UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA

ESCUELA PROFESIONAL DE:

INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

DETERMINACIÓN DE LA MADUREZ DE UVA (*Vitis vinifera*) DE LAS VARIEDADES MOSCATEL, NEGRA CRIOLLA Y QUEBRANTA, MEDIANTE ANÁLISIS DEL COLOR EN IMAGEN DE UVA, CONTENIDO DE AZÚCAR Y ACIDEZ TOTAL

TESIS

PRESENTADA POR:

CIRO ROYCI SUCA COLANA

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO AGROINDUSTRIAL

MOQUEGUA-PERU

2017

00

UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA
FEDATARIO

UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL

REGISTRO N°.....002.....

ACTA DE SUSTENTACIÓN

Los miembros del Jurado que suscriben, reunidos para evaluar la sustentación de tesis presentada por: CIRO ROYCI SUCA COLANA,
denominada: Determinación de la madurez de uva (vitis vinifera) de las variedades moscatel, negra criolla y quebranta, mediante analisis del color en imagen de uva, contenido de azucar y acidez total, para cumplir con uno de los requisitos para optar el título profesional de INGENIERO AGROINDUSTRIAL.

Teniendo en consideración los méritos del referido trabajo así como los conocimientos demostrados por el sustentante, se declara la tesis como:

APROBADO

Con la nota de : TRECE

Calificativo de : REGULAR

En consecuencia de todos los actuados el Tesista queda APTO para poder recibir el título profesional de INGENIERO AGROINDUSTRIAL, de conformidad con lo establecido en el reglamento de grados y títulos de la Universidad Nacional de Moquegua.

Moquegua 13 de DICIEMBRE del 2017

Mg. Elías Escobedo Pacheco
PRESIDENTE DE JURADO

M.Sc. César Napa Almeyda.
PRIMER MIEMBRO DE JURADO

Ing. Determinio Antun Sarco Burgos
SEGUNDO MIEMBRO DE JURADO

UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL
UNAM

AGRADECIMIENTO

Expreso mi gratitud infinita a Dios por permitirme lograr este objetivo, así mismo a todas aquellas personas que contribuyeron durante este tiempo a la realización del presente trabajo.

A la Universidad Nacional de Moquegua, por el financiamiento del presente proyecto de investigación, a la Escuela profesional de Ingeniería Agroindustrial (E.P.I.A.) por la colaboración con el uso de laboratorios en el desarrollo de este trabajo.

Agradezco al Ing. M. Sc. Mario Roger Cotacallapa Sucapuca por el interés y apoyo en la realización del presente proyecto de investigación

DEDICATORIA

A:

Dios por darme la oportunidad de vivir, por estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente, por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo el periodo de estudio.

Mis padres Irene Colana de Suca y Lucas Suca Coaquira, por darme la vida, por creer en mí y por siempre apoyarme, todo se lo debo a ustedes.

A Brislyn Osmayo Huacán y familia por su apoyo incondicional durante todo el periodo de estudio y sustentación de la investigación.

Todos familiares y amigos, por compartir los buenos y malos momentos.

RESUMEN

Se recolectaron muestras de uva del fundo Colana, con el objetivo de determinar el estado de madurez de uva variedad Moscatel, Negra Criolla y Quebranta, mediante la relación del color en imagen digital del fruto, con el contenido de azúcar (°Brix) y el contenido de acidez total. Las muestras fueron recolectadas al azar, 5 uvas por racimo, posteriormente las imágenes fueron tomadas por una cámara de resolución de 21 megapíxeles, con iluminación natural y fondo blanco. El contenido de azúcar (°Brix) se determinó mediante el uso de un refractómetro Abbe R12 y el uso de tablas de conversión de índice de refracción, así mismo el contenido de acidez total mediante titulación con hidróxido de sodio 0.1 M, hasta llegar a un pH 7. El color fue determinado por valores numéricos RGB (R rojo, G verde y B azul) de la imagen usando el programa Imagej y su variación determinado por la ecuación de la distancia de Euclides a partir de los valores RGB, HSL (H tono, S saturación y L luminosidad), HSV (H tono, S saturación y V valor) y L*a*b* (L* luminosidad de negro y blanco, a* rojo a verde, b* gradiente de azul) para cada imagen y consecutivamente la relación de la variación del color, el contenido de azúcar y acidez total se determinó por análisis de regresión. Los resultados determinaron una correlación directa entre la variación del color en los espacio RGB y L*a*b* con el contenido de azúcar (°Brix) y acidez total para la variedad Moscatel, con un coeficiente de correlación de 0.9858, 0.8479 para RGB y 0.9112, 0.9246 para L*a*b*. Al igual que la variedad Negra Criolla con un coeficiente de correlación de 0.8848, 0.9745 para RGB y 0.8887, 0.9671 para L*a*b* respectivamente. Por el contrario, los resultados determinaron que la variedad Quebranta no mostró una relación del color con el contenido de azúcar (°Brix) y acidez total, ya que mostraron coeficientes de correlación menores a 0.1 para el espacio de color RGB y menores a 0.85 en el espacio de color L*a*b*. Por lo que se concluye que a partir del color, se

puede predecir el contenido de azúcar (°Brix) y el contenido de acidez total de la uva, consecuentemente se concluye que la generación de cartillas de colores puede ser usada como una herramienta confiable, que determine el estado de madurez de la uva. Sin embargo se necesita de más estudios que permitan corroborar el uso de las cartillas en toda la Región Moquegua.

Palabras Claves: madurez, color, contenido de azúcar, acidez total

ABSTRACT

Grape samples were collected from the Fundo Colana, with the objective of determining the state and / or maturity level of grape variety Moscatel, Negra Criolla and Quebranta, by the color relation in digital image of the fruit, with the sugar content (°Brix) and the total acidity content thereof. The samples were randomly collected, 5 grapes per cluster, then the images were taken by a 21-megapixel resolution camera, with natural illumination and white background. The sugar content (°Brix) was determined by the use of an Abbe R12 refractometer and by tables, as well as the total acidity content by titration with 0.1 M sodium hydroxide, until reaching a pH 7. The color was determined by the numerical values RGB (Red, Green and Blue) of the image using the free program Imagej and its variation determined by the equation of the distance of Euclides from the values RGB, HSL (Hue, Saturation and Lightness), HSV (Hue, Saturation and Value) and L* a* b* (L * brightness of black and white, a* red to green, b* blue gradient) for each image and consecutively the color variation ratio, the sugar content and total acidity was determined by regression analysis. The results determined a direct relationship of the color variation in the RGB and L* a* b* space with the sugar content (°Brix) and total acidity for the Moscatel variety with a correlation coefficient of 0.9858, 0.8479 for RGB and 0.9112, 0.9246 for L* a* b*. As with the Negra Criolla variety with a correlation coefficient of 0.8848, 0.9745 for RGB and 0.8887, 0.9671 for L* a* b* respectively. In contrast, the results determined that the Quebranta variety did not show a color relationship with the sugar content (°Brix) and total acidity, since they showed correlation coefficients less than 0.1 for the RGB color space and less than 0.85 in the color space L* a* b*. It is concluded that from the color, it is possible to predict the sugar content (°Brix) and the total acid content

of the grape, consequently it is concluded that the generation of colors can be used as a reliable tool, which determines the state of maturity of the grape. However, more studies are needed to corroborate the use of primers throughout the Moquegua Region.

Keywords: maturity, color, content of sugar, total acidity

ÍNDICE

ÍNDICE 1
INTRODUCCIÓN 6
I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 7
1.1. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA 7
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA 8
1.2.1. Interrogante General 9
1.2.2. Interrogantes Secundarias 9
1.3. JUSTIFICACIÓN 9
1.4. OBJETIVOS 10
1.4.1. Objetivo General 10
1.4.2. Objetivos Específicos 11
1.5. HIPÓTESIS 11
1.5.1. Hipótesis General 11
1.5.2. Hipótesis especificas 11
II. MARCO TEÓRICO 12
2.1. Antecedentes del Estudio 12
2.2. BASES TEÓRICAS 16
2.2.1. El cultivo de la vid 16
2.2.2. Taxonomía de la uva 18
2.2.3. Producción de uva 19
2.2.4. Uva moscatel 21
2.2.5. Uva negra criolla 22
2.2.6. Uva quebranta 23
2.2.7. Madurez de la uva 24
2.2.8. Indicadores de madurez 28
2.2.9. Análisis de imágenes en alimentos 30
2.2.9.1. ImageJ 34
2.2.10. Contenido de azúcar en la uva (°brix) 35
2.2.11. Acidez total en la uva 35

III. MARCO METODOLÓGICO 36
3.1. TIPO Y DISEÑO 36
3.2. NIVEL DE INVESTIGACIÓN 36
3.3. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES 36
3.3.1. Variable Independiente 36
3.3.2. Variable dependiente 36
3.4. POBLACIÓN Y MUESTRA 37
3.4.1. La población 37
3.4.2. La muestra 37
3.5. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS 37
3.5.1. Equipos 37
3.5.2. Materiales de Laboratorio 37
3.5.3. Reactivos 38
3.5.4. Software 38
3.5.5. Recolección de datos 38
3.6. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL 40
3.6.1. Muestreo (ctvv, 2010) 40
3.6.2. Tratamiento de la muestra (ramirez y gonzales, 2012) 41
3.6.3. Adquisición de imágenes (medina et al. 2010) 42
3.6.4. Determinación de la acidez titulable (garcía, 1990) 42
3.6.5. Determinación de la concentración de azúcares (°brix) (garcía, 1990) 43
3.6.6. Análisis de imágenes 43
3.6.7. Análisis estadístico 44
IV. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS 45
4.1. RESULTADOS 45
4.1.1. Madurez de uva a través del color en imagen 45
4.1.2. Madurez de uva según el contenido de Azúcar (°Brix) 52
4.1.3. Madurez de la uva según el contenido de acidez total 55
4.1.4. Madurez de la uva según la relación del color en imagen del fruto con el contenido de azúcar (°Brix) y contenido de acidez total 57

4.2. CONCLUSIONES 67
4.3. RECOMENDACIONES 68
V. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 69
ANEXOS 73

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Producción de Uva por Región 20
Cuadro 2. Producción de uva en la Región Moquegua 20
Cuadro 3. Indicadores de Madurez de la Uva 29
Cuadro 4. Valores de Coordenadas en el cubo de color RGB 32
Cuadro 5. Matriz de desarrollo 38
Cuadro 6. Matriz de desarrollo 39
Cuadro 7. Matriz de desarrollo 39
Cuadro 8. Valores RGB var. Moscatel 47
Cuadro 9. Valores RGB var. Negra Criolla 47
Cuadro 10. Valores RGB var. Quebranta 48
Cuadro 11. Factor de Corrección de Iluminación 49
Cuadro 12. Distancia de Euclides var. Moscatel 50
Cuadro 13. Distancia de Euclides var. Negra Criolla 50
Cuadro 14. Distancia de Euclides var. Quebranta 51
Cuadro 15. °Brix variedad Moscatel 52
Cuadro 16. °Brix variedad Negra Criolla 53
Cuadro 17. °Brix variedad Quebranta 54
Cuadro 18. Acidez total variedad Moscatel 55
Cuadro 19. Acidez total variedad Negra Criolla 56
Cuadro 20. Acidez total variedad Quebranta 56
Cuadro 21. Resumen R cuadrado variedad Moscatel 64
Cuadro 22. Resumen R cuadrado variedad Negra Criolla 64
Cuadro 23. Resumen R cuadrado variedad Quebranta 64
Cuadro 24. Variación de color, °Brix y Acidez total de uva de la variedad Moscatel 65
Cuadro 25. Variación de color, °Brix y Acidez total de uva de la variedad Negra Criolla 66
Cuadro 26. Operacionalización de Variables 73
Cuadro 27. Conversión de formatos de color var. Moscatel 80
Cuadro 28. Conversión de formatos de color var. Negra Criolla 81
Cuadro 29. Conversión de formatos de color var. Quebranta 82

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Partes de la uva 17
Figura 2. Taxonomía del género Vitis 19
Figura 3. Uva Moscatel 21
Figura 4. Uva negra Criolla 22
Figura 5. Uva Quebranta 24
Figura 6. Diagrama de Crecimiento de uva 27
Figura 7. Cubo de Color RGB 33
Figura 8. Espacio de color Tridimensional L*a*b* 34
Figura 9. Diseño del trabajo experimental 40
Figura 10. Metodología de muestreo en campo 40
Figura 11. Muestreo del racimo 41
Figura 12. Sistema de Adquisición de Imágenes 42
Figura 13. Ejemplos de fotografías analizadas variedad Moscatel 45
Figura 14. Ejemplos de fotografías analizadas variedad Negra Criolla 46
Figura 15. Ejemplos de fotografías analizadas variedad Quebranta 46
Figura 16. ED (RGB) vs °Brix var. Moscatel 58
Figura 17. ED (RGB) vs Acidez total var. Moscatel 58
Figura 18. ED (L*a*b*) vs °Brix var. Moscatel 59
Figura 19. ED (L*a*b*) vs Acidez total var. Moscatel 59
Figura 20. ED (RGB) vs °Brix var. Negra Criolla 60
Figura 21. ED (RGB) vs Acidez total var. Negra Criolla 60
Figura 22. ED (L*a*b*) vs °Brix var. Negra Criolla 61
Figura 23. ED (L*a*b*) vs Acidez total var. Negra Criolla 61
Figura 24. ED (L*a*b*) vs °Brix var. Quebranta 63
Figura 25. ED (L*a*b*) vs Acidez total var. Quebranta 63
Figura 26. ED (HSL) vs °Brix var. Moscatel 83
Figura 27. ED (HSL) vs Acidez total var. Moscatel 83
Figura 28. ED (HSV) vs °Brix var. Moscatel 84
Figura 29. ED (HSV) vs Acidez total var. Moscatel 84
Figura 30. ED (HSL) vs °Brix var. Negra Criolla 85
Figura 31. ED (HSL) vs Acidez total var. Negra Criolla 85
Figura 32. ED (HSV) vs °Brix var. Negra Criolla 86
Figura 33. ED (HSV) vs Acidez total var. Negra Criolla 86
Figura 34. ED (RGB) vs °Brix var. Quebranta 87
Figura 35. ED (RGB) vs Acidez total var. Quebranta 87
Figura 36. ED (HSL) vs °Brix var. Quebranta 88
Figura 37. ED (HSL) vs Acidez total var. Quebranta 88
Figura 38. ED (HSV) vs °Brix var. Quebranta 89
Figura 39. ED (HSV) vs Acidez total var. Quebranta 89

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

RGB	Red (rojo), Green (verde), Blue (azul).
HSL	Hue (tono), Saturation (saturación), Lightness (luminosidad).
HSV	Hue (tono), Saturation (saturación), Value (valor).
L*a*b*	Lightness (luminosidad), índice cromático (a*b*).
msnm	metros sobre el nivel del mar
°C	grado Celsius
CTVV	Centro Tecnológico de la Vid y el Vino
ED	Distancia de Euclides.

INTRODUCCIÓN

La producción de uva en la Región Moquegua ha ido incrementado a través de los años, con una producción de 6796.6 toneladas en el año 2016 (MINAGRI 2017), entre las variedades que resaltan son la Moscatel, Negra Criolla y Quebranta, utilizadas en su mayoría para la producción de piscos y vinos.

La uva (*Vitis vinifera*) al ser un fruto no climatérico, y para obtener la mejor calidad para sus diferentes destinos, se debe determinar se estado de madurez para realizar su cosecha, por lo que se necesita tener herramientas sencillas que permita obtener estimaciones confiables para decidir el momento de la cosecha.

El contenido de azúcar, expresada en °Brix, así como la acidez total, son usados como indicadores de madurez, ya que para el destino que tenga la uva (piscos o vinos), se requieren estos indicadores como base para su cosecha.

Del mismo modo el color, es usado como un indicador confiable para determinar la calidad y madurez de los productos en la agricultura, por lo que es factible estimar la maduración de la uva (Ristic e Iland, 2005).

Por lo que es importante llevar un control sobre el contenido de azúcar (°Brix), y contenido de acidez total, ya que de estos dependerá su estado de madurez final.

I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA

La Región Moquegua, se caracteriza en producción de uva, ya que, la Dirección Regional Agraria Moquegua, en el año 2016 reportó una producción agrícola de 6769.6 toneladas de uvas, de tal producción 6011.2 toneladas corresponde a la provincia de Mariscal Nieto, siendo el distrito de Moquegua con la mayor producción con 5888.2 toneladas (MINAGRI 2017). Entre las variedades que resaltan son las aromáticas como Moscatel y las no aromáticas como Negra Criolla y Quebranta, sembradas en su mayoría en la costa de la región Moquegua (Hasta los 2000 msnm), tomándose como destinos finales a la producción de vinos, piscos.

La madurez de la uva es un factor determinante para sus diferentes destinos, ya que para su venta como materia prima, o para su transformación (vinos, piscos, etc.), requieren de diversas características específicas para su cosecha, por lo que se toma en consideración diferentes tipos de madurez: madurez tecnológica, madurez aromática, madurez fenólica y madurez enológica (Baudrit et al., 2015).

En tales circunstancias, la madurez permite definir la calidad de la uva, por lo que es importante el cumplimiento de requisitos mínimos para su destino agroindustrial (tratamiento post cosecha y/o transformación). Ya que el fruto de la vid, por ser un fruto no climatérico, requiere de una precisión específica para el momento oportuno de su cosecha, lo que está directamente ligado a las características y calidad requerida por el consumidor, y que actualmente los viticultores en forma autónoma realizan la cosecha de este fruto basados en conocimientos empíricos destructivos, como dulzor en el paladar y color.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

La mayor producción de uva es el distrito de Moquegua y considerando que la uva es un fruto no climatérico, es importante demostrar que sus características físicas y químicas estén aptas para iniciar su cosecha. Así mismo, los viticultores de Moquegua, no consideran para sus cosechas, aspectos técnicos relacionados a los distintos avances tecnológicos y científicos que permiten determinan las características físicas y químicas involucradas en la madurez de las uvas, que a diferencia de otros países disponen no solo de tecnología, sino también de especialistas enólogos para dicho proceso. Por lo que no logran llevar un seguimiento y determinación de madurez adecuado de la uva, lo que conlleva a que el viticultor, no garantice la calidad final de la uva y consecuentemente no se logra asegurar la calidad del producto a manufacturar a partir de uva, ocasionando el desprestigio de los productores vitivinícolas de la Región y la postergación del desarrollo productivo, económico y social.

En ese contexto, el contenido de azúcar, Acidez total, son indicadores útiles para determinar el estado de madurez cercana o específica de la uva, e igualmente la calidad de la misma, ya que para su transformación y/o consumo, se deben cumplir ciertos requerimientos, como en la elaboración de piscos, que depende del contenido de azúcar o para la elaboración de vinos, que dependen del contenido de azúcar y acidez total.

Por lo que los viticultores toman en consideración el color del fruto como un indicador para su cosecha, pero al no disponer de herramientas que permitan relacionar el color del fruto con el contenido de azúcar y/o acidez total, recuren al conocimiento empírico como el dulzor en el paladar, provocando una variabilidad en la determinación de la madurez. Por lo que satisface mencionar que la apariencia externa en color de los frutos puede ser usada también como indicador de madurez general de las bayas, ya sea para su cosecha, o para su transformación.

Por tanto el viticultor, al usar herramientas prácticas, no puede lograr una homogenización de su producto, tanto en el campo de cultivo como en la trasformación del mismo, ya que su seguimiento y determinación de madurez se basan en conocimientos empíricos y no científicos.

1.2.1. Interrogante General

¿Cuál es la imagen apropiada en color de uva, el contenido de azúcar y la acidez total que permitan determinar la madurez en la uva (*Vitis Vinifera*) en las variedades Moscatel, Negra Criolla y Quebranta?

1.2.2. Interrogantes Secundarias

¿Cuál es el color en imagen del fruto apropiado que determine la madurez de uva (*Vitis Vinifera*) en las variedades Moscatel, Negra Criolla y Quebranta?

¿Cuál es el contenido de azúcar en grados Brix que corresponde a una adecuada madurez de uva (*Vitis Vinifera*) en las variedades Moscatel, Negra Criolla y Quebranta?

¿Cuál es la acidez total que marca la madurez de uva (*Vitis Vinifera*) en las variedades Moscatel, Negra Criolla y Quebranta?

1.3. JUSTIFICACIÓN

El fruto de la vid ha convertido en uno de los cultivos predominantes en nuestra Región Moquegua para la producción de piscos, vinos y así mismo para su venta a otros departamentos. Por lo que es importante el estudio de sus propiedades físicas (color) y químicas (azúcar y acidez) para determinar su estado de madurez.

Las variedades Moscatel, Negra Criolla y Quebranta, son ampliamente utilizadas para la elaboración de pisco, y para su producción se necesita un contenido considerable de azúcar, del mismo modo para la elaboración de los diferentes tipos de vino se necesita diferentes niveles de azúcar, acidez total y color del fruto, por lo que es importante llevar un seguimiento a su contenido de azúcar (importante en la producción de piscos), así como la acidez (importante para la elaboración de vinos).

Del mismo modo, el fruto de la vid al ser un producto no climatérico, es decir que el fruto una vez cosechado ya no madurara en el tiempo (mantendrá sus características de cosecha en el tiempo). Es importante llevar un buen

seguimiento del estado de madurez de la uva en el tiempo, ya que de ello dependerá la calidad de la uva, para su buen almacenamiento (mayor tiempo de vida útil), manejo. Así mismo de dicha madurez dependerá la calidad del producto a manufacturar (piscos, vinos, etc.).

Así mismo se ha demostrado que los cambios de color en la uva son importantes desde un punto de vista enológico y ecológico (INTA, 2007). Por lo que se puede usar el color de la uva como una herramienta fiable para el seguimiento de la maduración del fruto de la vid, ya que conforme el color va virando en el fruto, el contenido de azúcar y acidez, igualmente varían, lo que consecuentemente puede ser relacionado y usado como una herramienta de predicción de características físicas y químicas de uva (Madurez).

Por lo que el presente proyecto uso el contenido de azúcar y acidez, así como la apariencia de la uva (color), para lograr determinar el estado de madurez de la uva, para cualquier destino, ya sea venta o para su transformación. Así mismo se podrá proporcionar una herramienta no destructiva, confiable, y con un bajo costo, que permita dar un buen seguimiento al desarrollo del fruto de la vid que logre garantizar su estado de madurez, y así lograr una adecuada cosecha que logre dar fiabilidad al viticultor de la calidad de la uva a ofrecer, así como su producto final a manufacturar.

Del mismo modo el presente proyecto pretende otorgar una guía para los viticultores que presenten similares características de cultivo (tipo de parrón), y ellos puedan usar los resultados como herramienta para determinar la madurez de la uva.

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. Objetivo General

Determinar la madurez de uva (*Vitis vinifera*) en las variedades Moscatel, Negra Criolla y Quebranta mediante análisis de color en imagen de uva, contenido de azúcar y acidez total.

1.4.2. Objetivos Específicos

Determinar el color en imagen apropiado del fruto que determine la madurez de uva (*Vitis vinifera*) en las variedades Moscatel, Negra Criolla y Quebranta.

Determinar el contenido de azúcar en grados Brix que correspondan a una adecuada madurez de uva (*Vitis vinifera*) en las variedades Moscatel, Negra Criolla y Quebranta.

Determinar la acidez total que corresponda a la madurez aceptable de uva (*Vitis vinifera*) en las variedades Moscatel, Negra Criolla y Quebranta.

