



FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS

ANÁLISIS DEL PODER EDULCORANTE DE LA PULPA DE CAFÉ DESHIDRATADA (*Coffea arábica*) VARIEDAD CATURRA.

Autor

Ángel Alejandro Varela Cevallos

Año  
2019



FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS

ANÁLISIS DEL PODER EDULCORANTE DE LA PULPA DE CAFÉ  
DESHIDRATADA (*Coffea arabica*) VARIEDAD CATURRA.

Trabajo de titulación presentado en conformidad con los requisitos establecidos  
para optar por el título de Ingeniero Agroindustrial y de alimentos

Profesor Guía

MSc. Gustavo Adolfo Guerrero Marín

Autor

Ángel Alejandro Varela Cevallos

Año

2019

## **DECLARACION PROFESOR GUÍA**

"Declaro haber dirigido el trabajo, Análisis del poder edulcorante de la pulpa de café (*coffea arábica*) variedad caturra deshidratada del Noroccidente de Pichincha, a través de reuniones periódicas con el estudiante Ángel Alejandro Varela Cevallos en el semestre 201910, orientando sus conocimientos y competencias para un eficiente desarrollo del tema escogido y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación ".

---

Gustavo Adolfo Guerrero Marín

Máster en Desarrollo e Innovación de Alimentos

CI.1719602144

## **DECLARACION PROFESOR CORRECTOR**

"Declaro haber revisado este trabajo, Análisis del poder edulcorante de la pulpa de café (*coffea arábica*) variedad caturra deshidratada del Noroccidente de Pichincha, del estudiante Ángel Alejandro Varela Cevallos en el semestre 201910 dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación ".

---

Janeth Fabiola Proaño Bastidas

Doctora Ingeniería industrial

CI.1706515564

## **DECLARACIÓN DE AUTORIA DEL ESTUDIANTE**

“Declaro que este trabajo es original, de mi autoría, que se han citado las fuentes correspondientes y que en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de autor vigentes”.

---

Ángel Alejandro Varela Cevallos

CI.1721518072

## Agradecimientos

Le quiero agradecer a Dios por haberme dado los conocimientos y posibilidades de estudiar en la Universidad, a mi novia Dayanna Suarez que me apoyo en este camino, profesores y amigos que siempre me apoyaron y a mi tutor que fue la guía para lograr este título.

## Dedicatoria

Le dedico este trabajo a mis padres Mónica Cevallos y Mario Varela, a mi hermano Mario y mi abuelita Rosa Fonseca y familia ya que sin ellos nada de esto hubiera sido posible gracias por todo.

## RESUMEN

La pulpa y cascarilla de café es un subproducto del café que hoy en día es el mayor contaminante de la industria cafetalera causando problemas medio ambientales graves es por eso que se propuso el análisis el poder edulcorante de la pulpa de café (*Coffea arábica*) variedad caturra deshidratada. Para esto se comparó el rendimiento de extracción de pulpa respecto al tamaño de material vegetal que ingresa al despulpado, donde se clasifico en tres tamaños el material vegetal que se obtuvo de 3 hacienda, obteniendo un diseño experimental factorial de 2x3, con esto se determinó que resulta más del 50%, por esto se justifica el uso de la pulpa y cascarilla de café para una industrialización, después de esto, se determinó el mejor tipo de antioxidante para el proceso de deshidratado térmico de pulpa de café, ya que es una baya que sufre de la oxidación acelerada, por lo que se analizó con cinemática de los colore, donde se aplicó un colorímetro (Lovibond LC100 CMYK) encontrando que el ácido cítrico al 1% con valores de color C=0, M=92, Y=92, K=64, que es el mejor antioxidante ya que desde el paso de los diferentes procesos este fue el que mejor mantuvo las propiedades organolépticas para su deshidratado. Además, se evaluó el potencial edulcorante de pulpa deshidratada de café con el poder edulcorante de la sacarosa o azúcar común que es 1, glucosa con 0,6 y fructosa 1,5. Se determinó mediante un panel especializado el cual previamente se educó para que los datos sean los más exactos dando una media en sus encuestas de 1,25 de poder edulcorante siendo así mayor que la azúcar común y evaluando que es un edulcorante con probando con bases científicas todos los procesos previos y discutiendo sobre el resultado final.

## ABSTRACT

The coffee pulp and husk is a by-product of coffee, which today is the biggest contaminant of the coffee industry, causing serious environmental problems that is why the analysis proposed the sweetening power of coffee pulp (*Coffea arabica*) Caturra variety, dehydrated. For this, pulp extraction performance was compared with respect to the size of plant material that enters pulping, where the plant material was classified in three sizes and obtained from 3 hacienda, obtaining a factorial experimental design of 2x3, with this it was determined that it is more than 50%, for this reason the use of coffee pulp and husk for an industrialization is justified, after this, the best type of antioxidant was determined for the thermal process of coffee pulp dehydration, since is a berry that suffers from accelerated oxidation, so it was analyzed with kinematics of the color, where a colorimeter (Lovibond LC100 CMYK) was applied, finding that citric acid at 1% with color values C = 0, M = 92 , Y = 92, K = 64, which is the best antioxidant since from the passage of the different processes this was the one that best maintained the organoleptic properties for dehydration. In addition, the sweetening potential of dehydrated coffee pulp was evaluated with the sweetening power of sucrose or common sugar which is 1, glucose with 0.6 and fructose 1.5. It was determined by means of a specialized panel which was previously educated so that the data are the most accurate, giving an average of 1.25 of sweetening power, thus being higher than common sugar and evaluating that it is a sweetener with scientific proofing. all the previous processes and discussing the final result.

# ÍNDICE

1. CAPITULO I. INTRODUCCIÓN.....	1
OBJETIVOS.....	3
Objetivo General .....	3
Objetivos específicos .....	3
2. CAPITULO II. MARCO TEÓRICO .....	4
2.1. Generalidades del café arábigo .....	4
2.1.1. Origen.....	4
2.1.2. Caracterización Botánica.....	5
2.1.3. Taxonomía y morfología .....	6
2.1.4. Estructura de la cereza.....	6
2.1.5. Características Productivas del café arábigo.....	7
2.1.6. Producción de café .....	7
2.1.7. Rendimiento en el Ecuador .....	8
2.1.8. Proceso productivo .....	9
2.1.9. Estado de Madurez.....	10
2.2. Colorimetría .....	12
2.2.1. Percepción del color .....	12
2.2.2. Cinemática del color en alimentos .....	13
2.3. Antioxidante .....	15
2.3.1. Tipos de antioxidantes.....	15
2.3.2. Función de los antioxidantes .....	18
2.4. Edulcorantes .....	19
2.4.1. Clasificación de los edulcorantes.....	19
2.4.2. Métodos de extracción de edulcorantes .....	21

2.4.3.	Poder edulcorante .....	23
2.4.4.	Clasificación del poder edulcorante .....	24
<b>3.</b>	<b>CAPITULO III. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL .....</b>	<b>26</b>
3.1.	Ubicación del experimento .....	26
3.1.1.	Ubicación en campo .....	26
3.1.2.	Ubicación en laboratorio .....	26
3.2.	Análisis del rendimiento de extracción de pulpa respecto al tamaño de material vegetal que ingresa al despulpado ...	27
3.2.1.	Hipótesis Nula.....	27
3.2.2.	Hipótesis Alternativa .....	27
3.2.3.	Preparación del material vegetal .....	27
3.2.4.	Procedimiento.....	27
3.3.	Análisis para la medición del mejor tipo de antioxidante para el proceso de deshidratado térmico de pulpa de café..	29
3.3.1.	Preparación del material vegetal .....	29
3.3.2.	Procedimiento.....	29
3.4.	Análisis del potencial edulcorante de pulpa deshidratada de café. ....	30
3.4.1.	Preparación del material vegetal .....	30
3.4.2.	Procedimiento.....	31
3.5.	Diseño experimental .....	32
<b>4.</b>	<b>CAPITULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>33</b>
4.1.	Determinación del rendimiento.....	33
4.2.	Determinación del antioxidante.....	35

4.2.1. Cosecha .....	36
4.2.2. Almacenamiento o refrigerado.....	37
4.2.3. Pelado .....	38
4.2.4. Sin tratamiento.....	39
4.2.5. Ácido Cítrico .....	41
4.2.6. Ácido Ascórbico.....	42
4.3. Determinación del poder edulcorante.....	45
5. Conclusiones y Recomendaciones.....	48
5.1. Conclusiones .....	48
5.2. Recomendaciones.....	49
REFERENCIAS.....	50
ANEXOS .....	56

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Taxonomía de Coffea spp. ....	6
Tabla 2. Maduración del Café .....	11
Tabla 3. Colores de CMYK.....	13
Tabla 4. Medida del poder edulcorante .....	24
Tabla 5. Información del origen materia prima .....	26
Tabla 6. Tamaño ecuatorial clasificado para la cereza de café.....	28
Tabla 7. Diseño factorial 2x3 del análisis del rendimiento .....	32
Tabla 8. Análisis de la varianza del rendimiento .....	33
Tabla 9. ANOVA del rendimiento de las haciendas (n=18) .....	34
Tabla 10. Análisis Tukey (5%) en relación a los resultados .....	34
Tabla 11. Colorimetría de cereza cosechada .....	36
Tabla 12. Colorimetría de la cereza en almacenamiento .....	37
Tabla 13. Colorimetría en la cereza sin semilla.....	38
Tabla 14. Colorimetría de la cereza sin tratamiento alguno .....	39
Tabla 15. Colorimetría de la cereza con tratamiento de ácido cítrico .....	41
Tabla 16. Colorimetría de la cereza con tratamiento de ácido ascórbico .....	42

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Camino del café como se fue esparciendo alrededor del mundo.....	5
Figura 2. Partes de la cereza de café.....	6
Figura 3. Variedades utilizadas en Ecuador.....	7
Figura 4. Procesos para la obtención del café en húmedo. ....	9
Figura 5. Procesos para la obtención de café en seco.....	10
Figura 6. Colorimetría de RGB.....	14
Figura 7. Clasificación de los antioxidantes por su naturaleza.....	16
Figura 8. Clasificación de los edulcorantes.....	20
Figura 9. Línea de tendencia de la oxidación.....	44
Figura 10. Determinación del poder edulcorante.....	45
Figura 11. Comparación entre los edulcorantes.....	46

## 1. CAPITULO I. INTRODUCCIÓN

El café es una bebida que representa importancia global ya que su consumo de la población humana es de grandes cantidades en todos los países del mundo. Desde la antigüedad, esta bebida aromática se elabora y consume a partir de los granos tostados provenientes de los frutos del cafeto (*Coffea spp.*), Gómez, 2010. Hablando botánicamente sobre el café domesticado proviene de especies arbustivas frutales que pertenecen al orden Rubiales, familia Rubiáceae, género *Coffea* cuyo origen aún se discute Café de Colombia, 2010. Según Maroto y colaboradores, 2015 el origen del café corresponde al Noroeste de África, en Etiopía. Sin embargo, Canet y Soto (2016) recalcan que el café es originario de Arabia y su uso se remonta al siglo X, siendo los árabes los primeros en desarrollar el proceso productivo de la bebida. En la actualidad, este fruto hoy en día se lo cultiva en casi todas las partes del mundo , pero este se lo produce con gran fuerza en las partes tropicales del planeta y subtropicales del África, Asia ,Centro y Sur América, especialmente en Ecuador, Colombia, Brasil, México y Perú (Canet Brenes, 2016; OIC, 2016).

A nivel mundial, las especies cultivadas de valor económico corresponden a *Coffea arabica* Linneo (Arábica) y *Coffea canephora* Pierre Ex Froehner (Robusta) debido a sus características organolépticas como aroma y acidez pronunciada Canet Brenes, 2016. En Ecuador se cultivan aproximadamente una superficie de 219.000 ha, correspondiente el 68 % a café arábico que principalmente se producen en la provincia de Manabí, Loja y Pichincha, en cambio, 32 % a café robusta en Santa Elena, Guayas, Orellana y Sucumbíos, siendo la especie de mayor cuidado y la que produce mayores rendimientos Hanna, 2005; Naranjo, 2009; Revista Líderes, 2016. En cambio en Pichincha tenemos algunas zonas donde se concentra la producción de café que son los pueblos del Noroccidente en donde su producción es normalmente de la variedad arábica como típica, caturra y bourbon entre otras (González, 2017).

Desde la segunda guerra mundial, de los residuos del proceso agroindustrial se aprovechaban las semillas y cáscaras para realizar infusiones Bonilla-Hermosa, Duarte, & Schwan, 2014, la pulpa y cascarilla de café se lo utiliza en la industria muy escasamente ya que no se lo ha estudiado de forma intensa pero existen estudios donde se lo ha aplicado en producción de bebidas, cosméticos, etanol entre otros. Navas, Burbano, Moreira, & Vasco, 1993, el café está constituido por compuestos que son volátiles, los cuales se los aplica para la elaboración de saborizantes, Bonilla-Hermosa, 2014, de igual forma la cascarilla como en todas las frutas se los puede extraer la pectina y aditivos alimentarios como es el ácido cítrico (Shankaranand and Lonsane, 1994).

