

**EVALUACIÓN DE LAS TAZAS DE CAFÉ MEDIANTE EL MÉTODO HONEY
EN CONTRASTE AL MÉTODO HÚMEDO, EN BÚSQUEDA DEL MEJORAMIENTO
DE LA CALIDAD DE LA FINCA VERSALLES**

JENNIFER KATHERINE VILLANUEVA OCAMPO

TESIS DE MAESTRÍA EN GERENCIA DE LA CALIDAD

DIRECTOR:

CARLOS ANDRÉS PÉREZ VARGAS
MSC. en Gerencia de la Calidad

UNIVERSIDAD DE IBAGUÉ
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

IBAGUÉ, ENERO DE 2021

JENNIFER KATHERINE VILLANUEVA OCAMPO

**EVALUACIÓN DE LAS TAZAS DE CAFÉ MEDIANTE
EL MÉTODO HONEY EN CONTRASTE AL MÉTODO
HÚMEDO, EN BÚSQUEDA DEL MEJORAMIENTO DE LA
CALIDAD DE LA FINCA VERSALLES**

**Tesis presentada a la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Ibagué para la
obtención del Título de:**

Magíster en:

Gerencia de la Calidad

Director:

ING. CARLOS ANDRÉS PÉREZ VARGAS

Máster en Gerencia de la Calidad

IBAGUÉ

2021

**A mi hija MARIANA, mi milagrito,
Espero ser un buen
Ejemplo para ti.
Pero lo más importante
Es que seas
Una niña muy feliz.**

**A mi esposo, el amor de mi vida,
Gracias por la paciencia,
por sus enseñanzas y
porque ha sido
mi polo a tierra.**

**A mis padres,
Por su ejemplo y dedicación,
Por su amor incondicional.
Gracias a ustedes he logrado
llegar hasta aquí.**

**A mi hermano Bayron,
Por su cariño y porque
Siempre he podido contar
Con su apoyo.**

Resumen

Se estudió el proceso de Beneficio Húmedo del café en contraste con el Beneficio Honey, con el fin de establecer si se puede mejorar la calidad de la taza de café producida actualmente en la Finca Versalles, para lo cual fue necesario caracterizar el proceso productivo del café que actualmente se produce en la finca.

Para alcanzar el objetivo de la presente investigación, fue determinante la aplicación de la herramienta de Diseño de Experimentos (DOE), se eligió la técnica Taguchi, en la cual se consideraron factores de control como tiempo de fermentación, tipo de secado, porcentaje de humedad del café y se analizaron las variables respuesta, que para este caso fue el análisis sensorial de las tazas de café resultado de cada experimento.

Del Resultado del Diseño de Experimentos se obtuvieron 18 tazas a las cuales se les realizó el análisis sensorial, de las cuales 1 de las tazas obtuvo un puntaje alto, superando el resultado de la evaluación sensorial de la taza que se produce actualmente en la Finca Versalles.

Por lo cual se concluye que, para el Diseño de Experimentos diseñado en la presente investigación, los factores y niveles que más influyeron en la taza ganadora fueron, la altura del café debe estar por encima de los 1.700 m.s.n.m, el café debe contener el 100% del mucílago, es decir, que al café no se somete a la etapa de fermentación, y el café se debe secar directamente al sol. Ahora bien, en cuanto al porcentaje de humedad del grano, se debe evaluar el café con las condiciones anteriormente descritas y establecer si la taza es mejor con un café al 13% de humedad o al 9% de humedad, ya que esta diferencia se presenta entre el resultado obtenido en el análisis sensorial y el análisis estadístico.

Contenido

Introducción.....	8
Capítulo I. Estructura de la Investigación	10
1.1. Planteamiento y Justificación.....	10
1.2. Objetivos.....	12
1.2.1. Objetivo General	12
1.2.2. Objetivos Específicos.....	12
1.3. Metodología.....	12
1.3.1. Instrumentos de recolección de datos	13
1.3.2. Marco de Referencia	13
Capítulo 2. Caracterización del Proceso.....	26
2.1. Generalidades de la Finca Versalles	26
2.2. Caracterización del Beneficio Húmedo (Proceso Actual)	27
Recolección del café cereza	29
Recibo y Selección.....	29
Despulpado.....	30
Fermentación (remoción del mucílago)	30
Lavado	30
Secado	31
2.3. Caracterización del proceso Honey	32
2.4. Análisis de la Taza Actual mediante el Beneficio Húmedo.....	35
Capítulo 3. Experimentación en el Proceso Honey.....	37
3.1. Arreglo Experimental o Desarrollo Experimental	37
3.2. Medición	41
3.3. Análisis del Experimento	44
Capítulo 4. Mejoramiento de la calidad en la taza	59
4.1. Comparación de tazas	59
4.2. Propuesta de mejora en el proceso actual	60
5. Conclusiones.....	74
6. Recomendaciones.....	76
Bibliografía.....	78

Lista de Tablas

Tabla 1. Factores del café cultivado en la Finca Versalles	17
Tabla 2. Comparación de las etapas del proceso del café de acuerdo al tipo de beneficio.....	35
Tabla 3. Factores y Niveles seleccionados para el DOE	37
Tabla 4. Arreglo ortogonal Taguchi L18	40
Tabla 5. Arreglo Ortogonal para producción de Café Honey	41
Tabla 6. Elementos, Materiales y Maquinaria usada en la experimentación	43
Tabla 7. Resultados del Análisis Sensorial	44
Tabla 8. Perfiles/Descriptores del Análisis Sensorial.....	45
Tabla 9. Respuesta para medias obtenida del análisis en el método Taguchi para atributo	
FRAGANCIA.....	48
Tabla 10. Respuesta para medias obtenida del análisis en el método Taguchi para atributo	
AROMA.....	49
Tabla 11. Respuesta para medias obtenida del análisis en el método Taguchi para atributo	
ACIDEZ	51
Tabla 12. Respuesta para medias obtenida del análisis en el método Taguchi para atributo	
AMARGO	53
Tabla 13. Respuesta para medias obtenida del análisis en el método Taguchi para atributo	
CUERPO	55
Tabla 14. Comparación entre resultado del análisis sensorial y resultado análisis estadístico	58

Lista de Ilustraciones

Ilustración 1. Proceso productivo del café mediante beneficio húmedo (Proceso Actual)	28
Ilustración 2. Flujograma del Proceso Productivo del Café mediante Beneficio Honey	34
Ilustración 3. Diagrama de análisis sensorial muestra patrón H	36
Ilustración 4. Diagrama de DOE en el Beneficio Honey.....	43
Ilustración 5. Efectos principales para medias del atributo FRAGANCIA	47
Ilustración 6. Efectos principales para medias del atributo AROMA	49
Ilustración 7. Efectos principales para medias del atributo ACIDEZ.....	50
Ilustración 8. Efectos principales para medias del atributo AMARGO	52
Ilustración 9. Efectos principales para medias del atributo CUERPO.....	54
Ilustración 10. Efectos principales para medias del atributo IMPRESIÓN GLOBAL.....	56
Ilustración 11. Efectos principales para medias de los atributos FRAGANCIA, AROMA, ACIDEZ, AMARGO Y CUERPO	57
Ilustración 12. Comparación de Atributos de la Muestra Patrón H y la muestra H10	60
Ilustración 13. Camas africanas	64
Ilustración 14. Propuesta de mejora en la producción de Café Honey resultado del Diseño de Experimentos.....	65

Lista de Anexos

Anexo 1. Diagrama SIPOC proceso actual
Anexo 2. Diagrama SIPOC proceso Honey
Anexo 3. Registros Fotográficos de la Experimentación
Anexo 4. Informe perfil sensorial café tostado
Anexo 5. Propuesta de mejora AMFE
Anexo 6. Diagrama SIPOC proceso mejorado

Introducción

En Colombia, el café es un producto fundamental en la estructura social y económica, la cual genera empleos directos e indirectos, donde son involucradas las familias de los caficultores, siendo esta una actividad determinante en el sector rural. Este producto esencial en la economía de nuestro país, es reconocido mundialmente por su calidad, la cual se mide por el grado de satisfacción de sus necesidades, cumpliendo con las características sensoriales deseadas.

Para determinar la calidad del café, se evalúan aspectos físicos y organolépticos; aspectos físicos como el tamaño, forma, color de los granos y la cantidad de defectos; y organolépticos como el aroma, acidez, sabor y cuerpo; el cumplimiento de estas características motiva a los consumidores a pagar un alto precio por el producto, lo que permite que se obtengan mejores ingresos, logrando una diferenciación en el mercado y mayor rentabilidad.

La revista LA BARRA, en su artículo **El gusto y la innovación en el café** hace referencia a la innovación en el sector del café e indica que “atrás quedaron los tiempos del ‘tintico’, cuyas características de acidez, tostión, cuerpo y aroma, entre otros cientos de factores, apreciados hoy por los consumidores, eran indiferentes al paladar de la gente de antaño”, además que “el café ha traído al país empresarios interesados en aprovechar el buen momento y su llegada ha ayudado, de paso, a movilizar los del ámbito local en torno a los procesos de innovación, que van desde la búsqueda de un mejor producto, con el que puedan competir en cuanto a sabores y calidades, nuevas formas de preparación y nuevos ambientes de consumo” (Revista La Barra, 2014)

De lo anterior, se puede concluir que las tendencias del consumo del café en el mundo están cambiando, los consumidores están buscando productos que les generen nuevas experiencias, esto obligando a los productores de café a innovar en sus procesos para generar productos con un valor agregado que los diferencia en el mercado, mejorando la calidad de su producto.

Para esto es necesario encontrar un proceso que permita obtener mejores resultados en la calidad de la taza y que traiga beneficios económicos a los caficultores, por lo cual, en la presente investigación se aplicó el proceso Honey en la finca Versailles, con el fin de establecer si es posible mejorar la calidad de la taza, a través de diseño de experimentos.

El proceso Honey, es desconocido en la zona donde se desarrolló la investigación y en gran parte del país, sin embargo, en Costa Rica este método es considerado innovador y es aplicado de manera artesanal, lo que ha generado excelentes resultados, logrando la obtención de una mejor taza, mejorando los ingresos, permitiendo el ingreso a nuevos mercados. El método Honey a diferencia del método Húmedo, elimina parcial o totalmente la etapa de fermentación y lavado del café, etapas de gran importancia en la caficultura colombiana.

La presente investigación se desarrolló en la finca Versailles ubicada en el área rural del Municipio de Ibagué, donde actualmente se produce café por medio del proceso tradicional, el cual es aplicado en toda la cultura cafetera de Colombia, conocido como el beneficio húmedo; sin embargo este proceso es muy complejo, costoso y exige de gran cuidado en cada una de sus etapas, sobre todo en la etapa de fermentación y lavado, ya que si no se logran buenas prácticas en estas etapas, se puede generar defectos en el grano, lo cual afecta directamente la calidad de la taza.

Capítulo I. Estructura de la Investigación

En este capítulo se establece la justificación del problema, los objetivos general y específicos a los cuales se desarrollaron en la presente investigación y se describe la metodología aplicada para alcanzar cada uno de los objetivos.

1.1. Planteamiento y Justificación

El café es una de las bebidas que más se consumen en nuestro país y en todo el mundo, según estadísticas de la Organización Internacional de Café – OIC (Organización Internacional del Café - OIC, 2018), África es el continente donde se consume más café, seguido por Asia y Oceanía; este consumo es influenciado por variables como el clima, los ingresos y con mayor fuerza la cultura y el origen del café. De acuerdo al informe de Tendencias de la Asociación Nacional de Café de Estados Unidos, allí los consumidores prefieren café de origen por encima de cafés certificados, es decir, los consumidores prefieren cafés sin mezclas y que su procedencia sea de una misma finca, zona o país (Perfect daily grind, 2016).

En Colombia, el consumo del café se ha incrementado debido al aumento de consumidores jóvenes y a una mayor frecuencia de consumo diario dentro y fuera del hogar (Federación Nacional de Cafeteros, 2015). Este consumo de café se da tanto por tradición como por costumbre, y para obtener una experiencia degustativa, además se asocia el aumento del consumo a las nuevas generaciones, las nuevas tendencias y el conocimiento que los consumidores están adquiriendo en el tema del café.

La calidad de la taza de café depende de varios factores, factores que dependen de la especie del cultivo que puede ser Arábica o Robusta, y también al tipo de método usado por el caficultor, que puede ser húmedo o seco. Colombia es el primer país productor de cafés suave, a través del método Húmedo, también conocido como beneficio húmedo, el resultado de este

proceso es el café seco, conocido como café pergamino seco. Con este tipo de proceso se obtiene una taza con un sabor limpio, suave y con mayor acidez. En cuanto al proceso natural o beneficio seco, el cual es el método usado en países como Brasil y Etiopia, siendo Brasil el mayor productor de café natural; el resultado de este proceso es una taza con menos acidez y sabor afrutado.

Sin embargo existe otro método poco conocido en el mundo, el cual está tomando mucha fuerza en países como Costa Rica, denominado método Honey, por medio del cual se han obtenido resultados exitosos y tazas más dulces, con acidez balanceada; estos resultados se obtienen ya que los caficultores en su necesidad de innovar integran al proceso el mucílago que contiene el grano de café, en nuestro país el mucílago, que “es una estructura rica en azúcares y pectina que cubre el endospermo de la semilla” (Anacafé, s.f), es retirado mediante la etapa de fermentación, en el método Húmedo.

Con la aplicación del método Honey se ha logrado incrementar la calidad de la taza, obteniendo tazas balanceadas y apetecidas en los mercados internacionales, además permite a los productores obtener mejores ingresos, sin embargo, es un proceso que requiere de más tiempo, más inversión, control e investigación (Asomanar, 2016).

Con la presente investigación se espera determinar la influencia del método Honey en la calidad de la taza de café que se produce en la Finca Versailles, permitiendo así obtener nuevos conocimientos en el procesamiento del café mediante este método, y comparando las características de calidad de la taza del café que se produce actualmente, aplicando el método Húmedo, buscando así, responder la siguiente pregunta de investigación:

¿La calidad de la taza de café que se produce en la finca Versailles se mejoraría mediante la aplicación del método Honey?

