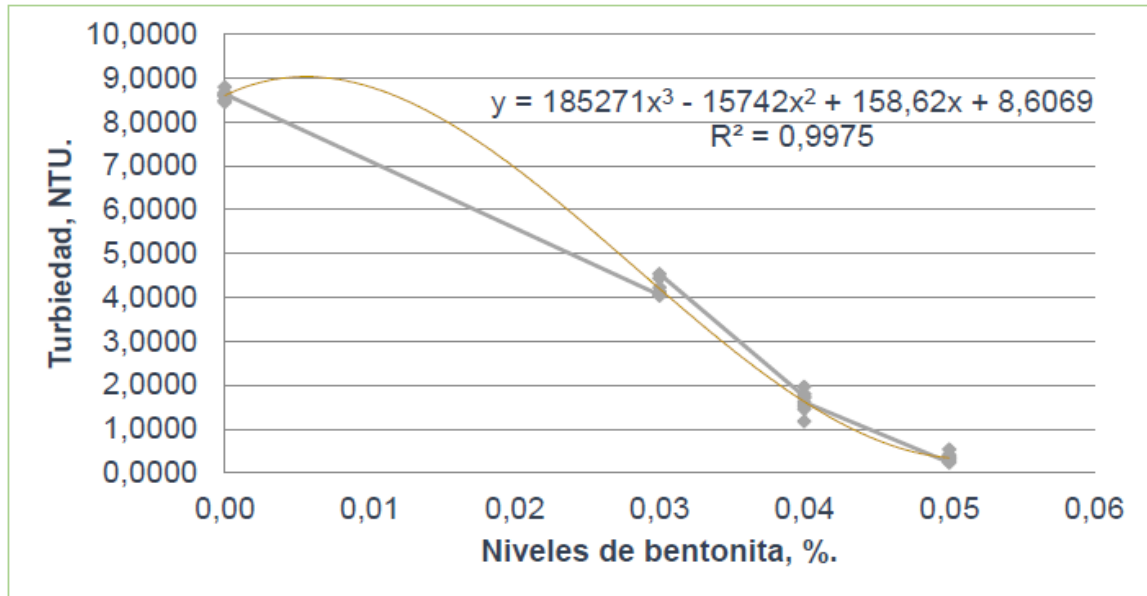
Cuadro 9. Análisis organoléptico de vino de uva clarificado con diferentes niveles de bentonita (0.03, 0.04 y 0.05%).

Variable	Niveles de bentonita				Prob.	Sig.
	0,0% t0	0,03% t1	0,04% t2	0,05% t3		
Apariencia	3,5a	3,25a	3,88a	4,13a	0.33	Ns

Fuente: carrión vanessa (2018)