Según diferentes autores el uso del café es solo de 5% que veían a ser el uso de la semilla el cual se utiliza para la elaboración de bebidas y el otro 95% se lo desecha generando la contaminación de ríos y del suelo, en ciertos casos se puede utilizar para la fabricación de productos alimenticios para animales pero normalmente la pulpa y cascarilla es desechada (Cenicafé, 2016).

En Ecuador aún no se ha evidenciado el aprovechamiento de los subproductos del café, sin embargo, se han realizado proyectos cuyo objetivo ha sido generar propuestas de utilización a estos desechos, así como Díaz, (2014) que se dedicó a la caracterización de la pulpa fresca de *Coffea arabica* para posteriormente realizar la extracción de los compuestos antioxidantes, por otro lado, Calle y Mendoza (2017) se beneficiaron de la borra del café mediante la extracción de taninos, García (2016) a partir de la pulpa y cascarilla del café generó una propuesta para desarrollar un nuevo tipo de material de envase (SSF), cuyo empaque del café está elaborado a partir de sus residuos.

En base a estos antecedentes se propone evaluar y analizar la composición nutricional específicamente de la pulpa y cascarilla de la variedad de café caturra, debido a que forma parte de la especie *coffea arabica* que según el Ministerio de Agricultura (2015) es la de mayor rendimiento 0.0816 ton/ha esto nos que este genera mayor desecho con un total de 0.07 ton/ha en las haciendas de producción de café al Noroccidente de Pichincha, para posteriormente aprovechar sus propiedades funcionales en la elaboración de un edulcorante que cause beneficio a la industria alimentaria.

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo General**

Analizar el poder edulcorante de la pulpa de café (*Coffea arábica*) variedad caturra deshidratada, del Noroccidente de Pichincha.

### **Objetivos específicos**

Comparar el rendimiento de extracción de pulpa respecto al tamaño de material vegetal que ingresa al despulpado.

Determinar el mejor tipo de antioxidante para el proceso de deshidratado térmico de pulpa de café.

Evaluar el potencial edulcorante de pulpa deshidratada de café.

## 2. CAPITULO II. MARCO TEÓRICO

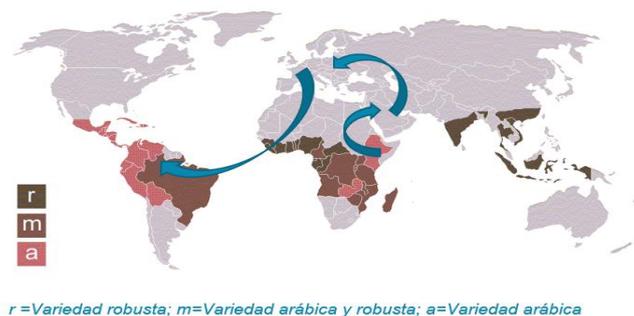
### 2.1. Generalidades del café arábigo

El café hoy en día es una de las bebidas más importantes del planeta, el cual se ha extendido por todas las culturas, su nombre proviene del árabe (“kahawh, gawah o kahwa”) el cual su significado original era “algo que se siente amargo”, después de la introducción al mundo árabe este se comercializo hacia Europa el cual la palabra kahwa, era significado de vino, luego de algunos siglos esta se denominó en latín como *Coffea* la cual al final se extendió hacia todos los países de consumo de café (Echeverri, 2005).

Hoy en día, el café es producido en más de 50 países desde el trópico del cáncer hasta el trópico de capricornio en todo el mundo, además de ser considerado uno de los productos más comerciales en el mundo después del petróleo con ventas superiores de 70.000 millones de dólares (Mariel and Noel, 2010)

#### 2.1.1. Origen

El origen del café arábigo se remonta al África posiblemente a los países de Etiopia y Sudan entre los años de 575 a 890 a una altitud de 1000 m.s.n.m., extendiéndose hacia Arabia alrededor del siglo XVI. Luego a países europeos los cuales se introdujo por el imperio otomano (Echeverri, 2005).



*Figura 1.* Camino del café como se fue esparciendo alrededor del mundo.

Adaptado de (Bedri, 2012)

Finalmente en la conquista de América los portugueses insertaron la planta en Brasil distribuyéndose por toda América del Sur, llegando a territorio ecuatoriano en el siglo XVIII (Alvarado S. & Rojas C., 1994; EOM, 2018; Weinberg & Bealer, 2001).

### 2.1.2. Caracterización Botánica

La planta de café es un arbusto la cual se divide entre 25 a 40 especies en toda la parte tropical del planeta, esta pertenece a la familia de las *rubiáceae* con una altura promedio de 1.50 a 3 metros esto puede variar ya que para la cosecha los agricultores lo tienen entre 1.60 a 2 metros Camilo, 2010. El arbusto está compuesto por hojas opuestas, simples, las cuales son de color verde oscuro, producen un baya redonda de color rojizo brillante el cual es carnoso y dentro de este se encuentra dos semillas, esta es una de las especies que contiene menos cafeína (OIC, 2016).

Esta planta se caracteriza por estar cultivada en una altitud de 500 a 1700 msnm. Además, que necesita de una zona con altas precipitaciones, con 1000 mm de agua anuales para el correcto desarrollo de la planta (Barva, 2011). Normalmente crece en un suelo franco arcilloso, franco arenoso o franco limoso, con una temperatura de 18 a 21°C (INIAP, 2014).

### 2.1.3. Taxonomía y morfología

Se conoce como taxonomía a *táxis*=ordenamiento y *nómos*=norma el cual es utilizado para la clasificación de organismos vivos a continuación en la tabla 1 se puede observar la clasificación del café:

Tabla 1.

#### *Taxonomía de Coffea spp.*

Clasificación	Descripción
Reino	Plantae
Clase	Magnoliopsida
Orden	Gentianales
Familia	Rubiaceae
Genero	<i>Coffea</i>
Espece	Arábigo ( <i>Coffea arábica</i> ) Robusta ( <i>Coffea canephora</i> ) Liberiano ( <i>Coffea libérica</i> )

Adaptado de (Navas, 1993)

### 2.1.4. Estructura de la cereza



Figura 2. Partes de la cereza de café.

Adaptado de (Café de Colombia 2014)

### 2.1.5. Características Productivas del café arábigo

Según datos recogidos indicaron que la época de cosecha del café arábigo fue en junio (con una densidad de 3.419 de plantas por hectárea, Además las variedades sembradas en Ecuador fueron del total un 66% de superficie de material mejorado con el 34% de superficie restantes plantas comunes. (Guerrero, 2017)

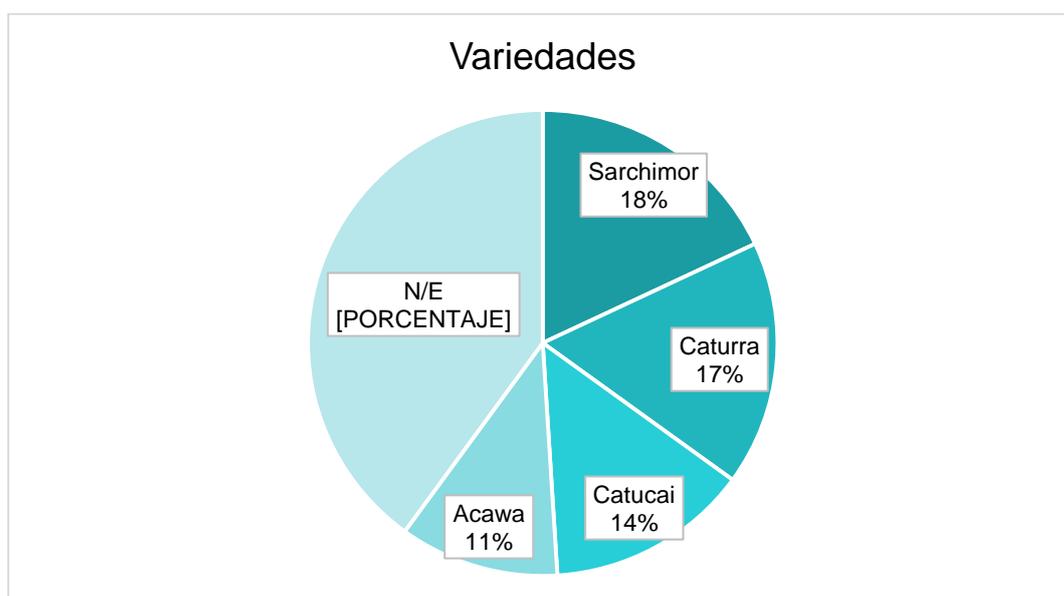


Figura 3. Variedades utilizadas en Ecuador.

Adaptado de (Guerrero, 2017)

### 2.1.6. Producción de café

La producción mundial de café esta al alza por el consumo de la bebida siendo así que ha crecido un 0,5 por ciento entre los años de 1998-2010, para este año se prevé un incremento de 6.7 a 7 millones de toneladas (FAO, 2010).

Dentro del ámbito latinoamericano se mantendrán los niveles de producción previstos, siendo Brasil el que mayor produce a nivel mundial de café con 67 millones de sacos de café. Además tenemos países como Colombia al alza con una producción de 747.000 t (FAO, 2010).

En Ecuador el café esta como un cultivo primordial ya que se encuentra sembrado en 19 provincias del país, la cual se exporta 5.283 t de café en forma de grano de la variedad Arábica y Robusta (Guerrero, 2017).

#### **2.1.7. Rendimiento en el Ecuador**

La especie Arábica se encuentra con un 63 % de toda la producción nacional y la Robusta en cambio con un 37 %, por esta razón en la parte de cultivos el café arábica tiene una superficie de 85% por el contrario la Robusta tiene 15%.

El café arábica en rendimientos 2016 fue 0,22 t/ha, Zamora fue la que mayor rendimiento tuvo con 0,71 t/ha, y la menor fue de Cotopaxi con 0,02 t/ha.

Por otro lado la Robusta tuvo un rendimiento de 0.48 t/ha en la cual Guayas tuvo la mayor producción con 1.87 t/ha, en cambio la menor fue la provincia de Napo con 0.08 t/ha (Guerrero, 2016).

## 2.1.8. Proceso productivo

Para la obtención de granos de café se emplean dos métodos los cuales se describirán a continuación:

### 2.1.8.1. Beneficio Húmedo



Figura 4. Procesos para la obtención del café en húmedo.

Adaptado de (Inés, 2000).

### 2.1.8.2. Beneficio en seco



Figura 5. Procesos para la obtención de café en seco.

Adaptado de (Inés, 2000)

### 2.1.9. Estado de Madurez

Es fundamental para su cosecha ya que se debe definir los estados de cada una de las fases, Además según (Marín, 2003) nos indica diferentes datos que se pueden obtener tanto físicos como químicos y está dado por el color como verdes, amarillos, rojos y café de la baya de café , siendo así, una clasificación la cual se dará a continuación:

Tabla 2.

*Maduración del Café*

<b>N del estado</b>	<b>Estado de maduración</b>	<b>Variables de color, edad del fruto, químicas</b>
1	<b>Verde 1</b> 	Después de 182 (ddf). Color verde oscuro. Pantone C (35) M (0) Y (100) K (40). Solidos solubles totales: 2.69 (+/- 0.27)
2	<b>Verde 2</b> 	189 ddf. Color verde oscuro. Tamaño mayor al estado verde 1 Pantone C (35) M (0) Y (100) K (20). Solidos solubles totales: 3.22 (+/- 0.20)
3	<b>Verde 3</b> 	196 ddf. Coloración verde oscura brillante. Pantone C (40) M (20) Y (100) K (15). Solidos solubles totales: 7.12 (+/- 0.59)
4	<b>Verde amarillo</b> 	203 ddf. Cerezas con color amarillento. Pantone C (20) M (0) Y (100) K (40). Solidos solubles totales: 8.63 (+/- 0.42)
5	<b>Pintón</b> 	210 ddf. Coloreado predominante. Pantone C (20) M (0) Y (100) K (40) C (10) M (75) Y (80) K (0). Solidos solubles totales: 12.03 (+/- 0.27)
6	<b>Maduro</b> 	217 ddf. Rojo brillante a rojo opaco. Pantone C (0) M (100) Y (90) K (10) C (10) M (80) Y (70) K (15). Solidos solubles totales: 17.53 (+/- 2.34)
7	<b>Sobre maduro</b> 	224 ddf. Morado brillante a morado oscuro opaco. Pantone C (10) M (100) Y (50) K (30) C (0) M (35) Y (0) K (100). Solidos solubles totales: 23.83 (+/- 0.92)
8	<b>Seco</b> 	231 ddf. Color café oscuro, cereza arrugada a seca. Pantone C (0) M (0) Y (35) K (100) C (0) M (0) Y (25) K (80). Solidos solubles totales: 20.05 (+/- 2.94)

Adaptado de (Camilo, 2010)

## **2.2. Colorimetría**

En la industria alimentaria el color es una parte fundamental para los productos el cual es una forma de expresar calidad, es por eso que la colorimetría es una forma de medible mediante equipos que analiza la intensidad de la coloración de alimentos comparando con diferentes mediciones de color en este caso expresa medidas en RGB y CMYK (Misael Cortés and Chiralt, 2008).