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo General

Evaluar la calidad de la taza de café mediante el método Honey en contraste a la taza mediante el método Húmedo.

1.2.2. Objetivos Específicos

1. Caracterizar el proceso productivo actual de café de la finca Versalles.
2. Definir las características de calidad que debe tener una buena taza de café.
3. Establecer los parámetros de las características de calidad en el proceso del café mediante el método Honey.
4. Evaluar las características de calidad de la taza de café producido por medio del método Húmedo y método Honey.

1.3. Metodología

La presente investigación se desarrolló con el fin de establecer si aplicando el proceso Honey mediante el diseño de experimentos DOE y el análisis sensorial de la taza de cada uno de los experimentos se puede mejorar la calidad de la taza del café que se produce actualmente en la finca Versalles.

A pesar que el método Honey se ha venido implementado en algunos países incluyendo Colombia en los últimos años para producir cafés especiales, esto no ha sido documentado, por lo tanto, la presente investigación se consideró de tipo exploratorio, de diseño experimental. El Universo de esta investigación es el café que se produce en la finca Versalles, ubicada en el municipio de Ibagué, en la Vereda Ambalá parte alta; la finca Versalles está dividida en tres (3) lotes, y para determinar la muestra se escogieron dos (2) lotes diferentes, de los cuales se seleccionaron solamente granos maduros; por lo anterior el tipo de muestra para esta

investigación es de tipo no probabilístico intencional por criterio, ya que se tienen en cuenta la opinión del caficultor y criterios de selección.

Para la recolección de los datos de la presente investigación, se usaron los siguientes instrumentos:

1.3.1. Instrumentos de recolección de datos

Instrumentos indirectos: Se usaron instrumentos como la revisión bibliográfica y análisis de archivos acerca de la producción de café en Colombia, los factores determinantes en la calidad de la taza, la producción de café Honey y análisis sensorial; también se tuvo en cuenta el conocimiento del caficultor.

Instrumentos directos: Se aplicó la observación directa, ya que se realizó la caracterización del proceso productivo del café que actualmente se desarrolla en la finca Versalles y de método Honey; también se aplicó la técnica de experimentos a menor escala, en el cual se manipularon factores determinantes en la producción del café, como la fermentación, el tipo de secado, analizando así los efectos que estos causan en la calidad de la taza del café, a través del método de análisis sensorial de las características organolépticas de las tazas, resultado de los experimentos diseñados, mediante un panel de expertos catadores, quienes evaluaron y determinaron el perfil de cada una de las tazas resultantes.

1.3.2. Marco de Referencia

1.3.2.1. Marco conceptual

El café se clasifica en diferentes tipos de especies, como lo son: Arábica, Robusta, Libérica y Excelsa, cada una de estas generan diferentes sabores en su taza final; la especie arábica produce cafés suaves con aromas a chocolate, frutos secos; el café de variedad

robusta genera una taza amarga y fuerte, con sabores a madera y frutos secos; el café de la especie Libérica produce bebidas con poco sabor y aroma; por último, el café de variedad Excelsa es poco conocida y cultivada debido a que es un árbol alto y dificulta la recolección de los granos, además este tipo de café es considerado de baja calidad.

El 80% del café que se consume en el mundo, es el café de la especie Arábico, el cual es producido en países como Colombia, Perú, Ecuador, Costa Rica, Honduras, Jamaica, Venezuela, Costa Rica, Guatemala, Etiopía, Kenia e India y produce cafés suaves, obteniendo tazas balanceadas, con acidez natural y aromas intensos; también se destaca la especie Robusta, la cual es producida en países como Brasil, África y en Asia, aromas fuertes, sabores amargos y baja acidez. (Puerta Quintero, CENICAFÉ, 2008)

El café se produce de diferentes maneras, estos procesos de producción se conocen como beneficio que “consiste en un conjunto de operaciones para transformar los frutos de café, en café pergamino de alta calidad física y en taza, el cual por su estabilidad en un amplio rango de condiciones ambientales, es el estado en el cual se comercializa internamente este producto en Colombia” (Cooperativa Departamental Cafetera de Cundinamarca LTDA-COODECAFEC , s.f)

El beneficio, de acuerdo al Centro Nacional de Investigaciones de Café – CENICAFE - “en un conjunto de operaciones para transformar los frutos de café, en café pergamino de alta calidad física y en taza”, pero existen diferentes maneras de beneficiar el café:

Beneficio Seco

Este es el proceso más antiguo y fácil de realizar ya que requiere poco uso de maquinaria. Este proceso consiste en recolectar el café cereza madura y se pone a secar generalmente en patios, esta etapa es la más crítica de este proceso, ya que se requiere de al menos 20 días para

lograr secar el café, el café que se produce se conoce como café natural, con baja acidez, alto cuerpo y sabores particulares. (Quintero, CENICAFE. AVANCES TÉCNICOS, 2000)

Beneficio Húmedo

El proceso de beneficio húmedo es más complejo, ya que requiere de infraestructura, maquinaria, más mano de obra y consumo de agua, y por lo tanto es más costoso. Por medio de este beneficio se producen cafés lavados, con sabores florales y frutales, su acidez es más intensa, con cuerpo más ligero y su taza es muy limpia.

Sin importar el tipo de beneficio que se use para producir café pergamino seco, la fase de secado, es de vital importancia, ya que este permite almacenar el café sin que se vea afectada la calidad del grano, ya que si quedara humedad en el grano provocaría la generación de hongos y bacterias; y si el grano se seca demasiado, este se cristaliza perdiendo todas sus características.

Para el desarrollo de este trabajo, es muy importante establecer la definición de calidad del café, la cual mide el grado de satisfacción de aquellas necesidades establecidas por los consumidores, siempre y cuando cumpla con ciertas características esperadas en la taza; por lo tanto, la calidad del café se define como “el resultado de un conjunto de procesos que permiten la expresión, desarrollo y conservación de las características físico-químicas propias del café hasta el momento de su transformación y consumo. La calidad del café se define como el óptimo estado de este en la prueba de taza. En sí, la calidad del café es el conjunto de cualidades sensoriales que tiene el café”. (CENICAFE, s.f)

Ahora bien, no sólo el proceso productivo es determinante en la calidad de la taza, también existen diferentes factores que influyen directamente en ella, entre los que se encuentran los factores botánicos, los factores geográficos, los factores climáticos, los factores edáficos y los factores humanos. Dentro de los factores botánicos encontramos la especie y la variedad del café;

los factores geográficos, como la altitud y latitud, factores climáticos como la temperatura, lluvia, radiación solar y humedad relativa, los factores edáficos que hacen referencia al suelo donde se cultiva el café y por último los factores humanos donde se tiene en cuenta el manejo del cultivo, el tipo de proceso y condiciones de almacenamiento del café. (Plataforma Nacional de Café Sostenible-SCAN, 2015)

Factores que influyen en la calidad del café

El café que se produce en la Finca Versailles, pertenece a la familia arábica, el cual se procesa mediante el Beneficio Húmedo, originando cafés lavados con tazas suaves, característico de la zona cafetera de Colombia; el perfil de la taza¹ depende de diferentes factores a los que se ha sometido el grano del café en su cosecha y procesamiento, como por ejemplo los factores botánicos, geográficos, climáticos y humanos, estos últimos, hacen referencia al manejo del cultivo y al tipo de beneficio. Todos estos factores inciden en el resultado final del proceso conocido como la **TAZA**, la cual, a través de la evaluación sensorial del café, también conocida como catación, se logra identificar sus características de calidad.

Dentro de los factores botánicos más relevantes, encontramos la especie y la variedad, y como ya se ha mencionado, el presente estudio se realizó con café de la especie Arábica y variedad Castillo; este tipo de café se caracteriza por producir cafés suaves con aromas más complejos como flores y frutas. (Plataforma Nacional de Café Sostenible-SCAN, 2015)

Por otro lado, los factores geográficos también influyen en la calidad de la taza de café, entre los cuales se encuentra la altitud. Los cafés de la especie arábica se desarrollan mucho mejor en alturas entre 600 a 2.000 m.s.n.m y temperaturas entre los 20 y 24°C; el tamaño y forma

¹ Hace referencia a la descripción del aroma, sabor y acidez de la bebida de café. JuanValdezCafé.com

del grano y el sabor, en especial la acidez de la taza depende de la altitud. Cuando un café se produce en una zona con mayor altura, es decir, alrededor de los 1.500 m.s.n.m, genera cafés con mayor acidez, más aromático y mejor sabor, mientras que los cafés que se producen en bajas alturas, se obtienen tazas con menos acidez, por lo tanto, su sabor es menos potente. . (Plataforma Nacional de Café Sostenible-SCAN, 2015)

Ahora bien, encontramos los factores climáticos, entre los cuales encontramos la temperatura, la cual se establece que, si esta se encuentra por debajo de los 16°C, la producción disminuye, si se encuentra entre 18 y 22°C, la producción estará en su punto óptimo, y si supera los 34°C, la producción llega a cero; por otro lado, tenemos la radiación solar, esta es la cantidad de energía procedente del sol; por último tenemos la humedad relativa, la cual hace referencia a la cantidad de vapor de agua contenida en el aire, sin embargo para la producción de café, las plantas requieren de humedades relativas entre 60% y 70%, ya que humedades por encima de estos valores, pueden originar enfermedades y plagas (Plataforma Nacional de Café Sostenible-SCAN, 2015). A continuación, en la Tabla 1 se describen las condiciones del cultivo de café de la Finca Versalles:

Tabla 1. Factores del café cultivado en la Finca Versalles

FACTORES DEL CAFÉ EN LA FINCA VERSALLES	
ESPECIE	Arábica
VARIEDAD	Castillo
ALTURA	Entre los 1.200 y 1.800 m.s.n.m
TEMPERATURA	Entre 19°C y 26°C

Fuente: Elaboración propia

Por último, encontramos los factores humanos, y se refieren a aquellos factores en los que intervienen los seres humanos, los cuales son esenciales para determinar la calidad del producto final, entre los cuales se encuentran los del manejo del cultivo y el procesamiento, siendo importante para la presente investigación los factores que influyen en el procesamiento del café,

como grado de madurez de los granos recolectados, el tiempo de fermentación y el porcentaje de humedad del grano una vez termina la etapa de secado, los cuales están relacionados con los factores humanos. . (Plataforma Nacional de Café Sostenible-SCAN, 2015)

Diseño de Experimentos

Para el desarrollo de la presente investigación y alcanzar el objetivo, se aplicó la metodología de Diseño de Experimentos- DOE- esta es una herramienta usada para mejorar un proceso; el objetivo de esta herramienta es evaluar cómo influye la variación de los factores de un determinado proceso en una variable de interés. El Diseño de Experimentos (DOE) se utiliza en aquellos procesos en los se busca establecer si una o más variables o factores, influyen sobre la variable respuesta; este método permite realizar un análisis completo de los resultados, al mismo tiempo obteniendo los factores que tienen influencia sobre la variable respuesta. (Gutiérrez Pulido & De la Vara Salazar, 2008)

Experimento: es un cambio en las condiciones de operación de un sistema o proceso, que se hace con el objetivo de medir el efecto del cambio sobre una o varias propiedades del producto o resultado.

Variable: En el Diseño de Experimentos intervienen diferentes variables, también conocidas como Factores, como la variable de respuesta, la cual se entiende como el resultado que se obtiene de cada experimento, y generalmente es conocida como una característica de calidad de un producto y/o factores que mide el desempeño de un proceso; por otro lado, encontramos las variables controlables, también conocidas como variable de entrada, y son aquellos factores del proceso o de los materiales que permiten establecer un nivel. Por último,

encontramos las variables no controlables o de ruido, son aquellas como su nombre lo indica, no se tienen control sobre ellas y causan variabilidad en el proceso.

Niveles: Son los diferentes valores que se le da a cada variable o factor dentro de los experimentos.

Tratamientos: Se entiende por tratamiento a las combinaciones que se dan dentro de los experimentos, de las variables o factores a estudiar.

Etapas de un Diseño de Experimentos

Para llevar a cabo con éxito un experimento, se requiere realizar las siguientes etapas:

- 1. Planeación y realización:** En esta etapa es importante identificar y delimitar el problema; también se debe establecer la variable respuesta; se determinan los factores, niveles y el diseño de experimentos apropiado de acuerdo al objetivo a alcanzar. Una vez identificadas las variables, se establece el plan de trabajo, definiendo los elementos necesarios para desarrollar los experimentos y por último se realiza el experimento.
- 2. Análisis:** Esta etapa consiste determinar la técnica estadística para estudiar el comportamiento de los datos obtenidos, generalmente la técnica que más usa en el diseño de experimentos es el ANOVA. El ANOVA es un análisis de varianza, la cual evalúa la importancia de uno o más factores al comparar las medias de la variable de respuesta en los diferentes niveles de los factores.
- 3. Interpretación:** La cual consiste en realizar el análisis de los datos obtenidos en la experimentación.
- 4. Control y conclusiones finales:** Una vez realizado el análisis de los resultados, se podrá establecer controles y recomendaciones, para así garantizar la mejora del proceso estudiado.

Dentro de los Diseños de Experimentos, se encuentra los Diseños Robustos, también conocidos como método Taguchi o arreglos ortogonales, esta es una técnica que busca reducir el número de pruebas. Generalmente este tipo de diseños se identifican con un nombre L_n , que indica un arreglo con n corridas.

Para la presente investigación el arreglo ortogonal seleccionado fue el L_{18} , con un factor a dos niveles y tres factores a tres niveles

Análisis Sensorial

Así mismo, para determinar la calidad de la taza de café para esta investigación, se realizó un análisis sensorial de las muestras de café, resultado del diseño de experimentos; este análisis consiste en evaluar las características sensoriales del café, como la acidez, amargor, cuerpo, aroma y sabor, las personas que realizan esta evaluación se conocen como catadores, panelistas o degustadores y son quienes por medio de los sentidos pueden percibir, identificar, analizar, describir, comparar y valorar la calidad del café (Plataforma Nacional de Café Sostenible-SCAN, 2015). Esta herramienta fue la más determinante, ya que, a través de esta se pudo concluir si se mejora o no la calidad de la taza de café estudiado.