1.5. HIPÓTESIS

1.5.1. Hipótesis General

La determinación de la madurez de uva (*Vitis vinifera*) en las variedades Moscatel, Negra Criolla y Quebranta, se lograra mediante el análisis del color en imágenes de uva, contenido de azúcar y acidez total.

1.5.2. Hipótesis especificas

La madurez de uva (*Vitis vinifera*) en las variedades Moscatel, Negra Criolla y Quebranta, será precisada mediante el análisis del color en imagen del fruto.

La madurez de uva (*Vitis vinifera*) en las variedades Moscatel, Negra Criolla y Quebranta, se determinará mediante el contenido de azúcar en grados °Brix.

La madurez de uva (*Vitis vinifera*) en las variedades Moscatel, Negra Criolla y Quebranta, se determinará mediante la determinación del contenido de acidez total.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes del Estudio

Meléndez et al. (2013) en su trabajo “Modelación fenólica y tecnológica de la madurez de uva mediante la relación multivariante entre las propiedades organolépticas y fisicoquímicas”. Recolectaron 247 muestras desde los años 2007 a 2011 de cuatro variedades de uva, tempranillo, garnacha, mazuelo y graciano. Realizando evaluaciones organolépticas del grado de madurez de la uva (madurez azúcar/acidez, madurez aromática o de la pulpa, madurez aromática de la semilla y madurez de taninos), así mismo propiedades fisicoquímicas (alcohol probable, acidez total, pH, ácido málico, potasio, índice de poli fenoles total, antocianinas, absorbancia a 420,520 y 620 nanómetros, índice de color y acido tartárico), trabajando con un modelo PLS y una rotación estadística varimax para matlab. Resultando que la rotación varimax de las variables de un modelo PLS entre las propiedades físico químicas y el promedio de las cuatro variables sensoriales, permite identificas ambos estados de madurez.

Baudrit et al. (2015), en su trabajo “Un modelo grafico probabilístico para describir la madurez de la uva”. Recolectaron muestras los años 2006, 2007, 2008 y 2009, así mismo tomando datos de las condiciones climatológicas de aquellos años en la época de envero de la uva, usando seis indicadores de madurez usado por expertos (azúcar g/L, pH, acidez total g/L, componente de extractabilidad de la membrana, madurez de las semillas y flavor de pulpa), y para determinar la relación del estado de madurez con las condiciones ambientales usaron un arreglo estadístico de redes Bayesianas Dinámicas (DBNs). Resultando un modelo matemático que permite predecir las concentraciones de azúcar (82 %), acidez (77%) y antocianinas (66%) durante la maduración de uva de los años posteriores a la recolección de datos.

Ojeda y Pire (1997) en su trabajo “estrategias para estimar el nivel de maduración en uvas para vinificación”, colectando muestras de diferentes tamaños provenientes de racimos como bayas individuales de Vitis vinífera L. cv. Tempranillo, en un Viñedo situado en Altagracia, estado de Lara, con el propósito de obtener un método de muestreo que permitiera estimar el nivel de maduración con fines de cosecha. Se encontró que el método de muestreo de racimos enteros fue el que mejor estimo el nivel de maduración de la uva, así mismo que el tamaño de muestra para bayas más apropiada fue al menos 120 bayas.

Ristic e Iland (2005), en su trabajo “relación entre el desarrollo de las semillas y la baya de la uva Shiraz: cambios en el desarrollo de la semilla y composición fenólica”. Se retiraron las semillas para un estudio detallado de los atributos físicos (peso, humedad, color) y composición fenólica (taninos de semilla). Los resultados demostraron que los cambios en los compuestos fenólicos de las semillas se relacionaron con el desarrollo y la maduración de las bayas, así mismo los cambios de color en la capa de semilla también se relacionaron con cambios en el desarrollo de las antocianinas de la baya y fenoles totales de la piel, por lo que la apariencia externa y el color de la capa de la semilla pueden ser usados como un indicador adicional de la madurez general de la baya. Así mismo desarrollaron una tabla de colores graduada para proporcionar un índice objetivo de semilla el color del pelo y por lo tanto el estado de desarrollo de las semillas y la baya.

Rodriguez et al. (2012), en su trabajo “Estimación de madurez de bayas de uva y semillas por análisis de imágenes”, realizando una caracterización de las semillas y las bayas, determinando el tamaño de las uvas y su envero mediante análisis de imágenes en espacio de color RGB, así mismo se establecieron un índice de oscurecimiento de las semillas usando el espacio de color L*a*b*. Logrando determinar un índice de oscurecimiento L* menor a 50. Así mismo determinaron que la suma de los valores RGB y su división entre tres para el pre-envero es mayor o igual a 90 y en post-envero menor 90.

Avila et al. (2015), en su trabajo “un método para construir escalas de colores de madurez de frutas, basada en máquinas de soporte para regresión:

Aplicación para aceitunas y semillas de uva", proponiendo una regresión multidimensional basada en soporte vectorial de regresión (SVR) para generar la escala de colores. Tomaron 250 semillas de uva y 200 aceitunas, usando un scanner y una cámara fotográfica como instrumentos de adquisición de imágenes. Logrando desarrollar escalas de colores por medio de SVR y se validaron por el método de validación cruzada K-fold, utilizando el error cuadrático medio como función de rendimiento. Obteniendo como resultado una escala de color adecuada que describe el proceso de maduración de la fruta, así mismo las escalas generadas pueden ser utilizadas para establecer varios estados fenólicos en la fruta, no sólo dos clases (maduro e inmaduro).

Pedreschi et al. (2005), en su trabajo "Cambios de color y formación de acrilamida en papas en rodajas fritas", estudiaron la cinética de oscurecimiento durante el proceso de fritura de papa variedad Panda, blanqueadas (agua a 85 °C por 3.5 minutos) y no blanqueadas en rodajas (diámetro: 37mm, groso: 2.2 mm), y relacionarlo con la formación de acrilamida. Las papas fueron fritas a temperaturas de 120, 150 y 180 °C, el cambio de color fue determinado por el parámetro cromático rojo a*, del espacio de color L*a*b*. Resultando que la formación de acrilamida en las papas blanqueadas fue menor en un 64 %, así mismo determinaron que la correlación lineal entre el contenido de acrilamida y la variación de color por el componente rojizo a*, en el rango de temperaturas estudiadas.

Pedreschi et al. (2006), en su trabajo "contenido de acrilamida y desarrollo del color en papa en tira frita", determinaron la relación del contenido acrilamida y el desarrollo del color en papas variedad Bintje en tiras (0.8*0.8*5 cm) fritas a 150, 170 y 190 °C. En su procedimiento sumergieron las unas papas en agua destilada por 0, 60 y 120 min, otras fueron blanqueadas con agua caliente (50, 70 y 90 °C), y otro grupo fueron sumergidas a una solución de ácido cítrico por una hora, y por ultimo sumergieron otras papas en una solución de pirofosfato de sodio por una hora. Así mismo el contenido de acrilamidas y color fueron determinados, posteriores a la fritura. Resultando que la inmersión de las papas en ácido cítrico, disminuyó la formación de acrilamida en un 53%, el color representado por los parámetros L* y a*, mostraron altos coeficientes de correlación (0.79, y 0.83 respectivamente) con la formación de acrilamida.

Pedreschi et al. (2007), en su trabajo “desarrollo del color y contenido de acrilamida en papas pre secas fritas”, estudiaron el desarrollo de la formación de color de papas pre secas variedad Desiree en rodajas (diámetro 37 mm, groso: 2.2 mm) pre secas en el proceso de fritura (140,150 y 180°C). Las papas fueron blanqueadas en agua a 85 °C por 3.5 minutos, así mismo usando muestras sin blanquear como control y otra muestra de las papas blanqueadas fueron secadas hasta alcanzar 60% de humedad. El color fue medido en el espacio de color L*a*b* a partir del espacio RGB de las imágenes, y su variación fue determinado mediante la ecuación de distancia de Euclides. Resultando que la papa pre seca frita a 180°C presenta una menor contenido de acrilamida en 44%, 22% y 44%, comparado con la muestra control, papas Moms y Frito lays chips. Así mismo la relación de la variación del color con respecto al tiempo de fritura fue lineal.

Abderrahim et al. (2016), en su trabajo “un nuevo ensayo de alto rendimiento de Folin Ciocalteau basado en análisis de imágenes para la evaluación de la capacidad reductora de alimentos”, desarrollaron y validaron un nuevo ensayo de Folin Ciocalteau, rápido y de alto rendimiento, para la cuantificación de la capacidad reductora de alimentos basadas en escaneo de imagen. El ensayo F-C se mejoró usando una placa de 96 platillos, mediante la adición de un paso de neutralización para la estabilización del color, lo que permite la adquisición de la imagen mediante un scanner de superficie plana. Así mismo determinaron si los parámetros, como modelo de escáner, orientación de plato y la reacción de volumen, afectan en la linealidad y la precisión del ensayo F-C basado en imágenes y así mismo proveer condiciones óptimas de escaneo. La distancia de Euclides (variación del color), la determinaron a partir del espacio de color RGB. Resultando que la variación del color de la imagen del ensayo F-C es lineal con el rango de 0-20 mg/L de ácido gálico (0.9939), así mismo demostraron que no existe una variación significativa entre estos dos métodos.

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. EL CULTIVO DE LA VID

El fruto de la vid es un fruto no climatérico, con un racimo que consta del escobajo y las bayas. Los pedúnculos del escobajo en los cuales van adheridos las bayas del racimo, constituyen el 2 al 6 % del peso total, en la época de la madurez difieren de acuerdo a las distintas variedades. En la estructura del pedúnculo hay mucha variación en su longitud, firmeza y adherencia a las bayas. Estas características son de suma importancia en aquellas variedades que se exportan. Las semillas constituyen hasta el 10 % del peso en el fruto. Generalmente, las semillas son objetables en las uvas de mesa y en las pasas. Este hecho, en particular, es la causa de la popularidad de las variedades seedless que se emplean para la mesa y la producción de pasas (Zoffoli y Latorre, 2011).

Las uvas son clasificadas como fruta no climatérica basada en las muy pequeñas cantidades de etileno producido durante el desarrollo del fruto. Esto es debido a una alta producción de etileno en la floración seguido por una disminución de la concentración hasta la cosecha (Zoffoli y Latorre, 2011).

Zoffoli y Latorre, (2011) mencionan que las uvas están compuestas por exocarpio (piel), mesocarpio (pulpa), y el endocarpio (tejido alrededor de las semillas) más tejidos externos protectores de la cutícula (Figura 1)

El hollejo (zona periférica) tiene por función encerrar los tejidos vegetales que contienen las sustancias de reserva que acumula el fruto, proteger la semilla y defender el fruto del golpes o agresiones externas, Respecto al grano de uva, representa una fracción del 8 al 20%, representando más del tres por ciento del peso en fresco. Entre las paredes celulares del hollejo de las variedades blancas y tintas, no existe diferencia significativa y composición, salvo la presencia de antocianos en las variedades tintas (Lasanta, 2009).

La zona más externa es la cutícula, con un espesor de 1.5 a 4 micras, está en una posición tangencial respecto al grano de uva y con paredes celulares gruesas y cubierta por una capa cerosa denominada pruina, cuya

misión es proteger los granos de uva de las inclemencias meteorológicas, regular la evaporación y ejercer de barrera frente a microorganismos (Lasanta, 2009).

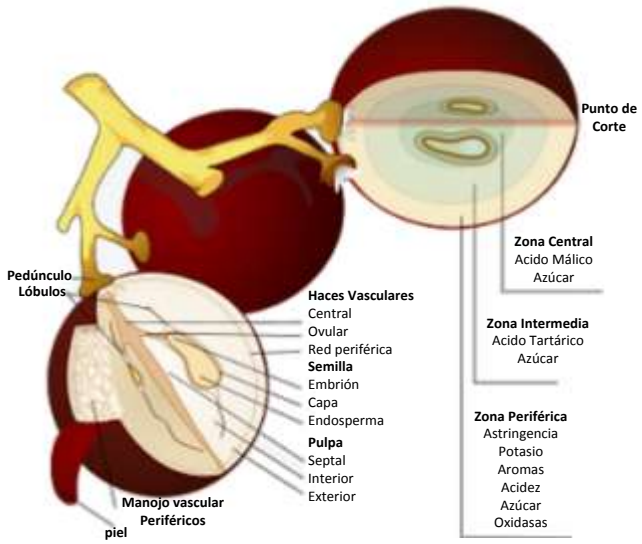


Figura 1. Partes de la uva
Fuente: Zoffoli y Latorre (2011)

El exocarpio comprende la epidermis y la hipodermis. El grosor de la epidermis es de 6.5 a 10 um y está compuesta de seis a diez pequeñas capas de células. Lo hipodermis presenta un crecimiento periclinal y anticlinal, permitiendo un aumento tridimensional de la baya. El mesocarpio comprende al menos un 80% del peso de la uva y consiste de 25 a 30 capas de células con vacuolas largas conteniendo la fase liquida. La cutícula es compuesta de cutina, ceras y lípidos solubles (Zoffoli y Latorre, 2011).

El mesocarpio o pulpa representa la mayor parte del fruto, la cual es translucida a excepción de las variedades tintas (acumulan aquí compuestos colorante), rica en agua, azúcares, ácidos (ácido málico y tartárico en su mayoría), aromas, etc. (Lasantsa, 2009).

El tamaño de la baya es una característica varietal. Ésta se expresa de diferentes formas por los ampelógrafos, ya sea por la medida de su longitud y/o de su anchura (pequeña: < 12 mm; grande: 18 a 24 mm, y muy grande: > 24 mm). La uniformidad del tamaño es un carácter importante para la uva de mesa (Reyner, 1995).

La forma de la baya es variable según las variedades: aplastada, esférica, elíptica, ovoide, cilíndrica, fusiforme, e incluso se pueden presentar bayas de formas sensiblemente diferentes en un mismo racimo (Reyner, 1995).

La piel u hollejo de las bayas tiene del 5 al 12 % del peso del racimo. Está cubierta por una capa de cutina, la que protege a las bayas contra las pérdidas de agua y del ataque de microorganismos, por lo tanto, realza el atractivo de las uvas de mesa. La piel y las capas de células inmediatamente debajo de la cutina, contiene la mayor parte del color, el aroma y los constituyentes del sabor de la uva. La dureza y espesor de la piel difiere entre las variedades y son factores que influyen en el grado de resistencia de las uvas de mesa a los daños por manipulación en el embalaje, transporte y almacenamiento (Winkler, 1980).

2.2.2. TAXONOMÍA DE LA UVA

La botánica sitúa a la vid (*Vitis vinífera L.*) dentro de las Cormofitas (Plantas con raíz, tallo y hojas, autótrofas con clorofila y reproducción sexual, además de la vegetativa); tipo Fanerógamas (plantas con flores y semillas); Subtipo Angiospermas (plantas con semillas encerradas en un ovario); clase Dicotiledóneas (plantas leñosas); familia Vitáceas (flores con corola de pétalo soldados superiormente, con fruto en baya) y genero Vitis (con flores exclusivamente dioicas en las especies silvestres, y hermafroditas o unisexuales en las cultivadas) (Asencio, 2000)

Existiendo dos subgéneros:

Sección Muscadinia: con corteza adherente, nudos sin diafragma, bayas poco azucaradas y con una maduración escalonada, son vides situadas en zonas cálidas y templadas de América del norte (EEUU y México), incluyendo tres especies, *V. rotundifolia Michx*, *V. munsoniana Simpson* y *V. popenoeii Fen*. (Velez, 2007)

Sección Euvitis: con corteza exfoliable y nudos con diafragma. El grupo se divide en 11 series que dependiendo de los autores, engloban de entre 30 a 60 especies, incluyendo entre ellas *V. vinífera.* Descrito como un arbusto sarmentoso trepador, que se fija a tutores naturales o artificiales, mediante órganos (Zarcillos) de los que están provistos. Cuando les hacen falta los

tutores, se extienden por la superficie del terreno en una posición más o menos erguida. Los frutos, bayas oligospermas agrupadas en racimos, están constituidos por una película exterior (epicarpio), que se denomina hollejo, un mesocarpio (la pulpa), un máximo de cuatro pepitas situadas dentro del endocarpio, y el pincel (prolongación de los vaosos conductores del pedicelo a través de los que se nutre la uva durante su formación) (Velez, 2007).

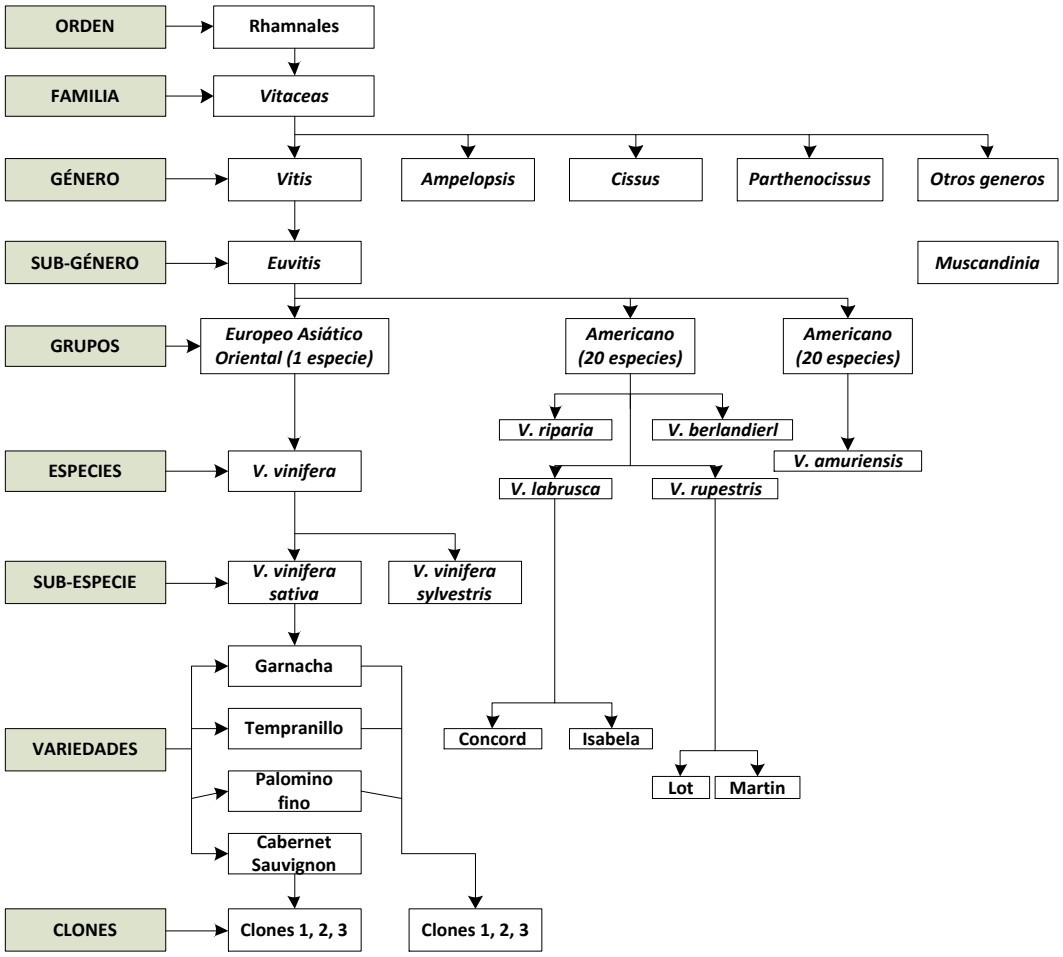


Figura 2. Taxonomía del género Vitis
Fuente: Velez (2007)

2.2.3. PRODUCCIÓN DE UVA

La producción de uva a nivel nacional según el Ministerio de Agricultura y Riego en el año 2015 y 2016 fue:

Cuadro 1. Producción de Uva por Región

REGIÓN	**Producción (t) 2015**	**Producción (t) 2016**
Ancash	3 931	2 913
Arequipa	22 428	25 287
Ayacucho	69	71
Cajamarca	2 208	1 590
Ica	229 997	224 666
La Libertad	46 898	49 356
Lambayeque	21 604	21 489
Lima	74 052	72 773
Lima Metropolitana	544	445
Moquegua	**5 245**	**6 770**
Piura	182 594	278 366
San Martin	1 162	1 127
Tacna	7 046	4 862
Tumbes	160	243
Total	**597 939**	**689 957**

Fuente: MINAGRI (2016, 2017)

Así mismo la producción de uva en la Región Moquegua por provincias y distritos se muestra en el cuadro 2:

Cuadro 2. Producción de uva en la Región Moquegua

REGIÓN / PROVINCIA / DISTRITO POLÍTICO	2015	2016
	Producción (t)	Producción (t)
REGIÓN MOQUEGUA	**5 245.1**	**6 769.6**
PROV. MARISCAL NIETO	**4 674.4**	**6 011.2**
DIST. MOQUEGUA	4 665.2	5 888.2
DIST. SAMEGUA	99.2	122.7
PROV. GRAL. SANCHEZ CERRO	**401.8**	**588.2**
DIST. OMATE	278.8	366.4
DIST. QUINISTAQUILLA	123	221.8
PROV. ILO	**78.9**	**170.2**
DIST. ALGARROBAL	78.9	170.2

Fuente: MINAGRI (2016, 2017)

2.2.4. UVA MOSCATEL

Tiene piel de tonos rojo-azulado y lacre, baya redonda y racimos no muy abundantes (Figura 3). Es conocida como Roter Muskateller en Alemania y Moscato Rosso en Italia. Reconocida entre todas las aromáticas como la uva que produce el pisco más exquisito. Lamentablemente es de muy poca producción debido a su poco rendimiento (LAS FALCAS, 2012).

Esta variedad al igual que pisco, es utilizada para la elaboración de vinos dulces ya que Lacoste et al. (2010) menciona que buena parte de este vino era dulce y estaba elaborado a base de uva moscatel, cuyas bayas solían secarse para aumentar el contenido de azúcar.

La vid variedad Moscatel presenta extremidad completamente abierta y alta densidad de pelos tumbados. La hoja joven es amarilla, y la adulta es de forma pentagonal. Presenta pigmentación antociánica hasta la primera bifurcación de los nervios principales del haz. Los dientes son en ambos lados convexos. La apertura del seno peciolar es abierta y no se encuentra delimitada por los nervios. La densidad de los pelos tumbados entre los nervios principales en el envés es media y la densidad de los pelos erguidos en los nervios principales del envés es media. Así mismo las bayas tienen una forma esférica y color rojiza (Cáceres et al, 2017).



Figura 3. Uva Moscatel
Fuente: Las Falcas (2012)

2.2.5. UVA NEGRA CRIOLLA

También llamada Negra Corriente, es la uva no aromática más representativa de los valles de Moquegua y Tacna. Tiene bayas que van del tono violeta-rojo al rojo azul, irregularmente coloreadas, redondas, de tamaño mediano, con racimo en forma cónica y de abundante producción (figura 4). Según algunos libros de cepaje, nuestra Negra Criolla es conocida como Criolla Chica en Argentina y Misión o Mission's Grape en California (LAS FALCAS, 2012).

La vid Negra Criolla presenta una extremidad semi abierta y es de alta densidad de pelos tumbados. La hoja joven es bronceada, y su hoja adulta de forma pentagonal. Presenta pigmentación antociánica hasta la primera bifurcación de los nervios principales de haz. Los dientes son en ambos lados convexos. La apertura del seno peciolar es abierta y no se encuentra delimitada por los nervios. La densidad de los pelos tumbados entre los nervios principales en el envés es media y la densidad de los pelos erguidos en los nervios principales en el envés es media y la densidad de los pelos erguidos en los nervios principales es alta. Así mismo las bayas tienen una forma esférica achatada y color roja azulada (Cáceres et al, 2017).