En alimentos los tocoferoles son fundamentales para la determinación de como mejor conocido como “Vitamina E” ya que son los antioxidantes naturales de las plantas y frutas, que estos cuando son separados del árbol o fuente principal empieza su degradación y reacciones. El color nos indica calidad en los alimentos por esta razón es muy importante ya que con este podemos determinar la vida útil de un alimento en un tiempo determinado. También nos da cualidades organolépticas de los alimentos para su consumo (Rettig and Hen, 2014).

### **2.2.1. Percepción del color**

La medición de color es mediante el ojo humano ya que posee tres receptores que tiene una recepción de color, es conocida como teoría tricromática el cual el ojo con estas tres tonalidades mezcla y transforma en los colores. El ojo humano solo puede observar un rango limitado que va desde 380 a 780 nm estimulando la retina del ojo (Rettig and Hen, 2014).

Los colores que el ojo es capaz de ver son el rojo (R: Red) el cual va de una escala 700 a 770 nm, el otro color es verde (G: Green) que va desde 495 a 570

nm y por último la luz azul (B: Blue) con una escala de 400 a 475 es por eso que el primer sistema creado de medición es el RGB (Rettig and Hen, 2014).

### 2.2.2. Cinemática del color en alimentos

El cambio de color de los alimentos es una problemática que la industria alimentaria ha ido solucionando con el tiempo con la aplicación de diferentes técnicas pero está dado por el pardeamiento de frutas , por procesos que someten al alimento a calor causando pardeamiento enzimático pero existen otras reacciones no enzimáticas como la de los azúcares reductores y aminoácidos mejor conocida como reacción de Maillard o por acción del oxígeno mejor conocida como la oxidación (Misael Cortés and Chiralt, 2008) .

#### 2.2.2.1. CMYK

Este es un modelo actual de medición de color el cual se utiliza en industrias para mayor exactitud de los datos ya que se puede representar gamas mucho más amplias. El significado de CMYK se expresa en la siguiente tabla:

Tabla 3.

*Colores de CMYK*

Letra	Significado	Color
C	Cyan / Cian	
M	Magenta / Magenta	
Y	Yellow / Amarrillo	
K	Black o Key / Negro	

---

Adaptado de (Hunger, 2003)

Estos colores que vemos a continuación son un modelo que se basa en colores sustractivos ya que se implementa el negro a diferencia de RGB para mayor profundidad de colores y de gamas, normalmente se la representa con puntajes de 0 a 100% en todos los colores para su medición (Misael Cortés and Chiralt, 2008) .

### 2.2.2.2. RGB

Son los colores rojos (R=red), verde (G=green) y azul (B=blue) el cual es un modelo que se basa en la síntesis aditiva es por eso que indica con la mezcla diferentes colores en un plano tridimensional donde va clasificando los colores con numeración en cada uno de los colores ya mencionados.

Es un modelo utilizado en artes plásticas y tradicionalmente en pintura planteado por primera vez para la clasificación de colores la cual no es antigua, con esto se logró estandarizar los primeros colores y tener valores cuantificables para el uso de la industria.



*Figura 6. Colorimetría de RGB*

Adaptado de (Gimferrer, 2008)

CMYK cada vez es más utilizado e implementado en equipos de espectrofotometría y dispositivos como colorímetros los cuales también dan medidas en RGB, HSB y HEX

### **2.3. Antioxidante**

Es una sustancia que se pueden encontrar en diferentes frutas y verduras de consumo cotidiano, del cual se extrae para la prolongación de vida útil del alimento en la industria alimentaria. Usualmente se lo extrae de la cascara de las frutas cítricas. Normalmente cualquier alimento al ser procesado tiende a perder sus propiedades originales por la acción del oxígeno en la liberación de los radicales de hidrogeno en los alimentos y esto provoca un enranciamiento en algunos casos y en otros produce evaporación de diferentes vitaminas entre ellas la A y C (Coronado, 2015).

Los antioxidantes se los puede aplicar para diferentes funciones dentro de la industria alimentaria, normalmente se utiliza para la reducción de los efectos antioxidantes, pero en otros casos puede ayudar a potencializar un sabor. Cuando llega a una saturación de antioxidantes este pierde las funciones y puede provocar hasta cambios organolépticos en el producto. (Mariano Cortés, 2014)

#### **2.3.1. Tipos de antioxidantes**

Existen algunas clasificaciones de los antioxidantes, en este caso utilizaremos “por su naturaleza”, que son dos tipos de antioxidantes: de origen natural y de origen artificial, que se utilizan principalmente en la industria de alimentos para mantener sus características nutritivas y sensoriales, aumentando su vida útil, evitando su deterioro causado por los radicales libres que dañan las células de los alimentos (Álvarez & Cardenas, 2010).

Las condiciones de almacenamiento del café no siempre son las adecuadas, mismas que provocan alteraciones biológicas y químicas que lo deterioraran rápidamente, representando grandes pérdidas económica (Ramos and Castaño, 2000).

### 2.3.1.1. Origen natural

Los de origen natural se encuentran en frutas donde entraría todas las frutas y verduras en este caso el café, al ser separados de la fuente natural en este caso del árbol este empieza su decaimiento de antioxidantes, de esta forma no resultan un peligro para el consumidor, a excepción que sea alérgico (Cortés, 2014).

Los que se encuentran de manera natural se los expresa en el siguiente grafico con su respectiva clasificación:

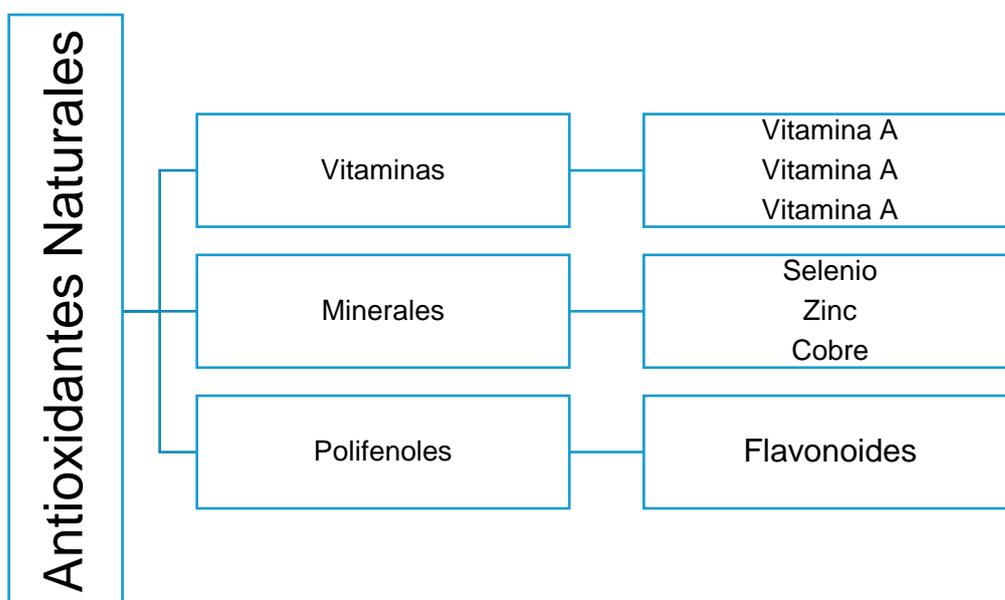


Figura 7. Clasificación de los antioxidantes por su naturaleza.

Adaptado de (Jamanca and Alfaro, 2017)

### 2.3.1.2. Origen Artificial

Mejor conocidos como antioxidantes sintéticos son los que se generan por síntesis química y normalmente se lo utiliza en la industria alimentaria con la codificación E-, estos se pueden obtener de frutas, bacterias, síntesis artificial, sales entre otros.

Para la utilización de esta tesis se han presentado dos que son de origen de plantas ya que al ser los más asequibles a precios y se pueden encontrar en el mercado, además que no presentan efectos secundarios sobre la salud (Jamanca and Alfaro, 2017).

#### a) Ácido cítrico

Es un ácido orgánico mejor el cual puede ser considerado natural presente en frutas y vegetales, caracterizado como polvo cristalino blanco en forma de anhídrido. Se lo utiliza en campos como: alimenticio, cosmético, farmacéutico, entre otros (Muñoz-Villa, 2014)

Actualmente el ácido cítrico se lo produce por toneladas las cuales se obtienen mediante el proceso de fermentación utilizando melaza o dextrosa y *Aspergillus Niger* como el organismo presente para la fermentación (Muñoz-Villa, 2014).

En el campo alimenticio se lo utiliza por las siguientes propiedades: No cambiar las propiedades organolépticas, para regular el pH, también como

emulsificante, mantiene el poder acidulante y también puede funcionar como agente quelante de los diferentes iones metálicos. Sin embargo, su principal uso se debe al control del pH generado por su acidificación que retarda la oxidación al alimento, inactivando las enzimas indeseables como polifenol oxidadas que provocan decoloración, pérdida de nutrientes, rancidez, etc. Además la demanda mundial cada vez es mayor es por eso 99% de la producción de este es por procesos microbianos (Muñoz-Villa, 2014).

### **b) Ácido ascórbico**

Mejor conocido como vitamina C el cual es un ácido orgánico, al igual que el anterior este se lo puede calificar como natural pero se obtiene normalmente por síntesis química este se encuentra en forma de cristal y sus propiedades organolépticas son incolora e inodora (Coronado, 2015)

El uso de este ácido es como aditivo alimentario en industrias y antioxidante normalmente se utiliza en grasas ya que es soluble en las mismas, Este se lo extrae normalmente de frutas y verduras y es fundamental ya que evita la proliferación de nitrosaminas (Jamanca and Alfaro, 2017).

### **2.3.2. Función de los antioxidantes**

Existen diferentes funciones para los antioxidantes de grado alimenticio aplicados en la industria, en la mayoría de casos se busca un sinergismo, aumento de vida útil de los alimentos, como descomposición de peróxidos entre otros. Además, hay que destacar que la aplicación de estos no debe modificar las propiedades organolépticas finales de un producto. Se debe tomar en cuenta que deben ser productos inocuos y su almacenamiento debe ser responsable, ya que estos se aplican directamente sobre los alimentos, los cuales si se manejan de forma incorrecta pueden traer problemas de salud al consumidor (Jamanca and Alfaro, 2017).

## **2.4. Edulcorantes**

También conocido como sustituto de azúcar es una sustancia la cual no aporta altos niveles de calorías los cuales se pueden clasificar en naturales o artificiales es por eso que se los da en nombre de edulcorantes no calóricos, es por eso que en la mayoría de productos de escala industrial se ha aplicado el uso de edulcorantes por la tendencia de las personas a reducir de peso. Además estos siempre han estado en discusión, ya que pueden provocar daños al organismo pero estudios de la FDA en diferentes productos no se ha logrado comprobar (Johnson, 2014).

Los edulcorantes son estimulantes del gusto el cual provoca una sensación de dulce, hoy en día se utilizan en gran parte de la industria alimentaria para la elaboración de confitería, postres, bebidas y energizantes entre otros. Los edulcorantes son regulados en su uso dentro y fuera del país por diferentes organizaciones de gobierno con dosificaciones en producto y máximos permitidos (Akrami, 2016).