A continuación, se definen cada una de las características de calidad del café en la taza:

- **Aroma:** Es la primera cualidad que se puede evaluar y se puede clasificar entre alto, dulce, pronunciado y propio del café.
- **Sabor:** Se refiere al gusto en combinación con el aroma y está compuesto por los elementos del café tostado y molido disueltos en agua que han sido extraídos durante el proceso de preparación de la bebida.
- **Acidez:** Se percibe como una sensación agradable en la boca, y es una de las características más deseadas en el café. La acidez se presenta debido a que los ácidos del

café se combinan con los azúcares, esto hace que aumente la dulzura del café, generando una taza agradable al paladar. Se dice que la acidez está altamente relacionada con la altitud donde ha sido sembrado el cultivo.

- **Cuerpo:** Se conoce como la sensación de la densidad del café en la boca; una excelente bebida se caracteriza por presentar cuerpo balanceado, moderado y completo.
- **Impresión Global:** Es la calificación que se le da a la taza del café de acuerdo a su calidad, la cual permite aceptarla o se rechazarla. (Quintero, CENICAFE. AVANCES TÉCNICOS, 2000)

Café Honey

La producción de café Honey, consiste en separar la pulpa de los granos de café, al igual que se hace en el beneficio húmedo, solo que se diferencia en que, en el proceso Honey no se lava el café, es decir, no se retira por completo el mucílago, dejando que los azúcares que este contiene, actúe en el grano; esto además de crear diferentes perfiles de tazas, es un proceso amigable con el medio ambiente, ya que se reduce el uso de agua. Existen tres tipos de café Honey: i) Honey Amarillo, ii) Honey Rojo y iii) Honey Negro; el honey amarillo genera en la taza sabor ligero y flora; en cuanto al honey rojo se han descubierto tazas con sabor a alminar y más dulces y por último el Honey negro ofrece una taza con mejor cuerpo, sabores afrutados y dulces (D-Origin Coffee Roasters, 2018). Este tipo de cafés están siendo reconocidos en el mundo como cafés especiales, y de acuerdo a la Federación Nacional de Cafeteros "Un café se considera especial cuando es percibido y valorado por los consumidores por alguna característica que lo diferencia de los cafés convencionales, por lo cual están dispuestos a pagar un precio superior. Para que ese café sea efectivamente especial, el mayor valor que están dispuestos a pagar los consumidores debe representar un beneficio para el productor".

1.3.2.2. Marco de Antecedentes

Los caficultores de todo el mundo han visto la necesidad de innovar en sus procesos productivos, debido a las dificultades económicas que ha sufrido el café en los últimos años, esta necesidad ha permitido descubrir que existen diferentes maneras de obtener una taza de café de calidad, con diferentes sabores y aromas, permitiendo ingresar a nuevos mercados, con beneficios económicos rentables. Por lo anterior, esta investigación se encaminó, en comparar la taza final del café que se produce en la Finca Versailles a través de los beneficios Húmedo y Honey, este último, ha tenido buena acogida en el mundo de los cafés especiales, e innovador en países como Perú y Costa Rica, dando buenos resultados a la calidad de la taza, sin embargo, al realizar la búsqueda bibliográfica, se concluye que este proceso es usado de manera empírica por los caficultores, debido a la ausencia de documentación de este proceso.

Como antecedente a esta investigación acerca de la aplicación del beneficio Honey, se encontró el estudio llamado “Estudio exploratorio de la obtención de café verde mediante el beneficio Honey y la determinación de su calidad en taza”, el cual se desarrolló en 12 fincas ubicadas en el Oriente de Boyacá, en el que se concluye que, aplicado el método Honey, se pueden obtener tazas con mayor balance, mejor impresión global en comparación con el proceso tradicional húmedo, y en el análisis sensorial arrojó atributos frutales con notas a piña y de dulzor, además, este proceso genera atributos deseables que permiten mejorar la calidad en la taza y genera un producto diferencial para mercados de cafés especiales de alta calidad. (Vásquez, 2018)

El artículo “Mejoramiento de la calidad del café soluble utilizando el método Taguchi”, en el que los autores aplicaron el método Taguchi para estudiar las variables del proceso de producción de café soluble, con el objetivo de mejorar la calidad y controlar dicho proceso, obteniendo como resultado de la experimentación, la mejora de las características de calidad de la

taza de café, en el cual se concluye que “La metodología aplicada permitió llegar a conclusiones válidas, disminuyendo el número de ensayos, lo cual repercute en forma favorable en los costos del proceso experimental.” (Zapata Gómez & Sarache Castro, 2014). Este estudio fue de gran interés en la presente investigación debido al uso de una metodología en el campo del Diseño de Experimentos, el cual fue aplicado en el proceso productivo de café Honey, el cual, al ser aplicado permitió el desarrollo de experimentos en menor escala, ya que en la temporada en la cual se desarrolló la experimentación no se contaba con una cantidad suficiente de café en la finca.

Ahora bien, existen factores que afectan directamente la calidad de la bebida del café, tal y como lo muestra el artículo “Influencia del proceso de beneficio en la calidad de café”, en el cual se realizó un estudio a la calidad física y sensorial del café, el cual se procesó de diferentes maneras, como fermentación con la cascara, retiro de cascara de manera mecánica, retiro de mucilago, sin retirar mucílago, lavado, sin lavar, secado inmediatamente; en el cual se concluye que el método del beneficio húmedo favorece en la obtención de cafés sin malos sabores y se obtiene un café suave característico del café Colombiano. (Puerta Quintero, CENICAFÉ, 1999)

Así mismo, el estudio “Influencia de la altitud en la calidad de la bebida de muestras de café procedente del ecotopo 206B en Colombia”, dicho estudio se desarrolló con café producido en el municipio de Fresno-Tolima, donde evaluaron 10 muestras de café cultivado en diferentes alturas, del cual se concluyó que la altitud influye en la calidad de la taza de café, sobretudo en café cultivados en alturas entre 1.450 y 1.650 msnm y entre más alejado sea el valor de la altura, la calidad del café se ve afectado negativamente. (Carlos Evelio & José Jaime, 2002)

Por otro lado, el estudio “Relación entre el estado de madurez del fruto del café y las características de beneficio, rendimiento y calidad de la bebida”, en el cual se tomaron muestras de café inmaduro, pintón (amarillo), maduro, sobremaduro y seco, llegando a la conclusión que

los cafés pintones, maduros y sobremaduros presentaron resultados de buena calidad en la taza con similares resultados, mientras que el café inmaduro produce tazas con sabores y aromas a fermento, es decir, sabor y olor a vinagre, y con el café seco, se obtienen tazas inbebibles. (Marín López, Arcila Pulgarín, Montoya Restrepo, & Oliveros Tascón, 2004).

Por último, la cultura cafetera cuenta con dos métodos para el secado del café, el natural y el mecánico; el primero se hace en patios o camas africanas donde el café se expone directamente al sol y es el más usado por los pequeños productores por su bajo costo, el segundo se realiza a través de silos, donde se introducen los granos de café y mecánicamente se inyecta calor, logrando así eliminar el exceso de humedad de los granos en menos tiempo. Sin embargo, el estudio “Efecto del secado solar intermitente en la composición química del café”, el cual se realizó en tres fincas de Antioquia, evidenció que el método de secado influye en el sabor del café y en el que se concluyó que la calidad de la taza es superior cuando se usa el método de secado mecánico en comparación con el secado solar. (Largo Ávila, 2020)

Marco Geográfico

En Colombia se producen cafés lavados, siendo el primer productor de este tipo de café en el mundo, con una producción de 13,8 millones de sacos en el 2020, y su precio en el mercado interno estuvo en promedio \$1.048.000 por cada 125 Kg de café pergamino seco, esto según cifras publicadas por la Federación Nacional de Cafeteros. (Federación Nacional de Cafeteros, s.f)

De acuerdo a cifras del Comité de Cafeteros del Tolima, el Departamento del Tolima, cuenta con alrededor de 85.377 hectáreas destinadas a la producción café, siendo este el sustento de más o menos 61 mil familias; el Departamento se ha caracterizado por ser el tercer departamento con mayor producción de café en Colombia. (Comité de Cafeteros del Tolima, s.f).

La Finca Versailles, área de estudio, se encuentra ubicada en la Vereda Ambalá parte alta del Corregimiento de Calambeo, en el municipio de Ibagué, a una altura entre los 1.400 y 1.700 m.s.n.m, con una temperatura promedio de 20°C, la zona se caracteriza por tener un relieve montañoso erosional y con laderas empinadas.

Capítulo 2. Caracterización del Proceso

En este capítulo se presentan componentes básicos del proceso productivo del café a través del beneficio húmedo que se desarrolla actualmente en la finca Versalles, teniendo en cuenta cada una de las variables que intervienen en el proceso, y se definen conceptos necesarios para entender acerca de la producción del café.

Así mismo, se definen los factores que intervienen en la calidad del grano y que afectan la calidad de la taza final, se describen las características de la bebida de café y su metodología, se analiza la taza actual, la cual se obtiene mediante el beneficio húmedo.

2.1. Generalidades de la Finca Versalles

La Finca Versalles, cuenta con una extensión de 24 hectáreas, de las cuales 6 se encuentran cultivadas con café, de la variedad Castillo, perteneciente a la Especie Arábica, variedad que se caracteriza por ser resistente a las plagas, es un árbol de altura baja y produce tazas con buen aroma, acidez, cuerpo y amargor suave (Quintero, CENICAFE. AVANCES TÉCNICOS, 2000); allí se producen anualmente alrededor de 120 cargas, teniendo como referencia que una carga equivale a 120 Kg, es decir, la producción total en kilogramos es de 15.000 Kg al año, las cuales se producen en dos cosechas, la más grande se da entre los meses de abril y julio, y se conoce como **la principal** y una cosecha pequeña que se da entre los meses de septiembre y diciembre conocida como “**Traviesa**”. (CENICAFÉ, 2004)

La Finca Versalles está destinada a la producción y comercialización de café pergamino seco², sin embargo, en los últimos tres años, se han dedicado a la comercialización de café

² Es el producto del beneficio del grano el cual se obtiene después de quitarle la cáscara y el mucílago, lavarlo y secarlo hasta una humedad del 12%. / Nombre del café que comercializa el caficultor al interior del país. El contenido de agua está entre 10-12%. Glosario. Federación Nacional de Cafeteros

molido³ para agregarle un valor a la producción de café. El proceso productivo del café molido es tercerizado y su comercialización voz a voz a través de familiares y amigos cercanos.

2.2. Caracterización del Beneficio Húmedo (Proceso Actual)

Para la presente investigación es importante conocer cada una de las etapas del proceso húmedo del café, conocido como beneficio húmedo del café, con el fin de identificar el tratamiento del grano en cada una de ellas, y así determinar las posibles diferencias en comparación con el método Honey.

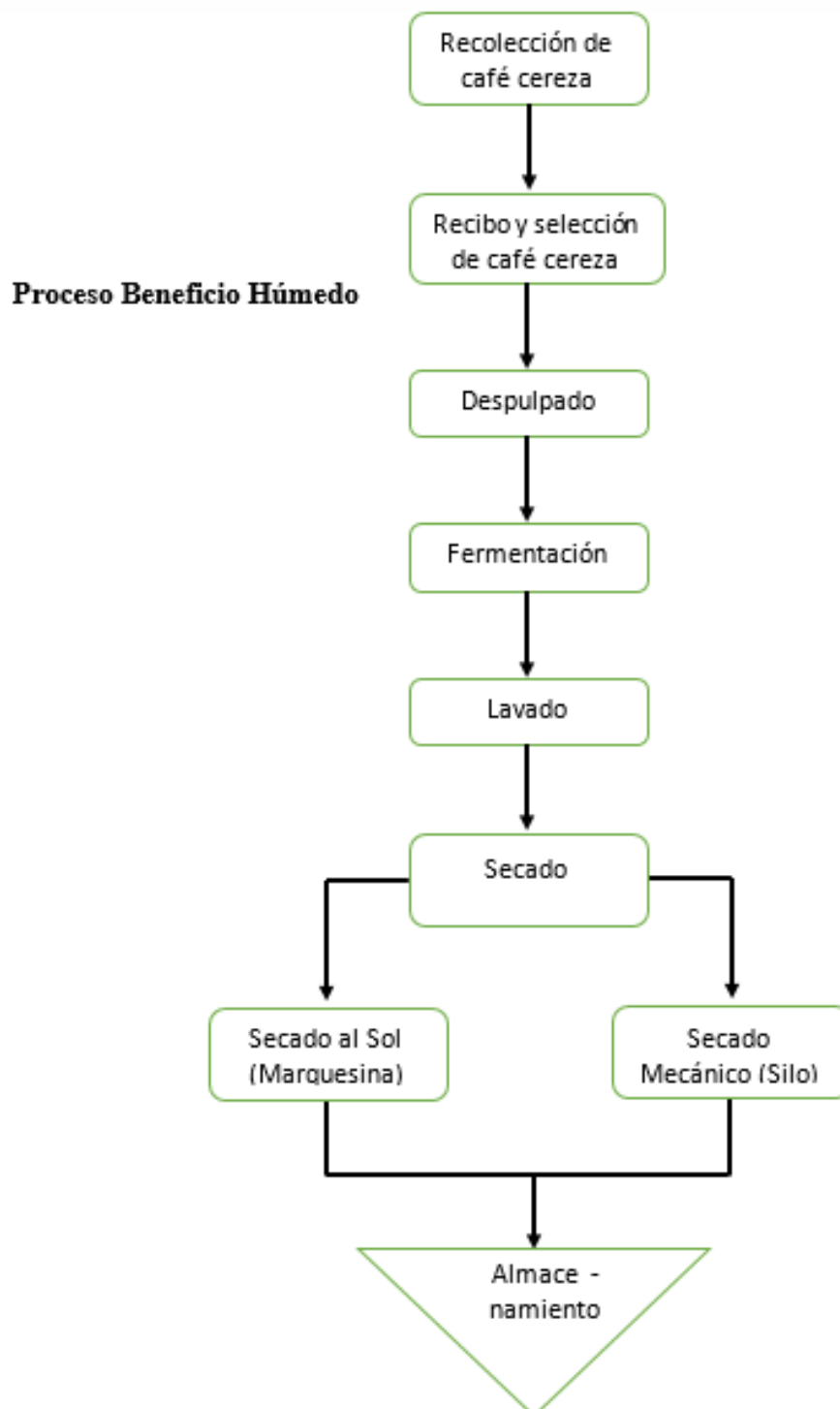
El Beneficio Húmedo se describe como una secuencia de actividades encaminadas a la transformación de los frutos maduros (café cereza) del café en pergamino seco de excelente calidad y son realizadas en las fincas de los caficultores, estas áreas destinadas para llevar a cabo labor se conocen como Beneficiadero; en la finca Versalles el Beneficio Húmedo tal y como se ve en la Ilustración 1, inicia con la recolección del fruto de café maduro, conocido como café cereza, se realiza el despulpado, remoción del mucílago⁴, lavado, y secado del café, obteniendo así café pergamino seco, este café seco se vende a las cooperativas que hacen parte de la Federación de Cafeteros o a las privadas todo depende del precio que ofrece cada una de estas entidades. Una vez se obtiene el café pergamino, una parte de la producción se destina a la producción de café molido, que consiste en trillar el café pergamino seco, es decir, se retira la cascara o pergamino que recubre el grano de café, se tuesta y se muele, y así se obtiene café para su consumo. Para establecer los recursos necesarios en cada una de las etapas del proceso del

³ Se obtiene a partir del **café en grano**, que tras un proceso de molienda a través de máquinas especializadas, garantiza unas partículas uniformes en calidad y tamaño. Después del molido se envasa herméticamente al vacío para conservar su aroma el máximo posible.