Figura 4. Uva negra Criolla
Fuente: Las Falcas (2012)

2.2.6. UVA QUEBRANTA

Una cepa muy representativa del Perú en especial del valle de Ica con el que se produce el muy afamado “puro de Ica”. Al no ser aromática, aporta aromas tenues pero elegantes, algo difíciles de apreciar en nariz, pero que en la boca alcanzan su máximo esplendor. Perfectamente adaptada a las condiciones especiales de los desiertos costeños del Perú, podemos considerarla una variedad nativa y exclusiva de nuestros suelos. Tiene bayas pequeñas y redondas de tamaño mediano a pequeño y de abundante producción. Es de tonalidad rojo-azulada, con la particularidad que no se colorea todo el racimo (LAS FALCAS, 2012)

La variedad no aromática Quebranta, es de bayas redondas de tamaño mediano a pequeño y de abundante producción. Es de tonalidades rojo-azuladas, con la particularidad de que no se colorea todo el racimo. Esta uva produce frecuentemente Piscos de un alto tenor alcohólico, de gran intensidad y complejo en boca. Aporta aromas tenues, algo difíciles de apreciar en nariz, pero que en boca alcanzan su máximo esplendor. Sus aromas y sabores recuerdan al heno, plátano, lúcuma, granadilla, con final a chocolate y pasas negras (Toledo, 2012).

Su racimo es suelto, de forma cónica y tamaño mediano. La baya es ovalada, la coloración va del negro gris, pasando por el rosado, amarillo y verde (figura 5). Su piel es de grosor medio, su carne y jugo son de gran dulzor. Otra virtud de esta cepa es su alto rendimiento. Se cosecha en los meses de febrero y marzo. Las principales plantaciones se encuentran en Ica, Lima y algo en Arequipa, aunque no existe censo agrario a nivel nacional (EL COMERCIO, 2014).

La vid Quebranta presenta una extremidad completamente abierta y es alta la densidad de los pelos tumbados. La hoja joven es amarilla, y la adulta es de forma cuneiforme. No presenta pigmentación antociánica en los nervios principales en el haz. Los dientes son en ambos lados convexos. La apertura del seno peciolar es superpuesta y no se encuentra delimitada por los nervios. La densidad de los pelos tumbados entre los nervios principales en el envés es alta

y la densidad de los pelos erguidos en los nervios principales en el envés es muy alta. Las bayas tienen forma elíptica corta y de color rojiza (Cáceres et al, 2017).



Figura 5. Uva Quebranta
Fuente: El Comercio (2014)

2.2.7. MADUREZ DE LA UVA

INTA (2007), menciona que la madurez de la uva está dada de manera asincrónica, ya que las uvas maduran a tiempos diferentes que las vides del mismo parrón, así mismo los racimos de la vid y los granos del mismo racimo maduran de manera diferente.

Ramirez y Gonzales (2012), definen la maduración de la uva como el periodo entre el envero de la uva y la cosecha, este tiempo tiene una duración aproximada de 46 días, donde se produce un complejo proceso de trasformación del fruto, que engloba fenómenos tales como el engrosamiento y ablandamiento de la baya, acumulación de azúcares, perdida de acidez, acumulación de compuestos poli fenólicos y formación de aromas.

Baudrit et al. (2015) mencionan que existen diferentes tipos de madurez:

Madurez tecnológica, que es cuando la madurez de la uva es caracterizada por un alto radio azúcar/acidez. Este índice corresponde entre ambos a un máximo contenido de azúcar o aun limite por la acidez. Siendo de interés sobre todo a los viticultores que venden su cosecha en base a la riqueza

de la uva en azúcares (Uvas de mesa y uvas pisqueras). Melendez et al. (2013) menciona que generalmente la madurez tecnológica es el primer indicador para iniciar la cosecha.

Madurez aromática, cuando existe una óptima concentración de varios aromas y calidad aromática, según la variedad determinada.

Madurez Fenólica, corresponde a la madurez de la cascara (antocianinas y taninos) y la madurez de las semillas (taninos). Esta representa la máxima concentración de calidad de taninos. Considerándose la madurez óptima para producir vinos tintos de alta calidad.

Madurez Enológica, Usado por los enólogos, integrando todas los tipos de madurez anteriores, dependiendo del tipo de vino a producir. Siendo de interés en su mayoría las uvas tintas.

Lasanta (2009), menciona que la maduración de la uva comprende un gran número de fenómenos fisiológicos y bioquímicos que afectan a múltiples parámetros, los cuales no ocurren de manera simultánea y están influenciados, además de la variedad, los factores climáticos y culturales, ya que tradicionalmente se cosechaba la uva, usando como indicadores el peso de la baya y su contenido de azúcar. Esta maduración puede dividirse en cuatro periodos: el periodo herbáceo, el envero, la maduración y la sobre maduración. Ocurriendo los siguientes fenómenos en el proceso de maduración:

Un engrosamiento del grano, aumentando progresivamente su peso y volumen hasta el momento de la madurez, ya que posteriormente disminuirá, esto dependerá fundamentalmente de las condiciones climáticas.

Una acumulación de azúcares, fundamentalmente en forma de glucosa y fructosa, esta acumulación no es regular ni en los distintos granos, ni dentro de cada uno de ellos.

Una disminución de la acidez total del mosto, tras haber alcanzado su máximo al llegar al envero, de entre los ácidos presentes en la uva destacamos, por su contenido, el ácido tartárico y el ácido málico, cuya disminución no transcurre en forma paralela.

Así mismo Kennedy (2002) describe dos periodos de crecimiento (figura 6) en la formación de la uva:

Primer periodo de crecimiento: El primer periodo de crecimiento último desde la floración aproximadamente 60 días después. Durante el primer periodo de crecimiento, la baya es formada y los embriones de semillas son producidos. También durante el primer periodo de crecimiento, la baya se expande en volumen como acumulación de sólidos. Varios de estos solutos que se acumulan en la baya durante este periodo. Por lejos los más prevalentes entres estos son acido tartárico y málico. Estos ácidos son distribuidos en la baya de manera algo diferente, cual el ácido tartárico es dirigido altamente al exterior de la baya, y el ácido málico es altamente dirigido en la pulpa. Así mismo durante la acumulación inicial de crecimiento son los ácidos hidroxicinamico, estos son distribuidos en la pulpa y piel de la baya y son importantes porque su participación es importante en reacciones de crecimiento y porque ellos son precursores para fenoles volátiles.

Taninos incluyendo catequinas monomericas también acumuladas durante el primer periodo de crecimiento. Otros compuestos que son acumulados en la primera fase de crecimiento de la uva como minerales, amino ácido, micronutrientes, y compuestos aromáticos.

Segundo Periodo de crecimiento: Al principio de la segunda fase de crecimiento de la uva o maduración (envero) es caracterizado por el relajamiento y la coloración de la baya. En general, la baya aproximadamente dobla el tamaño entre el inicio del segundo periodo de crecimiento y cosecha. Muchos de los solutos que se acumulan dentro de la baya durante el primer periodo de desarrollo continúan hasta la cosecha, aunque debido al incremento del volumen de la baya, esta concentración es reducida significativamente. Principalmente entre estos es el ácido málico.

Esta reducción varía considerablemente puede aproximadamente ser correlacionado con el clima.

Los taninos también disminuyen considerablemente en la baya, esta reducción en las semillas se debe a la oxidación como los taninos se vuelven

rígidos a la cubierta de la semilla, los taninos de la piel disminuyen o continúan constantes en esta etapa, y también son modificados. Así mismo los compuestos aromáticos al igual disminuyen durante la maduración como el metoxipirazin, compuesto que atribuye las características vegetales de algunos vinos.

La sucrosa (sacarosa) que es producida desde la fotosíntesis es importada dentro de la baya durante la maduración, una vez transportada dentro de la baya, la sucrosa es hidrolizada para formar fructosa y glucosa.

En las uvas rojas, la producción de anticionanias (limitado para tejido de piel de muchos cultivares) es probablemente el más obvio compuesto de importancia, pero como el variedades blancas, muchos de los compuestos volátiles responsables del flavor son producidos durante la maduración, estas incluirán compuestos como los terpeno son responsables del aroma de muchas variedades.

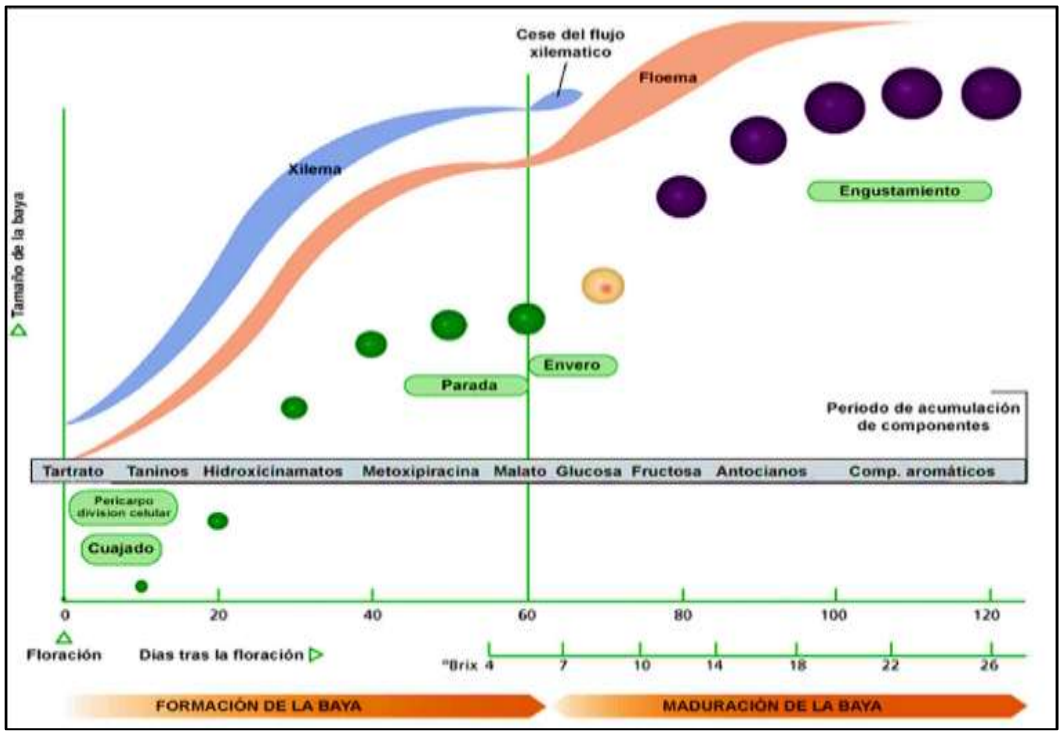


Figura 6. Diagrama de Crecimiento de uva
Fuente: Kennedy (2002)

La madurez de la uva condiciona la calidad del mosto, en consecuencia la calidad del producto final a elaborar, ya sea piscos o vinos. Así mismo las uvas

utilizadas para la producción de piscos, son las no aromáticas como la variedad Negra Criolla y Quebranta. Y las aromáticas como la Moscatel. (Lasanta, 2009).

La calidad del vino depende de muchos factores, entre los que destaca la calidad de la uva como elemento fundamental, y a la vez este depende del estado de madurez de la uva, lo que condiciona totalmente al producto que queremos elaborar, ya sea pisco y vino, por lo que es necesario realizar un seguimiento de maduración de la uva con un recojo de muestras periódicas, para su análisis correspondientes (Ramirez y Gonzales, 2012).

Para la obtención de un vino de calidad, es necesario determinar el momento óptimo de cosecha de la uva, ya que de este dependerá la competitividad que tenga el vino en los mercados nacionales e internacionales (Zuñiga et al. 2014).

La calidad del vino depende mucho del estado de madurez de la uva, por lo que es de vital importancia su constante monitoreo, y obtener como referencia en uvas blancas 21-22 °Brix y 6-7 en acidez total. Así mismo en uvas tintas se debe obtener como referencia de 22-23 °Brix y una acidez total de 5-6 aproximadamente (Gutierrez y Gonzalez, 2012)

2.2.8. INDICADORES DE MADUREZ

Zoffoli y Latorre (2011) mencionan que la madurez uva es determinada comercialmente en la base del color de la baya, solidos solubles totales y la acidez titulable. Dependiendo del cultivo, las uvas son cosechadas cuando las bayas alcanzan por lo menos 15 a 17% de solidos solubles totales con una relación TSS: TA mayor a 20. Baudrit et al. (2015) detallan que existen varios indicadores de evolución y madurez de la uva que es mostrado en el cuadro 3.

Lasanta (2009) mencionan que indicadores de madurez externos, basados en análisis organolépticos del grano de la uva, estos se determinan cuantitativamente, como el color del grano, el peso del racimo. E indicadores de madurez químicos, siendo los más significativos y fáciles de medir, la riqueza en azúcares y la concentración de ácidos. No obstante los criterios tradicionales a la hora de decidir el momento de cosecha, son fundamentalmente el peso medio del gramo, contenido de azúcar del mosto y el pH. Dentro de estos criterios se

toman en cuenta el contenido de sustancias aromáticas, fundamentalmente en la elaboración de vinos, en especial para los vinos jóvenes, y el contenido de poli fenoles, sobre todo antocianos y taninos, muy importante en variedades tintas.

Seis indicadores son ampliamente usados por los expertos (cuadro 3), los cuales son medidos y/o analizados cuatro a cinco semanas antes de su cosecha, de los cuales el contenido de azúcar, acidez total y pH son obtenidos desde análisis fisicoquímicos o por análisis de las bayas de la uva, la extractabilidad determina una referencia de los poli fenoles dentro de la membrana de las uvas y estos son obtenidos a partir de análisis fisicoquímicos o análisis sensorial. Así mismo la madurez de la semilla y el flavor de la pulpa son obtenidos a partir de la degustación de la uva. (Baudrit et al. 2015).

Cuadro 3. Indicadores de Madurez de la Uva

Indicadores	**3 semanas antes de la cosecha**	**2 semanas antes de la cosecha**	**1 semana antes de la cosecha**	**Cosecha (madurez optima)**
Azúcar (gL^{-1})	168.3	193.55	210.38	218.79-227.21
Ph	3-3.1	3-3.2	3.3-3.4	3.5-3.6
Acidez Total (gL^{-1})	7	5-6	4-5	3.8-4
Componentes extraíbles de la membrana	Pared celular de la membrana intacta, baya dura	Pared de celular de la membrana poco degradada, baya dura	Verde-amarillo del mosto, pared celular de la membrana poco deteriorada	Pared celular de la membrana deteriorada, mosto rosado
Madurez de las semillas	Color verde	Color verde hacia marrón, astringencia de taninos, amargor contaminante, sabor a harina	Color verde hacia marrón, astringencia de taninos, amargor contaminante, sabor a harina hacia nuez/avellana	Color marrón, taninos no más astringentes, bajo amargor, sabor a nuez/avellana
Flavor de pulpa	Pimienta	Pimienta dominante, bayas mezcladas	Pimienta, bayas mixtas dominantes	Bayas mixtas, fruta madura, violeta

Fuente: Baudrit et al. (2015)

2.2.9. ANÁLISIS DE IMÁGENES EN ALIMENTOS

El uso de técnicas de análisis de imagen han resultado ser unas herramientas de gran utilidad por su característica de no tratarse de análisis destructivos, pudiéndose valorar y estimar un producto al momento de una misma línea de fabricación (Igarza, 2014).

Pedreschi et al., (2004) describen que generalmente las técnicas de PI (procesamiento de imágenes) consisten en cinco: (1) operaciones para adquirir las imágenes en forma digital; (2) operaciones de pre-procesamiento para obtener mejores imágenes con las mismas dimensiones de la imagen original; (3) operaciones de segmentación de imagen para dividir la imagen digital en regiones; (4) operaciones de medición del objeto para medir las características de tamaño, forma, color y textura; y (5) operaciones de clasificación para identificar objetos y clasificarlos en grupos.

- Pre procesamiento de imagen

A través del pre-procesamiento, la calidad de las imágenes digitales es mejorada antes de que sean analizadas. Algunas de las técnicas empleadas en el procesamiento son eliminación de ruidos de la imagen y mejora del contraste a través del filtrado digital. Además, en esta etapa la imagen en color se convierte en una imagen en escala de grises, llamado intensidad de la imagen (Castleman, 1996).

- Segmentación de imagen

La segmentación subdivide una imagen en sus partes constituyentes u objetos, con el fin de separar las partes de interés del resto de la imagen, por lo tanto el nivel al que se lleva a cabo esta subdivisión depende del problema a resolver. En el proceso de detectar las partes en una imagen se identifican bordes de la imagen, o se segmenta está en regiones, líneas o curvas, etc. Otra definición considera a la segmentación como la clasificación de los puntos de la imagen (pixeles), indicando las clases a la que pertenecen los diferentes pixeles. Los atributos básicos de la segmentación de una imagen son: la luminancia en imágenes monocromáticas, los componentes de color en imágenes en color, textura, forma, etc. (Gonzales y Woods, 1996).

- Extracción de características: Color

El color y su uniformidad con componentes vitales de la calidad visual de los alimentos frescos y tienen un papel muy importante en la elección del consumidor. Sin embargo, pueden tener menos importancia a baja temperatura en el caso de las materias primas para el procesado. En tratamiento a baja temperatura tales como el enfriamiento, la congelación o la liofilización, el color cambia poco durante el procesado, y por ello el color de las materias primas representa una buena guía en cuanto a su utilidad para el procesado. En casos de procesos largos, el color cambia claramente durante la cocción. Por ejemplo algunas frutas pierden su color durante el enlatado, mientras que las peras adquieren u tinte rosado, las papas se pardean durante el tratamiento con calor debido a la reacción de Maillard. Por esto, algunos productos se prestan mejor a la fritura en la que el pardeamiento es deseable, que al enlatado en que el pardeamiento constituirá un gran problema (Bernnan, 2008)

El color en los alimentos es un atributo de calidad muy importante tanto para productores como para consumidores, ya que este proporciona información acerca del estado de madurez del fruto. Así mismo existen técnicas instrumentales como el uso de colorímetros que permiten medir el color de alimentos, pero con la limitante de que son mediciones puntuales (Pedreschi et al., 2004).

Cuevas *et al.* (2010), describen el modelo de color RGB, basándose en la combinación de los colores primarios rojo (R), verde (G) y azul (B). el origen de este modelo se encuentra en la tecnología de la televisión y puede ser combinada como la representación fundamental del color de las computadoras, cámaras fotográficas y escáner, así como en el almacenamiento de imágenes. La mayoría de los programas para el procesamiento de imágenes y de representación gráfica utilizando este modelo para la representación interna del color.

El modelo RGB es un formato de color aditivo, lo que significa que la combinación de colores se basa en la adición de los componentes individuales considerando como base el negro. Este proceso puede imaginarse como el traslape de 3 rayos de luz de colores rojo, verde y azul. La intensidad de los

diferentes componentes de color determina tanto el tono como la iluminación de color resultante. El blanco y el gris o tonalidades de gris son producidos de igual manera a través de la combinación de los tres correspondientes colores primarios RGB. El modelo RGB forma en cubo, cuyos ejes de coordenadas corresponden a 3 colores primarios R, G y B. los valores RGB son positivos y sus valores se encuentran restringidos al intervalo de $[0, Vmax]$, en donde normalmente $Vmax = 255$. Cada posible color Ci corresponde a un punto dentro del cubo RGB, con los componentes:

$$Ci = (Ri, Gi, Bi)$$

Dónde: 0≤Ri, Gi, ≤Vmax. Normalmente el intervalo de valores de los componentes de color es normalizado al intervalo $[0, 1]$ como se muestra en el Siguiente cuadro:

Cuadro 4. Valores de Coordenadas en el cubo de color RGB

Punto	**Color**	**R**	**G**	**B**
N	Negro	0	0	0
R	Rojo	1	0	0
A	Amarillo	1	1	0
G	Verde	0	1	0
C	Cian	0	1	1
B	Azul	0	0	1
M	Magenta	1	0	1
W	Blanco	1	1	1
K	Gris	0.5	0.5	0.5

Fuente: Cuevas *et al.* (2010)

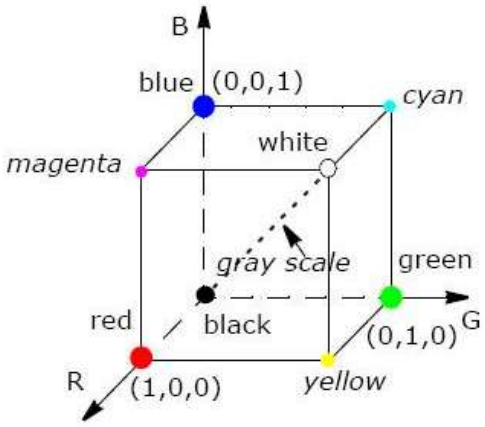


Figura 7. Cubo de Color RGB
Fuente: Cuevas *et al.* (2010)

La Figura 7. Se representa el espacio de color RGB como cubo unitario. Los colores primarios rojo (R), verde (G) y azul (B) constituyen los ejes coordenadas. Los colores puros rojo (R), verde (G), azul (B) y cian (C), magenta (M) y amarillo (A) se encuentran ubicados en las esquinas del cubo de color. Todos los valores de intensidad de grises, tal como (K) se ubican sobre la diagonal trazada de (N) a (W) (Cuevas et al. 2010).

Las reacciones de pardeamiento enzimático permiten el estudio de la evolución en el tiempo del cambio de color de un tejido vegetal por acciones de la polifenoloxidasa. De aquí, se deriva el cálculo de ciertos parámetros como L*, a*, b* o la valoración total del color (VTC), los cuales son útiles en la investigación del control del pardeamiento en frutas, al valuar diferentes clases de antioxidantes (Pedreschi et al, 2004).

El espacio de color tridimensional, CIE L*a*b* (Figura 8) está definido por tres coordenadas L*, a* y b*. L* es el eje vertical y representa la medida de la luminosidad de un color, variando desde cero para un negro hasta un 100 para un blanco (los colores fluorescentes pueden dar un valor de L* mayor que 100). a* es uno de los dos ejes horizontales y representa una medida del contenido de rojo o de un color verde. Si un color tiene rojo, a* será positiva, mientras que si a* es negativa entonces el color tendrá cierta cantidad de verde. b* es el otro eje horizontal, perpendicular el eje a*. Valores positivos de b* indican contenido de

amarillo, mientras valores negativos de b* indican el contenido de azul (Sands, 2007). En la siguiente figura se muestra gráficamente el espacio de color tridimensional CIE L*a*b*.

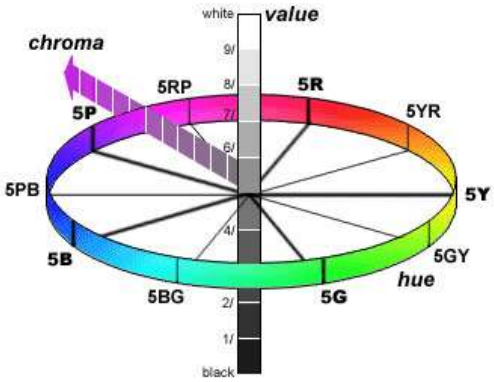


Figura 8. Espacio de color Tridimensional L*a*b*
Fuente: sands (2007)

2.2.9.1. ImageJ

ImageJ es una programa informático de tratamiento digital de imágenes en general, proporcionando una gran cantidad de herramientas de edición, procesado y análisis de imágenes aplicable a imágenes de tipo 8 bit, 16 bit y 32 bit, y multitud de formatos (jpg, bmp, png, gif, tiff, dicom, fits, raw, etc.). Permite convertir imágenes de un tipo a otro, hacer ajustes avanzados sobre brillo y contraste de las imágenes, inspeccionar minuciosamente sus propiedades, gestionar las características específicas de las imágenes en color, entre otros (Sánchez, 2014).