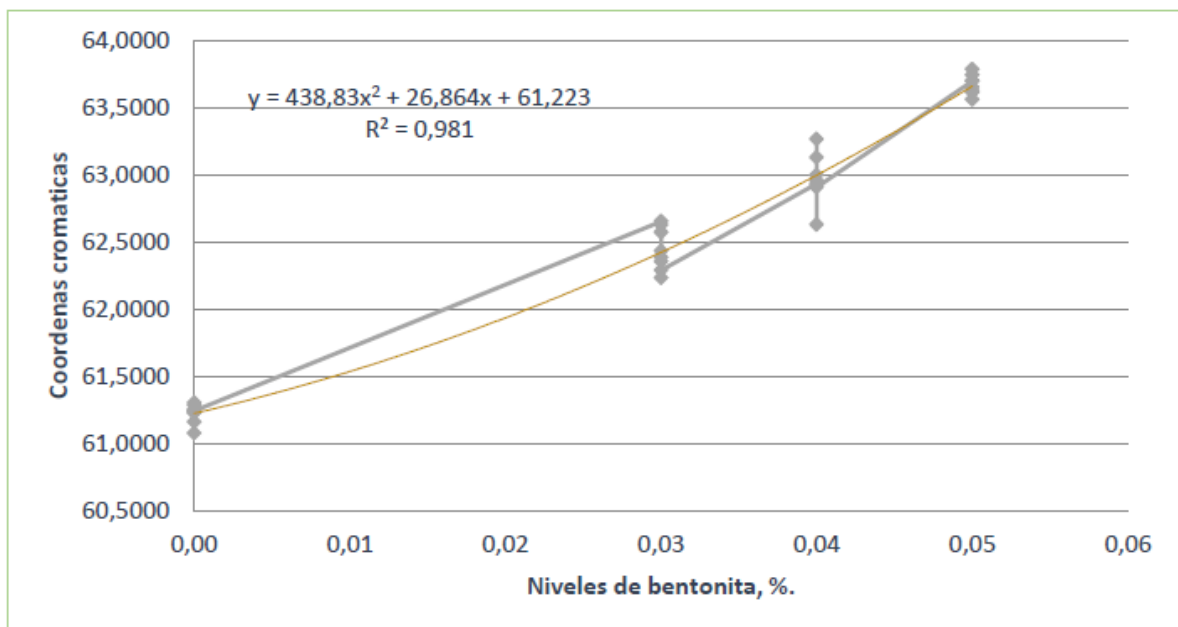
Gráficos

Gráfico 1. Regresión determinada entre los valores de turbiedad de las muestras de vino y los niveles de bentonita



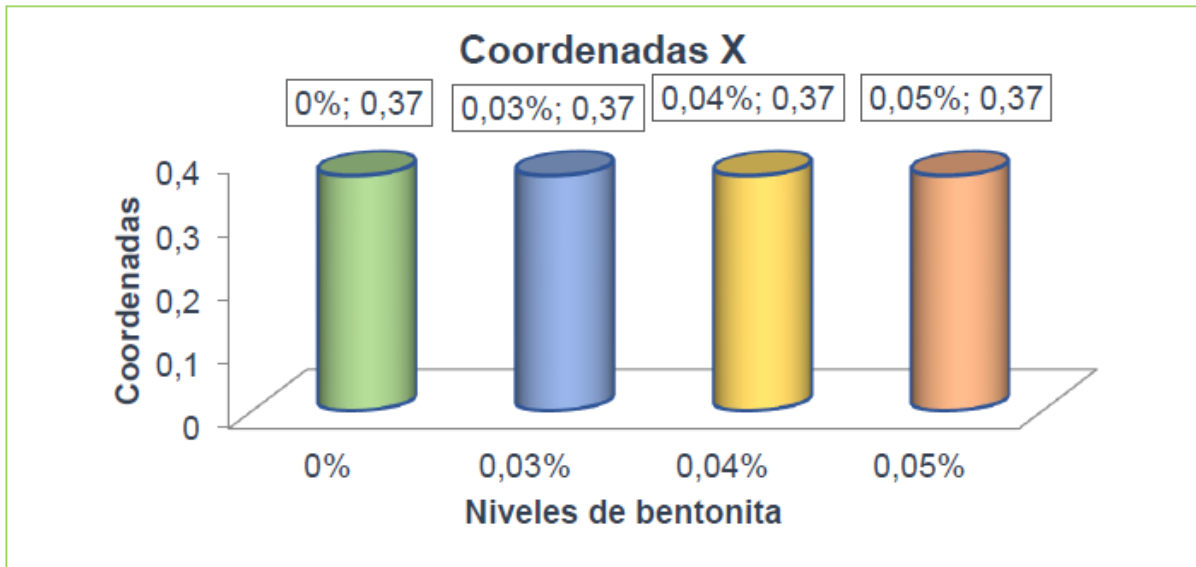
Fuente: Carrión Vanessa (2018)

Gráfica 2. Regresión determinada entre los valores finales de coordenada cromática y de las muestras de vino y los niveles de bentonita.



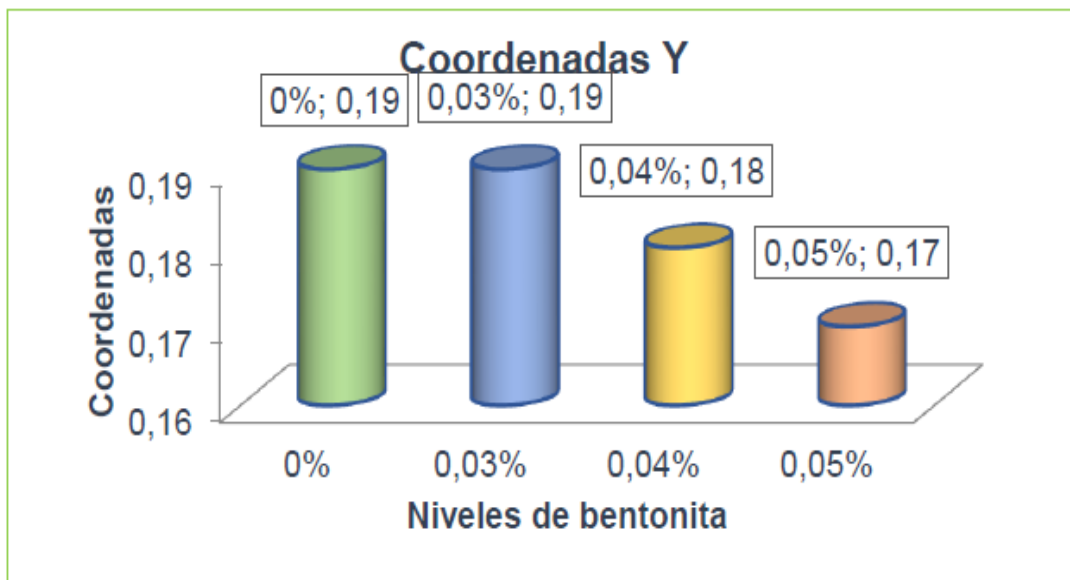
Fuente: Carrión Vanessa (2018)