⁴ Sustancia mucilaginosa adherida al pergamino del café por los enzimas naturales que normalmente se encuentran en los frutos de café. Estudio de la remoción del mucílago del café a través de fermentación natural.

café, se construyó un diagrama SIPOC - Supplier, Inputs, Process, Outputs, Customers-. (Ver Anexo 1. Diagrama SIPOC Proceso Actual).

Ilustración 1. Proceso productivo del café mediante beneficio húmedo (Proceso Actual)



Fuente: Elaboración propia

A continuación, se describen cada una de las etapas del proceso productivo del café húmedo o beneficio húmedo (Duicela Guambi, Farfán Talledo, García Rodríguez, Corral Castillo, & Chilán Villafuerte, 2004), de acuerdo al flujograma:

Recolección del café cereza

El beneficio húmedo inicia con la recolección de los frutos o café cereza, que se identifican porque los frutos adquieren un color rojo intenso, esto indica que los granos de café se encuentran maduros. El proceso de recolección de la cereza del café se realiza a mano, ya que este proceso se debe hacer con cuidado, tratando de seleccionar sólo los frutos maduros y evitando los amarillos (pintones) o verdes, debido a que el grano amarillo o verde puede afectar la calidad de la taza, generando sabores desagradables en la taza final.

Para la recolección del café se utilizan recolectores o canastos plásticos, estos se amarran a la cintura de los recolectores de café, luego de recolectar el fruto maduro, se pesa y se realiza la clasificación de los frutos por flotación, es decir, se ponen los frutos de café recolectados en agua y así se procede a sacar aquellos que floten, esto indica que esos granos que flotan presentan algún defecto.

Recibo y Selección

Una vez recolectados los granos de café maduros, estos son transportados por los recolectores a la zona de despulpado, donde se realiza una selección de granos verdes, hojas y granos sobre-maduros, mediante flotación, es decir, los granos recolectados se introducen a un tanque con agua, eliminando así todos los elementos que floten sobre el agua. Esta etapa garantiza que se seleccionen los granos adecuados, garantizando la calidad del producto final.

Despulpado

Una vez se recolectados los frutos maduros, se procede a retirar la pulpa del grano de café. Este proceso se realiza a través una máquina conocida como Despulpadora; si esta etapa se realiza después de 6 horas de haber recolectado el fruto de café, se podría ver afectada la calidad del café y así mismo la taza final, produciendo el defecto conocido como Fermento. Al retirar la pulpa del café este queda impregnado con una sustancia viscosa llamada mucílago.

El mucílago es una sustancia pegajosa la cual recubre los granos del café una vez se retira la pulpa y se caracteriza por su capacidad de retención del agua, este representa alrededor del 14% del peso del café cereza y el 25% una vez ha sido despulpado. El mucílago está compuesto por azúcares, levaduras, lípidos, alcohol y bacterias. (Manual del Cafetero Colombiano Tomo III-CENICAFE 2013).

Fermentación (remoción del mucílago)

Cuando el café se despulpa, el grano de café queda cubierto con el mucílago, el cual se retira para facilitar el secado del grano, ya que este retiene el agua, dificultando el adecuado secado del café. También se retira el mucílago para evitar que se produzcan defectos en la calidad tanto del grano como de la taza. Para retirarlo, los granos de café se ponen en tanques tipo tinas generalmente de cemento, esto se conoce como fermentación natural, es decir, que se dejan los granos de café por 12 a 18 horas en los tanques, logrando así, que el mucílago se desprenda de los granos de café y facilite la siguiente etapa que es el lavado.

Lavado

El lavado del café se realiza con el fin de retirar por completo el mucílago del grano del café, esto para evitar que se produzca defecto en el café pergamino seco, como granos manchados, sucios y en la taza, sabor fermentado. Este proceso consiste en sumergir los granos

de café en agua limpia, esto se puede realizar en el mismo tanque donde se realizó la fermentación y se debe agitar para acelerar el total desprendimiento del mucílago, luego se procede a sacar el agua sucia y nuevamente se agrega agua limpia, repitiendo las veces que sean necesarias hasta que el grano de café quede sin mucílago. Para el lavado se usa alrededor de 5 lts de agua por cada Kg de café pergamino seco.

Secado

Después de lavar el café, este se debe secar para reducir la humedad del grano de café, de 55% a 10-12% de humedad y así asegurar la calidad del grano tanto en sus características físicas como organolépticas, es decir, la calidad de la taza; esta etapa es de vital importancia, ya que evita la reproducción de hongos y bacterias al momento de almacenar los granos de café.

Para realizar el secado del café se usan los siguientes métodos:

Secado al sol

Consiste en poner los granos de café mojados directamente al sol en patios de cemento o camas africanas; también se usan carros secadores, los cuales son estructuras de camas rodantes, donde el café queda protegido en caso de lluvia, bajo un techo en forma de casa; otra forma de secado natural se hace mediante el secador parabólico, este método es similar al secado directamente al sol, sólo que el área de secado está cubierto por un plástico en forma parabólica, así se mantiene la temperatura la interior del plástico, permitiendo un secado más rápido.

El tiempo para secar el café por medio del secado al sol está entre 7 y 15 días, dependiendo de la temperatura ambiente y de cantidad de lluvias durante esta etapa.

Secado mecánico

Este secado se realiza a través de máquinas conocidas como silos, los cuales se usan en fincas con producción mayor a las 500 arrobas por año, este método consiste en poner los granos de café escurridos, es decir, primero se dejan secar los granos mojados al sol para poder sacar la mayor cantidad de agua posible, después se ubica en cámaras a las cuales se les introduce aire caliente, el cual es impulsado por un motor que funciona con gas o quemadores. El tiempo de secado está entre 25 y 30 horas. (CENICAFÉ, 2004)

En la finca Versailles, actualmente se utilizan los dos tipos de secado, teniendo como apoyo en las épocas de invierno el silo, así acelera el proceso de secado, este también es usado en época de grandes cosechas.

2.3. Caracterización del proceso Honey

El proceso Honey, consiste en secar el grano de café con parte o con la totalidad del mucílago, debido al gran contenido de azúcares que contiene el mucílago, y el cual es transferido al grano, este tipo de café se conoce como café enmielado o café miel. Para producir café Honey, al igual que en el Beneficio Húmedo, el proceso inicia con la recolección del café maduro, se realiza el recibo, selección, despulpado, y a diferencia del Beneficio Húmedo, en este proceso, los granos de café pasan directamente al secado; sin embargo, para la producción de café Honey Amarillo y Rojo, los granos de café son sometidos a fermentación, esto con el fin de que los azúcares estén más tiempo en contacto con el grano. (Ver Anexo 2. Diagrama SIPOC Beneficio Honey)

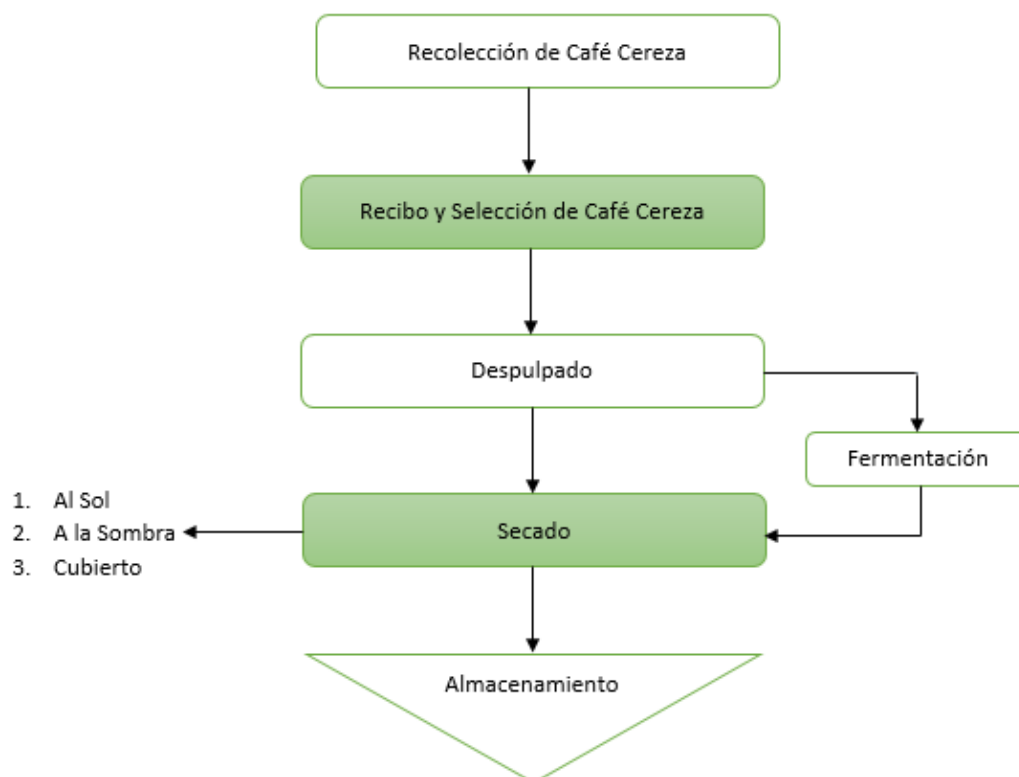
Aunque no existe mucha información ni literatura de la producción de cafés Honey, pero de acuerdo a la revisión bibliográfica realizada, se pudo establecer que existen tres tipos de café Honey, los cuales se describen a continuación:

1. **Honey Amarillo:** Una vez despulpado el café, el grano de café sufre un proceso corto de fermentación entre 2 y 5 horas, pasa las horas de fermentación, esto se realiza con el fin de obtener un contenido de mucílago entre 10% a 30% en los granos de café; una vez fermentado el café, este se seca, lo cual puede durar aproximadamente 8 días; el secado se hace con la exposición directa al sol, obteniendo como resultado café pergamino de color amarillo claro.
2. **Honey Rojo:** En este método, el café se seca a la sombra, obteniendo café pergamino con un tono color rojo. Aquí se requiere de más tiempo para alcanzar la humedad óptima; el contenido de mucílago para este método esta entre el 40% y 70%, es decir, se deja fermentando los granos entre 7 y 13 horas.
3. **Honey Negro:** Para secar el café se ubica en cama y se recubre de un plástico negro, este método toma más tiempo para poder secar el café y el contenido de mucílago es del 100%, por lo tanto, no se aplica la etapa de fermentación. El café Honey Negro es un café de cuerpo alto y adquiere un sabor muy agradable; obteniendo así uno de los cafés más costosos en el mercado. Se puede observar el flujograma en la Ilustración 2.

Es importante resaltar que en el desarrollo de los experimentos se implementó el secado mediante silo mecánico, esto debido a la homogeneidad, constancia y reducción en el tiempo de secado en comparación con el secado al sol; además de esto, se quiere demostrar lo concluido en el estudio “Evaluación del proceso de secado del café y su relación con las propiedades físicas, composición química y calidad en taza, en el cual se evaluó la calidad del secado al sol frente al mecánico, obteniendo como resultado más relevante para la presente investigación el hecho de que el café sometido al secado mecánico tuvo mejores resultados en la calidad del taza de café en contraste al café secado al sol (Henao Arizmendy , 2015), es por este motivo que el secado mecanismo se

seleccionó como uno de los niveles del factor secado en la experimentación con café Honey, con el propósito de contrastar si en la presente investigación este tipo de secado influye en la calidad de la taza mediante el beneficio Honey.

Ilustración 2. Flujograma del Proceso Productivo del Café mediante Beneficio Honey



Fuente: Elaboración propia

Es así como la producción de café mediante el Beneficio Húmedo y el Beneficio Honey, se diferencian en las etapas de fermentación y secado; así mismo, la etapa de lavado no es necesaria en el Beneficio Honey por la importancia del mucilago en los granos de café. En la Tabla 2 se puede observar las etapas de acuerdo al Beneficio.