### **2.4.1. Clasificación de los edulcorantes**

Dentro del estudio de edulcorantes se los puede clasificar en dos formas, pero para este caso se ha seleccionado según su naturaleza que se encuentra a continuación:

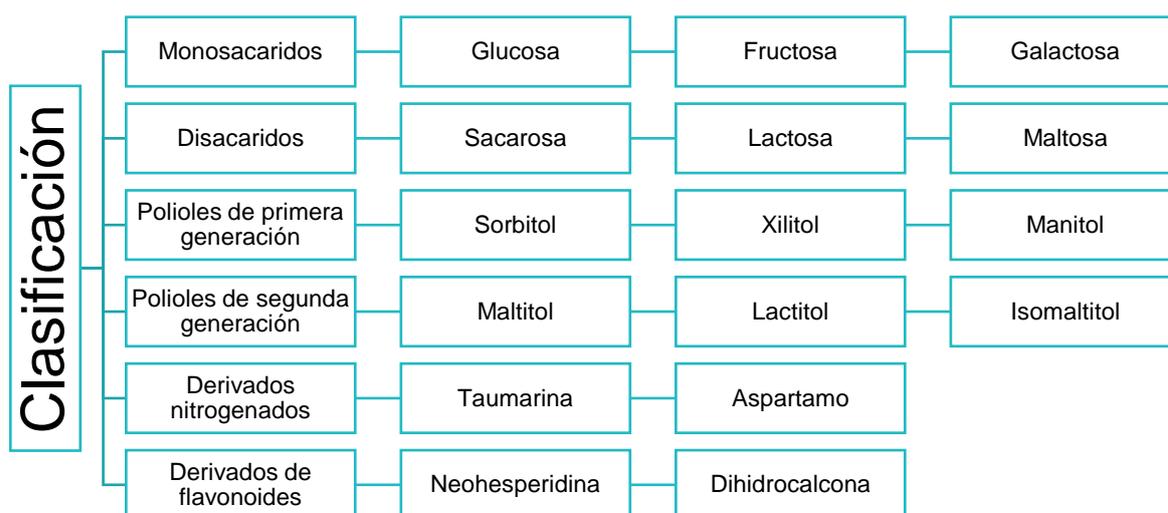
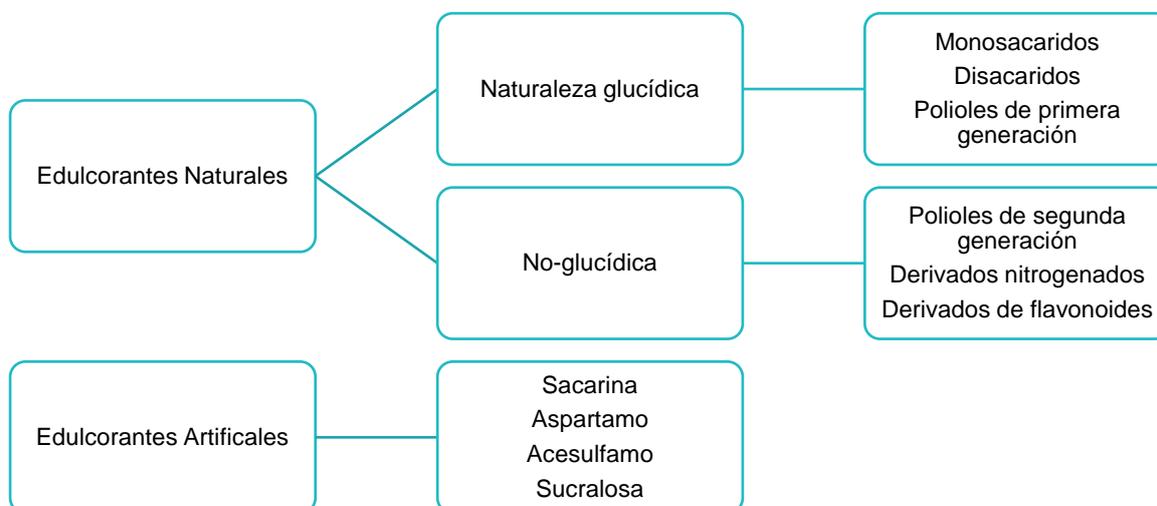


Figura 8. Clasificación de los edulcorantes.

Adaptado de (Akrami, 2016)

## **2.4.2. Métodos de extracción de edulcorantes**

### **2.4.2.1. Por medio de solventes orgánicos**

Este método consiste en remover la grasa contenida en la hoja de la cual se extraerá el edulcorante, utilizando alcoholes como el metanol, realizando la eliminación preliminar de partículas apolares, aceites esenciales y clorofila. Este solvente se lo utiliza por aumentar la eficacia de extracción y separar los diferentes compuestos esteviósidos como por ejemplo de la hoja de Stevia (Macia, Monesterolo, and Toselli, 2013).

#### **a) Maceración**

Se reduce el tamaño de la materia prima en pequeños fragmentos, la cual es sometida a remojo de 2 a 14 días para que los diferentes solventes puedan ingresar por la primera estructura y la ablande, así logramos que se disuelva y se vuelva soluble. Luego de su reposo y una agitación esporádica se procede a filtrar el solvente en el que se encuentran los residuos sólidos el cual se presan y también los compuestos que nos sirven (Macia, Monesterolo, and Toselli, 2013).

#### **b) Lixiviación**

Es posible utilizar solventes orgánicos como inorgánicos en frío con el fin de conservar los compuestos termolábiles que contiene la materia prima. Este proceso consiste en colocar la hoja troceada en un embudo, en el cual se hace pasar el solvente (Macia, Monesterolo, and Toselli, 2013)

### **c) Soxhlet**

Consta del uso de un balón en el cual se deja calentar el solvente, en el que los vapores se van condensando por encima de la muestra, esta se vuelve a repetir hasta que la solución deja que caer y se obtiene el resultado al final del balón (Macia, Monesterolo, and Toselli, 2013).

#### **2.4.2.2. Por medio de solventes acuosos**

Este método utiliza el agua como solvente, su efectividad va desde un 93% a 98%, lo que permite obtener cristales del edulcorante con un 96% de pureza.

### **a) Infusión**

Consiste en introducir el material vegetal troceado en agua hirviendo, la temperatura ideal para extraer los compuestos solubles sin que se desnaturalicen. Suele emplearse el proceso de reflujo que logra que este en contacto el mayor tiempo posible la materia prima con el solvente (Macia, Monesterolo, and Toselli, 2013).

### **b) Destilación por arrastre de vapor**

Se emplea una columna de destilación, en donde los principios activos son extraídos mediante vapor, suelen utilizarse reacciones químicas que permiten identificar la desaparición de estos compuestos en las hojas. Al finalizar el

proceso el solvente es eliminado por evaporación a una temperatura de 30 °C y 40 °C para preservar los compuestos termolábiles, y los diferentes residuos sólidos pesados y se lo procesa mediante el metabolito que se desea obtener (Macia, Monesterolo, and Toselli, 2013).

#### **2.4.2.3. Por medio de fluidos supercríticos**

El fluido supercrítico es cualquier sustancia que tiene una temperatura por encima a su valor crítico, propiedad que le proporciona una mayor penetración del solvente en los micro poros del material. La solución extraída contiene partículas coloidales que contienen los pigmentos, polisacáridos, principios activos y otras impurezas de las hojas (Macia, Monesterolo, and Toselli, 2013).

#### **2.4.3. Poder edulcorante**

Es una propiedad específica de los azúcares la cual está relacionado directamente con la azúcar común o sacarosa la cual es la guía o patrón para determinar la intensidad de sabor, Normalmente para la determinación del poder edulcorante se realizan soluciones de 30 g/L de todo edulcorante que se quiera saber su poder edulcorante (Akrami, 2016)

Este está directamente relacionado con la teoría de sabor dulce la cual es basado mediante la medición de las papilas gustativas, esto nos quiere decir que es necesario de personas en este caso llamados panelistas los cuales previamente se deben entrenar para que sepan la intensidad de cada una de las muestras como establecido Shallenberger y Acree, es por eso que tenemos determinado el poder edulcorante de los principales edulcorantes (Akrami, 2016).

#### 2.4.4. Clasificación del poder edulcorante

Dentro del poder edulcorante tenemos diferentes medidas de cada uno de los edulcorantes los cuales se expresan a continuación:

Tabla 4.

##### *Medida del poder edulcorante*

Edulcorante	Poder edulcorante
Azúcar (Sacarosa)	1
Glucosa	0,5-0,7
Fructosa	1,5-1,7
Aspartame	200
Stevia	300
Rafinosa	0.2
Galactosa	0,3

Adaptado de (Johnson, 2014)

Dentro de los monosacáridos se los puede encontrar la glucosa, fructosa y de los disacáridos la sacarosa o azúcar común los cuales van a ser los que se utilizaran para la experimentación de poder edulcorante es por eso que se procede a explicar cada uno de ellos.

##### 2.4.4.1. Sacarosa

Mejor conocido como azúcar es un disacárido la cual está formado por 2 moléculas 1 de fructosa y 1 de glucosa, su fórmula química es  $C_{12}H_{22}O_{11}$ . Normalmente se la extrae de caña de azúcar, pero puede ser de remolacha,

principalmente el 72% es de caña y el 23% de remolacha a nivel mundial. Se las puede encontrar en las plantas. La azúcar es una de las principales fuentes de calorías para el ser humano (Zamora Navarro and Pérez Llamas, 2013)

#### **2.4.4.2. Glucosa**

Esta se encuentra en las frutas las cual siempre se encuentra unida a la fructosa y sacarosa, esta constituye el almidón, glucógeno entre otras dentro de los procesos biológicos, en la naturaleza se lo considera el que más abundante. Esta principalmente se la extrae de remolacha y caña de azúcar, para su obtención es un proceso simple (Zamora Navarro and Pérez Llamas, 2013).

Hay que mencionar la glucosa es la experimenta el proceso de fermentación alcohólica es por eso que se da uso en la industria para diferente aplicaciones como la producción alcoholes que se puedan descomponer por una acción hidrolítica (Cabezas, Hernández, and Vargas, 2015).

#### **2.4.4.3. Fructosa**

También conocida como “levulosa” está formada por 6 átomos de carbono siendo una cetosa, normalmente se la encuentra en la caña, azúcar invertida o en la miel y en gran cantidad de frutas, se la puede separar de la glucosa en la cal la fórmula es  $C_6H_{12}O_6$  (Zamora Navarro and Pérez Llamas, 2013)

Esta se fermenta en diferentes cervezas por acción de los diferentes compuestos en este caso de fermentos lácticos y butíricos y en otros casos con la colocación en la cerveza, pero con una acción más lenta (Cabezas, Hernández, and Vargas, 2015)

### 3. CAPITULO III. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL

#### 3.1. Ubicación del experimento

##### 3.1.1. Ubicación en campo

El material vegetal del café arábigo var. *caturra* en este caso las cerezas se lo cosecho en el Noroccidente de Pichicha en la “Finca Victoria Finca Specialty Coffee” la cual se describe a continuación:

Tabla 5.

*Información del origen materia prima*

Nombre	Característica
Características	Finca Victoria Finca Specialty Coffee
Provincia	Pichincha
Cantón	Quito
Sector	Miraflores
Coordenadas	N 0° 6' 45.722" O 78° 42' 7.313"
Altitud	1.200 – 1.800 msnm
Temperatura	12 - 22 °C
Humedad	75 – 80 %
Tipo de suelo	Franco Arcilloso

##### 3.1.2. Ubicación en laboratorio

Para la elaboración de los análisis se utilizan los laboratorios de la Universidad de las Américas para los análisis de rendimiento, antioxidante y evaluación del poder edulcorante de la pulpa y cascarilla de café.

### **3.2. Análisis del rendimiento de extracción de pulpa respecto al tamaño de material vegetal que ingresa al despulpado**

#### **3.2.1. Hipótesis Nula**

El tamaño del material vegetal que ingresa al despulpado es igual al rendimiento de extracción de residuos.

#### **3.2.2. Hipótesis Alternativa**

El tamaño del material vegetal que ingresa al despulpado no es igual al rendimiento de extracción de residuos.

#### **3.2.3. Preparación del material vegetal**

##### **Equipos, materiales y reactivos utilizados**

- Balanza analítica BOECO modelo BPS-52, fabricación alemana.
- Sanitizante SANIT 10, al 5% en agua.
- Fundas PE-LD 04 (polietileno de baja densidad) con cierre.
- Recipientes de acero inoxidable

#### **3.2.4. Procedimiento**

Las cerezas de café (*Coffea arábica*) var. Caturra, previamente cosechadas se almacenaron en fundas PE-LD 04, a una temperatura de 2 - 4 °C (refrigeración) durante tres días; se procedió a cosechar y escoger las de grado de madurez 6 y 7, basado en la tabla 2 ya que poseen mayor sólidos solubles, hay que

mencionar que mientras mayor tiempo de madurez, los azúcares que se encuentran son mayores, cabe destacar que se lo realiza con estas maduraciones ya que dependemos además de los agricultores y de su producción principal que es la obtención de las semillas de café.

A partir del cuarto día se procedió a pesar 1 kg de cerezas de café lavadas, a las cuales se midió el diámetro ecuatorial clasificándolas en tres tamaños como se indica en la tabla 6:

Tabla 6.