Gráfico 3. Valor de las coordenadas cromáticas X de las muestras de vino clarificadas con diferentes niveles de bentonite



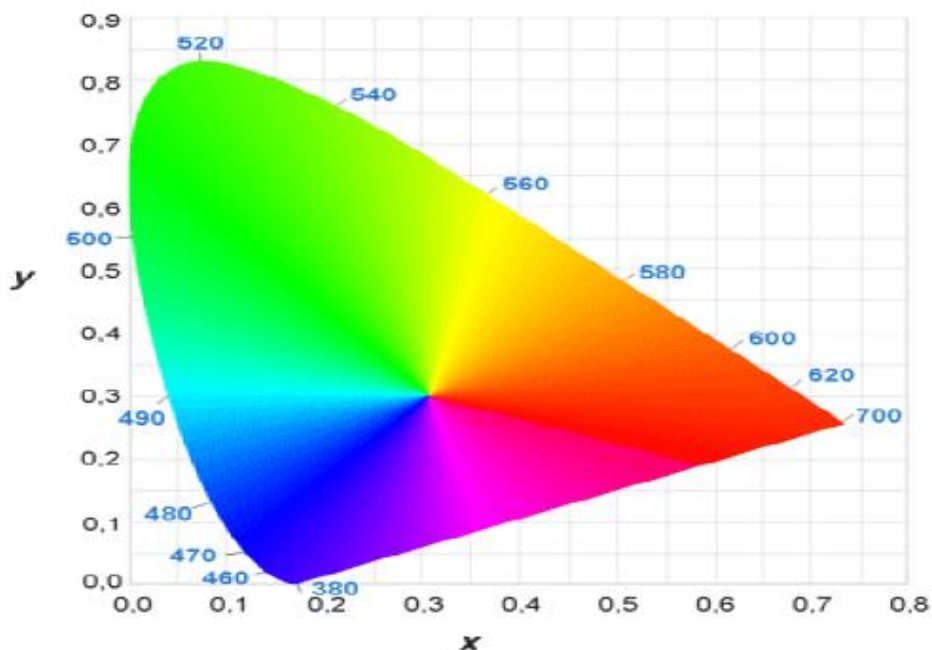
Fuente: Carrión Vanessa (2018)

Gráfico 4. Valor de las coordenadas cromáticas Y de las muestras de vino clarificadas con diferentes niveles de bentonita.



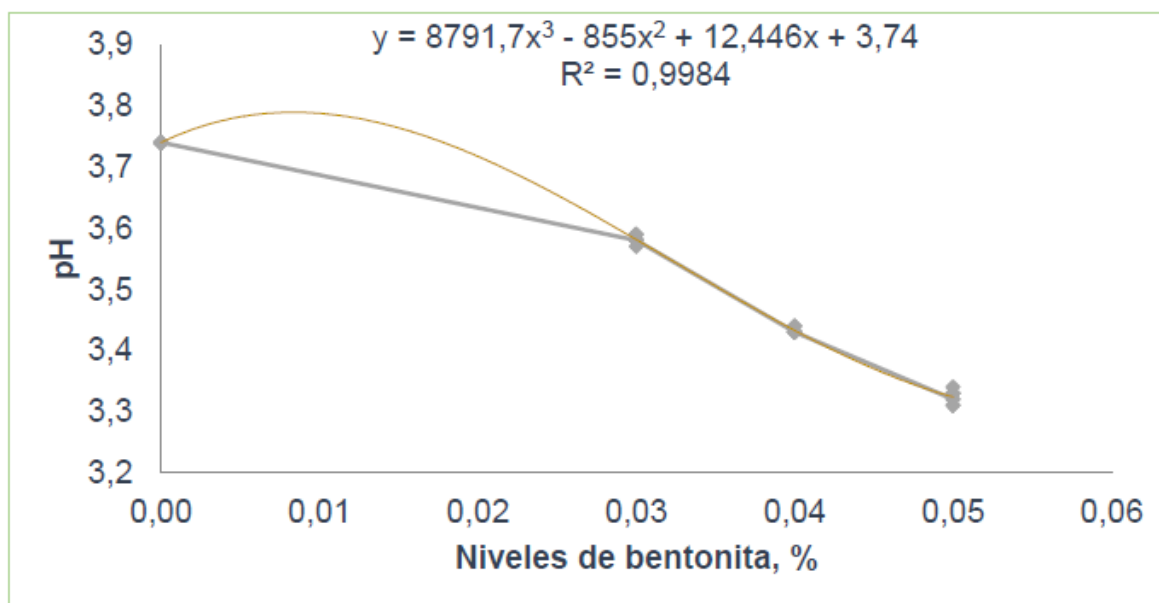
Fuente: Carrión Vanessa (2018)