En lo que se refiere al procesado de las imágenes provee de una multitud de filtros especiales y el domino de la frecuencia, es capaz de hacer convulsiones y transformadas de Fourier (Sánchez, 2014).

Con respecto al análisis de imágenes el ImageJ es capaz de llevar a cabo un gran número de medida sobre las imágenes o sobre zonas específicas sobre estas: perfiles, medidas de área, histogramas, niveles de brillo medios, desviaciones estándar, máximos, mínimos, etc. (Sánchez, 2014).

2.2.10.CONTENIDO DE AZÚCAR EN LA UVA (°Brix)

Es bien conocido que a lo largo de la maduración de la uva se hacen más dulces debido a la acumulación de sustancias glucídicas llamadas comúnmente como azucares como lo son la Fructosa, Glucosa y Sucrosa, siendo en su mayoría la Fructosa y Glucosa, en una relación de glucosa/ fructosa de 0.95 (Muñoz et al. 2011). Así mismo este es determinado de forma general mediante los grados Brix (°Brix), y es muy importante determinarlo en la uva, para así determinar el tiempo de cosecha de la uva, el cual puede ser determinado, mediante refractometría (es un método indirecto que determina la concentración de azúcar de un mosto mediante la medida del índice de refracción) (Penreac, 2000).

2.2.11.ACIDEZ TOTAL EN LA UVA

La acidez es un parámetro importante en los alimentos. No solo afecta al sabor del alimento de que se trate, sino que influye en la capacidad de proliferación de los microorganismos, como las bacterias y los hongos. En general, cuanto mayor sea la acidez de un alimento, menos probabilidades hay de que se estropee por la acción de microorganismos (Meter Toledo, 2012).

Las uvas contienen cantidades significativas de ácidos orgánicos. Los ácidos orgánicos mayoritarios en el mosto son tartárico, málico y cítrico. De estos tres, los ácidos tartárico y málico representan alrededor del 90% de los constituyentes ácidos del zumo. Durante la maduración, el contenido de tartrato y malato de la fruta desciende. El contenido de acidez del mosto se determina mediante la valoración de una muestra (un determinado volumen) con una base como solución de hidróxido sódico hasta un punto final de pH. La acidez titulable se expresa como gramos de ácido tartárico por 100 ml (Tenorio et al. 2014).

III. MARCO METODOLÓGICO

3.1. TIPO Y DISEÑO

El tipo de investigación trabajado es Aplicado, con datos numéricos (cuantitativos), siendo realizado en la Universidad Nacional de Moquegua en la escuela Profesional de ingeniería Agroindustrial.

3.2. NIVEL DE INVESTIGACIÓN

El presente proyecto es comparativo del estado de madurez de uva Moscatel, Negra Criolla y Quebranta.

3.3. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

El respectivo cuadro de operacionalización de variables es detallado en el Anexo I

3.3.1. Variable Independiente

Maduración: Es el proceso, por el cual algunos alimentos se transforman bioquímicamente para mejorar sus propiedades físicas, químicas y sensoriales. Por lo cual en este caso fue la interacción de índice de madurez tecnológica y la coloración de la uva.

3.3.2. Variable dependiente

Acidez (g Ac. Tartárico/L): es el porcentaje del peso de los ácidos (Ac. Tartárico) contenidos en un producto y/o alimento.

Contenido de azúcar: es el contenido de azúcar en peso que contiene una solución, expresado en grados Brix.

Color del fruto: impresión que hace en la retina el ojo a la luz reflejada en los cuerpos.

3.4. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.4.1. La población

Moscatel: Se trabajó en el fundo Colana con un viñedo de 1800 plantones con 6 años de producción, con un parrón franca.

Negra Criolla: Se trabajó en el fundo Colana con un viñedo de 2000 plantones con 6 años de producción, con un parrón franca.

Quebranta: Se trabajó en el fundo Colana con un viñedo de 3500 plantones con 5 años de producción, con un parrón franca.

El fundo Colana se encuentra a una altitud de 1410 m.s.n.m. con un suelo franco arenoso, temperatura máxima de 35.3°C y temperatura mínima de 16.2°C (SENAMHI, 2017).

3.4.2. La muestra

Así mismo Villalpando et al. (2014) mencionan que para la determinación de Madurez tecnológica, se toma una muestra de 100 bayas como mínimo por campo de cultivo, del mismo modo Ojeada y Piere (1997) determinaron que se puede tomar como 120 bayas para el mismo análisis. Por lo que se recolectó una muestra de 200 bayas para variedad Moscatel, Negra Criolla y 300 para la variedad quebranta.

3.5. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS

3.5.1. Equipos

- Refractómetro Abbe R12
- Computadora Personal Toshiba
- Cámara fotográfica de 21 mega pixels Canon
- Balanza analítica de precisión de 0.01g MRC
- pH metro 0.00-14.00

3.5.2. Materiales de Laboratorio

- Bolsas de polietileno de alta densidad
- Soporte Universal
- Gancho doble tipo mariposa

- Tijeras de poda de 15 cm.
- Vaso de precipitados, de 20 mL
- Vaso de precipitados, de 100 mL.
- Bureta graduada, de 25 mL
- Matraces Erlenmeyer, de 200 ml
- Papel filtro
- Embudo

3.5.3. Reactivos

- Solución alcalina estándar (NaOH a 0.1M)

3.5.4. Software

- ImageJ

3.5.5. Recolección de datos

La recolección de datos está determinada en los siguientes cuadros:

Cuadro 5. Matriz de desarrollo

tiempo	**Var. Moscatel**								
	°Brix			**Acidez**			**Color**		
28 dic.	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3
04 ene.	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3
11 ene.	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3
18 ene.	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3
24 ene.	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3
27 ene.	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3
31 ene.	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3
03 feb.	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3
07 feb.	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3

Fuente: Elaboración propia

Donde R es repetición

Cuadro 6. Matriz de desarrollo

tiempo	Var. Negra Criolla								
	°Brix			Acidez			Color		
28 dic.	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3
04 ene.	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3
11 ene.	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3
18 ene.	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3
24 ene.	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3
27 ene.	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3
31 ene.	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3
03 feb.	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3
07 feb.	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3

Fuente: Elaboración propia

Donde R es repetición

Cuadro 7. Matriz de desarrollo

tiempo	Var. Quebranta								
	°Brix			Acidez			Color		
11 ene.	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3
18 ene.	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3
25 ene.	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3
01 feb.	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3
09 feb.	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3
16 feb.	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3
23 feb.	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3
02 mar.	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3
07 mar.	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3
10 mar.	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3
14 mar.	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3
17 mar.	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3

Fuente: Elaboración propia

Donde R es repetición

3.6. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL

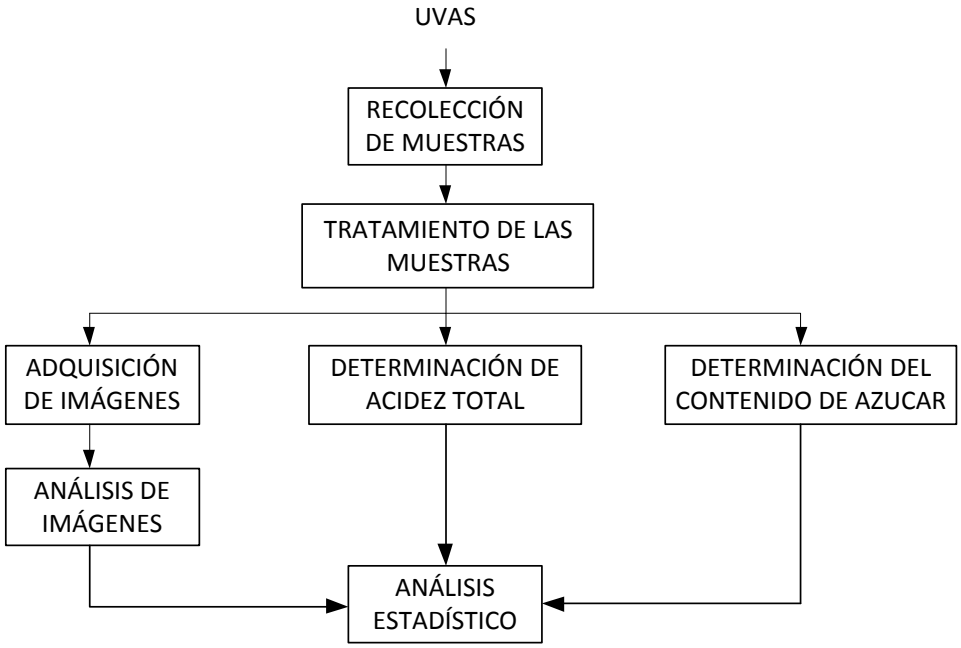


Figura 9. Diseño del trabajo experimental
Fuente: Elaboración Propia

La metodología mostrada en la figura 9 se detalla a continuación:

3.6.1. MUESTREO (CTVV, 2010)

Se realizó un muestreo primero semanalmente, luego dos veces por semana. Muestreando de manera aleatorio del parrón, con la finalidad de realizar un muestreo representativo, se recorrió entre hileras realizando un muestreo al azar en zigzag tal como lo muestra la figura 10, tomando 6 plantas por hilera.

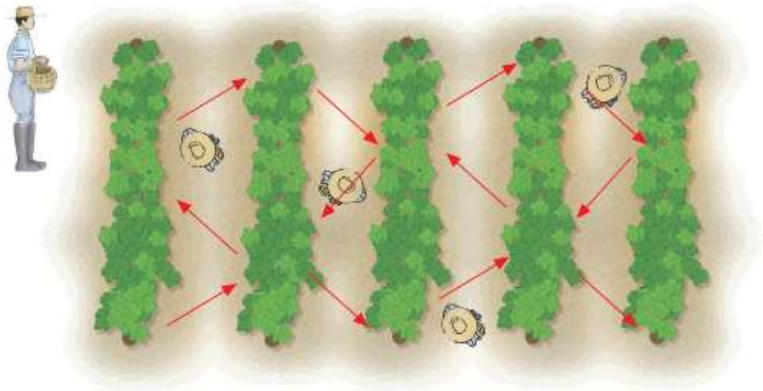


Figura 10. Metodología de muestreo en campo
Fuente: CTVV (2010)

Al momento de estar frente a la planta, se abordó volumétricamente, es decir, se muestreó bayas tanto en las zonas externas como internas del parrón. Es muy importante muestrear plantas tanto vigorosas como no vigorosas dentro de un sector homogéneo.

El racimo fue tratado como un cilindro, de modo tal de obtener bayas representativas de todo el volumen de racimo (figura 11).

Se recolectaron 5 bayas por racimo en el siguiente orden: dos bayas desde los hombros del racimo, dos bayas desde el sector medio del racimo y 1 baya desde la parte inferior del racimo.

Se recolectaron un total de 200 bayas para la variedad Moscatel y Negra Criolla, y 300 para la variedad Quebranta.

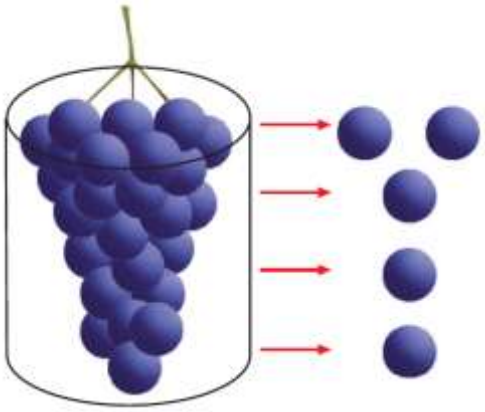


Figura 11. Muestreo del racimo
Fuente: CTVV (2010)

Las muestras se transportaron refrigeradas en una caja de poli estireno.

3.6.2. TRATAMIENTO DE LA MUESTRA (Ramirez y Gonzales, 2012)

La extracción del mosto se realizó mediante una prensa manual, sin llegar a la rotura de las semillas.

Filtrando el mosto mediante un tamiz pequeño.

Dejar reposar el mosto durante 15 a 20 minutos para que se produzca la decantación de partículas sólidas de mayor tamaño.

Transcurrido el tiempo se llevó el contenido clarificado en otro recipiente, para realizar los análisis correspondientes.

3.6.3. ADQUISICIÓN DE IMÁGENES (Medina et al. 2010)

En la figura 12, se muestra una cámara a color con una resolución de 21 mega pixeles es usada para grabar fotografías en vista superior (siempre en la misma posición). Las imágenes fueron tomadas a mano (0.4 m entre cámara y objetivo) con iluminación natural (10:00 – 12:00 horas). Así mismo el fondo de la fotografía fue blanco.

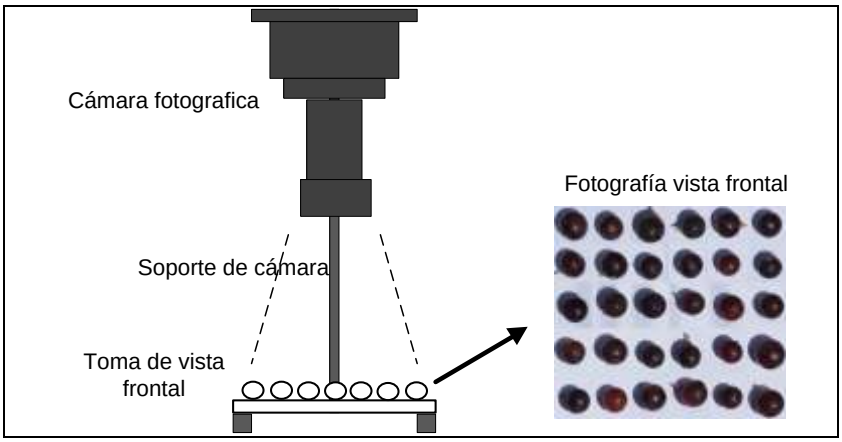


Figura 12. Sistema de Adquisición de Imágenes
Fuente: Elaboración propia

3.6.4. DETERMINACIÓN DE LA ACIDEZ TITULABLE (García, 1990)

En un vaso precipitado de 100 o 250 ml, se colocó 20 ml de la muestra clarificada.

Se procedió a la valoración con hidróxido de sodio 0.1 M contenido en una bureta, midiendo simultáneamente el pH de la solución con un electrodo sumergido en la misma, y conectado a su correspondiente medidor (previamente calibrado).

Cuando se alcanzó el valor de pH 7.0 a la temperatura de 20 °C, se detendrá la adición del reactivo, el tiempo de la valoración debe durar, al menos unos 5 minutos.

La fórmula para el cálculo en mili equivalente por litro es:

$$\text{Acidez} = 10 * \text{n}$$

Para expresar la acidez en gramos de ácido tartárico por Litro, la formula a aplicar es:

$$\text{Acidez} = 0.75 * \text{n}$$

Donde n es el volumen del reactivo gastado.

3.6.5. DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE AZÚCARES (°BRIX) (García, 1990)

Medida de índice de refracción y conversión en grados °Brix y/o contenido de azúcar mediante tablas.

Se colocó el refractómetro en un lugar iluminado con luz difusa o frente a una luz artificial.

Se ajustó el instrumento colocando unas gotas de agua destilada entre los primas, el índice de refracción deberá ser 1,3330; si no es así corregir adecuadamente la lectura.

Se tomó con una pipeta un poco de zumo de uva y se colocó unas gotas entre los prismas del refractómetro, midiendo así el índice de refracción.

La expresión de resultados se obtuvo mediante la tabla 1 (anexo II).

3.6.6. ANÁLISIS DE IMÁGENES

Las imágenes tomadas, fueron procesadas, usando el programa gratuito ImageJ (http://imagej.nih.gov/ij/).

Las imágenes fueron llevadas a valores numéricos de la siguiente manera: a) desde el centro de cada una de las bayas con un área circular (área de toda la baya), obteniendo el valor medio de RGB, obtenidos por el programa

ImageJ, del mismo modo se halló valores de HSL, HSV y L*a*b*, mediante una aplicación en línea Color Converter (http://colormine.org), b) se determinó el factor de corrección de iluminación mediante la división del ratio de la densidad integrada de la toma (determinada área del fondo de la imagen y se lo dividió con la densidad de la misma) mediante la siguiente ecuación:

$$\text{Factor} = \frac{\text{ratio}_s}{\text{ratio}_b}$$

Dónde: ratio_s es el ratio de las imágenes y ratio_b es el ratio de la imagen de referencia.

c) se determinó la Distancia de Euclides (ED) que es la distancia entre dos puntos de un espacio (Abderrahim et al. 2016).

$$\text{ED} = \sqrt[2]{(\text{R}_s - \text{R}_b)^2 + (\text{G}_s - \text{G}_b)^2 + (\text{B}_s - \text{B}_b)^2}$$

Dónde: $\text{R}_s, \text{G}_s, \text{B}_s$ son los valores calculados de las imágenes y $\text{R}_b, \text{G}_b, \text{B}_{bs}$ son los valores de la imagen de referencia (más verde o primera imagen tomada).

d) Se multiplico ED por el factor de corrección.

3.6.7. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

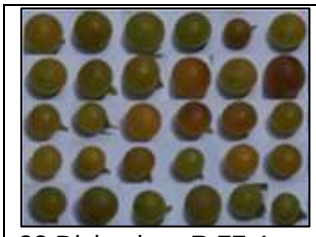
El análisis estadístico se determinó por medio de un análisis de regresión, de la relación entre la concentración de grados Brix y la distancia de Euclides, también la relación entre la concentración de acidez total y la distancia de Euclides.

IV. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

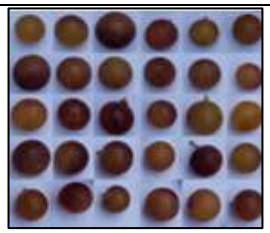
4.1. RESULTADOS

4.1.1. Madurez de uva a través del color en imagen

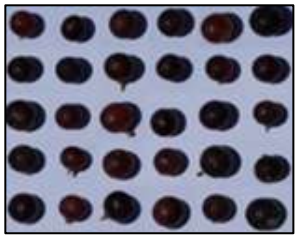
Se determinó los valores promedio RGB de las imágenes tomadas (Figura 13, 14 y 15), obteniendo los siguientes resultados:



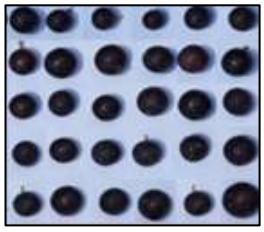
28 Diciembre: R:77.4; G:63.7; B:23.5
°Brix: 9.33; Acidez: 22.70



18 Enero: R:79.3; G:44.6; B:33.2
°Brix: 13.17; Acidez: 9.59



03 Febrero: R:24.9; G:15.9; B:20.6
°Brix: 21.17; Acidez: 5.19



07 Febrero: R:30.9; G:16.9; B:21.2
°Brix: 21.33; Acidez: 5.06

Figura 13. Ejemplos de fotografías analizadas variedad Moscatel
Fuente: Elaboración Propia

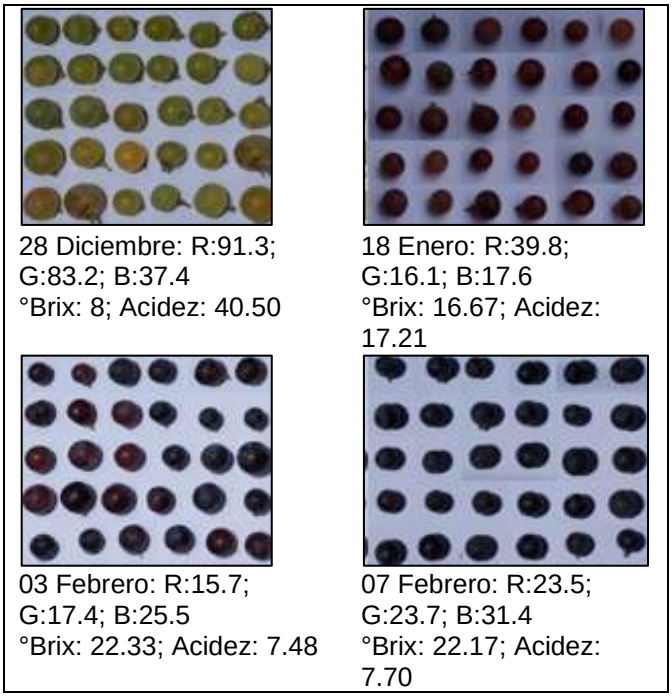


Figura 14. Ejemplos de fotografías analizadas variedad Negra Criolla
Fuente: Elaboración Propia

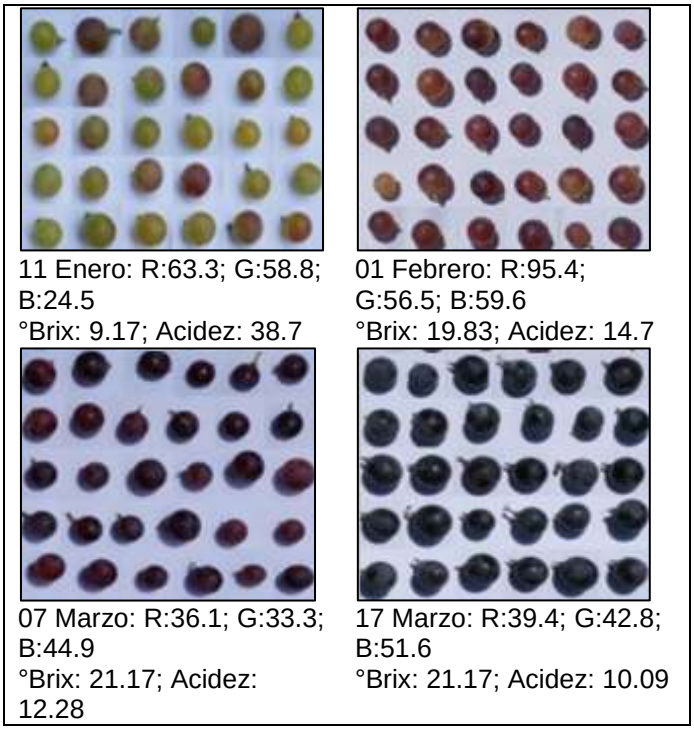


Figura 15. Ejemplos de fotografías analizadas variedad Quebranta
Fuente: Elaboración Propia

Cuadro 8. Valores RGB var. Moscatel

Fotografía	valores de color promedio		
	R	G	B
28 Dic. 2016	77.013	63.537	20.544
04 Ene. 2017	74.299	50.343	19.317
11 Ene. 2017	68.873	42.528	20.781
18 Ene. 2017	80.897	46.311	33.237
24 Ene. 2017	57.078	30.599	37.749
27 Ene. 2017	33.727	29.368	39.506
31 Ene. 2017	49.586	32.163	36.738
03 Feb. 2017	25.342	16.028	20.109
07 Feb. 2017	32.706	17.561	21.578

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro 9. Valores RGB var. Negra Criolla

Fotografía	valores de color promedio		
	R	G	B
28 Dic. 2016	93.560	85.596	36.772
04 Ene. 2017	78.031	63.196	27.334
11 Ene. 2017	63.945	43.865	26.813
18 Ene. 2017	40.306	16.255	17.514
24 Ene. 2017	43.431	31.664	40.925
27 Ene. 2017	30.107	30.333	40.507
31 Ene. 2017	41.959	39.183	47.271
03 Feb. 2017	15.644	17.235	21.659
07 Feb. 2017	23.622	23.827	31.451

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro 10. Valores RGB var. Quebranta

Fotografía	valores de color promedio		
	R	G	B
11 Ene. 2017	63.570	59.279	23.729
18 Ene. 2017	108.548	96.281	56.288
25 Ene. 2017	83.512	46.801	35.819
01 Feb. 2017	97.056	56.914	59.387
09 Feb. 2017	46.171	26.973	32.920
16 Feb. 2017	58.291	31.878	41.410
23 Feb. 2017	46.402	26.600	38.127
02 Mar. 2017	37.227	25.968	42.794
07 Mar. 2017	37.057	34.799	46.245
10 Mar. 2017	33.217	34.686	41.682
14 Mar. 2017	38.736	42.818	50.480
17 Mar. 2017	29.758	31.418	39.132

Fuente: Elaboración Propia

Como se observa en los cuadro 8, 9 y 10 los valores del espacio de color RGB, van disminuyendo significativamente conforme el color de la uva se uniformiza (virando de verde amarillento a rojo azulado) o madurando a partir de la primera fotografía (verde amarillento) hasta la fotografía 9 (rojo azulado) (cuadro 6 y 7) y hasta la fotografía 12 (cuadro 8), tal como Abderrahim et al. (2016) propone usar el espacio de color RGB en su estudio en el que avaluó la variación del color sobre el incremento del volumen de reacción de la curva estándar de ácido gálico, en el cual obtuvo valores de color RGB usando un escaneo digital de las muestras de ácido gálico, con valores RGB altos para colores claros (blanco) y valores RGB bajos para colores oscuros (morado) en su estudio de evaluación colorimétrica de la variación del color en la curva estándar de ácido gálico, como nuevo método para determinar la capacidad reductora de los alimentos.