*Tamaño ecuatorial clasificado para la cereza de café.*

Tamaño	Dimensión
Pequeños	10 – 12,9 cm
Medianos	13-15,9 cm
Grandes	16-19 cm

Los tamaños “medianos” y “grandes” son los que se utilizaron para el ingreso al despulpado para esta experimentación para la obtención de rendimiento, sin embargo, en la producción industrial se utilizan todos los tamaños y el despulpado es mecanizado. El despulpado realizó manualmente el cual consiste en ir separando la cascara y pulpa de la semilla, mediante presión del fruto en la parte ecuatorial con los dedos, esto hace que se separe, la mecánica en cambio se realiza a nivel industrial es similar solo que se utiliza rodillos separados a 2 cm para generar la presión hacia al fruto. Después de despulpado manual se procede a su pesaje de semilla y de pulpa. Con la anterior ecuación, midiendo los pesos tanto inicial como final, se puede obtener el rendimiento final de cada una de las experimentaciones. Para finalizar se analizará cuál de los dos materiales analizados en fresco es mejor para la utilización, ya que con esto se generará mayor materia para cualquier desarrollo de producto basados con datos numéricos.

### **3.3. Análisis para la medición del mejor tipo de antioxidante para el proceso de deshidratado térmico de pulpa de café.**

#### **3.3.1. Preparación del material vegetal**

##### **Equipos, materiales y reactivos utilizados**

- Aditivo E-330 (Ácido Cítrico).
- Aditivo E-300 (Ácido Ascórbico).
- Recipientes de metal.
- Colorímetro espectral (Lovibond LC100 CMYK).

#### **3.3.2. Procedimiento**

Las cerezas de café (*Coffea arábica*) var. caturra previamente seleccionada con maduración 6 y 7 mencionado en la tabla 2 se procedió a la toma de color de la baya con el colorímetro después de esto se las almacenó en fundas PE-LD 04, a una temperatura de 2 a 4 °C (refrigeración) durante tres días, al cuarto día nuevamente con el colorímetro se tomó la medida al salir de la refrigeración.

El color como se explicó previamente es un indicador indirecto de la oxidación y fermentación de las frutas es por eso que se tomó este parámetro como medición, además de tener colores establecidos en cada una de las maduraciones del café como se presentó en la tabla 2 en escala CMYK. Después del despulpado se midió el color, ese mismo día con anterioridad se prepararon las soluciones de ácido ascórbico y ácido cítrico para la colocación de la cereza despulpada, además se lo colocó sólo en agua para el patrón. A

partir de una revisión bibliográfica se determinó que los antioxidantes más efectivos para este proceso fueron el ácido cítrico y el ácido ascórbico.

Se tomaron 500 g de pulpa de café, la cual se sometió a dos diferentes dosificaciones: 1 % y 5 %, con cada uno de los antioxidantes previamente diluidos en agua, además se colocó la pulpa sólo en agua, durante un tiempo de 30 min y se tomó con el colorímetro la última medición.

Se procedió a comprobar el mejor antioxidante mediante los datos, comparando el color inicial con el final sabiendo que mientras el color se va opacando se comprueba que se va oxidando la baya y como lo indica los datos bibliográficos disminuyendo la cantidad de azúcares y sólidos solubles los cuales son fundamentales para esta experimentación.

El colorímetro lanza una lectura en escalas RGB y CMYK, los cuales se compararon con los datos biográficos expuestos en el marco teórico y en la tabla 2. Además, se tomaron los datos desde la cosecha hasta después del despulpado para observar cómo el color va cambiando, y al final cómo actuó el antioxidante en relación a una muestra patrón sin tratamiento antioxidante. Con esto obtuvimos valores cuantificables para analizar cuánto se oxidó la baya comparado a la baya cosecha.

### **3.4. Análisis del potencial edulcorante de pulpa deshidratada de café.**

#### **3.4.1. Preparación del material vegetal**

#### **Equipos, materiales y reactivos utilizados**

- Vasos de polímero plástico blanco de PP
- Panel sensorial
- Estufa
- Molino de granos KitchenAid
- Tamices en 1, 2 y 4 mm (ver Nomenclatura Filtra Vibración, 2018)

### **3.4.2. Procedimiento**

La pulpa y cascarilla previamente aplicadas las soluciones de antioxidante, pasan a una estufa de laboratorio para deshidratar a una temperatura de 50 °C durante 14 horas, así se obtuvo la pulpa y cascarilla completamente deshidratada.

A continuación se procedió a la molienda del grano para disminuir el tamaño del material vegetal con granulometría fina, después se lo pasa por tamices de números 1 mm, 3 mm, y 4 mm de acuerdo a la nomenclatura estándar utilizada por (Filtra Vibración 2018), para la separación de la fracción gruesa material vegetal sobre la fracción fina, obteniendo como resultado el polvo de pulpa y cascarilla de café.

A continuación, se elaboraron tres soluciones de sacarosa, glucosa y fructosa, para la medición del poder edulcorante, como referencias, ya que para la medición de esta variable solo se puede efectuar mediante un análisis sensorial, es así que se seleccionó la referencia sacarosa (azúcar) como patrón de este experimento por su poder edulcorante que es 1 según la explicación del apartado 1.4.4.

La glucosa tiene menor poder edulcorante que la sacarosa (0,6), mientras que la fructosa es mayor (1,5) esto se explica en la tabla 4. Para cada solución se colocaron 30 g por referencia (sacarosa, glucosa o fructosa) en un kilogramo de agua según la bibliografía obtenida en el apartado 1.4, y para la solución de pulpa y cascarilla, se dosifica la misma proporción.

Posteriormente se elaboró el análisis sensorial con un panel entrenado con una muestra de 28 personas en total para cada uno, cada solución elaborada se dividió en vasos con códigos para evitar distorsión de los datos, las muestras se encontraban a una temperatura de 18 a 21 °C, así se obtuvieron los resultados; después se procedió a comparar con los datos bibliográficos del poder edulcorante si éste posee propiedades edulcorantes, teniendo como patrón el azúcar común (sacarosa de caña).

### 3.5. Diseño experimental

Para desarrollo del proyecto se planteó un diseño factorial 2x3 para el análisis de rendimiento respecto al material vegetal, en el cual se involucraron 6 tratamientos con 3 repeticiones, donde la unidad experimental es el residuo del café arábigo var. *caturra* (cascarilla y pulpa), en donde se evaluó el rendimiento.

Tabla 7.

*Diseño factorial 2x3 del análisis del rendimiento*

Tratamiento	Explicación
T1	Cereza mediana*Hacienda 1
T2	Cereza mediana* Hacienda 2
T3	Cereza mediana* Hacienda 3
T4	Cereza grande* Hacienda 1
T5	Cereza grande* Hacienda 2

T6	Cereza grande* Hacienda 3
----	---------------------------

Si existen una diferencia significativa, se procederá a hacer una prueba de medias Tukey con un porcentaje de error al 5 %.

A continuación, se explica el Análisis de Varianza (ANOVA)

Tabla 8.

*Análisis de la varianza del rendimiento*

Tratamientos	Grados de libertad
Total	17
Factor 1 (Tamaño)	1
Factor 2 (Haciendas)	2
F1*F2	2
Repeticiones	3
Error experimental	9
C.V (%)	

Para la elaboración de los resultados se procedió a ingresar los datos al programa de “Infostat 2018<sup>®</sup>” versión estudiantil, Además los resultados obtenidos por el programa el coeficiente de variación no debe pasar del 20 % ya que, si ocurre esto, los resultados no son reales y la experimentación no valida.

#### 4. CAPITULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

##### 4.1. Determinación del rendimiento

Se procedió con el pesaje inicial y final para el rendimiento (%) basándose en la separación de tamaños como se indicó en tabla 6, con la ecuación 1 explicado en el apartado 2.2.2.

En la tabla 9 se observa que el coeficiente de variación es de 2,10, esto se debe a que se recolecto material vegetal de toda la zona para datos más precisos, aun así, existe diferencias significativas en las repeticiones entre haciendas respecto al rendimiento de los residuos de café.

Tabla 9.

*ANOVA del rendimiento de las haciendas (n=18)*

F. V.	SC	Gl	CM	p-valor
Total	114,20	17		
Repeticiones	0,96	2	0,48	0,7655
Tratamientos	89,74	1	89,74	<0,0001
Error	21,05	12	1,75	
C.V (%)	2,10			

Nota: F.V.=Fuente de variación, SC=Suma de cuadrados, gl= grados de libertad, CM=cuadrados medios, C.V (%) = Coeficiente de variación

En la tabla 9 se evidencia que no existe diferencias significativas en las repeticiones dando un 0,7655, pero en los tratamientos y en las haciendas se procedió con el análisis Tukey ya que existen diferencias significativas.

Tabla 10.

*Análisis Tukey (5%) en relación a los resultados*

Tratamientos	Medias	N	S.D	Letra
3	65,68	6	0,05	A
1	65,43	6	0,05	A
2	64,71	6	0,05	AB
4	63,65	6	0,05	B
6	63,49	6	0,05	B

5	63,42	6	0,05	B
---	-------	---	------	---

Medias con una letra en común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

Comprobando con nuestros valores iniciales en la tabla 9 se observó que el p-valor en tratamientos es menor a 0,5%, por eso se procedió a su análisis Tukey donde se puede observar en la tabla 10 que el tratamiento 2 es el mejor para su aprovechamiento.

Por lo tanto, para la utilización de material vegetal independientemente del tamaño se puede utilizar los dos ya que nuestro rendimiento esta sobre el 50% de aprovechamiento; factible para su explotación.

Con esto datos sabemos que los residuos producidos por la producción cafetalera es alta (aguas mieles, pulpa y cascarilla) y si no es tratada correctamente esta puede traer graves problemas ambientales (Pérez-soto, Godínez-montoya, and Ecorfan, 2014) .

Para la utilización de un residuo al menos debe ser del 50 % con esto comprobamos que es viable y factible cualquier proyecto con la utilización de la pulpa, cascarilla y aguas mieles las cuales con la industrialización se puede evitar la contaminación generada y evitar el desperdicio de un producto con propiedades aprovechables para la industria alimentaria.

#### **4.2. Determinación del antioxidante**

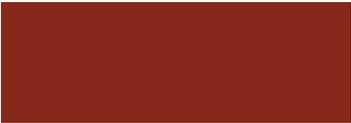
Basándose en la escala de color CYMK, se determinó el color en los siguientes procesos:

#### 4.2.1. Cosecha

En la tabla 11 se puede observar el color patrón el cual se encuentra en la tabla 2, normalmente se cosecha en las haciendas cafetaleras, además de la cereza que se cosecho para la experimentación.

Tabla 11.

##### *Colorimetría de cereza cosechada*

Material	Medición	Color
Cereza de café (Patrón)	C=0	
	M=78	
	Y=89	
	K=42	
Cereza de café	C=0	
	M=75	
	Y=85	
	K=43	

Como se menciona en la tabla 11 el patrón en comparación de la muestra cosechada se puede observar que son similares en la escala CMYK con mínimas variaciones, esto se tomó ya que como se menciona en (Misael Cortés and Chiralt, 2008) la cinemática de los cambios de coloración es una variable cuantificable.

Se observó que colores varían ya que en el campo cuando se cosecha normalmente no se utiliza un instrumento digital, pero en la mayoría de las haciendas productoras de café se guían según (Camilo, 2010) mediante Pantone o entre escalas de maduración que se realizan por conocimientos ancestrales, esto nos da una variación entre granos y haciendas ya que algunos cosechan antes o después de lo indicado para obtener otras características sobre la semilla de café, para nuestra experimentación se utilizó el subproducto de diferentes colorimetría.

La determinación de color para esta experimentación se realiza desde su cosecha, ya que, según (FAO, 2013) la oxidación de las frutas y vegetales empieza desde que es separada de la planta la cual le proporciona todos los nutrientes y en este caso el antioxidante necesario para que este se mantenga, pero una vez separado empieza su decrecimiento como se explicó en el apartado 1.3. por la oxidación y la falta del antioxidante el cual va decreciendo y el consumo de oxígeno de la fruta se mantiene esto genera un proceso irreversible en el cual se mantiene con bajas temperaturas o la utilización de diferentes antioxidantes.

#### 4.2.2. Almacenamiento o refrigerado

En la tabla 12 se expresó el color que se tomó después de que el material vegetal salió de la refrigeración para su respectivo procesamiento el cual nos indica los siguientes valores.

Tabla 12.

##### *Colorimetría de la cereza en almacenamiento*

Muestra	Medición	Color
1	C=0	
	M=87	
	Y=89	
	K=52	

Los datos no se modifican mínimamente en la parte de magenta y amarillo (Yellow) pero podemos observar que en el negro (Key) existe una variación significativa, esto se debe a que el color va disminuyendo, aunque este refrigerado esto se debe al alto contenido de polifenol oxidasa que con reacción del oxígeno esta empieza como una reacción en cadena. Pero en comparativa

con el patrón (Tabla 11) se observa que no existen cambios muy significativos, esto ocurre ya que el frío según (Aguilar, 2012) es un inhibidor para que la respiración de los vegetales y frutas en este caso del café se reduzca y evite la oxidación y fermentación de los productos. Normalmente el café no se refrigera en especial la pulpa y cascarilla, pero por motivos de recolección y disponibilidad de los laboratorios el café fue colocado en cuatro fríos para su mantenimiento y posterior procesamiento, además esta se encontró a una temperatura entre 2 a 4 grados la cual reduce considerablemente la oxidación de la fruta.