Tabla 2. Comparación de las etapas del proceso del café de acuerdo al tipo de beneficio

ETAPAS	BENEFICIO HÚMEDO	BENEFICIO HONEY
Recolección	X	X
Recibo y selección	X	X
Despulpado	X	X
Fermentación	X	Depende del tipo de Honey
Lavado	X	No se realiza
Secado	X	X

Fuente: Elaboración Propia

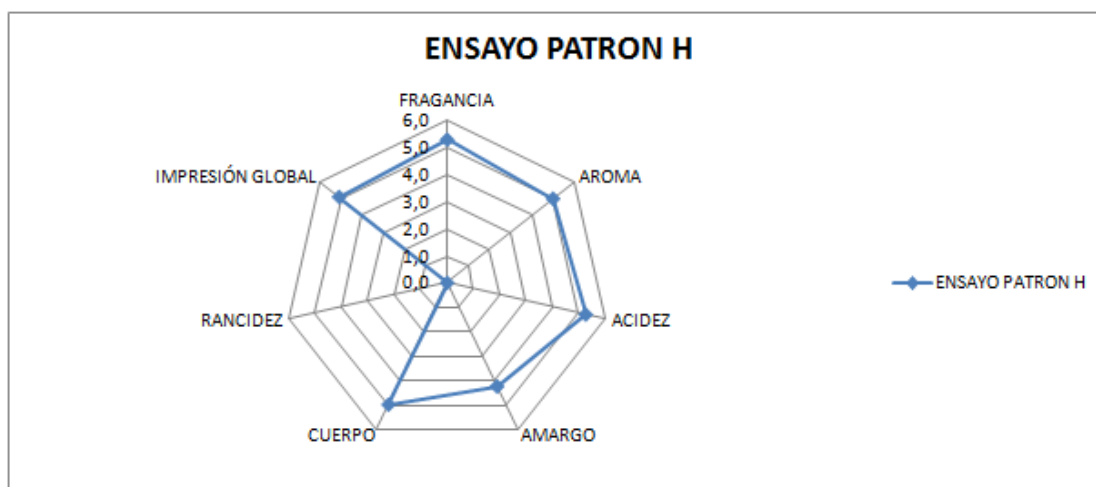
Al realizar la comparación de las etapas del proceso de café de acuerdo al tipo de beneficio, es así, como en el beneficio Honey, se aplica la fermentación dependiendo del tipo de Honey, como por ejemplo, para producir café Honey Negro, no se requiere de fermentar los granos de café, así que estos, una vez despulpados, salen directamente a la etapa de secado; y en cuanto a la etapa de lavado, este tipo de beneficio, trae una gran ventaja con respecto al beneficio húmedo, debido al bajo consumo de agua al eliminarse esa etapa.

2.4. Análisis de la Taza Actual mediante el Beneficio Húmedo

Para establecer la calidad de la taza que se produce actualmente en la Finca Versalles mediante el proceso de Beneficio Húmedo, se envió una muestra de 1 Kg de café pergamino al laboratorio de análisis sensorial de la empresa Industrial Aliadas, ubicada en la ciudad de Ibagué; para determinar la calidad del café se realizó el análisis sensorial por cuatro (4) panelistas expertos, utilizando la Metodología de Perfil del sabor NTC 3929 de 2009.

En la Ilustración 3, se puede observar los resultados del análisis sensorial de la muestra Patrón H, que para esta investigación, se refiere a la taza actual obtenida del Beneficio Húmedo:

Ilustración 3. Diagrama de análisis sensorial muestra patrón H



Fuente: Informe de Análisis Sensorial

Es así como la taza actual (Patrón H), en una escala de 0 a 6, obtuvo puntuaciones entre 4,3 y 5,3, identificando que el valor más bajo lo obtuvo el amargo, seguido del cuerpo y del aroma con 5,0 puntos, 5,1 puntos en impresión global y 5,3 en fragancia; además se encontraron descriptores tales como Taza limpia, es decir, que no se encontraron malos sabores en taza, con notas dulces y cítricas, cuerpo medio, aroma intenso.

Capítulo 3. Experimentación en el Proceso Honey

En este capítulo se establece el Diseño Experimental, se seleccionan los factores y sus niveles, se describe el método seleccionado, el desarrollo, resultados y análisis de la experimentación.

3.1. Arreglo Experimental o Desarrollo Experimental

Para el presente Diseño Experimental se determinaron tres aspectos fundamentales: los factores de tratamiento, los niveles de cada factor y por último la variable de salida o de respuesta, es decir, aquella variable sobre la cual se desea analizar el efecto de los factores establecidos.

A continuación, en la Tabla 3, se puede observar los factores controlables y cada uno de los niveles que se identificaron para el desarrollo del Diseño de Experimentos de la presente investigación:

Tabla 3. Factores y Niveles seleccionados para el DOE

FACTORES	NIVEL I	NIVEL II	NIVEL III
ALTURA	ALTURA 1 café cultivado a 1.480 msnm	ALTURA 2 café cultivado a 1.760 msnm	
T. FERMENTACIÓN	0 hrs Fermentación	2 hrs Fermentación	22 hrs Fermentación
TIPO DE SECADO	Secado al sol	Secado a la sombra	Secado con cubierta
% HUMEDAD GRANO	13% Humedad	12% Humedad	9% Humedad

Fuente: Elaboración Propia

Los factores mostrados en la tabla anterior, se seleccionaron dado a que cada uno de ellos influyen de manera directa en el producto final, que para este estudio es la calidad de la taza de café; es así que de acuerdo al estudio realizado por CENICAFÉ, titulado “Diagnóstico de la calidad del café según altitud, suelos y beneficios en varias regiones de Colombia”, concluyen que debido a las bajas temperaturas en las que se somete el cultivo de café en altitudes mayores a 1.600 m.s.n.m, se tienen mejores condiciones para la producción de un café sano (CENICAFE,

2016); por otro lado, el artículo “Influencia de la altitud en la calidad de la bebida de muestras de café procedente del ecotopo 206B en Colombia” (Carlos Evelio & José Jaime, 2002) , establece que la altitud inciden en la bebida de café.

En cuanto al tiempo de fermentación, la cual está directamente relacionada con la cantidad de mucílago en el grano, y es la etapa que permite desprender el mucílago del grano del café; en Colombia esta etapa es fundamental en la producción cafés lavados, sin embargo, para la presente investigación, el contenido de mucílago es un factor primordial en la producción de café Honey, el cual podría influir de manera positiva en la taza de café.

Por otro lado, para el método de secado del café, se seleccionaron tres (3) niveles, estos están directamente relacionados con la forma de producir café a través del método Honey, los cuales son: secado al sol, a la sombra y cubierto; sin embargo, el secado a la sombra se simulará mediante el secado mecánico y así poder determinar si este método influye en la calidad de la bebida del café tal y como se concluyó en el estudio “Efecto del secado solar intermitente en la composición química del café” (Largo Ávila, 2020).

Por último, se seleccionó el porcentaje de humedad del grano del café, dado que, en la producción de café, el porcentaje óptimo de humedad está entre el 10% y 12%. Para la presente investigación se seleccionaron tres niveles para el porcentaje de humedad del grano, dos de ellos por fuera de los rangos óptimos de humedad, con el fin de determinar si al tener rangos por fuera, se afecta la calidad de la taza. (Oliveros Tascón, Peñuela Martínez, & Jurado Chana, 2009).

Para el control diario de las muestras, el factor relevante a medir fue el porcentaje de humedad, para esto se diseñó un formato de recolección de información adicional como la temperatura y humedad ambiente, en cuanto a los métodos de control, en la experimentación se

usó un medidor de humedad para granos, el cual permitió medir el porcentaje de humedad del café de cada una de las muestras; se requirió además de un termohigómetro, con el cual se midió la temperatura ambiente y humedad relativa, cada vez que se medía la humedad del grano.

También se identifican los factores no controlables o de ruido, que, para este caso, sólo se van a medir, pero no se incluirán en el arreglo ortogonal, los cuales son:

- Temperatura Ambiente TA
- Humedad Relativa HR

Una vez identificados los factores y sus niveles, se determinó el diseño del experimento, para lo cual se estableció que el diseño factorial completo está compuesto de un (1) factor a dos (2) niveles refiriéndonos a la Altura, y tres (3) factores a tres (3) niveles refiriéndonos al Tiempo de Fermentación, Tipo de secado y porcentaje de humedad del grano, obteniendo:

$$2 \times 3 \times 3 \times 3 = 54 \text{ corridas (experimentos)}$$

o,

$$2^1 \times 3^3 = 54 \text{ corridas (experimentos)}$$

Es decir, si se hubiera desarrollado un diseño factorial completo, con los factores y niveles seleccionados, el número de experimentaciones que se debieron realizar era de 54 corridas, situación que no se hubiera podido desarrollar debido a que, en el momento de iniciar las experimentaciones, en el mes de octubre no se contaba con la materia prima suficiente y disponible para la experimentación.

Lo anterior es la razón por la cual se decidió aplicar el método Taguchi, debido a que este método permite realizar menos números de experiencias que con un diseño de experimentos

completos, permitiendo reducir costos, tiempo y cantidad de materia prima necesaria para la experimentación.

En la Tabla 4 se observa el Diseño de Taguchi L_{18} que significa 18 corridas, que para la presente investigación será de 1 factor a 2 niveles y 3 factores a 3 niveles. Es así, que para nuestro diseño tendríamos el siguiente arreglo ortogonal, según el método Taguchi:

Tabla 4. Arreglo ortogonal Taguchi L_{18}

# corridas	Arreglo $L_{18}(2^1)(3^7)$							
	Número de Columnas							
	1	2	3	4	5	6	7	8
1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	1	1	2	2	2	2	2	2
3	1	1	3	3	3	3	3	3
4	1	2	1	1	2	2	3	3
5	1	2	2	2	3	3	1	1
6	1	2	3	3	1	1	2	2
7	1	3	1	2	1	3	2	3
8	1	3	2	3	2	1	3	1
9	1	3	3	1	3	2	1	2
10	2	1	1	2	3	2	2	1
11	2	1	2	1	1	3	3	2
12	2	1	3	2	2	1	1	3
13	2	2	1	2	3	1	3	2
14	2	2	2	3	1	2	1	3
15	2	2	3	1	2	3	2	1
16	2	3	1	3	2	3	1	2
17	2	3	2	1	3	1	2	3
18	2	3	3	2	1	2	3	1

Fuente: Análisis y Diseño de Experimentos, pag. 305

De acuerdo al método Taguchi, el factor con dos niveles se ubica en la columna 1, los demás factores con tres niveles se ubican desde la columna 2 a la columna 8. Para nuestro Diseño de Experimentos sólo usaremos la columna 1, 2, 3 y 4. A continuación, en la Tabla 5, se muestra el arreglo ortogonal de acuerdo a los factores y niveles seleccionados:

Tabla 5. Arreglo Ortogonal para producción de Café Honey

ARREGLO ORTOGONAL				
CORRIDAS	A	B	C	D
H1	ALTURA1	100% MUCÍLAGO	SECADO AL SOL	HUMEDAD 9%
H2	ALTURA1	100% MUCÍLAGO	SECADO SILO	HUMEDAD 12%
H3	ALTURA1	100% MUCÍLAGO	SECADO CUBIERTO	HUMEDAD 13%
H4	ALTURA1	2HRS FERMENTACIÓN	SECADO AL SOL	HUMEDAD 9%
H5	ALTURA1	2HRS FERMENTACIÓN	SECADO SILO	HUMEDAD 12%
H6	ALTURA1	2HRS FERMENTACIÓN	SECADO CUBIERTO	HUMEDAD 13%
H7	ALTURA1	22 HRS FERMENTACIÓN	SECADO AL SOL	HUMEDAD 12%
H8	ALTURA1	22 HRS FERMENTACIÓN	SECADO SILO	HUMEDAD 13%
H9	ALTURA1	22 HRS FERMENTACIÓN	SECADO CUBIERTO	HUMEDAD 9%
H10	ALTURA2	100% MUCÍLAGO	SECADO AL SOL	HUMEDAD 13%
H11	ALTURA2	100% MUCÍLAGO	SECADO SILO	HUMEDAD 9%
H12	ALTURA2	100% MUCÍLAGO	SECADO CUBIERTO	HUMEDAD 9%
H13	ALTURA2	2HRS FERMENTACIÓN	SECADO AL SOL	HUMEDAD 9%
H14	ALTURA2	2HRS FERMENTACIÓN	SECADO SILO	HUMEDAD 13%
H15	ALTURA2	2HRS FERMENTACIÓN	SECADO CUBIERTO	HUMEDAD 9%
H16	ALTURA2	22 HRS FERMENTACIÓN	SECADO AL SOL	HUMEDAD 13%
H17	ALTURA2	22 HRS FERMENTACIÓN	SECADO SILO	HUMEDAD 9%
H18	ALTURA2	22 HRS FERMENTACIÓN	SECADO CUBIERTO	HUMEDAD 9%

Fuente: Elaboración Propia

La variable respuesta para estos experimentos, son los valores obtenidos del análisis sensorial de cada una de las características organolépticas como: fragancia, aroma, acidez, amargor, cuerpo e impresión global, cada una de ellas se evaluó teniendo en cuenta la escala de 0 a 6; así mismo, de la evaluación organoléptica se obtiene el perfil de la taza, el cual permite identificar sabores particulares que se logra identificar de la bebida del café.