Los valores RGB obtenidos fueron llevados a un análisis de coeficiente de variabilidad (Anexo III) demostrando la baja variabilidad (menor a 0.05) y posteriormente convertidos a formatos de color HSL, HSV y L*a*b* de imágenes (Anexo IV) con la finalidad de realizar una comparación entre estos modelos y/o espacios de color, tal como Avila et al. (2014) trabajó en su estudio de estimación de madurez fenólica de uva, al transformar los valores de los pixeles de las imágenes de semillas de uva tomadas, a varios modelos de color (RGB, HSV, YIQ, XYZ, Lab, entre otros), para determinar las imágenes más relevantes, seleccionando el color de las semillas, para posteriormente estimar el grado de madurez fenólica mediante la variación del color de la semilla.

Posteriormente se obtuvo el factor de corrección de iluminación obtenida del fondo de la imagen:

Cuadro 11. Factor de Corrección de Iluminación

Factor corrección iluminación variedad Moscatel	factor de corrección iluminación variedad Negra Criolla	factor de corrección iluminación Variedad Quebranta
1	1	1
0.931	0.824	1.414
0.900	0.796	1.349
1.127	0.843	1.383
1.248	1.162	1.221
1.247	1.086	1.421
1.284	1.207	1.355
1.009	0.946	1.253
1.075	1.021	1.403
		1.392
		1.477
		1.324

Fuente: Elaboración propia

Los valores de la Distancia de Euclides (ED) obtenidos en los diferentes espacios de color fueron multiplicados por el factor de corrección de iluminación obteniendo una distancia de Euclides corregida:

Cuadro 12. Distancia de Euclides var. Moscatel

Fotografía	ED RGB	ED HSL	ED HSV	ED LAB
28 Dic. 2016	0.00	0.00	0.00	0.00
04 Ene. 2017	12.587	11.678	9.888	8.092
11 Ene. 2017	20.282	16.039	15.874	12.940
18 Ene. 2017	24.516	37.021	33.928	21.644
24 Ene. 2017	52.616	43.556	31.499	39.973
27 Ene. 2017	72.732	80.639	64.302	45.545
31 Ene. 2017	57.387	54.787	34.400	39.599
03 Feb. 2017	70.826	35.282	11.218	35.511
07 Feb. 2017	68.666	37.204	24.750	36.877

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro 13. Distancia de Euclides var. Negra Criolla

Fotografía	ED RGB	ED HSL	ED HSV	ED LAB
28 Dic. 2016	0.00	0.00	0.00	0.00
04 Ene. 2017	23.770	9.070	6.802	8.558
11 Ene. 2017	41.489	21.258	20.212	19.047
18 Ene. 2017	75.473	42.633	40.889	33.357
24 Ene. 2017	85.700	33.995	2.388	46.769
27 Ene. 2017	91.448	81.018	74.796	46.222
31 Ene. 2017	84.705	76.753	65.033	46.606
03 Feb. 2017	99.102	79.921	76.528	42.436
07 Feb. 2017	95.424	77.121	70.337	43.822

Fuente: Elaboración Propia

La distancia de Euclides (ED), hallada en los cuadros 12 y 13 muestran un incremento ligeramente lineal, es decir que la variación de la coloración es significativamente notorio conforme a la maduración en la uva, tal como

Abderrahim et al. (2016), observaron un aumento de la distancia de Euclides lineal en su estudio donde avaluó la variación del color sobre el incremento del volumen de reacción en la curva estándar de ácido gálico, en el cual obtuvo una variación de color lineal de la imagen digital de las muestras de ácido gálico, en su estudio de evaluación colorimétrica de la variación del color en la curva estándar de ácido gálico, como nuevo método para determinar la capacidad reductora de los alimentos. Así mismo Pedreschi et al. (2007), observaron un incremento lineal de la distancia de Euclides (variación de color), al determinar la cinética de formación del color en imágenes digitales en el proceso cocción por fritura de rebanadas de papas, en su investigación de formación de color y el contenido de acrilamida en papas pre-secadas durante el proceso de freidura.

Cuadro 14. Distancia de Euclides var. Quebranta

Fotografía	ED RGB	ED HSL	ED HSV	ED LAB
11 Ene. 2017	0.00	0.00	0.00	0.00
18 Ene. 2017	94.317	29.143	7.074	24.777
25 Ene. 2017	35.675	52.594	51.612	27.332
01 Feb. 2017	67.733	73.093	65.962	37.567
09 Feb. 2017	46.172	45.583	39.435	35.744
16 Feb. 2017	46.955	43.530	38.269	43.559
23 Feb. 2017	53.686	32.214	22.097	44.026
02 Mar. 2017	58.352	42.321	33.147	45.345
07 Mar. 2017	59.660	83.820	71.997	44.709
10 Mar. 2017	59.833	121.391	112.761	41.018
14 Mar. 2017	59.152	130.723	122.161	42.982
17 Mar. 2017	61.467	112.868	105.478	40.545

Fuente: Elaboración Propia

En el cuadro 14 podemos observar, que la distancia de Euclides (ED), muestra un incremento y disminución, es decir no llegando a una variación lineal. Que a diferencia Pedreschi et al. (2007), reconocieron un aumento de la

distancia de Euclides (variación de color) lineal, al determinar la cinética de formación del color en imágenes digitales en el proceso cocción por freidura de rebanadas de papas, en su investigación de formación de color y el contenido de acrilamida en papas pre-secadas durante el proceso de freidura.

4.1.2. Madurez de uva según el contenido de Azúcar (°Brix)

Se determinó el contenido de azúcar (°Brix) para las tres variedades de uva:

Cuadro 15. °Brix variedad Moscatel

Tiempo	°Brix			Promedio	Coef. Var.
28 Dic. 2016	9.466	9.002	9.531	9.333	0.030
04 Ene. 2017	11.472	10.967	10.505	10.981	0.044
11 Ene. 2017	12.94	13.511	13.057	13.169	0.023
18 Ene. 2017	15.019	14.456	15.051	14.842	0.023
24 Ene. 2017	18.473	18.046	18.504	18.341	0.014
27 Ene. 2017	20.466	19.985	20.045	20.165	0.013
31 Ene. 2017	20.705	21.040	20.884	20.876	0.008
03 Feb. 2017	20.765	21.540	21.004	21.103	0.019
07 Feb. 2017	21.480	21.004	21.525	21.336	0.013

Fuente: Elaboración Propia

Al comparar el contenido de azúcar final de la variedad moscatel (21.336 °Brix) y quebranta (21.1925 °Brix) (cuadro 15 y 17), con respecto a lo descrito por Baudrit et al. (2015), que mencionan que el contenido de azúcar óptimo para la cosecha determinado por los expertos es de 21-23 °Brix, en su estudio de la determinación de un modelo estadístico grafico para describir la maduración de la uva, estando en el rango optimo con respecto al contenido de azúcar (°Brix) en la uva. Así mismo CTVV (2010), menciona que las concentraciones azúcar óptimas para vinificación, está dada entre el rango de 23-24 °Brix para uvas tintas, ya que se podrá obtener vinos de 13 grados de alcohol aproximadamente, en su publicación sobre el monitoreo de madurez de uva para determinar el

tiempo de su cosecha. De manera similar Ramírez y Gonzales (2012), determinaron un contenido de azúcar óptimo para la cosecha de uva variedad Syrah, con 23.6 °Brix, en su publicación sobre el control del proceso de maduración de viñedos en climas mediterráneos.

Cuadro 16. °Brix variedad Negra Criolla

Tiempo	°Brix			Promedio	Coef. Var.
28 Dic. 2016	7.495	8.484	8.029	8.000	0.061
04 Ene. 2017	10.823	11.46	11.021	11.100	0.029
11 Ene. 2017	12.048	11.92	11.536	11.830	0.023
18 Ene. 2017	13.543	14.016	13.511	13.690	0.021
24 Ene. 2017	20.045	19.503	19.805	19.780	0.014
27 Ene. 2017	20.705	20.045	20.466	20.410	0.016
31 Ene. 2017	20.884	21.54	20.705	21.040	0.020
03 Feb. 2017	22.487	21.865	22.428	22.260	0.015
07 Feb. 2017	22.014	22.546	22.073	22.210	0.013

Fuente: Elaboración Propia

Así mismo al comparar el contenido de azúcar (°Brix) final de la variedad Negra Criolla (22.21) (cuadro 16) con lo descrito por Baudrit et al. (2015), que mencionan que el contenido de azúcar óptimo para la cosecha determinado por los expertos es de 21-23 °Brix, en su estudio de la determinación de un modelo estadístico grafico para describir la maduración de la uva. Coincidiendo satisfactoriamente con respecto al contenido de azúcar (°Brix) en la uva. Similarmente Risctic e Iland (2005), indican que el contenido de azúcar adecuado para la cosecha de uva en la variedad Shiraz (tinta) es de 23-24 °Brix, en su estudio de la determinación de la relación entre el desarrollo de la semilla y baya de uva Shiraz con respecto al desarrollo de los cambios en la morfología de la semilla y la composición fenólica.

Cuadro 17. °Brix variedad Quebranta

Tiempo	°Brix			Promedio	Coef. Var.
11 Ene. 2017	9.466	9.205	9.002	9.224	0.025
18 Ene. 2017	9.531	10.084	9.921	9.845	0.029
25 Ene. 2017	12.507	12.048	11.920	12.158	0.025
01 Feb. 2017	13.511	12.94	13.484	13.312	0.024
09 Feb. 2017	16.511	17.496	16.511	16.839	0.033
16 Feb. 2017	20.045	19.503	20.015	19.854	0.015
23 Feb. 2017	19.503	20.045	19.534	19.694	0.015
02 Mar. 2017	20.645	20.825	21.004	20.825	0.009
07 Mar. 2017	20.884	21.480	20.944	21.103	0.016
10 Mar. 2017	20.944	21.451	21.004	21.133	0.013
14 Mar. 2017	21.004	21.540	20.884	21.143	0.017
17 Mar. 2017	21.540	21.0335	21.004	21.193	0.014

Fuente: Elaboración Propia

4.1.3. Madurez de la uva según el contenido de acidez total

Igualmente se halló el contenido de Acidez total (gr de ácido tartárico/L mosto) de las tres variedades de uva.

Cuadro 18. Acidez total variedad Moscatel

Tiempo	Acidez g Tartárico /L			Promedio	Coef. Var.
28 Dic. 2016	22.725	22.875	22.500	22.700	0.008
04 Ene. 2017	16.575	16.950	16.763	16.760	0.011
11 Ene. 2017	12.750	12.750	12.638	12.710	0.005
18 Ene. 2017	9.188	9.750	9.825	9.590	0.036
24 Ene. 2017	5.025	5.250	4.988	5.090	0.028
27 Ene. 2017	4.875	4.950	5.100	4.980	0.023
31 Ene. 2017	4.988	4.988	4.950	4.980	0.004
03 Feb. 2017	4.988	5.250	5.325	5.190	0.034
07 Feb. 2017	4.875	5.063	5.250	5.060	0.037

Fuente: Elaboración Propia

Como se muestra en el cuadro 18, el contenido de acidez total tiene un promedio de 5.06, que a diferencia de Baudrit et al. (2015), al recolectar información, manifestaron que el contenido de acidez total adecuado para la cosecha es de 3.8-4 en uvas en general, en su estudio de la determinación de un modelo estadístico grafico para describir la maduración de la uva. Al igual que CTVV (2010), indica que el contenido de acidez total para la cosecha es de 4-4.5 en uvas tintas, en su publicación sobre el monitoreo de madurez de uva para determinar el tiempo de su cosecha. Del mismo modo Ramirez y Gonzales (2012), determinaron un contenido de acidez total, para la variedad Syrah de 6.5 de g/L, en su publicación sobre el control del proceso de maduración de viñedos en climas mediterráneos.

Cuadro 19. Acidez total variedad Negra Criolla

Tiempo	Acidez g Tartárico /L			Promedio	Coef. Var.
28 Dic. 2016	40.875	39.750	40.875	40.500	0.016
04 Ene. 2017	31.237	32.625	31.500	31.790	0.023
11 Ene. 2017	24.000	21.750	22.500	22.750	0.050
18 Ene. 2017	17.250	17.100	17.288	17.210	0.006
24 Ene. 2017	11.250	10.950	11.175	11.130	0.014
27 Ene. 2017	8.400	8.175	8.250	8.280	0.014
31 Ene. 2017	7.763	7.350	7.313	7.480	0.033
03 Feb. 2017	8.250	7.500	7.350	7.700	0.062
07 Feb. 2017	8.100	7.425	7.500	7.680	0.048

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro 20. Acidez total variedad Quebranta

Tiempo	Acidez g Tartárico /L			Promedio	Coef. Var.
11 Ene. 2017	38.250	39.225	38.625	38.70	0.013
18 Ene. 2017	33.600	33.900	33.675	33.73	0.005
25 Ene. 2017	23.250	24.000	24.000	23.75	0.018
01 Feb. 2017	20.250	20.625	20.625	20.50	0.011
09 Feb. 2017	15.000	14.475	14.625	14.70	0.018
16 Feb. 2017	14.588	14.925	13.875	14.46	0.037
23 Feb. 2017	14.250	14.100	13.50	13.95	0.028
02 Mar. 2017	13.125	12.525	12.375	12.68	0.031
07 Mar. 2017	12.380	12.530	11.930	12.28	0.025
10 Mar. 2017	11.630	11.670	11.690	11.66	0.003
14 Mar. 2017	11.700	11.480	11.550	11.58	0.010
17 Mar. 2017	10.990	10.880	10.840	10.90	0.007

Fuente: Elaboración Propia

Como se puede observar los cuadros 19 y 20 las variedades de uva Negra Criolla y Quebranta. El contenido de acidez total es elevado, con 7.68 y 10.90 respectivamente, y al compararlo con el contenido de acidez total optima indicado por Baudrit et al. (2015), que indican el contenido de acidez total en un rango de 3.8-4 g L^{-1} para la cosecha de uvas, luego de realizar una recolección de datos dictada por expertos, en su estudio de la determinación de un modelo estadístico grafico para describir la maduración de la uva. Al igual que CTVV (2010), indica que el contenido de acidez total para la cosecha es de 4-4.5 en uvas tintas, en su publicación sobre el monitoreo de madurez de uva para determinar el tiempo de su cosecha, sin embargo Esteban, (1995) menciona que la acidez total de la uva, suele estar comprendidos entre 3.0-7.5 g/L (Expresado en ácido tartárico).

El contenido elevado de acidez mostrado en los cuadros anteriores, puede ser causado por el riego temprano de la vid (antes de la maduración), lo que aumenta la producción del fruto, pero disminuyendo el contenido de azúcar, y un alto contenido de acidez. Así mismo la ausencia, o la escases de potasio en el terreno de cultivo, provoca que la acidez no disminuya durante la maduración, ya que este provoca la regulación de la acidez en la uva, ya que Esteban, (1995), hallo una acidez de 4.48-6.33 en la variedad Tempranillo, en su trabajo de variaciones en la composición química de las bayas tempranillo durante la maduración en diferentes sistemas de conducción.

4.1.4. Madurez de la uva según la relación del color en imagen del fruto con el contenido de azúcar (°Brix) y contenido de acidez total

La determinación de la relación de la variación de color en los diferentes espacios de color (ED) con el contenido de azúcar (°Brix) y acidez total se determinó mediante una regresión lineal, resultando que las variedades Moscatel y Negra Criolla fueron las que se demostraron tener una buena relación entre la variación del color de los modelos de color RGB y L*a*b*, con el contenido de azúcar (°Brix) y acidez como se muestra a continuación:

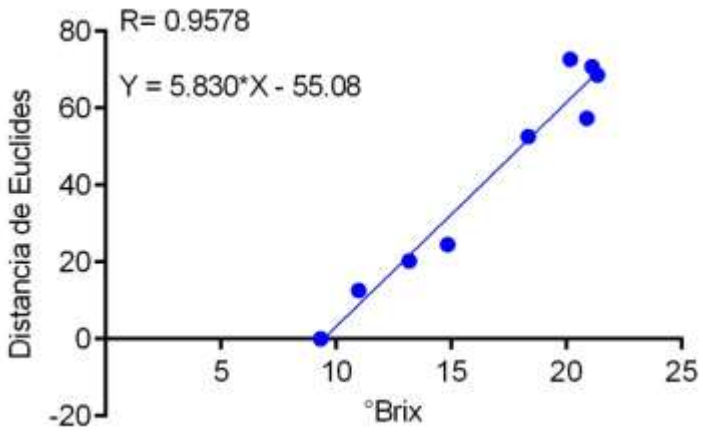


Figura 16. ED (RGB) vs °Brix var. Moscatel

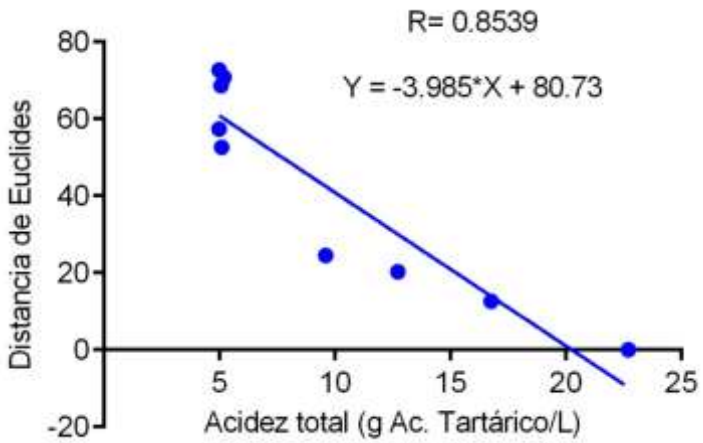


Figura 17. ED (RGB) vs Acidez total var. Moscatel

En la figura 16 podemos apreciar que la variación de color en el espacio RGB está directamente relacionada con el contenido de azúcar (°Brix), ya que el coeficiente de correlación es de 0.9578, y el análisis de varianza genero un nivel de significancia p=0.00001, inferior al nivel de significancia de 0.05 y la figura 17 indica que la variación de color está ligeramente ligada a la disminución del contenido de acidez total, con un coeficiente de correlación de 0.8539, y un nivel de significancia p= 0.0004, inferior al nivel de significancia de 0.05. Al igual que Abderrahim et al. (2016), determinaron la relación de la variación de color en el espacio de color RGB sobre el incremento a diferentes volúmenes de reacción de la curva estándar ácido Gálico, logrando obtener un coeficiente de correlación

de mayores a 0.9839, en su investigación sobre la evaluación colorimétrica de la variación del color en la curva estándar de ácido gálico, como nuevo método para determinar la capacidad reductora de los alimentos.

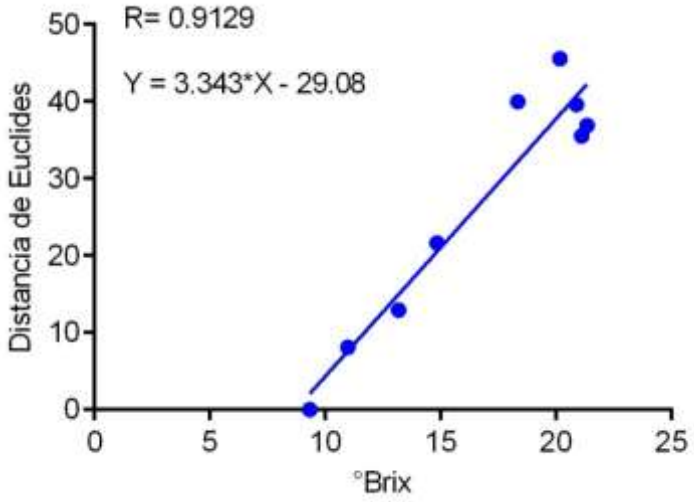


Figura 18. ED (L*a*b*) vs °Brix var. Moscatel

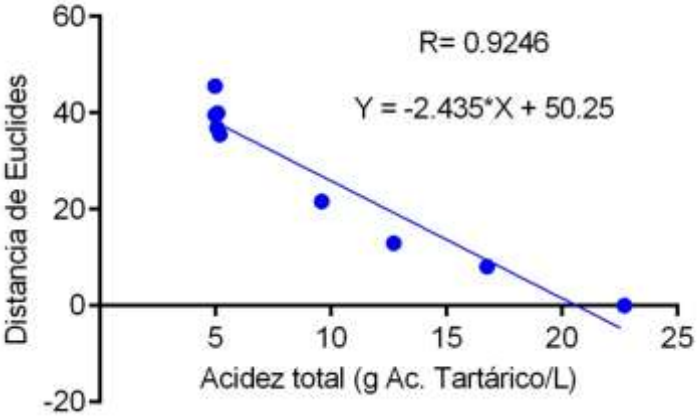


Figura 19. ED (L*a*b*) vs Acidez total var. Moscatel

La figura 18 y 19 muestran una relación directa entre la variación del color (ED) en el espacio L*a*b* y el contenido de azúcar y acidez, con un coeficiente de correlación de 0.9112 y 0.9246 respectivamente, y el análisis de regresión genero un nivel de significancia p= 0.0001, inferior al nivel de significancia 0.05. A diferencia de Pedreschi et al. (2006), que al determinar la relación del contenido de acrilamida con parámetros de color L* y a* en la papa frita a 150 y

170 °C, hallaron coeficiente de correlación de 0.788 y 0.833, en su estudio sobre el contenido de acrilamida y desarrollo de color en tiras de papas fritas.