#### 4.2.3. Pelado

En la tabla 14 se muestran los valores después de ser retirada y manipulada la cereza del café, la cual se retira la semilla ya que solo se va a utilizar el subproducto como se explicó en el apartado 2 del presente documento.

Tabla 13.

#### *Colorimetría en la cereza sin semilla*

Material	Medición	Color
Cereza de café	C=0	
	M=90	
	Y=92	
	K=59	

La variación desde el punto de inicio de nuestro patrón se ha modificado considerablemente ya que en este punto ha pasado por algunos procesos productivos, además que el despulpado se lo realiza en condiciones ambientales y como según (Bacal, 2013) cuando esta entra en contacto con el

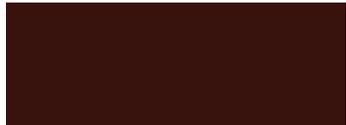
oxígeno inicia el proceso de oxidación es por eso que todas las mediciones a excepción de cian sufre una variación en el valor y en comparaciones con los anteriores se puede ver un oscurecimiento de la muestra inicial tomada (Tabla 11) esto se debe a que el oxígeno y otras funciones fisiológicas en el fruto empiezan a actuar. El color nos denota que ha sufrido alteraciones pero que aún no son graves las cuales con comparación de los resultados posteriores se los a analizar y comparar entre ellos, y poder hacer un análisis más profundo de los datos.

#### 4.2.4. Sin tratamiento

La tabla 15 a continuación nos muestra el resultado de la cereza de café despulpada en diferentes tratamientos, normalmente se lo deja en la producción original en el campo a la intemperie sin ningún tratamiento. A continuación, los datos obtenidos:

Tabla 14.

#### *Colorimetría de la cereza sin tratamiento alguno*

Material	Medición	Color
Ambiente	C=0	
	M=90	
	Y=93	
	K=82	
Agua	C=0	
	M=75	
	Y=83	
	K=75	

Como se puede observar en los dos tratamientos existen diferencias significativas muy claras las cuales se observan a simple vista, esto se debe a que, al ser una baya con alta respiración, esta reacciona casi inmediato al oxígeno presente, es por eso que después de los 30 min se encontraban de esta forma.

La experimentación al ambiente se puede ver que entre la magenta y amarilla existen variaciones numéricas mínimas entre ellos, pero el color se modificó más por el negro (Key) es por ello que el color se oscurece hasta el punto de terminar en café muy oscuro, esto ocurre según (Misael Cortés and Chiralt, 2008) por las reacciones fisiológicas pero actúan otros factores como la humedad, temperatura y cantidad de oxígeno presente, esto hace que la oxidación y otras propiedades actúen sobre el subproducto.

En cambio, la oxidación en agua es completamente diferente, la cual, al no tener contacto con el oxígeno directamente, ayuda a que no reaccione fisiológicamente la cereza de café, esto hace que los valores no se modifiquen como la experimentación anterior, pero, aun así, este sufre una oxidación considerable en especial en los valores del negro (key) que hace que la colorimetría de la cereza aumente al grado que genera un café oscuro fuerte. Es por ello que, sin un tratamiento, esta cereza se relega y normalmente se descarta, ya que su proceso oxidativo es agresivo y en corto tiempo.

Con esto se comprobó que el no utilizar ningún antioxidante al final es perjudicial si se quiere utilizar este subproducto industrialmente por que pierde todas sus propiedades si su manejo es inadecuado.

#### 4.2.5. Ácido Cítrico

La tabla 16 da resultados de cinemática del color con tratamientos con ácido cítrico después del separado de la semilla de la pulpa y cascarilla los cuales se expresan a continuación:

Tabla 15.

*Colorimetría de la cereza con tratamiento de ácido cítrico*

Material	Medición	Color
Cereza de café (1%)	C=0	
	M=92	
	Y=92	
	K=64	
Cereza de café (5%)	C=0	
	M=90	
	Y=92	
	K=60	

El tratamiento con ácido cítrico nos revelo que los cambios de color desde el resultado en la tabla 13 no existen ni son significativos, ya que el ácido cítrico al ser un ácido orgánico actúa como el antioxidante natural que, y se encuentra en frutas, Además hace que las otras propiedades presentes en la cereza del café no cambien y se mantengan con una estabilidad fisiológica para su manipulación y tratamientos.

En la experimentación de ácido cítrico al 1 % se puede observar que el color se mantiene en optima condición sin que exista una reducción en ningún valor este como se explicó en el apartado 2.3.2 se lo dejo actuar por 30 a 60 min comprobando que el ácido mantiene el color del material vegetal.

En cambio, en la experimentación de ácido cítrico al 5 % se pudo observar que el color casi se mantiene intacto, sin que exista modificación aparente, tanto en colorimetría como en resultados con la tabla 13 pero en la parte de sabor al final de la experimentación se complica ya que si se da una utilización para diferentes potenciales en la industria el cambio de sabor no es un factor positivo, es por eso que según (Muñoz-Villa, 2014) el ácido cítrico en grandes cantidades puede provocar sabores no deseados en la materia prima.

Además, en esta experimentación el ácido cítrico provocó cambios fisiológicos reaccionando con sustancias presentes en la cascara y pulpa de café afectando la calidad por las propiedades especiales que contiene el café.

En comparación con los dos análisis resulta mejor el uso de ácido cítrico al 1% ya que además de conservar muy similar al de 5% en la colorimetría este no reacciona y empeora el sabor de nuestra materia prima, hace que conserve también todas sus propiedades organolépticas.

#### **4.2.6. Ácido Ascórbico**

En la tabla 17 se puede observar los datos CMYK de las cerezas de café con el tratamiento de ácido ascórbico en dos diluciones al 1 y 5 % los cuales se expresan en la siguiente a continuación:

Tabla 16.

*Colorimetría de la cereza con tratamiento de ácido ascórbico*

Material	Medición	Color
----------	----------	-------

---

	C=0	
Cereza de café (1%)	M=92	
	Y=94	
	K=70	
	C=0	
Cereza de café (5%)	M=90	
	Y=93	
	K=67	

---

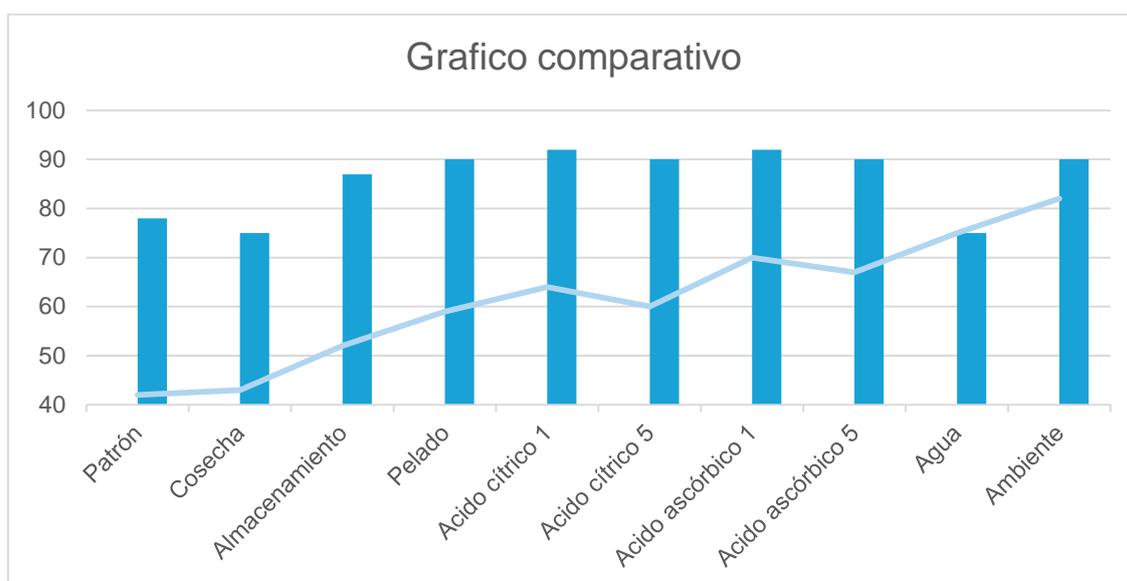
El ácido ascórbico al comprobar con los datos de la tabla 13 se puede observar que existió una variación mínima entre las dos, con esto comprobamos que el antioxidante es efectivo, pero si existen variaciones entre datos.

En la cereza de café al 1 % se puede ver que si hay cambios en especial en la variable del negro la cual el color se oscurece intensamente pero no es una colorimetría aceptable.

En comparación entre los dos tratamientos con ácido cítrico y ascórbico respectivamente se puede observar que entre los cuatro existen variaciones mínimas pero que, en contexto, aun así, con la explicación de cada uno de ellos se puede afirmar que el mejor tratamiento para la pulpa y cascarilla es el de ácido cítrico al 1 %.

Al comparar todos los resultados se observó que desde el patrón hasta el final existen diferencias significativas en todos ellos, pero se comprobó que cuando no colocas en ningún tratamiento el café resulta que su oxidación es veloz, por lo tanto, para su utilización para la industria o experimentaciones este al despulparlo la pulpa y cascarilla se debe colocar en una solución de ácido cítrico al 1 % así evitas la oxidación de la misma y conservar las propiedades organolépticas.

A continuación, en la figura 9 se puede observar la tendencia de los datos obtenidos en una comparación desde el patrón hasta la temperatura ambiente:

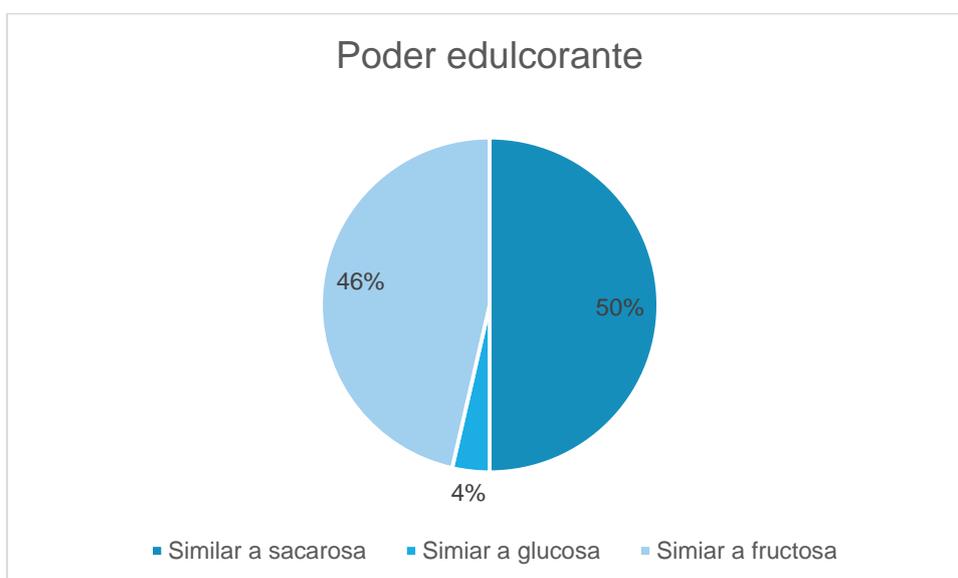


*Figura 9.* Línea de tendencia de la oxidación

Como observamos en la figura 9, la línea de tendencia va escalando hasta llegar a un punto desde 40 hasta un 80 dentro de una escala de 100, esto se debe a que mientras la cereza del café entra en contacto con el oxígeno va aumentando su oxidación hasta llegar al punto más alto que es al “ambiente”, pero si observamos desde “pelado” hasta el “ácido ascórbico 5” nos indica que la tendencia se mantuvo y el funcionamiento de los antioxidantes fueron correctos ya que se logró la estabilidad de la muestra. Además en el gráfico se puede apreciar que el “patrón” y “cosecha” hasta en “ambiente” hubo un crecimiento acelerado, esto según (Gómez, 2010), es porque dependiendo de las condiciones ambientales la velocidad de oxidación varía en este caso.

### 4.3. Determinación del poder edulcorante

Para la finalización de esta experimentación se midió el poder edulcorante mediante un panel de análisis sensorial entrenado con 28 personas de la Universidad de las Américas, el cual los resultados obtenidos se exponen en la figura 10 en porcentaje:



*Figura 10. Determinación del poder edulcorante*

Analizando los resultados se puede observar de los panelistas el 50 % sienten el sabor igual a la sacarosa, siendo así el mayor de los tres, Además el 35,71 de los panelistas nos indica que es similar a la fructosa, estos datos son fundamentales ya que cumplen los dos un 96 % con un poder edulcorante de 1,0 a 1,5 en la escala de poder edulcorante según (Akrami, 2016).