Gráfico 5. Diagrama cromático CIE X Y Z



Fuente: Comisión Internacional de l'Eclairage (CIE).

Gráfico 6. Regresión determinada entre los valores finales del pH de las muestras de vino y los niveles de bentonite.



Fuente: Carrión Vanessa (2018)

Referencias bibliográficas.

- DERIBERE, M. 1952. La bentonita: arcillas coloidales y sus usos. Madrid, España. Editorial Aguilar S.A. pp. 2-6.
- CONDE, M. 2010. Bentonita, recursos minerales de España. 1ª edición Madrid, España. pp. 45-69.
- FEDUCHY, E. 1955. Clarificación de vinos. 2ª edición Madrid, España. pp 45-58.
- GARCÉS, I. 2008. Minerales industriales, bentonita. 1ª edición. Antofagasta, Chile. Editorial Acribia. pp. 23-26.
- HEVIA, R. 2008. Bentonita, propiedades y usos industriales. Buenos Aires, Argentina. pp. 49-51.
- http://www.az3oen.com/noticias/pdf/30_protocolo_total.pdf. 2015. OENOFRANCE. Método para determinar la turbidez en vinos.
- http://www.unirioja.es/cu/fede/color_de_vino/capitulo06.pdf. 2012 Universidad de la Rioja. Método de ordenadas seleccionadas de Hardy. Método oficial para la determinación del color. Universidad De La Rioja.
- <http://www.sebbm.com/revista/articulo.asp?id=4822&catgrupo=262&tipocom=24>. 2014. SEBBM (Sociedad Española de Bioquímica y Biología Molecular). Estructura y composición de la uva.
- KENDALL, T. 2008. Arcillas, bentonita y motmorillonitas. 2ª edición. Madrid, España. Editorial Acribia. pp. 25-37.
- MENDOZA, J. 2010. Bentonita. Uso de la tecnología de membranas en la clarificación de vinos. Igualada, España. pp. 33.
- RIBÉREAU P. et al. 1998. Tratado de Enología. 2ª edición. Química del Vino. Estabilización y Tratamientos. Editorial Hemisferio Sur. Buenos Aires, Argentina. pp. 47-65-72-95.
- SÁNCHEZ, A. 2013. Fermentación de *autumn bliss* para la elaboración de vino. Tesis de Química. Universidad Autónoma Del Estado De México.
- USSEGLIO-TOMASSET. 1998. Química enológica. 2ª edición. Madrid, España. Editorial Mundiprensa. pp. 16-44.
- LUIS, B. 2014. La cata de vinos. Barcelona, España. Edit. CIPRO. pp. 52-70.

Para citar el artículo indexado.

Carrión C., Barraqueta S., Mendoza G. & Lara M. . (2018). Mejoramiento de las propiedades físicoquímicas del vino usando distintos niveles de bentonita. *Revista electrónica Ciencia Digital* 2(4.2), 68-87. Recuperado desde: <http://cienciadigital.org/revistacienciadigital2/index.php/CienciaDigital/article/view/202/179>



El artículo que se publica es de exclusiva responsabilidad de los autores y no necesariamente reflejan el pensamiento de la **Revista Ciencia Digital**.

El artículo queda en propiedad de la revista y, por tanto, su publicación parcial y/o total en otro medio tiene que ser autorizado por el director de la **Revista Ciencia Digital**.