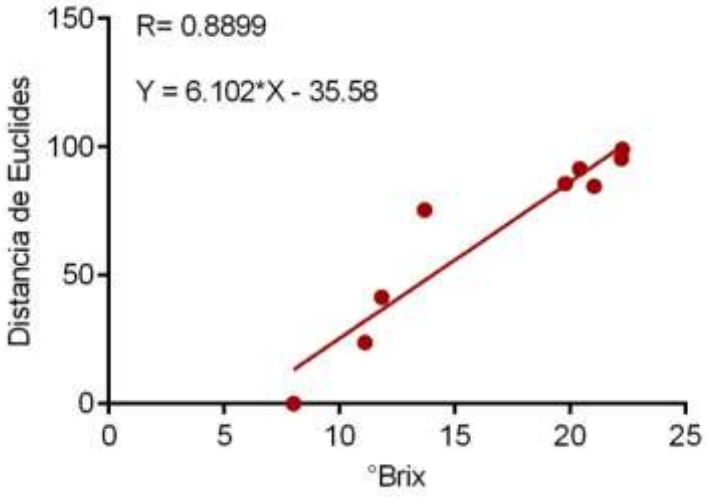


Figura 20. ED (RGB) vs °Brix var. Negra Criolla

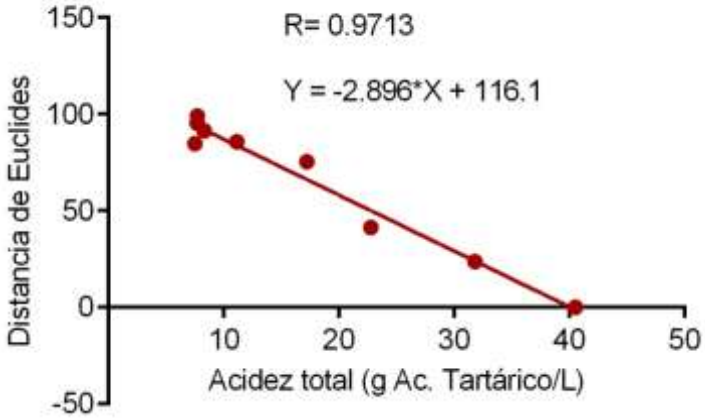


Figura 21. ED (RGB) vs Acidez total var. Negra Criolla

La variedad de uva Negra Criolla, la variación de color en la uva Negra Criolla en el espacio RGB, relacionado con la variación del contenido de azúcar (figura 20), señala que una relación fuerte, ya que el coeficiente de correlación es 0.8899 y el nivel de significancia p=0.0002, inferior al asignado(0.05). Que a diferencia de la relación con la variación del contenido de acidez total (figura 21) es elevada, ya que el coeficiente de correlación es 0.9713, y un nivel de significancia p menor a 0.0001, inferior al asignado (0.05). Tal como Abderrahim

et al. (2016), determinaron que la relación de la variación de color en el espacio de color RGB sobre el incremento a diferentes volúmenes de reacción de la curva estándar ácido Gálico, logrando obtener un coeficiente de correlación de mayores a 0.9839, en su investigación sobre la evaluación colorimétrica de la variación del color en la curva estándar de ácido gálico, como nuevo método para determinar la capacidad reductora de los alimentos.

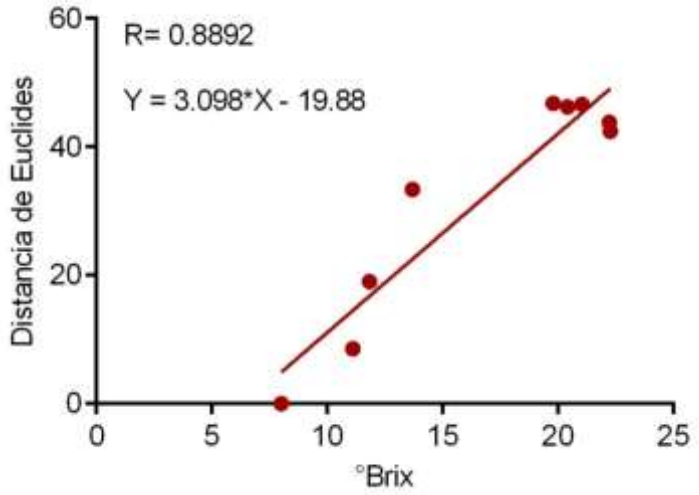


Figura 22. ED (L*a*b*) vs °Brix var. Negra Criolla

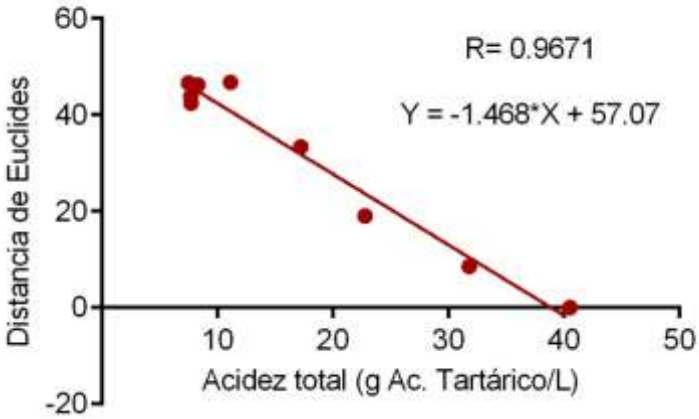


Figura 23. ED (L*a*b*) vs Acidez total var. Negra Criolla

La relación de la variación del color de uva de la variedad Negra Criolla en el espacio de color L*a*b*, con la variación del contenido de azúcar (°Brix)

(figura 22), es menor con respecto a la relación de la variación de color con la variación de acidez (figura 23), ya que el coeficiente de correlación 0.8892 para el primero y 0.9671 para el segundo, y un nivel de significancia p=0.0001 para ambos casos, inferior al nivel de significancia a 0.05, tal como Pedreschi et al (2005), al relacionar los cambios de color en el espacio de color L*a*b* con la formación de acrilamida en el proceso de freidura de rebanadas de papas, obtuvo coeficientes de correlación mayores al 0.98, en su estudio en el que determino los cambios de color y la formación de acrilamida en rebanadas de papas fritas.

La variación de color de uva de la variedad Quebranta en los espacios RGB, HSL y HSV (Anexo V), relacionado con la variación del contenido de azúcar (°Brix) y con el contenido de acidez total. Da como resultado que la relación es muy baja y casi nula en algunas. A diferencia de las antes mencionado, la variación de color en la uva Quebranta en el espacio L*a*b* (Figura 24 y 25), relacionado con la variación del contenido de azúcar (°Brix) y el contenido de acidez total. Resulta ser una relación baja y ligera, ya que el coeficiente de correlación es 0.7273 y 0.8557 respectivamente, que a diferencia de Pedreschi et al (2005), al relacionar los cambios de color en el espacio de color L*a*b* con la formación de acrilamida en el proceso de freidura de rebanadas de papas, obtuvo coeficientes de correlación mayores al 0.98, en su estudio en el que determino los cambios de color y la formación de acrilamida en rebanadas de papas fritas.

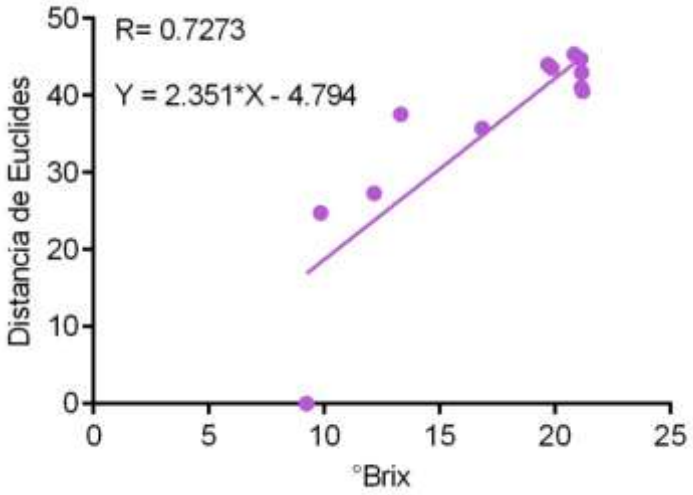


Figura 24. ED (L*a*b*) vs °Brix var. Quebranta

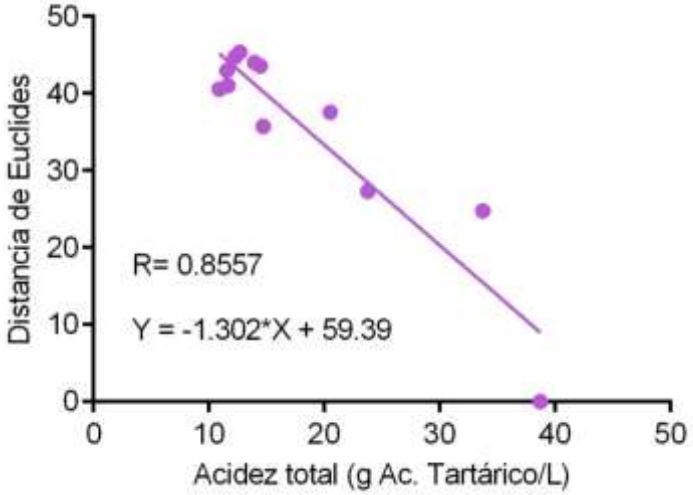


Figura 25. ED (L*a*b*) vs Acidez total var. Quebranta

Obteniendo el siguiente resumen:

Cuadro 21. Resumen R cuadrado variedad Moscatel

	Coeficiente de correlación (R cuadrado) Variedad Moscatel			
	°Brix	p*	Ac. Total	p*
RGB	0.9578	0.0001	0.8539	0.0004
HSL	0.6303	0.0108	0.6835	0.006
HSV	0.3324	0.1041	0.4459	0.0494
L*a*b*	0.9129	0.0001	0.9246	0.0001

Fuente: Elaboración Propia
p* es nivel de significancia estimado por análisis de varianza

Cuadro 22. Resumen R cuadrado variedad Negra Criolla

	Coeficiente de correlación (R cuadrado) Variedad Negra Criolla			
	°Brix	p*	Ac. total	p*
RGB	0.8899	0.0001	0.9713	0.0001
HSL	0.845	0.0005	0.8392	0.0005
HSV	0.5995	0.0143	0.6106	0.0129
L*a*b*	0.8892	0.0001	0.9671	0.0001

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 23. Resumen R cuadrado variedad Quebranta

	Coeficiente de correlación (R cuadrado) Variedad Quebranta			
	°Brix	p*	Ac. total	p*
RGB	0.0542	0.4665	0.09146	0.3394
HSL	0.4003	0.0272	0.4497	0.0170
HSV	0.3906	0.0298	0.448	0.0173
L*a*b*	0.7273	0.0004	0.8557	0.0001

Fuente: Elaboración propia

El cuadro 21, 22 y 23 muestra que el mejor espacio de color a trabajar para determinar el estado de madurez de uva, es el espacio RGB y L*a*b*, tal como Abderrahim et al. (2016), trabajaron en el espacio de color RGB, en su investigación sobre la evaluación colorimétrica de la variación del color en la curva estándar de ácido gálico, como nuevo método para determinar la capacidad reductora de los alimentos. Y Pedreschi et al (2005), trabajaron en el

espacio de color L*a*b*, en su estudio en el que determino los cambios de color y la formación de acrilamida en rebanadas de papas fritas.

Consecuentemente se determinó las siguientes cartillas de colores:

Cuadro 24. Variación de color, °Brix y Acidez total de uva de la variedad Moscatel

Color	Acidez total (g de Ac. Tartárico/L) (± 1.78)	°Brix (±1.37)
	27.70	9.333
	16.76	10.981
	12.71	13.169
	9.59	14.842
	5.09	18.341
	4.98	20.165
	4.98	20.876
	5.19	21.103
	5.06	21.336

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro 25. Variación de color, °Brix y Acidez total de uva de la variedad Negra Criolla

Color	Acidez total (g de Ac. Tartárico/L) (± 1.34)	°Brix (± 2.32)
	40.50	8.00
	31.79	11.10
	22.75	11.83
	17.21	13.69
	11.13	19.78
	8.28	20.41
	7.48	21.04
	7.70	22.26
	7.68	22.21

Fuente: Elaboración Propia

La generación de escalas de colores de las variedades Moscatel y Negra Criolla (cuadros 24 y 25), puede ser usada para determinar la madurez, tal como Avila et al. (2015) generó escalas de colores para la semilla de la uva, mediante un análisis de la variación del color en imágenes de las semillas de uva, logrando generar una escala de colores que permita estimar la madurez de uva, en su estudio un método para generar escalas de colores que permita determinar la madurez de frutas.

4.2. CONCLUSIONES

La relación de la variación de color, con respecto al contenido de azúcar (°Brix), y contenido de acidez total, de la variedad Moscatel, es viable, ya que posterior al análisis de regresión, presentó un coeficiente de correlación de 0.9858 y 0.8848 para el espacio de color RGB, igualmente un coeficiente de correlación de 0.9112 y 0.9246 para el espacio de color L*a*b*. al igual para la uva Negra Criolla con un coeficiente de correlación de 0.8479 y 0.9745 para el espacio de color RGB y 0.8887, 0.9671 para el espacio de color L*a*b*. Sin embargo la relación del color (RGB, HSL, HSV), con el contenido de azúcar (°Brix), como el contenido de acidez total, para la variedad Quebranta, no es viable, ya que realizado en análisis de regresión, resultó un coeficiente de correlación de 0.7302 y 0.8557 solo para el espacio de color L*a*b*.

El color de la uva, de las variedades Moscatel y Negra Criolla, puede ser usada para determinar la madurez de la uva, ya que su color durante el proceso de maduración varía notablemente, el cual puede ser relacionado con otros indicadores de madurez. Que por al contrario, el color de la uva variedad Quebranta, no se puede usar para determinar la madurez de la uva, ya que no muestra variaciones de color no son notorias, lo que conlleva a que se debe proceder a la búsqueda de otros métodos que permitan determinar la madurez de esta variedad de uva.

El contenido de azúcar (°Brix) de las variedades Moscatel, Negra Criolla y Quebranta, fue avanzando significativamente, hasta llegar a mantenerse en un promedio de 22 °Brix, llegando a un contenido de azúcar óptimo de madurez según la literatura, el cual puede ser relacionado con otros indicadores de madurez.

El contenido de acidez total (g ácido tartárico/L), de las variedades Moscatel y Negra Criolla y Quebranta, estuvieron por encima de la acidez optima de maduración según la literatura. Esta acidez podría haber sido afectada por el manejo del campo de cultivo (bajo contenido de potasio en el suelo).

Por lo que se puede concluir que la generación y el uso de cartillas de colores como herramienta para estimar el estado de madurez de la uva son

factibles para las variedades Moscatel y Negra Criolla. Ya que el color, lo podemos usar como un indicador de madurez que estime sin el uso de equipos de análisis fisicoquímicos el contenido de azúcar (°Brix), y así mismo el contenido de acidez total. Aun así las cartillas generadas, no abarca a la toda la región Moquegua, ya que por la influencia de diversos factores (condiciones de cultivo y medioambientales), se necesita más estudios que corroboren el uso de estas cartillas en todas la zonas de la región.

4.3. RECOMENDACIONES

La aplicación de cartillas de colores, puede ser usada para determinar el estado de maduración de la uva, sin embargo se recomienda la recolección de datos de campañas posteriores, así como el estudio de diversos que factores que afectan la maduración de la uva como análisis de suelos, condiciones climáticas, tipo de parrón y condiciones de riego, con la finalidad de obtener mayor representatividad de los diversos campos de cultivo la región Moquegua, según la variedad que se investigue.

La generación de nuevas cartillas de colores para otras variedades, es recomendable, ya que se ha demostrado que el color es un buen indicador de madurez en la uva, además que el método es sencillo y económico, ya que los programas a usar se encuentran libres en internet, así mismo existen aplicaciones gratuitas para celulares que cumple funciones similares al programa ImageJ.

Se recomienda que para futuras investigaciones, crear un método de adquisición de imágenes portátil invariante a la luz y que no produzcan problemas clásicos como sombras y golpes de luz.

Los aportes del presente trabajo, podrían ser base para la creación de cartillas de colores para otras variedades de uva (tomando en consideración los factores que afectan a la maduración de la uva) con un costo bajo, ya que los programas y aplicaciones utilizadas están libres en internet. Del mismo modo con ventajas de ser objetivo y tener una gran representatividad en un viñedo.

V. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abderrahim, M., Arribas, S. M., & Condezo - Hoyos, L. (2016). A novel high-throughput image based rapid Folin-Ciocalteau assay for assessment of reducing capacity in foods. *Talanta*, 152: 82-89.

Asensio Sanchez, M. L. (2000). *Caracterización de las variedades de Vitis vinifera L. Cultivadas en extremadura, mediante estudios morfológicos, agrónomos y bioquímicos.* Madrid: Universidad Politecnica de Madrid.

Avila, F., Mora, M., Oyarce, M., Zuñiga, A., & Fredes, C. (2015). A method to construct fruit maturity color scales based on support machines for regression: Application to Olives and Grape sedds. *Journal of Food Engineering*.

Baudrit , C., Perrot, N., Brousset, J. M., Abbla, P., Guillemin, H., Perret, B., y otros. (2015). A probabilistic graphical model for describing the grape berry maturity. *Computers and Electronics in Agriculture*, 118: 124-135.

Bernnan, J. (2008). *Manual de Procesos de los alimentos.* Zaragoza España: Acribia S.A.

Cácere, H., Quispe, P., Pignataro, D., Orjeda, D., & Lacombre, T. (2017). Caracterización morfológica de variedades de vid para producción de pisco bajo condiciones de la zona media del valle de Ica, Peru. *Scientia Agripecuaria*, 8 (1):62-73.

Castleman, K. R. (1996). *Digital imaging processing englewood cliffs.* New Jersey: Pretiting Hall.

CTVV. (2010). *Muestreos de Madurez.* Chile.

Cuevas, E., Zaldivar, D., & Perez, M. (2010). *Procesamiento Digital de Imágenes usando MATLAB y Simulink.* Mexico: Alfaomega Grupo Editorial.

Dirección Regional Agraria Moquegua. (2015). *ANUARIO ESTADISTISTICO AGROPECUARIO MOQUEGUA 2015.* MOQUEGUA: Dirección Regional Agraria Moquegua.

EL COMERCIO. (07 de Abril de 2014). *Quebranta, reyna de las uvas pisqueras*. Recuperado el 02 de Junio de 2016, de

http://elcomercio.pe/blog/destilandopisco/2014/04/quebrantalareinadelasuvaspisqueras

Esteban Lazaro, A. (1995). *Variaciones de la composición química de las bayas del CV. de vid Tempranillo durante la maduración, producidas por el sistema de conducción y regimen hídrico.* Madrid: Universidad Cuplutnse de Madrid.

Garcia Barcelo, J. (1990). *Técnicas Analíticas para Vinos.* Barcelona: Romanya/Valls S.A.

Gonzales, R., & Woods, R. (1996). *Tratamiento digital de imágenes.* Washintong: Addison wesley publishing Co.

Gutierrez Luque, M. R., & Gonzalez Casado, S. (2012). *Manual de Elaboracion de Vinos en Cantabria.* Cantabria: Imprenta Regional de Cantabria.

Igarza Martinez, D. D. (2014). *Uso de técnicas de imágen en el contro de procesos de elaboración del vino.* Valencia.

INTA. (2007). *la maduración de la uva.* Argentina.

Kennedy, J. (2002). Understanding grpe berry developmente. *Winegrowing*, 1-3.

Lacoste, p., Yuri, J. A., Aranda, M., Castro, A., Quinteros, K., Solar, M., y otros. (2010). Variedades de uva en Chile y Argentina (1550-1850) Genealogía del torrontes. *Mundo Agrario*, Vol. 10: 1-36.

LAS FALCAS S.A. (2012). *Uvas pisqueras, estirpes peruanas*. Recuperado el 02 de junio de 2016, de http://estirpeperuana.com/lasuvaspisqueras/

Lasanta Melero, C. (2009). *Estudio y Aplicación de nuevos procesos para la mejora de la elaboración de vinos tintos en zonas de clima cálido.* Cádiz: Universidad de Cádiz.

Medina, W., Skurtys, O., & Aguilera, J. M. (2010). study on image analysis application for identification quinoa seeds (Chenopodium quinoa willd) geographical provenance. *LWT - Food Science and Technology*, 43: 238-246.

Meléndez, E., Ortiz, M. C., Sarabia, L. A., Íñiguez, M., & Puras, P. (2013). Modelling phenolic and technological maturities of grapes by means of the multivariate relation between organoleptic and physicochemical properties. *Analytica Chimica Acta*, 761: 53-61.

Meter Toledo. (2012). *Guía sobre la acidez.* Meter Toledo.

MINAGRI . (2017). *Anuario estadístico agropecuario Moquegua 2016.* Moquegua: GRA.

MINAGRI. (2016). *Anuario estadístico: Producción Agrícola y ganadera 2016.* Lima: SIEA.

Muñoz Robredo, P., Robledo, P., Manriquez , D., Molina, R., & G. Defilippi, B. (2011). Characterization of sugar and organic acids in commercial varieties of tables grapes. *Chileanjar*, 71 (3): 452-458.

Ojeada, M., & Piere, R. (1997). Estrategias para estimar el nivel de maduración en uvas para vinificación. *Bioagro*, 9(1): 20-25.

Panreac. (2000). *Técnicas usuales de Análisis en Enología.* España: Creacions Grafiques Canigó.

Pedreschi, F., Jorge, L., Domingo, M., Moyano, P., Pedreschi, R., Kaack, K., y otros. (2007). Color development and acrylamide content of pre-dried potato chips. *Journal of Food Engineering*, 79: 786-793.

Pedreschi, F., Kaack, K., & Granby, K. (2006). Acrylamide content and color developmente in fried potato strips. *Food Research International*, 39: 40-46.

Pedreschi, F., Mery, D., Mendoza, F., & Aguilera, J. (2004). Characterisation of potato chips using patter recognition. *Journal of Food Science*, 50: 829-831.

Pedreschi, F., Moyano, P., Kaack, K., & Granby, K. (2005). Color changues and acrylamide formation in fried potato slices. *Food Research International*, 38: 1-9.

Ramirez Perez, M., & Gonzales Caballero, V. (2012). *Control del Proceso de Maduración del Viñedo en Climas Mediterraneos.* Córdoba: Junta de Andalucia.

Reyner, A. (1995). *Manual de Viticultura 5a Ed.* Madrid: Mundi Prensa.

Ristic, R., & Iland, P. G. (2005). Relationships between seed and berry development of Vitis Vinifera L. cv Shiraz: Developmental changes in seed morphology and phenolic composition. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 11: 43-58.

Rodríguez-Pulido, F. J., Gómez-Robledo, L., Melgosa, M., Gordillo, B., González-Miret, M. L., & Heredia, F. J. (2012). Ripeness estimation of grape berries and seeds by image analysis. *Computers and Electronics in Agriculture*, 82: 128-133.

Sánchez Valenciano, D. (2014). *Análisis del sofware ImageJ para el análisis científico de imágenes.* España: Escuela Técnica superior de Ingeniería y Sistemas de Telecomunicación .

Sands, S. (2007 de Enero de 2007). *Just Paint the Nomenclature of Color*. Recuperado el 2016 de Junio de 01 , de http://oldsite.goldenpaints.com/justpaint/jp16article.php

Tenorio Sanz , D., Mateos-Aparicio, I., de Parena Lobón, J. M., Garcia Mata, M., Peres Rodriguez , M., Redondo Cuenca, A., y otros. (2014). *El vino y su análisis.* Madrid.

Toledo Herrera, V. H. (2012). *Evolución de los componentes volátiles del pisco puro Quebranta (Vitis vinifera L.) obtenidos de la destilación en falca y alambique a diferentes condiciones de aireación durante la etapa de reposo.* Lima: Universidad Nacional la Molina.