Los panelistas además de ser un grupo de personas calificadas para dar resultados exactos estos son entrenados previamente como nos dice (Catania and Avagnina, 2007) ya que nuestros resultados finales dependerán de los

jueces o panelistas, Además se debe tomar en cuenta que el lugar donde se debe realizar las diferentes degustaciones debe ser un lugar en donde los sentidos estén concentrados en las muestras sin interrupciones es por eso que se usó de las instalaciones de UDLA el laboratorio de análisis sensorial. En la figura 11 se puede observar que si tabulamos los datos y comparamos esto nos da que la pulpa y cascarilla de café se encuentra entre la sacarosa y fructosa con un valor de 1,25 en la escala de poder edulcorante como se muestra a continuación:

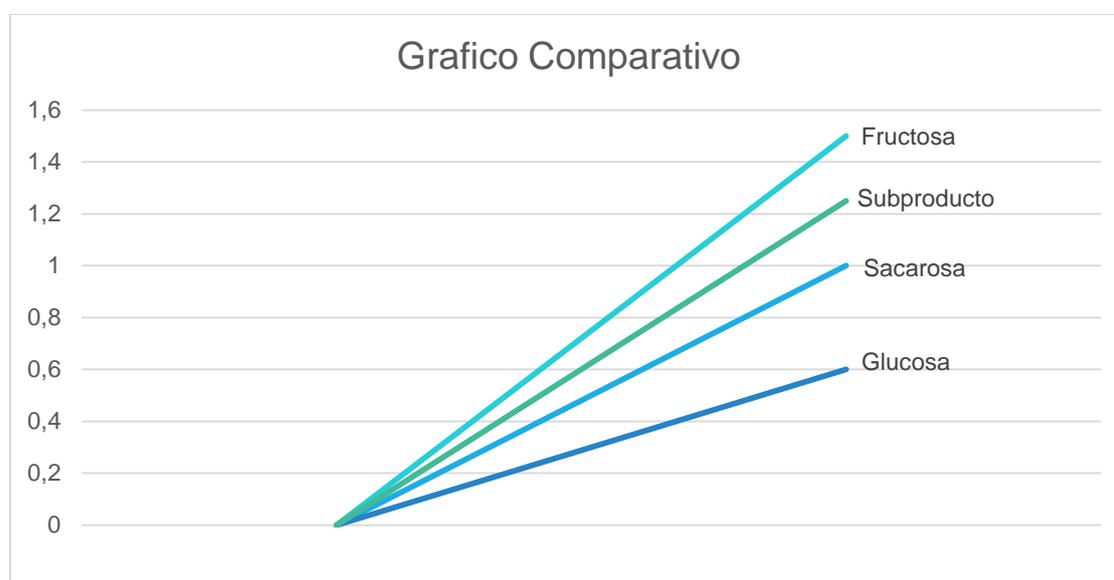


Figura 11. Comparación entre los edulcorantes.

Los datos varían siempre ya que como dice Catania & Avagnina, 2007, no podemos controlar a los tésista en que comieron anteriormente y si eso nos va a modificar los datos obtenidos, Sin embargo por eso se trabaja con los panelistas en un tiempo determinado con esto se puede educar y plantear los parámetros para que existan la mínima variación entre ellos aun así como se pudo observar en la figura 10 existen un 4 % que sintió la muestra menor a la sacarosa esto se debe a que siempre habrá diferencias cuando tratamos en la parte de análisis sensorial.

La experimentación de poder edulcorante con el tamaño de los panelistas nos dio que efectivamente la pulpa y cascarilla de café tienen un poder edulcorante mayor a la azúcar común, cabe destacar que por diferentes tratamientos y problemas con la materia prima con la recolección y tiempo de procesamiento hace que la materia prima pierda poder pero así se obtuvo 1,25 a comparación de 1 de la sacarosa (Akrami 2016) con esto podemos al finalizar de este experimento plantear que el subproducto se puede utilizar en diferentes procesos para la industrialización como confites, fermentación para la obtención de licor o sustitutos de azúcar, ya que se está desperdiciando y contaminando cuando este puede generar un rédito económico.

## 5. Conclusiones y Recomendaciones

### 5.1. Conclusiones

Se comparó el rendimiento de extracción de material vegetal de los diferentes tamaños y haciendas, obteniendo un Anova con un coeficiente de variación de 2,10; se comprobó además que el tratamiento 2 con el tamaño de baya mediano y de la hacienda dos, tiene mayor rendimiento y menor variabilidad. Cabe destacar que para que el estudio sea factible el resultado obtenido debe sobrepasar el 50% de residuos, en este caso si se cumple por consiguiente es factible su aprovechamiento.

Basándose en la bibliografía, se determinó que el ácido cítrico al 1 % es el mejor antioxidante, ya que en los datos de color da un resultado de C=0; M=92; Y=92; K=64, un valor similar al del primer proceso de extracción de semilla del café, a esta dosificación el producto no absorbe el agua con ácido cítrico lo que no afecta las propiedades organolépticas del subproducto final para el ingreso al deshidratado, comprobando que las muestras sin tratamiento alguno se convierten en desechos al no poder aprovecharlos por su coloración a café de tonalidad muy oscuro, perdiendo su dulzor tornándose amargo.

Se evaluó el potencial edulcorante de la pulpa deshidratada de café comparándola con tres edulcorantes muy utilizados en la industria alimentaria: la sacarosa (1 PE), la glucosa (0,6 PE) y la fructosa (1,5 PE), a partir de esto se comprobó que la pulpa tiene un (1,25 PE) más efectivo en comparación al azúcar común convirtiéndose en un potencial industrial. Estos resultados se obtuvieron a partir de un grupo de panelistas entrenados a quienes se los preparó con antelación.

Se analizó el poder edulcorante de la pulpa de café (*Coffea arábica*) variedad caturra la que se obtuvo de diferentes fincas del Noroccidente de Pichincha, cuyo material vegetal se sometió a un proceso de deshidratado para compararla con tres tipos de edulcorantes: sacarosa, fructosa y glucosa. De estos análisis se obtuvieron diferentes resultados como rendimiento, resistencia a la oxidación y evaluación del poder edulcorante. Dando así un valor de 1,25 PE que se encuentra entre la sacarosa y fructosa siendo un subproducto aprovechable en azúcares.

## **5.2. Recomendaciones**

Para el estudio del subproducto se recomienda el procesamiento y conservación del mismo ya que su oxidación después de la cosecha es rápida y puede causar desmedro en la materia prima.

El presente estudio puede ser aplicado en proyectos similares, en los cuales se aproveche estos subproductos: pulpa y cascarilla en la elaboración de productos comerciales: edulcorantes de origen natural, recomendando que se realicen un cierto número de experimentaciones en donde se pueda comprobar que el edulcorante comercial no presenta problemas toxicológicos al consumidor, así como para determinar su apropiada ingesta diaria admitida (IDA).

## Referencias.

- Aguilar, J. (2012). Métodos de conservación de alimentos. Tlalnepantla. Recuperado el 16 de diciembre del 2018 de [http://www.aliat.org.mx/BibliotecasDigitales/economico\\_administrativo/Metodos\\_de\\_conservacion\\_de\\_alimentos.pdf](http://www.aliat.org.mx/BibliotecasDigitales/economico_administrativo/Metodos_de_conservacion_de_alimentos.pdf).
- Akrami, P. (2016). Edulcorante Alimentarios y Su Importancia En La Alimentación. Madrid. Recuperado el 18 de diciembre del 2018 de [http://147.96.70.122/Web/TFG/TFG/Memoria/SHIRIN PATRICIA AKRAMI YUS.pdf](http://147.96.70.122/Web/TFG/TFG/Memoria/SHIRIN_PATRICIA_AKRAMI_YUS.pdf).
- Álvarez, D, Cardenas, J. (2010). Aplicación del método químico dpph para determinar la capacidad antioxidante presente en una mermelada de tuna. Guayaquil. Recuperado el 7 de noviembre del 2018 de <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/2012/1/1057.pdf>.
- Bacal, C. (2013). Oxidación, Ingredientes y Alimentos. San Jose. Recuperado el 16 de diciembre del 2018 de [http://www.alapre.org/Downloads/Congresos/Primer\\_Congreso/Kemin\\_Carlos\\_Bacal.pdf](http://www.alapre.org/Downloads/Congresos/Primer_Congreso/Kemin_Carlos_Bacal.pdf).
- Barva, H. (2011). Guía Técnica Para El Cultivo Del Café. San Jose. Recuperado el 15 de octubre del 2018 de <http://www.icafe.cr/wp-content/uploads/cicafe/documentos/GUIA-TECNICA-V10.pdf>.
- Bedri. (2012). “el café en el mundo” Recuperado el 17 de diciembre del 2018 de [http://www.bedri.es/Comer\\_y\\_beber/Cafe/El\\_cafe\\_en\\_el\\_mundo.htm](http://www.bedri.es/Comer_y_beber/Cafe/El_cafe_en_el_mundo.htm).
- Bonilla-Hermosa, V, Whasley F, y Schwan R. 2014. “*Utilization of Coffee By-Products Obtained from Semi-Washed Process for Production of Value-Added Compounds.*” *Bioresource Technology* 166: 142–50.
- Cabezas, C, Blanca H, Vargas, M . 2015. “Azúcares Adicionados a Los

- Alimentos: Efectos En La Salud y Regulación Mundial. Revisión de La Literatura Sugars Added in Food: Health Effects and Global Regulation.” *Universidad Nacional de Colombia* 64(2). Recuperado el 22 de diciembre del 2018 de <http://dx.doi.org/10.15446/revfacmed.v64n2.52143>.
- Café de Colombia.(2014). “El Arbol y El Entorno | Café de Colombia.” Recuperado el 17 de diciembre del 2018 de [http://www.cafedecolombia.com/particulares/es/sobre\\_el\\_cafe/el\\_cafe/el\\_arbol\\_y\\_el\\_entorno/](http://www.cafedecolombia.com/particulares/es/sobre_el_cafe/el_cafe/el_arbol_y_el_entorno/).
- Camilo, J. (2010). Sistema de Producción de Café En Colombia. Recuperado el 15 de octubre del 2018 [https://www.cenicafe.org/es/publications/sistemas\\_de\\_produccion.pdf](https://www.cenicafe.org/es/publications/sistemas_de_produccion.pdf).
- Canet B, Guillermo. (2016). “La Situación y Tendencias de La Producción de Café En América Latina y El Caribe.” *IICA*: 1–2,5,13,125.
- Catania, C, and S Avagnina. (2007). 29. *El Análisis Sensorial Contenidos*. Mendoza. Recuperado el 18 de diciembre del 2018 de [https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-29\\_\\_el\\_analisis\\_sensorial.pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-29__el_analisis_sensorial.pdf).
- Coronado, M. (2015). 42 *Rev Chil Nutr Antioxidantes: Perspectiva Actual Para La Salud Humana*. Recuperado el 5 de noviembre del 2018 de <https://scielo.conicyt.cl/pdf/rchnut/v42n2/art14.pdf>.
- Cortés, Ma. (2014). Aditivos antioxidantes. Recuperado el 18 de diciembre del 2018 de <https://biosalud.org/archivos/divisiones/4aditivos-antioxidantes.pdf>.
- Cortés, M, Chiralt, A . (2008). Cinética de los cambios de color en manzana deshidratada por aire fortificada con vitamina E. *Antioqui*. Recuperado el 15 de diciembre del 2018 de <http://www.scielo.org.co/pdf/vitae/v15n1/v15n1a02.pdf>.

“De Etiopía a Starbucks: El Amargo Sabor Del Café - El Orden Mundial - EOM.”  
Recuperado el 9 de octubre del 2018 de  
<https://elordenmundial.com/el-amargo-sabor-del-cafe/>.

Echeverri, D. (2005). “Café Para Cardiólogos.” *Revista Colombiana de cardiología* 11(7) Recuperado el 5 de diciembre del 2018 de  
[https://scienti.colciencias.gov.co/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod\\_rh=0000240133](https://scienti.colciencias.gov.co/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod_rh=0000240133)

FAO. (2010). “Café.” *FAO*. Recuperado el 15 de octubre del 2018 de  
<http://www.fao.org/docrep/007/y5143s/y5143s0v.htm#TopOfPage>.

FAO. (2013). *Manual Para El Mejoramiento Del Manejo Poscosecha de Frutas y Hortalizas - Las Frutas y Hortalizas Frescas Como Productos Perecibles*. Roma. Recuperado el 16 de diciembre del 2018 de  
<http://www.fao.org/docrep/x5055s/x5055S02.htm>.