3.2. Medición

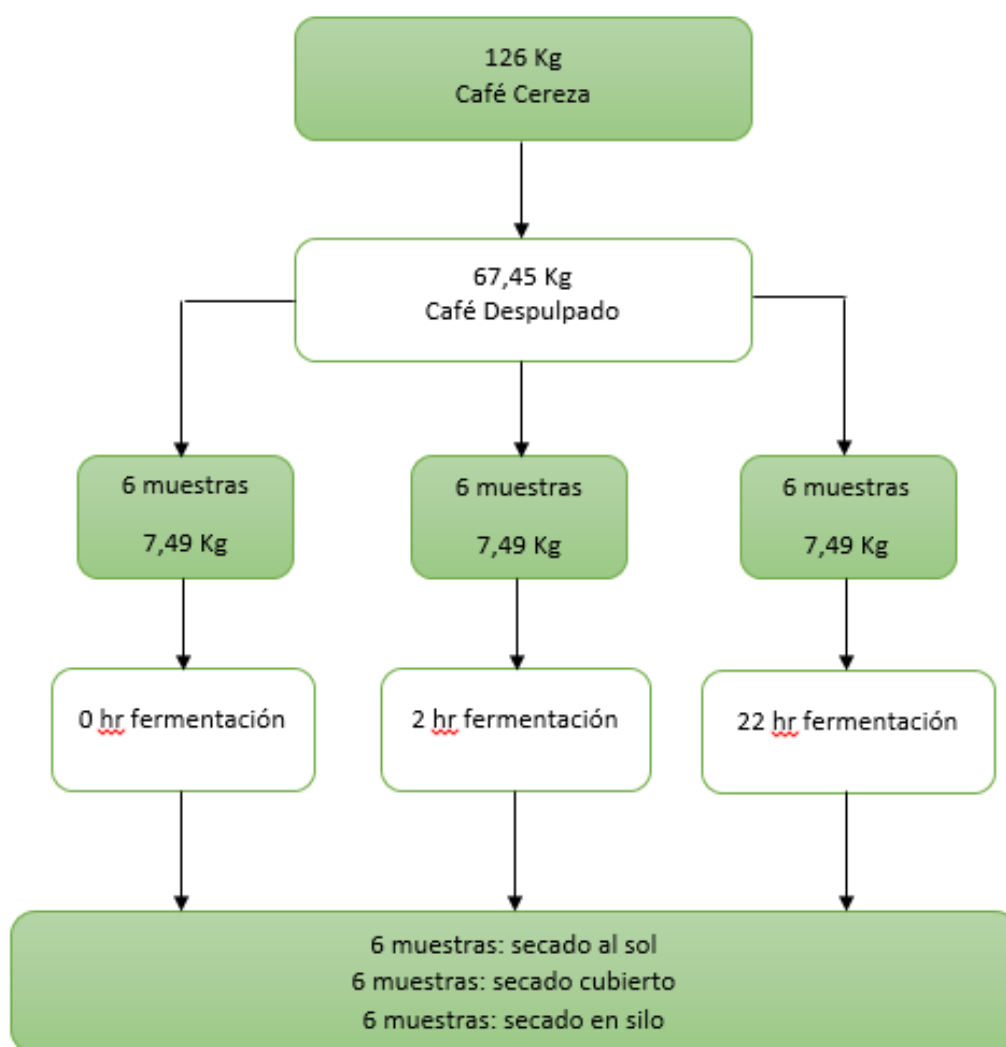
Para determinar el tamaño de la muestra de cada uno de los experimentos, se hizo uso el muestreo no probabilístico intencional (Otzen & Manterola, 2017), debido a la disponibilidad del

café en el momento de realizar la recolección por lo tanto se tuvo en cuenta el conocimiento del caficultor, dueño de la finca Versailles, quien determinó la cantidad de café disponible.

La cantidad de café verde que se requirió para realizar la evaluación sensorial de cada taza, se determinó según la Norma Técnica Colombiana NTC3566. De acuerdo a esta norma, se requiere alrededor de 100 y 300 gramos de café verde; la catación fue desarrollada por la empresa Industrias Aliadas, y por cada muestra requirió de 400 gr de café verde y 1,5 Kg del café que se produce actualmente mediante el beneficio húmedo, el cual se denominó Patrón H para la experimentación. Se requiere mayor cantidad del café Patrón H debido a que esta se compara con cada una de las 18 muestras de los experimentos, para lo cual se preparan más tazas de café de dicha muestra.

Para iniciar la experimentación, se recolectó un total de 126 Kg de café cereza maduro del lote 1 y del lote 2; en la Ilustración 4 se puede observar la distribución de las muestras tanto para el lote 1 como para el lote 2 del café seleccionado, además del desarrollo de los experimentos y la cantidad de café utilizado, junto con las etapas del proceso productivo a las que fueron sometidas cada una de las 18 muestras del Diseño Experimental (Ver Anexo 3. Registro Fotográfico). Dando inicio al proceso el 5 de octubre y finalizando el 3 de noviembre de 2020.

Ilustración 4. Diagrama de DOE en el Beneficio Honey



Fuente: Elaboración propia

A continuación, en la tabla 6 se identifican los elementos, materiales y maquinaria utilizados en cada una de las etapas de la experimentación:

Tabla 6. Elementos, Materiales y Maquinaria usada en la experimentación

ETAPA	MATERIALES/ELEMENTOS/MAQUINARIA
Recolección	• Canastos • Sacos • Balanza
Despulpado	• Despulpadora • Agua • Balanza
Fermentación	• Canastos

ETAPA	MATERIALES/ELEMENTOS/MAQUINARIA
Secado	• Refractómetro • Camas Africanas • Marquesina (Secador solar) • Secador mecánico • Plástico Negro • Termohigómetro • Medidor de Humedad de granos • Balanza

Fuente: Elaboración Propia

3.3. Análisis del Experimento

El análisis sensorial (Ver Anexo 4. Perfil Sensorial café tostado) se realizó de acuerdo a la técnica desarrollada por la empresa Industrias Aliadas, teniendo en cuenta la metodología establecida por la NTC 3566 (Café verde. Preparación de muestras para uso en análisis sensorial) y la NTC 3566 (Café verde. Preparación de muestras para uso en análisis sensorial); donde cada muestra de café resultado del Diseño de Experimentos, se tostó y se molió, y posteriormente se prepararon las tazas para ser evaluadas por un panel de 4 catadores expertos, donde cada uno puntuó los atributos de cada taza (Ver Tabla 7), y además se estableció el perfil sensorial de cada muestra de acuerdo a la valoración de cada atributo (Ver Tabla 8).

Tabla 7. Resultados del Análisis Sensorial

RESULTADOS ANÁLISIS SENSORIAL						
	FRAGANCIA	AROMA	ACIDEZ	AMARGO	CUERPO	IMPRESIÓN GLOBAL
PATRÓN H	5,3	5	5,3	4,3	5	5,1
H1	5,3	5	5,3	4,3	5	5,1
H2	5,3	5	5,3	4,3	5	5,1
H3	5	4,9	4,8	3,9	4,9	5
H4	5,3	5	5,3	4,3	5	5,1
H5	5,3	5	5,3	4,3	5	5,1
H6	4,9	4,8	4,8	3,9	4,5	4,5
H7	5,1	5,1	4,8	4	5	5,1
H8	5	4,5	4,5	3,8	4,3	5
H9	5,3	5	5,3	4,3	5	5,1
H10	5,5	5,5	6	4,5	5,8	5,8

RESULTADOS ANÁLISIS SENSORIAL						
	FRAGANCIA	AROMA	ACIDEZ	AMARGO	CUERPO	IMPRESIÓN GLOBAL
H11	5,3	5	5,3	4,3	5	5,1
H12	5	4,6	5	4,1	4,9	5
H13	5	5	5,3	4	4,5	4,8
H14	5,5	5,3	5,3	4,1	5	5,3
H15	5,3	5	5,3	4,3	5	5,1
H16	5,3	5	5,3	4,3	5	5,1
H17	5,5	5,3	5,4	4,3	5	5,3
H18	5,3	5	5,3	4,3	5	5,1

Fuente: Elaboración propia con base en el análisis realizado por Industrial Aliadas

Uno de los descriptores frecuentes en el análisis sensorial es la taza limpia, el cual hace referencia a que el café evaluado se ha elaborado con granos sanos, maduros y de la mejor calidad, y se tiene en cuenta los demás descriptores; así mismo, se encuentra el descriptor taza con acidez limpia, lo cual indica que en el café en estudio se encontraron notas afrutadas o dulces. A continuación, se muestra el perfil que obtuvo cada una de las tazas en el Análisis sensorial:

Tabla 8. Perfiles/Descriptores del Análisis Sensorial

RESULTADOS ANÁLISIS SENSORIAL	
PERFIL/DESCRIPTORES	
PATRÓN H	Taza limpia, con notas dulces y cítricas, cuerpo medio, aroma intenso
H1	Taza con acidez limpia, similar al patrón
H2	Taza con acidez limpia, similar al patrón
H3	Taza limpia, con notas chocolate
H4	Taza con acidez limpia, similar al patrón
H5	Taza con acidez limpia, similar al patrón
H6	Taza limpia, con notas chocolate dulce
H7	Taza limpia, notas cítricas marcadas, aromas de flor de cafeto, notas de cereza del café y cuerpo medio
H8	Taza limpia, notas dulces marcadas de frutos rojos, aromas de flor de cafeto, notas de cereza del café
H9	Taza con acidez limpia, similar al patrón
H10	Taza limpia, notas dulces marcadas a miel, frutos rojos, aromas de flor de cafeto, notas de cereza del café y acidez limpia (cítrica)
H11	Taza con acidez limpia, similar al patrón
H12	Taza con acidez limpia, similar al patrón

RESULTADOS ANÁLISIS SENSORIAL PERFIL/DESCRIPTORES	
H13	Taza limpia, notas florales y acidez limpia (cítrica)
H14	Taza con notas de cereza, frutos rojos, notas intensas a café, notas cítricas con acidez limpia
H15	Taza con acidez limpia, similar al patrón
H16	Taza con acidez limpia, similar al patrón
H17	Taza con notas a miel dulce, notas de vainilla
H18	Taza con acidez limpia, similar al patrón

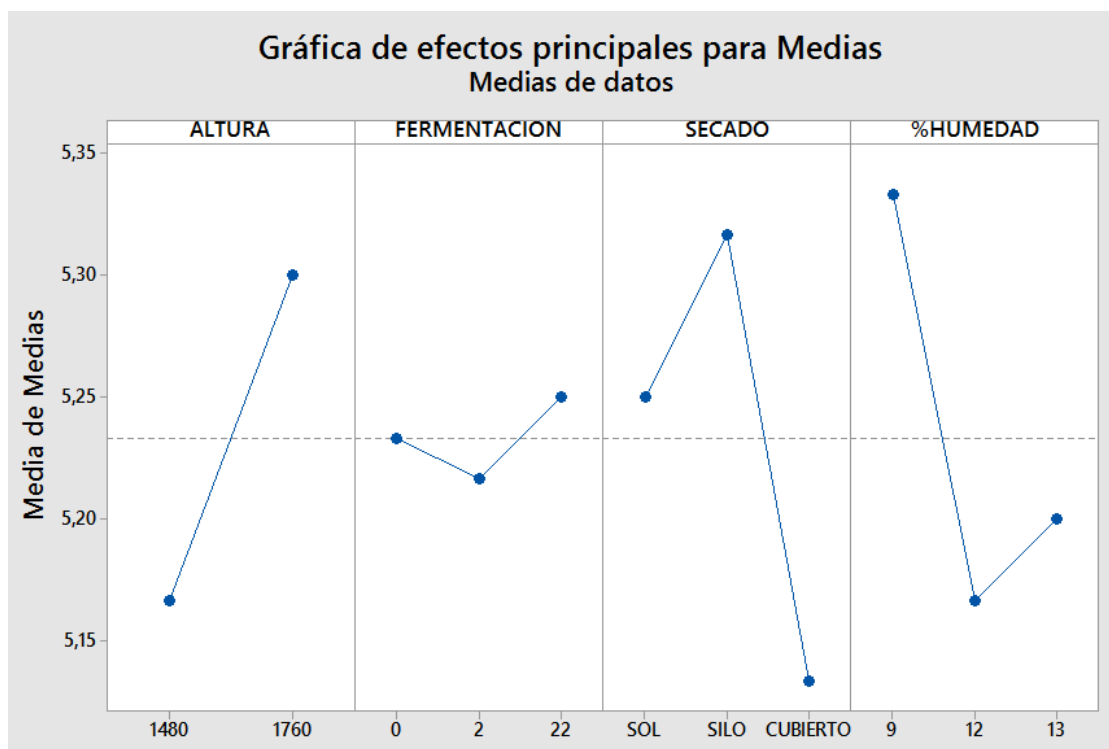
Fuente: Elaboración propia con base en el análisis realizado por Industrial Aliadas

De los resultados sensoriales obtenidos, se puede observar de manera general, y con base en los resultados de la impresión global, atributo en la cual el catador balancea todos los demás atributos de la taza y genera en base a su criterio una calificación general, se puede establecer que destaca la muestra H10, la cual arrojó el mejor perfil sensorial, mientras que las tazas de menor calidad fueron las muestras H6 y H13, con unos puntajes por debajo de la taza actual.

Ahora bien, se realizó el análisis estadístico con los resultados obtenidos del análisis sensorial de cada muestra, donde se analizó por separado cada uno de los atributos evaluados, para determinar qué factor influye en la variable respuesta. Para nuestro caso, se analizaron los resultados de las medias de cada atributo, con el fin de mejorar la calidad de la taza. A continuación, se realiza el análisis de cada uno de los atributos:

Para el atributo FRAGANCIA, que de acuerdo a la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia hace referencia a los olores que se aprecian en un café recién molido, destacando fragancias cítricas, florales, fructuosas, picantes, cereales y a tierra. (Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, s.f). Se puede observar en la Ilustración 5, que el efecto de la altura, secado y porcentaje de humedad, para este atributo muestran unas pendientes muy inclinadas, por lo que se concluye que estos factores influyen de gran manera sobre la fragancia de la taza.

Ilustración 5. Efectos principales para medias del atributo FRAGANCIA



Lo anterior, es concordante con el resultado obtenido de la tabla respuesta de las medias (Ver tabla 9), el cual arroja que el secado en silo es el factor de mayor influencia sobre la fragancia, seguido por un porcentaje de humedad del grano del 9%, a una altura de sembrado de 1.760 m.s.n.m y con menor influencia el tiempo de fermentación de 22 hrs, donde el resultado DELTA, el cual es la diferencia entre el valor más alto y más bajo de cada factor, valorando y clasificando la influencia de cada factor en la variable respuesta, que para este atributo la muestra con mejor FRAGANCIA es la H10, H14 y H17, con 5,5 puntos, sin embargo, la muestra H10, fue secada al sol, siendo esto contradictorio al resultado del análisis estadístico como se muestra en la anterior ilustración, donde se establece que el secado al silo mejora el atributo FRAGANCIA.