Velez Tebar, D. (2007). *Estudio de un sistema de marcadores microsatelitales para la protección y defensa legal de Variedades de Vid (Vitis vinifera L.).* Alcalá de Henares: Universidad de Alcalá.

Winkler, A. (1980). Desarrollo y composicón de frutas en: Viticultura. CESSA.

Zoffoli , J. P., & Latorre, B. A. (2011). Postharvest biology and technology of tropical and subtropical fruits. En *Tables grape (Vitis vinifera L.)* (págs. 181-184). Chile: Woodhead Publishing.

ANEXOS

Cuadro 26. Operacionalización de Variables

Problema	Objetivos	Hipótesis	variables	indicadores	metodología	Lugar de ejecución
¿Cuál será la imagen propicia en color del fruto, contenido de azúcar y acidez total que permitan determinar la madurez de uva (*Vitis Vinifera*) en las variedades Moscatel, Negra Criolla y Quebranta?	General : - Determinar la madurez de uva (*Vitis Vinifera*) en las variedades Moscatel, Negra Criolla y Quebranta mediante análisis del color en imágenes del fruto, contenido de azúcar y acidez total. Específicos: - Determinar el color en imagen del fruto apropiado que determine de madurez de uva (*Vitis Vinifera*) en las variedades Moscatel, Negra Criolla y Quebranta. - Determinar el contenido en grados Brix que corresponda a una adecuada madurez de uva (*Vitis Vinifera*) en las variedades Moscatel, Negra Criolla y Quebranta. - Determinar la acidez total que marque la madurez de uva (*Vitis Vinifera*) en las variedades Moscatel, Negra Criolla y Quebranta.	General: - La determinación de la madurez de uva (*Vitis Vinifera*) en las variedades Moscatel, Negra Criolla y Quebranta, se lograra con el análisis del color en imágenes del fruto, contenido de azúcar y acidez total. Específicos: - La determinación de la madurez de uva (*Vitis Vinifera*) en las variedades Moscatel, Negra Criolla y Quebranta, se logrará mediante análisis de color en imágenes del fruto. - La determinación de la madurez de uva (*Vitis Vinifera*) en las variedades Moscatel, Negra Criolla y Quebranta, se logrará mediante la determinación del contenido de azúcar en grados Brix. - La determinación de la madurez de uva (*Vitis Vinifera*) en las variedades Moscatel, Negra Criolla y Quebranta, se logrará mediante la determinación del contenido de acidez total.	Independiente: - Madurez Dependiente: - Color - Contenido de azúcar - Acidez	- Relación entre azúcar, acidez y color - Cambio de color - Conversión de Índice de refracción - g de Acido tartárico/L	- DCA - Análisis de Imágenes (Barrera, 2010) - GARCIA, 1990 - GARCIA, 1990	- UNAM - UNAM - UNAM - UNAM

ANEXO II

Tabla 1. Conversión de Índice de refracción a °Brix

n 20°	Grado Brix	n 20°	Grado Brix	n 20°	Grado Brix	n 20°	Grado Brix	n 20°	Grado Brix
1.3330	0.009	1.3360	2.092	1.3390	4.144	1.3420	6.165	1.3450	8.155
1.3331	078	1.3361	2.151	1.3391	4.212	1.3421	6.231	1.3451	8.221
1.3332	149	1.3362	2.230	1.3392	4.279	1.3422	6.298	1.3452	8.287
1.3333	273	1.3363	2.299	1.3393	4.347	1.3423	6.365	1.3453	8.352
1.3234	288	1.3364	2.367	1.3394	4.415	1.3424	6.432	1.3454	8.418
1.3335	0.358	1.3365	2.436	1.3395	4.483	1.3425	6.498	1.3455	8.484
1.3336	428	1.3366	2.505	1.3396	4.550	1.3426	6.565	1.3456	8.550
1.3337	498	1.3367	2.574	1.3397	4.618	1.3427	6.632	1.3457	8.615
1.3338	567	1.3368	2.642	1.3398	4.686	1.3428	6.698	1.3458	8.581
1.3339	637	1.3369	2.711	1.3399	4.753	1.3429	6.765	1.3459	8.746
1.3340	0.707	1.3370	2.779	1.3400	4.821	1.3430	6.831	1.3460	8.812
1.3341	776	1.3371	2.848	1.3401	4.888	1.3431	6.898	1.3461	8.878
1.3342	846	1.3372	2.917	1.3402	4.996	1.3432	6.954	1.3462	8.943
1.3343	915	1.3373	2.985	1.3403	5.023	1.3433	7.031	1.3463	9.002
1.3344	955	1.3374	3.053	1.3404	5.091	1.3434	7.097	1.3464	9.074
1.3345	1.054	1.3375	3.122	1.3405	5.153	1.3435	7.164	1.3465	9.139
1.3346	1.124	1.3376	3.190	1.3406	5.225	1.3436	7.230	1.3466	9.205
1.3347	1.193	1.3377	3.259	1.3407	5.293	1.3437	7.296	1.3467	9.270
1.3348	1.253	1.3378	3.327	1.3408	5.360	1.3438	7.362	1.3468	9.335
1.3349	1.332	1.3379	3.395	1.3409	5.427	1.3429	7.429	1.3469	9.400
1.3350	1.401	1.3380	3.463	1.3410	5.494	1.3440	7.495	1.3470	9.466
1.3351	1.470	1.3381	3.532	1.3411	5.582	1.3441	7.561	1.3471	9.531
1.3352	1.540	1.3382	3.600	1.3412	5.629	1.3442	7.627	1.3472	9.596
1.3353	1.509	1.3283	3.663	1.3413	5.695	1.3443	7.693	1.3473	9.661
1.3354	1.678	1.3384	3.736	1.3414	5.763	1.3444	7.759	1.3474	9.726
1.3355	1.747	1.3385	3.804	1.3415	5.830	1.3445	7.825	1.3475	9.791
1.3356	1.815	1.3386	3.872	1.3416	5.897	1.3446	7.891	1.3476	9.856
1.3357	1.885	1.3387	3.940	1.3417	5.954	1.3447	7.957	1.3477	9.921
1.3358	1.954	1.3388	4.008	1.3418	6.031	1.3448	8.023	1.3478	9.986
1.3359	2.023	1.3389	4.076	1.3419	6.098	1.3449	8.029	1.3479	10.051

Fuente: GARCIA, 1990

Continuación tabla 1.

n 20°	Grado Brix	n 20°	Grado Brix	n 20°	Grado Brix	n 20°	Grado Brix	n 20°	Grado Brix
1.3480	10.116	1.2530	13.321	1.3580	16.449	1.3630	19.503	1.3680	22.487
1.3481	10.381	1.2531	13.384	1.3581	16.511	1.3631	19.564	1.3681	22.546
1.3482	10.246	1.2532	13.448	1.3582	16.573	1.3632	19.624	1.3682	22.60E
1.3438	10.311	1.3533	13.511	1.3583	16.634	1.3633	19.684	1.3683	22.664
1.3484	10.375	1.3534	13.574	1.3584	16.696	1.3634	19.745	1.3684	22.723
1.3485	10.440	1.3535	13.637	1.3585	16.758	1.3635	19.805	1.3685	22.781
1.3486	10.505	1.3536	13.700	1.3586	16.819	1.3636	19.865	1.3686	22.840
1.3487	10.570	1.3537	13.763	1.3587	16.881	1.3637	19.925	1.3687	22.899
1.3488	10.634	1.3528	13.826	1.3588	16.943	1.3638	19.985	1.3688	22.95E
1.3489	10.699	1.3539	13.890	1.3589	17.004	1.3639	20.045	1.3689	23.017
1.3490	10.753	1.3540	13.953	1.3590	17.066	1.3640	20.106	1.3690	23.075
1.3491	10.823	1.3541	14.016	1.3591	17.127	1.3641	20.166	1.3691	23.134
1.3492	10.892	1.3542	14.079	1.3592	17.189	1.3642	20.226	1.3692	23.193
1.3493	10.957	1.3543	14.141	1.3593	17.250	1.3643	20.286	1.3693	23.251
1.3494	11.021	1.2544	14.204	1.3594	17.311	1.3644	20.346	1.3694	23.310
1.3495	11.086	1.3545	14.257	1.3595	17.373	1.3645	20.406	1.3695	23.369
1.3496	11.150	1.3546	14.330	1.3596	17.434	1.3646	20.466	1.3696	23.427
1.3497	11.215	1.3547	14.393	1.3597	17.496	1.3647	20.525	1.3697	23.486
1.3498	11.279	1.3548	14.456	1.3598	17.557	1.3648	20.585	1.3698	23.544
1.3499	11.343	1.3549	14.512	1.3599	17.618	1.3649	20.645	1.3699	23.603
1.3500	11.407	1.3550	14.581	1.3600	17.679	1.3650	20.705	1.3700	23.661
1.3501	11.472	1.3551	14.644	1.3601	17.741	1.3651	20.765	1.3701	23.720
1.3502	11.536	1.3552	14.707	1.3602	17.802	1.3652	20.825	1.3702	23.778
1.3503	11.600	1.3553	14.759	1.3603	17.863	1.3653	20.884	1.3703	23.836
1.3504	11.684	1.3554	14.832	1.3604	17.924	1.3654	20.944	1.3704	23.895
1.3505	11.723	1.3555	14.894	1.3605	17.985	1.3655	21.004	1.3705	23.953
1.3506	11.792	1.3556	14.957	1.3606	18.046	1.3656	21.063	1.3706	24.011
1.3507	11.855	1.3557	15.019	1.3607	18.107	1.3657	21.123	1.3707	24.070
1.3508	11.920	1.3558	15.082	1.3608	18.168	1.3658	21.183	1.3708	24.125
1.3509	11.984	1.3559	15.144	1.3609	18.229	1.3659	21.242	1.3709	24.186
1.3510	12.048	1.3560	15.207	1.3610	18.290	1.3660	21.302	1.3710	24.244
1.3511	12.112	1.3561	15.268	1.3611	18.351	1.3661	21.361	1.3711	24.302
1.3512	12.175	1.3562	15.332	1.3612	18.412	1.3662	21.421	1.3712	24.361
1.3513	12.240	1.3563	15.394	1.3613	18.473	1.3663	21.480	1.3713	24.419
1.3514	12.304	1.3564	15.456	1.3614	18.534	1.3664	21.540	1.3714	24.477
1.3515	12.368	1.3565	15.518	1.3615	18.595	1.3665	21.599	1.3715	24.535
1.3516	12.431	1.3566	15.581	1.3616	18.655	1.3666	21.658	1.3716	24.593
1.3517	12.495	1.3567	15.643	1.3617	18.716	1.3667	21.718	1.3717	24.651
1.3518	12.559	1.3568	15.705	1.3618	18.777	1.3668	21.777	1.3718	24.709
1.3519	12.623	1.3569	15.757	1.3619	18.837	1.3669	21.836	1.3719	24.767
1.3520	12.686	1.3570	15.829	1.3620	18.898	1.3670	21.895	1.3720	24.825
1.3521	12.750	1.3571	15.891	1.3621	18.959	1.3671	21.955	1.3721	24.883
1.3522	12.813	1.3572	15.953	1.3622	19.019	1.3672	22.014	1.3722	24.941
1.3523	12.877	1.3573	16.016	1.3623	19.080	1.3673	22.073	1.3723	24.998
1.3524	12.940	1.3574	16.078	1.3624	19.141	1.3674	22.132	1.3724	25.056
1.3525	13.004	1.3575	16.140	1.3625	19.201	1.3675	22.192	1.3725	25.114
1.3526	13.057	1.3576	16.201	1.3626	19.262	1.3676	22.251	1.3726	25.172
1.3527	13.131	1.3577	16.253	1.3627	19.322	1.3677	22.310	1.3727	25.230
1.3528	13.194	1.3578	16.325	1.3628	19.382	1.3678	22.369	1.3728	25.287
1.3529	13.258	1.3579	16.387	1.3629	19.443	1.3679	22.428	1.3729	25.345

Continuación tabla 1.

n 20°	Grado Brix	n 20°	Grado Brix	n 20°	Grado Brix	n 20°	Grado Brix	n 20°	Grado Brix
1.3730	25.403	1.3780	28.253	1.3830	31.042	1.3880	33.771	1.3930	36.442
1.3731	25.460	1.3781	28.310	1.3831	31.097	1.3881	33.825	1.3931	36.495
1.3732	25.518	1.3782	28.366	1.3832	31.152	1.3882	33.879	1.3932	36.548
1.3733	25.576	1.3783	28.422	1.3833	31.207	1.3883	33.933	1.3933	36.601
1.3734	25.633	1.3784	28.479	1.3834	31.262	1.3884	33.987	1.3934	36.654
1.3735	25.691	1.3785	28.535	1.3835	31.317	1.3885	34.040	1.3935	36.706
1.3736	25.748	1.3786	28.591	1.3836	31.372	1.3886	34.094	1.3936	36.759
1.3737	25.806	1.3787	28.648	1.3837	31.428	1.3887	34.148	1.3937	36.812
1.3738	25.863	1.3788	28.704	1.3838	31.482	1.3888	34.202	1.3938	36.865
1.3739	25.921	1.3789	28.760	1.3839	31.537	1.3889	34.256	1.3939	36.917
1.3740	25.978	1.3790	28.816	1.3840	31.592	1.3890	34.310	1.3940	36.970
1.3741	26.035	1.3791	28.872	1.3841	31.647	1.3891	34.363	1.3941	37.023
1.3742	26.093	1.3792	28.928	1.3842	31.702	1.3892	34.417	1.3942	37.075
1.3743	26.150	1.3793	28.984	1.3843	31.757	1.3893	34.471	1.3943	37.128
1.3744	26.207	1.3794	29.040	1.3844	31.812	1.3894	34.524	1.3944	37.180
1.3745	26.265	1.3795	29.096	1.3845	31.867	1.3895	34.578	1.3945	37.233
1.3746	26.322	1.3796	29.152	1.3846	31.922	1.3896	34.632	1.3946	37.286
1.3747	26.379	1.3797	29.208	1.3847	31.976	1.3897	34.685	1.3947	37.338
1.3748	26.436	1.3798	29.264	1.3848	32.031	1.3898	34.739	1.3948	37.391
1.3749	26.493	1.3799	29.320	1.3849	32.086	1.3899	34.793	1.3949	37.443
1.3750	26.551	1.3800	29.376	1.3850	32.140	1.3900	34.846	1.3950	37.495
1.3751	26.608	1.3801	29.432	1.3851	32.195	1.3901	34.900	1.3951	37.548
1.3752	26.665	1.3802	29.488	1.3852	32.250	1.3902	34.953	1.3952	37.600
1.3753	26.722	1.3803	29.544	1.3853	32.304	1.3903	35.007	1.3953	37.653
1.3754	26.779	1.3804	29.600	1.3854	32.359	1.3904	35.050	1.3954	37.705
1.3755	26.836	1.3805	29.655	1.3855	32.414	1.3905	35.114	1.3955	37.757
1.3756	26.893	1.3806	29.711	1.3856	32.468	1.3906	35.167	1.3956	37.810
1.3757	26.950	1.3807	29.767	1.3857	32.523	1.3907	35.220	1.3957	37.862
1.3758	27.007	1.3808	29.823	1.3858	32.577	1.3908	35.274	1.3958	37.914
1.3759	27.064	1.3809	29.898	1.3859	32.632	1.3909	35.327	1.3959	37.967
1.3760	27.121	1.3810	29.934	1.3860	32.686	1.3910	35.380	1.3960	38.019
1.3761	27.178	1.3811	29.989	1.3861	32.741	1.3911	35.434	1.3961	38.071
1.3762	27.234	1.3812	30.045	1.3862	32.795	1.3912	35.487	1.3962	38.123
1.3763	27.291	1.3813	30.101	1.3863	32.849	1.3913	35.540	1.3963	38.175
1.3764	27.348	1.3814	30.156	1.3864	32.904	1.3914	35.593	1.3964	38.228
1.3765	27.405	1.3815	30.212	1.3865	32.958	1.3915	35.647	1.3965	38.280
1.3766	27.462	1.3816	30.267	1.3866	33.013	1.3916	35.700	1.3966	38.332
1.3767	27.518	1.3817	30.323	1.3867	33.067	1.3917	35.753	1.3967	38.384
1.3768	27.575	1.3818	30.378	1.3868	33.121	1.3918	35.806	1.3968	38.436
1.3769	27.632	1.3819	30.434	1.3869	33.175	1.3919	35.859	1.3969	38.488
1.3770	27.688	1.3820	30.489	1.3870	33.230	1.3920	35.912	1.3970	38.540
1.3771	27.745	1.3821	30.544	1.3871	33.284	1.3921	35.965	1.3971	38.592
1.3772	27.802	1.3822	30.600	1.3872	33.338	1.3922	36.019	1.3972	38.644
1.3773	27.858	1.3823	30.655	1.3873	33.392	1.3923	36.072	1.3973	38.696
1.3774	27.915	1.3824	30.711	1.3874	33.446	1.3924	36.125	1.3974	38.748
1.3775	27.971	1.3825	30.766	1.3875	33.500	1.3925	36.178	1.3975	38.800
1.3776	28.028	1.3826	30.821	1.3876	33.555	1.3926	36.231	1.3976	38.852
1.3777	28.084	1.3827	30.876	1.3877	33.609	1.3927	36.284	1.3977	38.904
1.3778	28.141	1.3828	30.932	1.3878	33.663	1.3928	36.337	1.3978	38.955
1.3779	28.197	1.3829	30.987	1.3879	33.717	1.3929	36.389	1.3979	39.007

ANEXO III

RGB Variedad Moscatel																	
R1	R2	R3	Prom.	Desv. Est.	Coef. Var.	G1	G2	G3	Prom.	Desv. Est.	Coef. Var.	B1	B2	B3	Prom.	Desv. Est.	Coef. Var.
77.358	76.1	77.582	77.013	0.799	0.010	63.733	61.997	64.882	63.537	1.452	0.023	20.88	20.367	20.386	20.544	0.291	0.014
74.204	74.212	74.482	74.299	0.158	0.002	50.161	50.929	49.939	50.343	0.519	0.010	19.123	19.395	19.432	19.317	0.169	0.009
68.854	68.502	69.263	68.873	0.381	0.006	42.428	41.441	43.715	42.528	1.140	0.027	20.535	20.721	21.086	20.781	0.280	0.013
80.178	82.267	80.246	80.897	1.187	0.015	45.305	47.586	46.041	46.311	1.164	0.025	32.015	33.585	34.111	33.237	1.090	0.033
56.7	55.236	59.298	57.078	2.057	0.036	30.968	29.972	30.857	30.599	0.546	0.018	38.416	37.241	37.59	37.749	0.603	0.016
33.691	34.39	33.1	33.727	0.646	0.019	29.248	30.142	28.713	29.368	0.722	0.025	39.392	40.337	38.79	39.506	0.780	0.020
48.848	50.075	49.835	49.586	0.650	0.013	31.75	32.375	32.363	32.163	0.357	0.011	36.175	37.54	36.498	36.738	0.713	0.019
24.781	25.625	25.621	25.342	0.486	0.019	15.366	16.311	16.407	16.028	0.575	0.036	19.249	20.273	20.804	20.109	0.790	0.039
31.158	33.357	33.604	32.706	1.347	0.041	17.224	17.522	17.936	17.561	0.358	0.020	21.349	21.476	21.908	21.578	0.293	0.014

RGB Variedad Negra Criolla																	
R1	R2	R3	Prom.	Desv. Est.	Coef. Var.	G1	G2	G3	Prom.	Desv. Est.	Coef. Var.	B1	B2	B3	Prom.	Desv. Est.	Coef. Var.
92.412	95.316	92.952	93.5600	1.5445	0.0165	84.437	86.693	85.659	85.596	1.129	0.013	36.571	36.965	36.779	36.772	0.197	0.005
78.126	77.321	78.647	78.0313	0.6680	0.0086	63.21	62.666	63.713	63.196	0.524	0.008	27.703	26.934	27.364	27.334	0.385	0.014
63.431	63.32	65.085	63.9453	0.9885	0.0155	42.975	44.415	44.205	43.865	0.778	0.018	27.103	27.444	25.892	26.813	0.816	0.030
41.089	39.99	39.84	40.3063	0.6819	0.0169	17.247	15.773	15.746	16.255	0.859	0.053	18.663	16.761	17.117	17.514	1.011	0.058
42.74	42.535	45.018	43.4310	1.3782	0.0317	31.055	32.545	31.391	31.664	0.782	0.025	40.23	41.881	40.664	40.925	0.856	0.021
29.908	30.4	30.012	30.1067	0.2593	0.0086	29.618	30.992	30.39	30.333	0.689	0.023	39.534	41.383	40.605	40.507	0.928	0.023
41.326	42.773	41.779	41.9593	0.7402	0.0176	38.712	40.001	38.837	39.183	0.711	0.018	46.841	48.154	46.818	47.271	0.765	0.016
15.65	15.527	15.754	15.6437	0.1136	0.0073	17.129	17.25	17.326	17.235	0.099	0.006	24.802	25.072	15.104	21.659	5.679	0.262
23.634	22.752	24.481	23.6223	0.8646	0.0366	23.808	23.062	24.612	23.827	0.775	0.033	31.309	30.5	32.545	31.451	1.030	0.033

RGB Variedad Quebranta																	
R1	R2	R3	Prom.	Desv. Est.	Coef. Var.	G1	G2	G3	Prom.	Desv. Est.	Coef. Var.	B1	B2	B3	Prom.	Desv. Est.	Coef. Var.
63.334	63.628	63.749	63.570	0.213	0.003	59.243	58.577	60.017	59.279	0.721	0.012	24.146	23.21	23.83	23.729	0.476	0.020
109.875	108.256	107.514	108.548	1.207	0.011	97.908	95.501	95.433	96.281	1.410	0.015	56.291	56.523	56.051	56.288	0.236	0.004
84.602	82.191	83.744	83.512	1.222	0.015	48.128	44.76	47.515	46.801	1.794	0.038	36.141	34.919	36.398	35.819	0.790	0.022
97.035	96.302	97.832	97.056	0.765	0.008	57.007	56.7	57.034	56.914	0.186	0.003	59.502	59.291	59.368	59.387	0.107	0.002
46.607	45.435	46.47	46.171	0.641	0.014	27.357	26.794	26.768	26.973	0.333	0.012	33.261	32.881	32.617	32.920	0.324	0.010
58.997	58.052	57.825	58.291	0.622	0.011	31.934	32.33	31.371	31.878	0.482	0.015	41.154	42.131	40.945	41.410	0.633	0.015
48.663	45.343	45.201	46.402	1.959	0.042	28.086	25.599	26.114	26.600	1.313	0.049	39.928	36.709	37.743	38.127	1.643	0.043
36.209	37.492	37.98	37.227	0.915	0.025	25.447	26.35	26.108	25.968	0.467	0.018	42.165	43.406	42.811	42.794	0.621	0.015
39.007	35.466	36.699	37.057	1.797	0.049	36.359	34.051	33.986	34.799	1.352	0.039	48.085	45.347	45.302	46.245	1.594	0.034
33.618	33.171	32.861	33.217	0.381	0.011	35.263	34.811	33.984	34.686	0.649	0.019	42.438	41.619	40.99	41.682	0.726	0.017
39.469	37.765	38.974	38.736	0.877	0.023	43.688	40.635	44.132	42.818	1.904	0.044	50.893	48.512	52.034	50.480	1.797	0.036
30.012	29.056	30.205	29.758	0.615	0.021	31.074	31.689	31.492	31.418	0.314	0.010	38.78	39.425	39.192	39.132	0.327	0.008