Filtra Vibración. 2018. *Tamices de Laboratorio*. Barcelona. Recuperado el 18 de diciembre del 2018 de [www.filtra.com](http://www.filtra.com).

Gimferrer, N. (2008). *El Color Natural de Los Alimentos*. Vizcaya. Recuperado el 16 de diciembre del 2018 de <http://www.consumer.es/seguridad-alimentaria/ciencia-y-tecnologia/2008/08/13/178845.php>.

Guerrero, M. (2016). *Rendimientos de café grano seco*. Recuperado el 15 de octubre del 2018 de  
[http://sinagap.agricultura.gob.ec/pdf/estudios\\_agroeconomicos/rendimiento\\_cafe\\_grano\\_seco2016.pdf](http://sinagap.agricultura.gob.ec/pdf/estudios_agroeconomicos/rendimiento_cafe_grano_seco2016.pdf).

MAGAP. (2017). *Rendimientos de café grano seco en el ecuador 2017*. Quito. Recuperado el 17 de octubre del 2018 de  
[http://sipa.agricultura.gob.ec/pdf/estudios\\_agroeconomicos/rendimiento\\_cafe\\_grano\\_seco2017.pdf](http://sipa.agricultura.gob.ec/pdf/estudios_agroeconomicos/rendimiento_cafe_grano_seco2017.pdf).

Hunger, K. (2003). *Industrial Dyes: Chemistry, Properties, Applications*. ed. Dr. Klaus Hunger. Frankfurt: Die Deutsche Bibliothek. Recuperado el 22

de diciembre del 2018 de <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.674.8611&rep=rep1&type=pdf>.

Inés, G. (2000). Gerencia Técnica / Programa de Investigación Científica / Junio de 2000. Chinchiná. Recuperado el 18 de diciembre del 2018 de <https://www.cenicafe.org/es/publications/avt0276.pdf>.

INIAP. (2014). "Café Arábigo." *INIAP*. Recuperado el 18 de octubre del 2018 de <http://tecnologia.iniap.gob.ec/index.php/explore-2/mcafec/rcafea>.

Jamanca, N, Alfaro, S . (2017). Antioxidantes En Los Alimentos. UNAB. Lima: Universidad Nacional de Barranca. Recuperado el 18 de diciembre del 2018 de [http://repositorio.unab.edu.pe/bitstream/handle/UNAB/11/NC\\_Antiox\\_Nicodemo.pdf;jsessionid=C000FAB89840F6E655BD31E537218B25?sequence=1](http://repositorio.unab.edu.pe/bitstream/handle/UNAB/11/NC_Antiox_Nicodemo.pdf;jsessionid=C000FAB89840F6E655BD31E537218B25?sequence=1).

Johnson, M. (2014). Edulcorantes Naturales y Artificiales: ¿Una Bendición o Una Maldición? San José. Recuperado el 22 de diciembre del 2018 de <http://www.ulacit.ac.cr/files/documentosULACIT/Constant/MadisonInvestigacionEdulcorantes-QuimicaOrganica.pdf>.

Macia, E, Vanina M, Toselli, L . (2013). Evaluación de los procesos de extracción y purificación de los compuestos endulzantes de la hoja de stevia rebaudiana. Córdoba. Recuperado el 18 de diciembre del 2018 de [http://www.edutecne.utn.edu.ar/cytal\\_frm/CyTAL\\_2008/Trabajos\\_y\\_Prologo/versión\\_correlativa\\_PDF/TFA017\\_Evaluación\\_del\\_proceso\\_de\\_extracción\\_y\\_purificación\\_-\\_Actas.pdf](http://www.edutecne.utn.edu.ar/cytal_frm/CyTAL_2008/Trabajos_y_Prologo/versión_correlativa_PDF/TFA017_Evaluación_del_proceso_de_extracción_y_purificación_-_Actas.pdf).

Mariel, D, Noel, N. (2010). "El café y sus diversas aplicaciones en la pastelería. Sante Fe. Recuperado el 24 de octubre del 2018 de [http://repotur.yvera.gob.ar/bitstream/handle/123456789/4015/cafe\\_y](http://repotur.yvera.gob.ar/bitstream/handle/123456789/4015/cafe_y)

pasteleria.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

- Marín, S, Arcila S, Esther, M , Oliveros, M. (2003). Relación entre el estado de madurez del fruto del café y las características de beneficio, rendimiento y calidad de la bebida 1. Recuperado el 18 de diciembre del 2018 de <https://www.cenicafe.org/es/publications/arc054%2804%29297-315.pdf>.
- Muñoz-Villa, A. (2014). *Ácido Cítrico: Compuesto Interesante Citric Acid: Interesting Compound*. Recuperado el 7 de noviembre del 2018 de <http://www.posgradoeinvestigacion.uadec.mx/AQM/No.12/4.pdf>.
- Navas, C, Burbano, M , Moreira, M , Vasco, A . (1993). Manual Del Cultivo Del Café. Quevedo, Ecuador. Recuperado el 1 de octubre del 2018 de [http://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/1619/1/Manual del cultivo de cafe.pdf](http://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/1619/1/Manual%20del%20cultivo%20de%20cafe.pdf).
- Pérez-soto, E, Godínez-montoya,F , Ecorfan, L . (2014). La Producción y El Consumo Del Café. Recuperado el 12 de diciembre del 2018 de [www.ecorfan.org/spain](http://www.ecorfan.org/spain).
- Ramos, M, Castaño, J . (2000). Cenicafé Empaque y almacenamiento de café tostado y molido. Recuperado el 7 de noviembre del 2018 de <https://www.cenicafe.org/es/publications/arc051%2802%29114-135.pdf>.
- Rettig, M, Hen, A. (2014). "El Color En Los Alimentos Un Criterio de Calidad Medible." *Agro Sur* 42(2). Recuperado el 22 de diciembre del 2018 de <http://www.agrarias.uach.cl/wp-content/uploads/2016/04/art07-Mathias.pdf>.
- Shankaranand, V S, and B K Lonsane. (1994). "Coffee Husk: An Inexpensive Substrate for Production of Citric Acid by *Aspergillus Niger* in a Solid-State Fermentation System." *World Journal of Microbiology and Biotechnology* 10(2): 165–68.

Weinberg, Bennett Alan., and Bonnie K. Bealer. (2001). *The World of Caffeine : The Science and Culture of the World's Most Popular Drug*. Nueva York: Routledge. Recuperado el 9 de octubre del 2018 de <http://books.google.com/books?id=Qyz5CnOaH9oC&pg=PA3&dq=coffee+goat+ethiopia+Kaldi&lr=&ei=paxHStuDJ4XuzATj97hf>.

Zamora N, Salvador, Pérez, F . (2013). "Importancia de La Sacarosa En Las Funciones Cognitivas: Conocimiento y Comportamiento Palabras Clave: Sacarosa. Funciones Cognitivas. Conoci-Miento. Memoria." *Nutr Hosp* 28: 106–11. Recuperado el 22 de diciembre del 2018 de <https://www.redalyc.org/pdf/3092/309227005013.pdf>.

## **ANEXOS**

*Anexo 1. Separación del material vegetal y despulpado*



*Anexo 2. Medición de material vegetal*



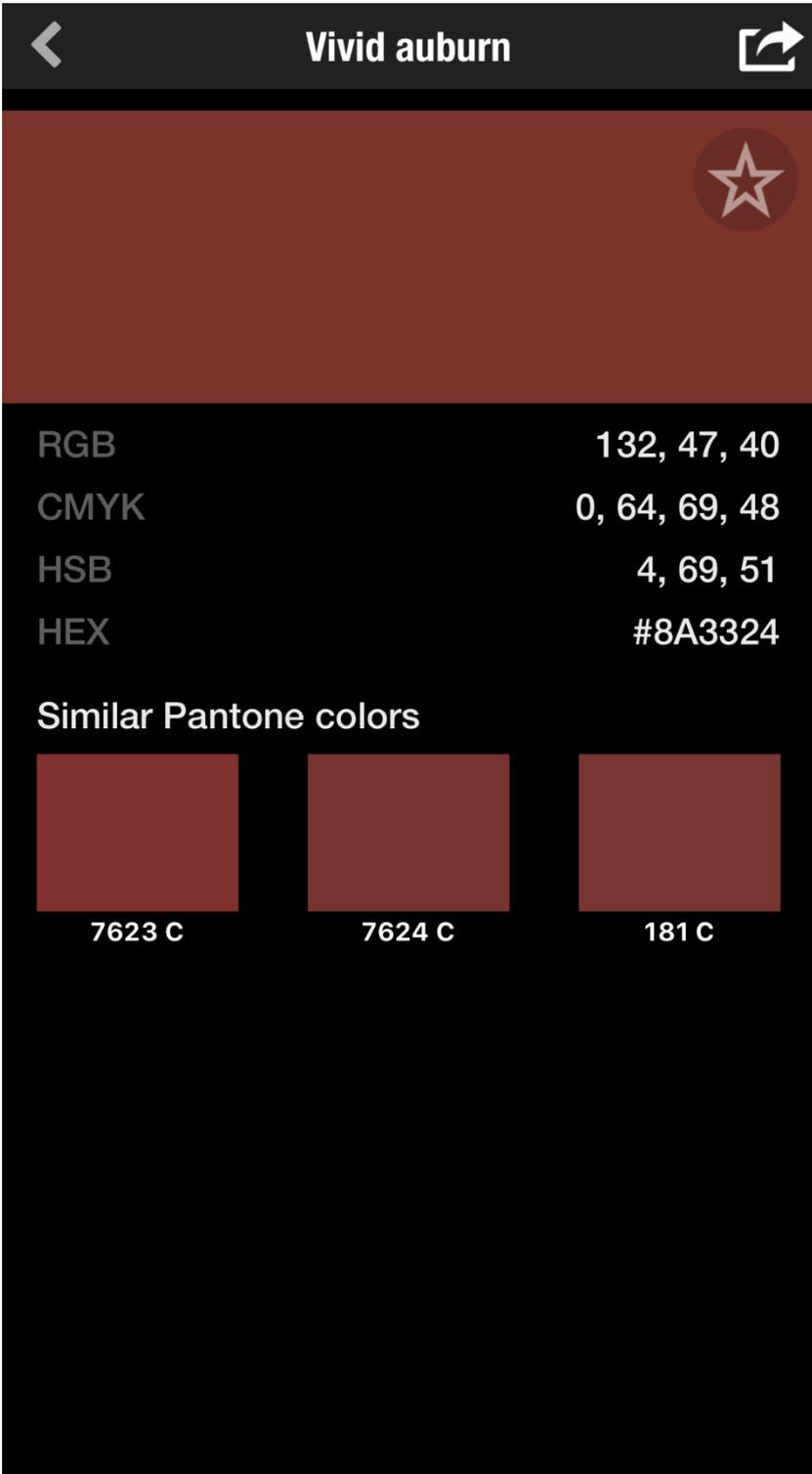
*Anexo 3. Separación del material vegetal entre tamaños*



*Anexo 4. Subproducto del café deshidratado*



Anexo 5. Color resultante de colorímetro



A screenshot of a mobile application interface for a color picker. The title bar at the top is black with a white back arrow on the left, the text "Vivid auburn" in the center, and a white share icon on the right. Below the title bar is a large rectangular area filled with the color "Vivid auburn". In the top right corner of this area is a white star icon inside a semi-transparent circle. Below the color area, on a black background, are the color's values in different color models: RGB (132, 47, 40), CMYK (0, 64, 69, 48), HSB (4, 69, 51), and HEX (#8A3324). Below these values is the heading "Similar Pantone colors" in white. Underneath the heading are three square color swatches, each with a white label below it: "7623 C", "7624 C", and "181 C".

**Vivid auburn**

RGB 132, 47, 40  
CMYK 0, 64, 69, 48  
HSB 4, 69, 51  
HEX #8A3324

Similar Pantone colors

7623 C 7624 C 181 C

Anexo 6. Pesaje del edulcorante



*Anexo 7. Polvo del subproducto del café.*



*Anexo 8. Encuesta del poder edulcorante*

Nombre: \_\_\_\_\_

Edad: \_\_\_\_\_ Genero: M/F

Compare las tres muestras (321,424, 512) con la muestra 600

<b>Código</b>	<b>Marque con una (X)</b>
321	
424	
512	

Describa el sabor de la muestra 600

<b>Código</b>	<b>Sabor</b>
600	

Comentarios

---

---

## Anexo 9. Encuesta elaborada

Nombre: Valeria AlmazánEdad: 36 Genero: M/F

Compare las tres muestras (321, 424, 512) con la muestra 600

Código	Marque con una (X)
321	X
424	
512	X Entre los dos

*un poco mas al 321*

Describe el sabor de la muestra 600

Código	Sabor
600	a fruta, dulce y refrescante

Comentarios

Como bebida sola puede ser una  
buena opción