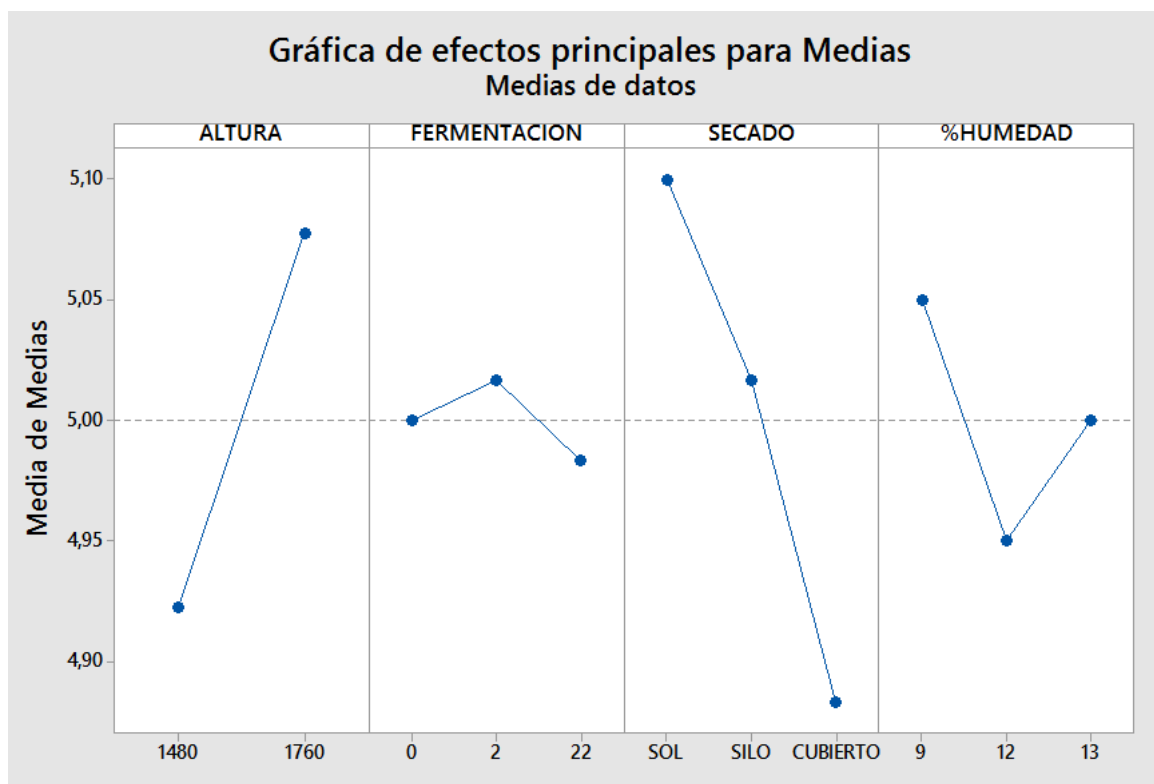
Tabla 9. Respuesta para medias obtenida del análisis en el método Taguchi para atributo FRAGANCIA

NIVEL	ALTURA	FERMETACIÓN	SECADO	% HUMEDAD
1	5,167	5,233	5,250	5,333
2	5,300	5,217	5,317	5,167
3		5,250	5,133	5,200
DELTA	0,133	0,033	0,183	0,167
CLASIFICAR	3	4	1	2

El resultado anterior es concordante con las conclusiones del estudio “Efecto del secado solar intermitente en la composición química del café”, en el que se encontró que la calidad de la bebida de café se mejora en gran escala con el secado mecánico en comparación con el secado solar. (Largo Ávila, 2020). Sin embargo, para aquellos productores empíricos de cafés especiales prefieren el secado al sol, ya que consideran que este método es delicado con los granos, logrando obtener notas frutales, florales y herbales en el café. (Apasionados por el café, 2019).

Ahora, analizaremos el atributo AROMA, el cual se refiere a la mezcla de olores agradables que producen sensaciones de placer y además dan información de características botánicas del café (Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, s.f); de acuerdo a la Ilustración 6, en la cual se puede observar, que los factores que más influyen en la variable respuesta son la altura (1.760 m.s.n.m) y el tipo de secado (al sol).

Ilustración 6. Efectos principales para medias del atributo AROMA



De acuerdo con el resultado obtenido de la tabla respuesta de las medias (Ver Tabla 10), el secado (al sol) es el factor de mayor influencia sobre el AROMA, seguido por la altura (1.760 m.s.n.m), porcentaje de humedad (9%) y con menor influencia el tiempo de fermentación (2 hrs), y para este atributo la muestra con mejor respuesta de salida es la H10, con 5,5 punto en aroma.

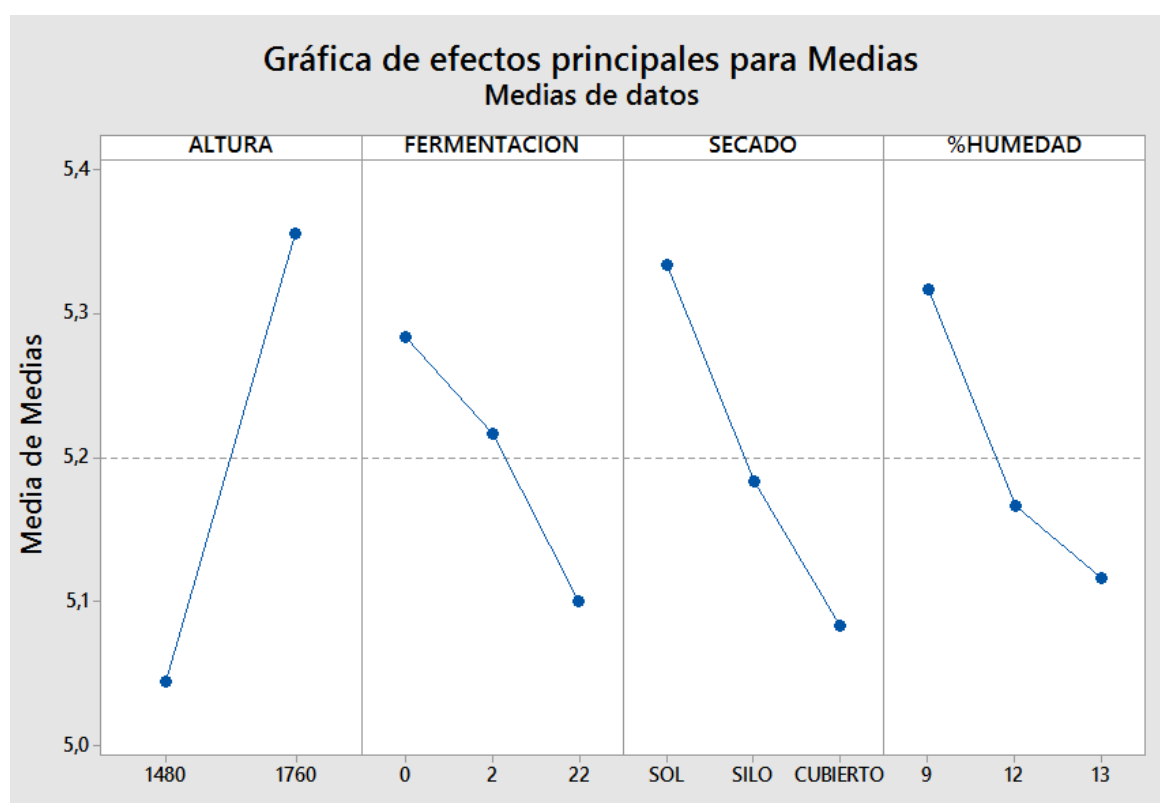
Tabla 10. Respuesta para medias obtenida del análisis en el método Taguchi para atributo AROMA

NIVEL	ALTURA	FERMETACIÓN	SECADO	% HUMEDAD
1	4,922	5,000	5,100	5,050
2	5,078	5,017	5,017	4,950
3		4,983	4,883	5,000
DELTA	0,156	0,033	0,217	0,100
CLASIFICAR	2	4	1	3

Lo cual es concordante con lo expuesto en el atributo de FRAGANCIA, en cuanto a que el secado al sol es delicado con los granos en producción de cafés especiales.

Para el atributo ACIDEZ, que, de acuerdo a la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, es el sabor primario agradable que se percibe de mayor a menor intensidad, además es uno los principales parámetros analizados por los catadores a la hora de evaluar una taza (Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, s.f). Los resultados obtenidos del análisis estadístico (Ver Ilustración 7), arrojó que el factor con mayor influencia es la altura (1.750 m.s.n.m), seguido del secado (al sol), porcentaje de humedad de 9% y por último la fermentación de 0 hrs.

Ilustración 7. Efectos principales para medias del atributo ACIDEZ



Al analizar la tabla de respuesta para medias (Ver tabla 11), observamos que efectivamente el factor altura (1.760 m.s.n.m) es el que más influye en la ACIDEZ, esto comprueba lo señalado en el estudio “La Acidez en el café. Percepción en boca”, en la que se establece que la altura está altamente relacionada con la acidez. (Rovira, s.f), esto debido a que a

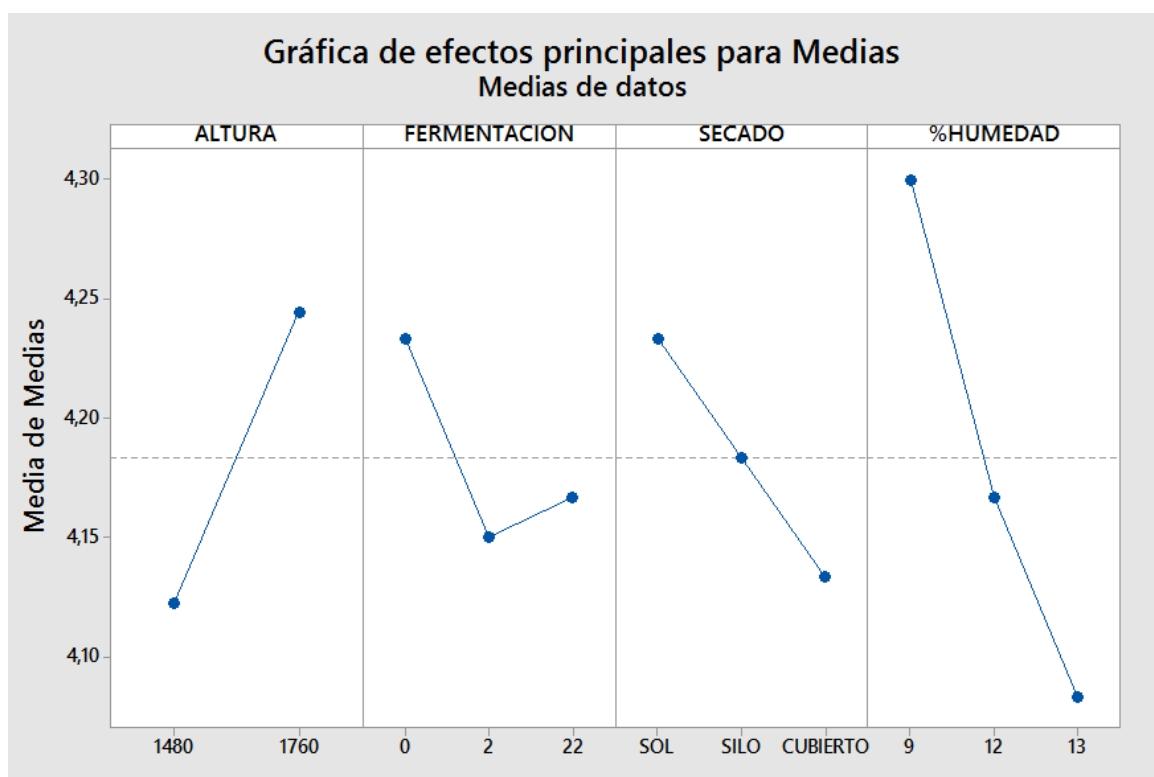
gran altura el proceso metabólico del café es más lento y esto produce que los azúcares propios de los granos se concentren afectando de manera positiva la acidez de la taza; obteniendo como mejor resultado para este atributo la muestra H10, con un puntaje de 6, siendo esta la única muestra y atributo con el máximo puntaje alcanzado.

Tabla 11. Respuesta para medias obtenida del análisis en el método Taguchi para atributo ACIDEZ

NIVEL	ALTURA	FERMETACIÓN	SECADO	% HUMEDAD
1	5,044	5,283	5,333	5,317
2	5,356	5,217	5,183	5,167
3		5,100	5,083	5,117
DELTA	0,311	0,183	0,250	0,200
CLASIFICAR	1	4	2	3

Al analizar el atributo AMARGO, el cual hace referencia al sabor primario causado por la cafeína, si no se trata bien este sabor deja de ser agradable al paladar (Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, s.f); para el cual obtuvo como resultado que el porcentaje de humedad es el factor que más influye en este atributo, como se puede observar en la Ilustración 8, es el factor con una pendiente muy pronunciada en comparación con los demás factores, seguido de la altura, tipo de secado y por último el tiempo de fermentación.

Ilustración 8. Efectos principales para medias del atributo AMARGO



En la Tabla 12, donde se observa la respuesta para las medias obtenidas en el atributo AMARGO, y se concluye que el factor que más influye es el porcentaje de humedad, es decir para obtener un café con buen amargo se debe secar los granos de café hasta que alcancen el 9% de humedad, seguido de la altura, es decir, se debe procesar café cultivado a una altura de 1.760 m.s.n.m, con un proceso de secado al sol y con una menor influencia del tiempo de fermentación, esto significa que para lograr un buen amargo en taza, no se debe exponer el café a la fermentación, que para la experimentación la muestra con mejor amargo fue la H10, con un puntaje de 4,5. Sin embargo, el porcentaje de humedad resultado del anterior análisis estadístico difiere del porcentaje de humedad con el que fue tratada la muestra con mejor AMARGO, H10, la cual fue del 13%.