ANEXO IV

Cuadro 27. Conversión de formatos de color var. Moscatel

Fotografía	valores de color promedio			valores de color promedio		
	R	G	B	H	S	L
28 Dic. 2016	77.013	63.537	20.544	44.444	53.999	19.607
04 Ene. 2017	74.299	50.343	19.317	33.818	60.439	17.843
11 Ene. 2017	68.873	42.528	20.781	26.809	54.022	17.058
18 Ene. 2017	80.897	46.311	33.237	14.348	41.071	21.960
24 Ene. 2017	57.078	30.599	37.749	19.2	30.120	16.274
27 Ene. 2017	33.727	29.368	39.506	96.000	15.624	12.549
31 Ene. 2017	49.586	32.163	36.738	17.647	20.987	15.882
03 Feb. 2017	25.342	16.028	20.109	33.334	23.076	7.647
07 Feb. 2017	32.706	17.561	21.578	21.428	30.434	9.019
Fotografía	valores de color promedio			valores de color promedio		
	H	S	V	L	A	B
28 Dic. 2016	44.4444	0.6959	0.3035	27.54067	0.5191	26.1571
04 Ene. 2017	33.8181	0.7421	0.2877	22.7376	7.1789	23.2955
11 Ene. 2017	26.8085	0.6929	0.2637	19.5237	9.5425	18.3485
18 Ene. 2017	14.3478	0.5814	0.311	22.4222	14.6292	14.1843
24 Ene. 2017	19.2	0.4679	0.2149	14.5544	13.8186	0.0633
27 Ene. 2017	96.0001	0.2673	0.1469	10.878	4.6459	-6.0746
31 Ene. 2017	17.6471	0.3431	0.1932	14.6974	9.2372	-0.5033
03 Feb. 2017	33.3334	0.3633	0.0977	5.632	4.8135	-1.0491
07 Feb. 2017	21.4286	0.4521	0.1211	6.7137	7.8197	-0.0944

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro 28. Conversión de formatos de color var. Negra Criolla

Fotografía	valores de color promedio			valores de color promedio		
	R	G	B	H	S	L
28 Dic. 2016	93.5600	85.596	36.772	51.1111	42.1875	25.098
04 Ene. 2017	78.0313	63.196	27.334	42.8571	47.5728	20.196
11 Ene. 2017	63.9453	43.865	26.813	25.7142	40.2298	17.0588
18 Ene. 2017	40.3063	16.255	17.514	2.6087	41.8181	10.7843
24 Ene. 2017	43.4310	31.664	40.925	49.091	15.0684	14.3137
27 Ene. 2017	30.1067	30.333	40.507	120	15.942	13.5294
31 Ene. 2017	41.9593	39.183	47.271	105	9.5238	16.4705
03 Feb. 2017	15.6437	17.235	21.659	132.0001	25	7.8431
07 Feb. 2017	23.6223	23.827	31.451	120	14.8148	10.5882
Fotografía	valores de color promedio			valores de color promedio		
	H	S	V	L	A	B
28 Dic. 2016	51.1111	0.5906	0.3581	35.202	-3.4299	27.662
04 Ene. 2017	42.8571	0.6393	0.2987	26.9907	1.1752	23.2791
11 Ene. 2017	25.7142	0.5763	0.2425	18.8908	7.2504	13.782
18 Ene. 2017	2.6087	0.5955	0.1561	7.7974	12.5513	4.0148
24 Ene. 2017	49.091	0.2679	0.1661	13.4645	7.6125	-4.3589
27 Ene. 2017	120	0.2634	0.1577	11.5181	2.9575	-7.1333
31 Ene. 2017	105	0.1802	0.182	15.7892	3.3448	-5.0308
03 Feb. 2017	132.0001	0.3859	0.1	5.3645	1.3003	-5.4936
07 Feb. 2017	120	0.2515	0.123	8.3819	2.0981	-5.3874

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro 29. Conversión de formatos de color var. Quebranta

Fotografía	valores de color promedio			valores de color promedio		
	R	G	B	H	S	L
11 Ene. 2017	63.570	59.279	23.729	52.3076	44.8275	17.0588
18 Ene. 2017	108.548	96.281	56.288	47.3076	31.7073	32.1568
25 Ene. 2017	83.512	46.801	35.819	14.0425	40.1709	22.9411
01 Feb. 2017	97.056	56.914	59.387	4.6154	25.8278	29.6078
09 Feb. 2017	46.171	26.973	32.920	20	26.4705	13.3333
16 Feb. 2017	58.291	31.878	41.410	25.3847	30.2325	16.8627
23 Feb. 2017	46.402	26.600	38.127	36	27.7777	14.1176
02 Mar. 2017	37.227	25.968	42.794	78.75	24.2424	12.9411
07 Mar. 2017	37.057	34.799	46.245	103.6364	14.2871	15.098
10 Mar. 2017	33.217	34.686	41.682	133.3334	12.676	13.9215
14 Mar. 2017	38.736	42.818	50.480	135.0001	13.3333	17.647
17 Mar. 2017	29.758	31.418	39.132	132	14.7058	13.3333

Fotografía	valores de color promedio			valores de color promedio		
	H	S	V	L	A	B
11 Ene. 2017	52.3076	0.6137	0.2482	24.4664	-3.5445	21.7355
18 Ene. 2017	47.3076	0.4841	0.4271	41.5644	-1.8432	25.2024
25 Ene. 2017	14.0425	0.5737	0.3242	23.45	15.2677	14.2712
01 Feb. 2017	4.6154	0.4081	0.3741	28.5139	17.7588	5.3774
09 Feb. 2017	20	0.4312	0.1724	11.4845	10.6061	-0.3732
16 Feb. 2017	25.3847	0.4535	0.222	15.4765	14.1911	-1.5831
23 Feb. 2017	36	0.4308	0.1815	12.5064	12.1696	-4.069
02 Mar. 2017	78.75	0.398	0.1638	10.9137	9.5445	-9.1449
07 Mar. 2017	103.6364	0.2577	0.1759	13.6529	4.352	-7.1911
10 Mar. 2017	133.3334	0.2173	0.1587	13.0304	1.1653	-5.0182
14 Mar. 2017	135.0001	0.2369	0.2023	17.4533	0.8253	-6.162
17 Mar. 2017	132	0.2505	0.154	11.9672	1.5158	-5.7704

Fuente: Elaboración Propia

ANEXO V

Relación de Variación de color (ED) con las propiedades químicas de la uva Moscatel

Las figuras 26 y 27 muestran que el variación de color en el espacio HSL no está relacionado con la variación tanto de °Brix como Acidez total con un coeficiente de correlación de 0.6303 y 0.6835 respectivamente con respecto a la variedad Moscatel.

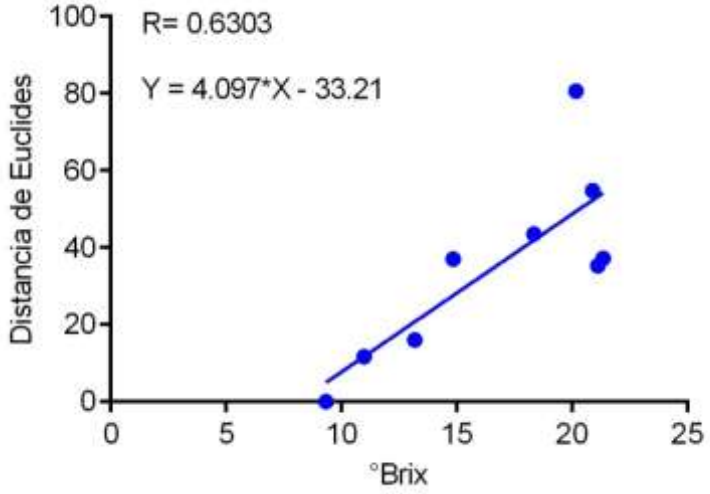


Figura 26. ED (HSL) vs °Brix var. Moscatel

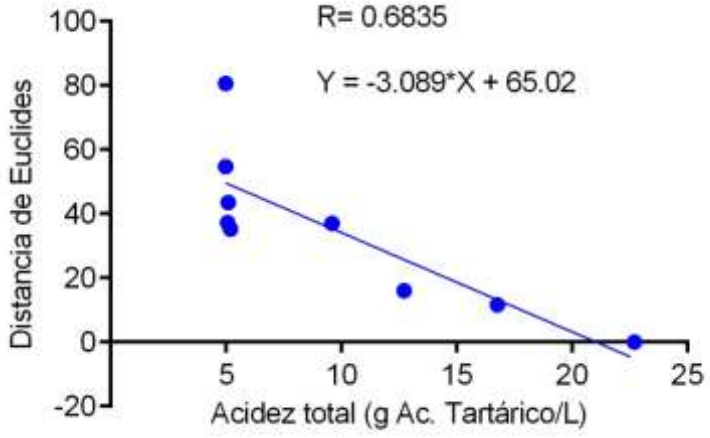


Figura 27. ED (HSL) vs Acidez total var. Moscatel

Las figuras 28 y 29 nos demuestran que la variación de color en el espacio de color HSV no está relacionada con la variación del contenido de

azúcar (° Brix) y acidez total, ya que el coeficiente de correlación es de 0.3324 y 0.4459 respectivamente.

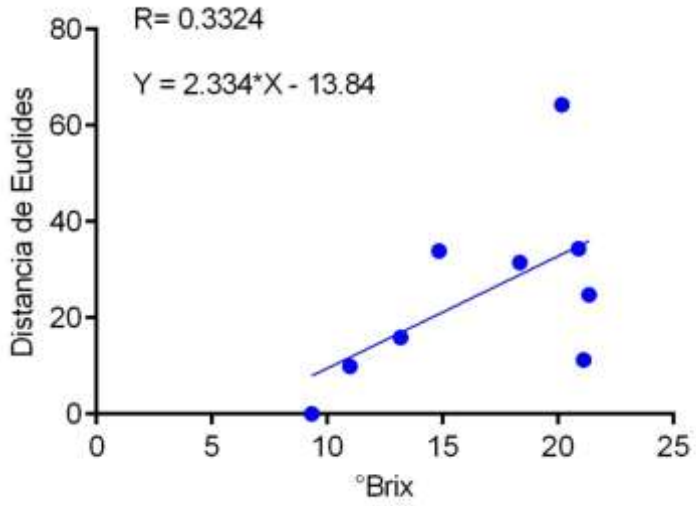


Figura 28. ED (HSV) vs °Brix var. Moscatel

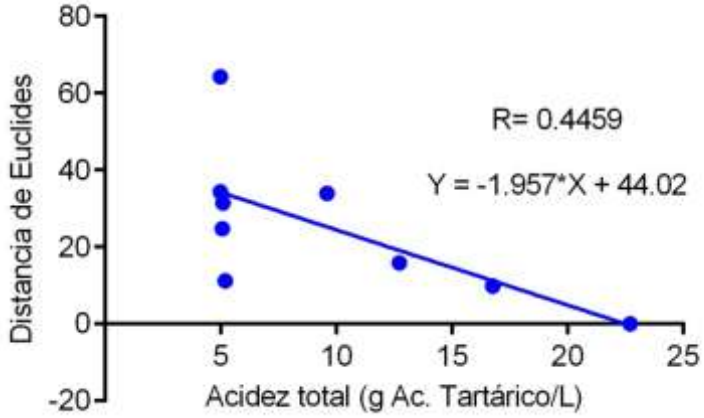


Figura 29. ED (HSV) vs Acidez total var. Moscatel

Relación de Variación de color (ED) con las propiedades químicas de la uva Negra Criolla

Las figuras 30 y 31 indican que la relación de la variación del color en el espacio HSL con respecto a la variación del contenido de azúcar (°Brix) y la acidez total, es baja ya que el coeficiente de correlación 0.8450 y 0.8392 respectivamente.

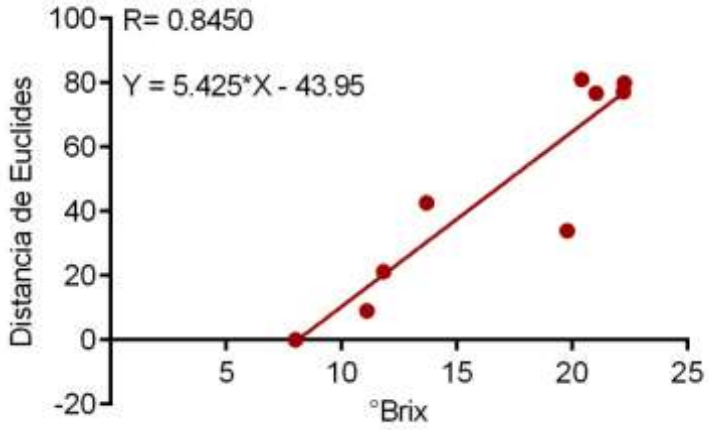


Figura 30. ED (HSL) vs °Brix var. Negra Criolla

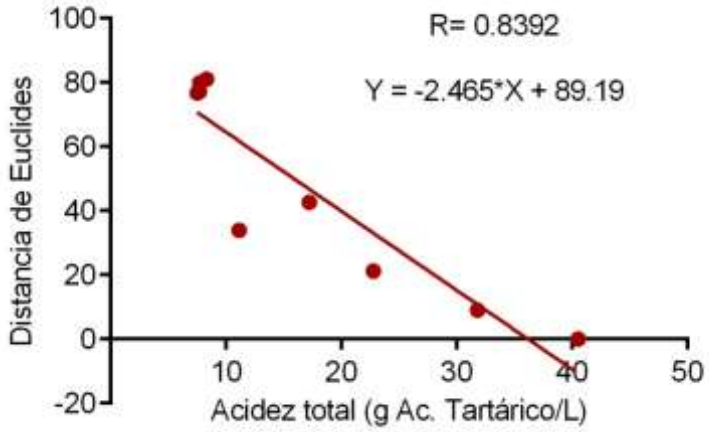


Figura 31. ED (HSL) vs Acidez total var. Negra Criolla

La relación de la variación de color de la uva Negra Criolla en el espacio HSV, con respecto a la variación del contenido de azúcar (°Brix) y acidez total, es muy nula, ya que las figuras 32 y 33, nos muestran un coeficiente de correlación 0.5995 y 0.6106 respectivamente.

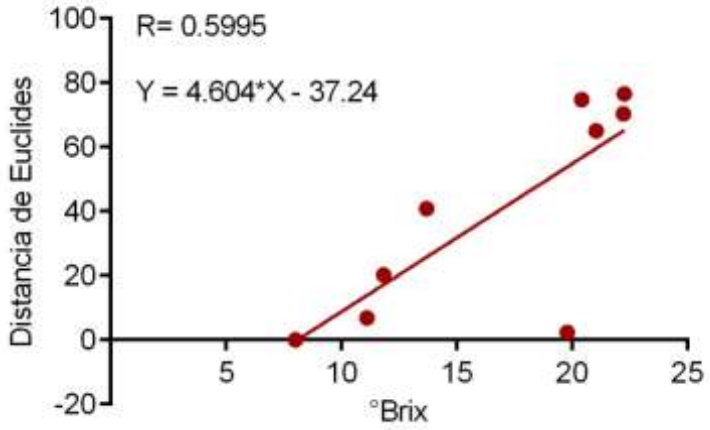


Figura 32. ED (HSV) vs °Brix var. Negra Criolla

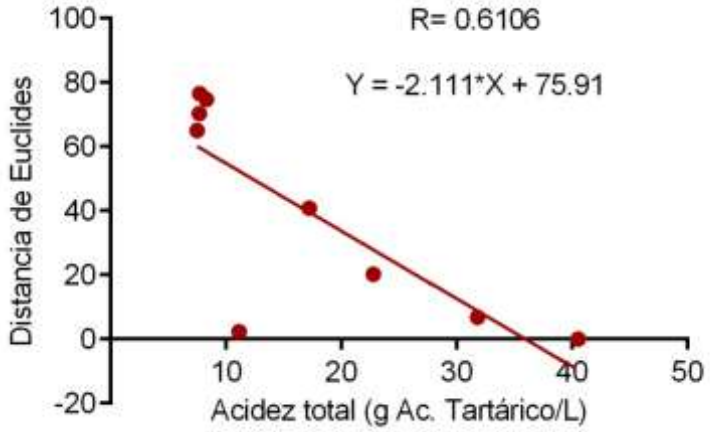


Figura 33. ED (HSV) vs Acidez total var. Negra Criolla

Relación de Variación de color (ED) con las propiedades químicas de uva Negra Criolla

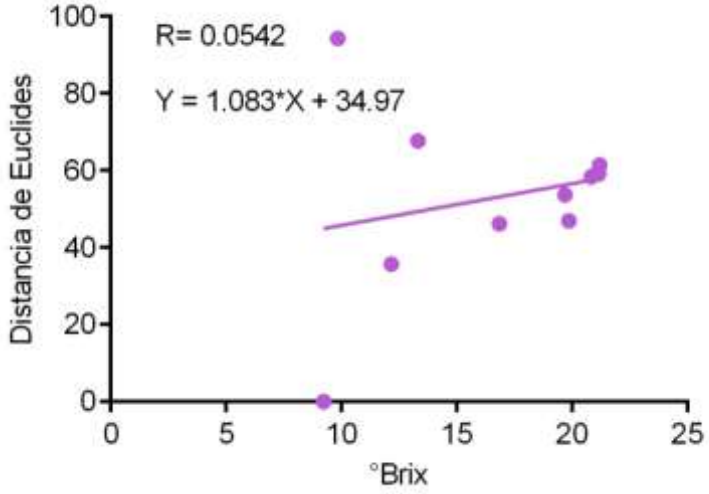


Figura 34. ED (RGB) vs °Brix var. Quebranta

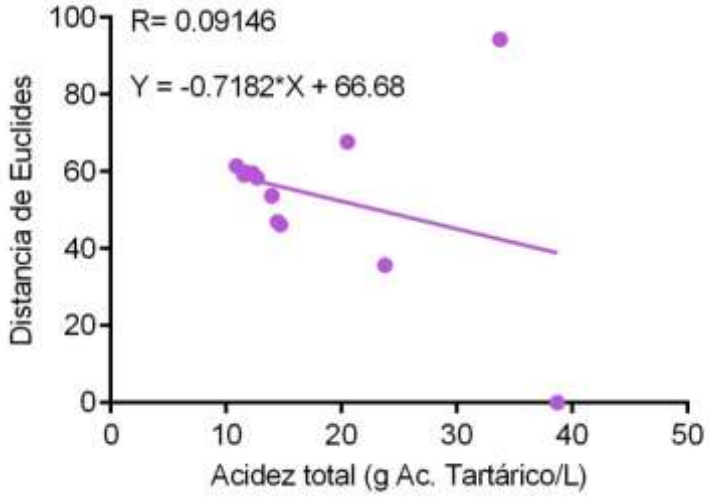


Figura 35. ED (RGB) vs Acidez total var. Quebranta

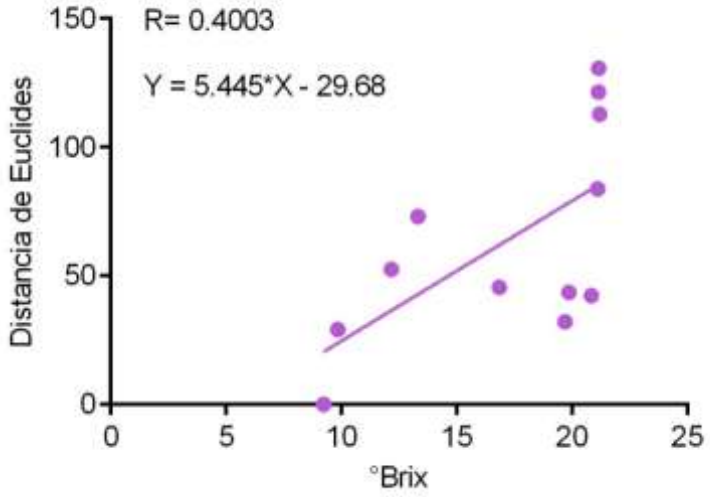


Figura 36. ED (HSL) vs °Brix var. Quebranta

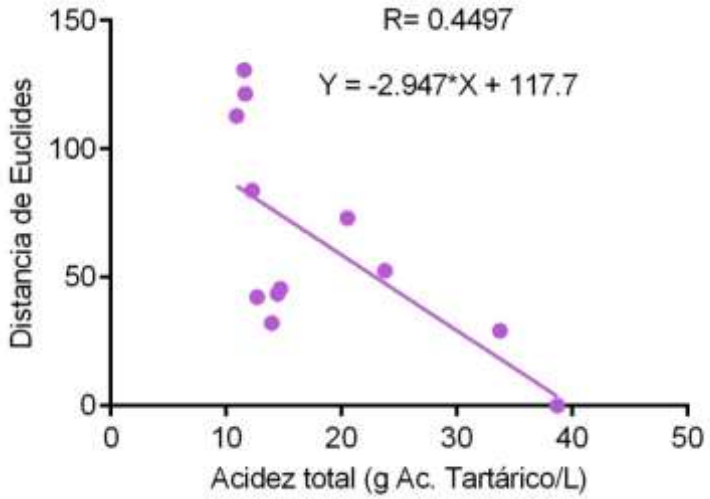


Figura 37. ED (HSL) vs Acidez total var. Quebranta

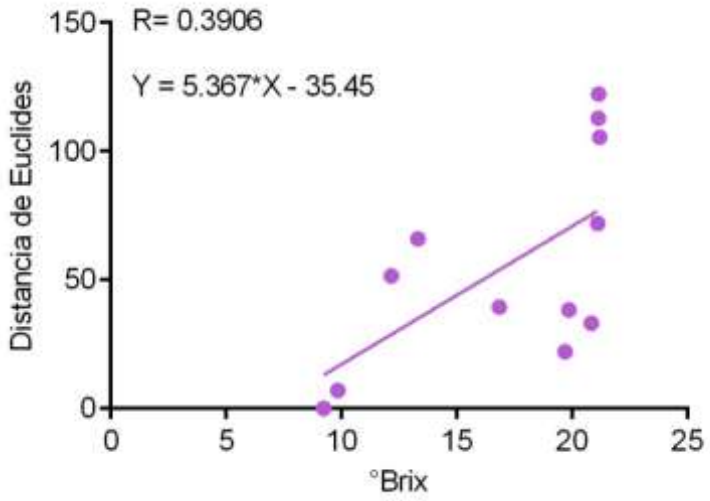


Figura 38. ED (HSV) vs °Brix var. Quebranta

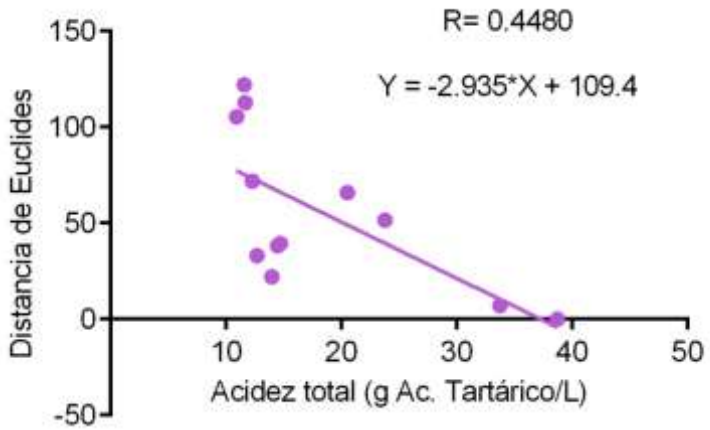


Figura 39. ED (HSV) vs Acidez total var. Quebranta