Tabla 12. Respuesta para medias obtenida del análisis en el método Taguchi para atributo AMARGO

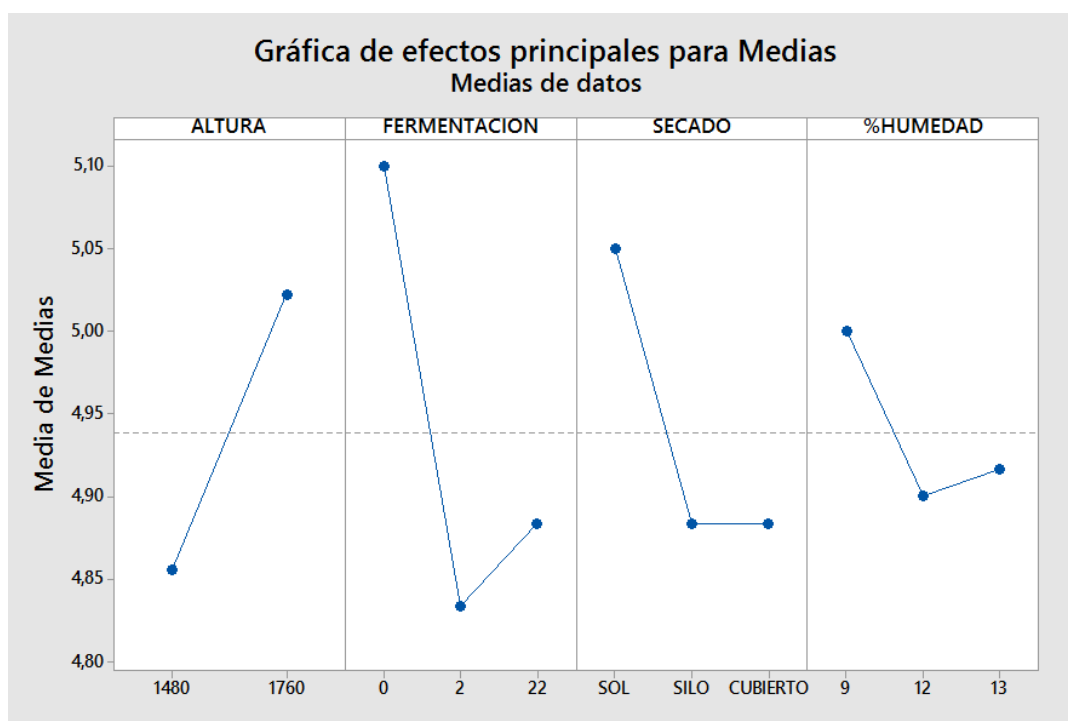
NIVEL	ALTURA	FERMETACIÓN	SECADO	% HUMEDAD
1	4,122	4,233	4,233	4,300
2	4,244	4,150	4,183	4,167
3		4,167	4,133	4,083
DELTA	0,122	0,083	0,100	0,217
CLASIFICAR	2	4	3	1

Ahora bien, de acuerdo a lo establecido en la Cartilla 21. Secado del café pergamino, de la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, para comercializar café pergamino seco, este debe contener un porcentaje de humedad entre el 10% y 12% (Federación Nacional de Cafeteros, s.f); pero encontraste el diseño de experimentos arrojó un porcentaje de humedad por fuera de los rangos establecidos para su comercialización, como se puede observar en la Ilustración anterior.

Aunque para refutar lo anterior, el estudio “Efecto de la humedad del café crudo en las propiedades del café tostado”, en el cual se evaluaron las características organolépticas de cafés tostados tratados con diferentes porcentajes de humedad, concluyó que cafés con humedades mayores al 12% podrían ser usados siempre y cuando se almacenen correctamente. (Riaño Luna, 2013)

En cuanto al atributo CUERPO, el cual indica la textura de la bebida de café (Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, s.f), se observa en la Ilustración 9, que el factor que más influye es el tiempo de fermentación, seguido de la altura, tipo de secado y por último el porcentaje de humedad del grano de café.

Ilustración 9. Efectos principales para medias del atributo CUERPO



En la tabla 13, se observa que para obtener una taza de café con un gran CUERPO en el beneficio tipo Honey se requiere que el grano tenga contacto con el mucílago, para lo cual no se requiere tiempo de fermentación en el proceso; por otro lado, se requiere seleccionar el café de una lote de altura (1.760 m.s.n.m), ya que como se observa, este es el segundo factor con más influencia en este atributo, seguido del tipo de secado, el cual debe ser sometido a un secado directo al sol y por último, se encontró que el porcentaje de humedad del grano tiene una menor influencia en el cuerpo de la taza, sin embargo, el grano debe alcanzar el 9% de humedad. Como resultado de la experimentación, se identifica que la muestra H10 fue calificada con 5,8 puntos, siendo la taza con mejor cuerpo.

De acuerdo a la investigación “Composición Química del mucílago de café, según el tipo de fermentación y refrigeración”, el cual tuvo como objetivo conocer que tan estable es el mucílago a diferentes tiempos de fermentación tanto en temperatura ambiente como en refrigeración, una de las conclusiones a resaltar es que la etapa de fermentación disminuye la

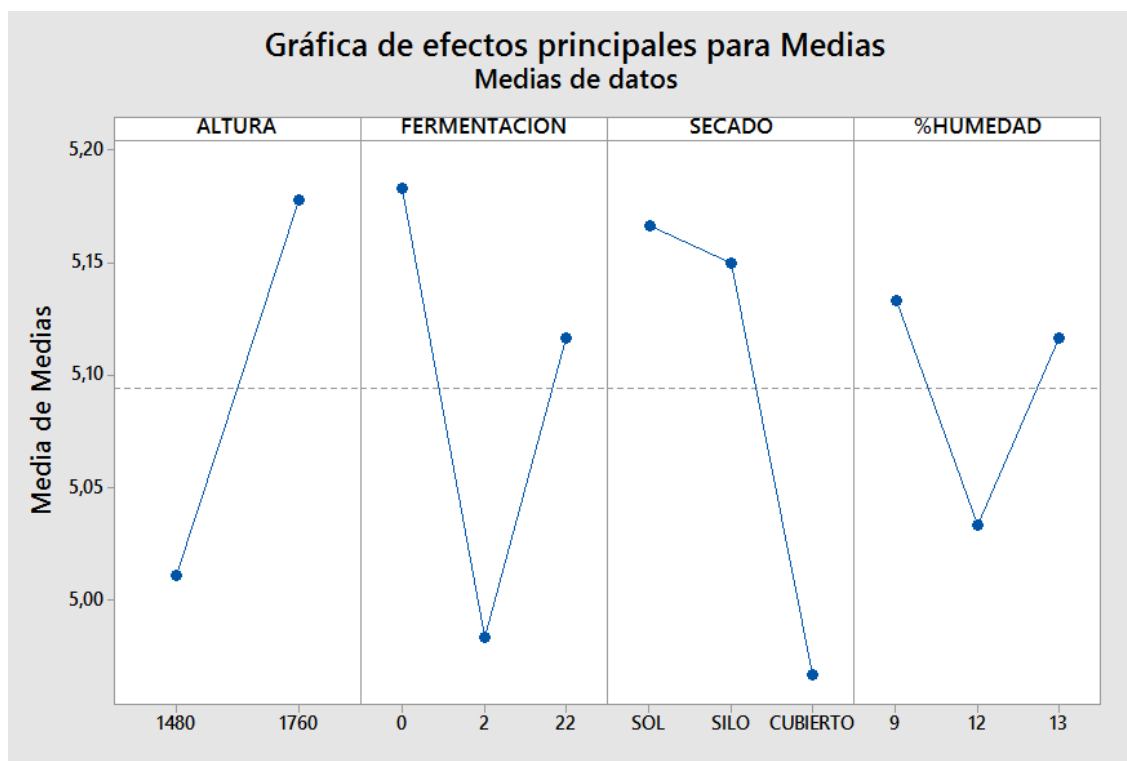
concentración de azúcares (Puerta Quintero & Ríos Arias, 2011), es por esto que una fermentación de 0 hrs, lo cual permite que el café tenga más contacto con el mucílago hace que la taza de café tenga un mejor CUERPO; tal como lo afirma la página PEFFECT DAILY GRIND “Los Honey y los despulpados naturales también se asocian con el cuerpo. Y en términos generales, cuanto más mucilago se deje en la cereza, más cuerpo se obtendrá en la taza. Un café black honey se destaca por su dulzura melosa”. (Perfect Daily Grind, 2017)

Tabla 13. Respuesta para medias obtenida del análisis en el método Taguchi para atributo CUERPO

NIVEL	ALTURA	FERMETACIÓN	SECADO	% HUMEDAD
1	4,856	5,100	5,050	5,000
2	5,022	4,833	4,883	4,900
3		4,883	4,883	4,917
DELTA	0,167	0,267	0,167	0,100
CLASIFICAR	2	1	3	4

Por último, al analizar la IMPRESIÓN GLOBAL, como se observa en la Ilustración 10, que para la presente investigación es la variable respuesta más significativa del análisis sensorial, ya que este atributo indica la calificación general de la taza y se relaciona con los aromas, sabores y sensaciones que perciben los panelistas expertos a la hora de evaluar cada taza, tal como lo indica CENICAFE, en su artículo “Calidad física y en taza de los componentes de la variedad castillo y sus derivadas regionales”, en el cual establece la impresión global como el atributo más relevante. (Alvarado Alvarado, Moreno González, Montoya Restrepo, & Alarcón Suárez, 2009)

Ilustración 10. Efectos principales para medias del atributo IMPRESIÓN GLOBAL

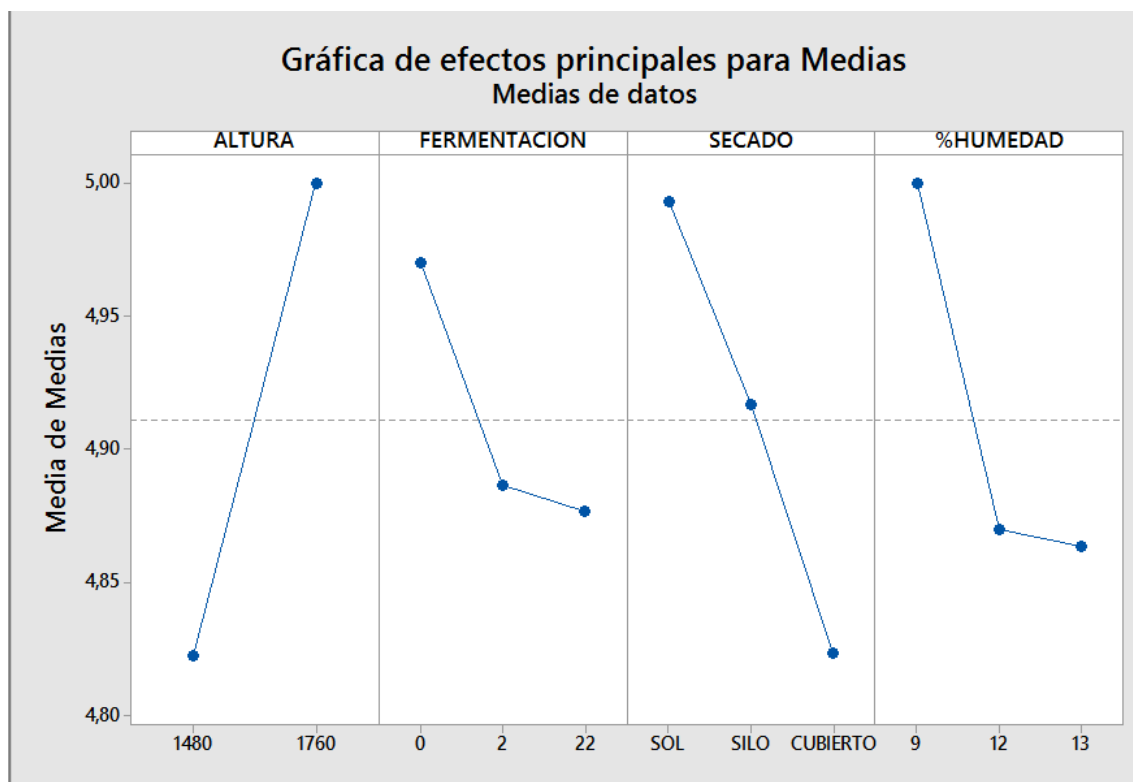


Al realizar el análisis estadístico de la IMPRESIÓN GLOBAL, se obtuvo que el factor más influyente es la fermentación en su primer nivel (0 hrs de fermentación), es decir los granos se secaron con el mucílago, seguido del tipo de secado, donde los granos de café se deben secar al sol y de la altura, la cual es del café sembrado a 1.760 m.s.n.m y por último con menor influencia se encuentra el porcentaje de humedad del café el cual debe alcanzar una humedad de 9%, siendo la muestra H10 la que muestra mejor impresión global con 5,8 puntos.

Ahora bien, los análisis anteriores se realizaron para conocer los factores que más influyen en cada uno de los atributos o características organolépticas de las tazas, resultado de los experimentos realizados, sin embargo, al final lo que más importa para la presente investigación es el análisis del atributo IMPRESIÓN GLOBAL como se mostró anteriormente; sin embargo, en la presente investigación se realizó un análisis estadístico de los efectos de las medias, teniendo en cuenta el resultado de la catación de los 5 atributos (FRAGANCIA, AROMA, ACIDEZ,

AMARGO, CUERPO) (Ver Anexo 4), con el fin de conocer si se obtiene el mismo resultado del análisis estadístico de la IMPRESIÓN GLOBAL, ya que esta se obtiene con la calificación de los 5 atributos mencionados. Es así como en la Ilustración 11 se observa el resultado obtenido de dicho análisis.

Ilustración 11. Efectos principales para medias de los atributos FRAGANCIA, AROMA, ACIDEZ, AMARGO Y CUERPO



Como se puede observar en el gráfico anterior, los factores que más influyen en la obtención de un buen resultado en taza mediante el Beneficio Honey en primer lugar se encuentra la altura en la que se siembra el café, que en este caso a mayor altura mejor resultado; seguido del tipo de secado, que para la presente investigación es mejor secar el café al sol; en tercer lugar, el factor que influye es el porcentaje de humedad del grano el cual debe estar en un 9% y por último con menor influencia se encuentra el tiempo de fermentación, a un nivel de 0 hrs; obteniendo para este estudio la muestra que cuenta con mejor valoración en todos los atributos, es la muestra

H10, sin embargo, se observa que existe una diferencia entre el resultado de la evaluación sensorial y el análisis estadístico, tal y como se muestra en la tabla 14.

La diferencia más relevante al comparar la mejor taza obtenida de la experimentación con el análisis estadístico, se presenta en el factor de porcentaje de humedad, es decir, el panel de expertos determinó que la muestra H10 es la mejor taza, sin embargo, dicha muestra se procesó con un porcentaje de humedad del grano del 13% y el análisis estadístico determinó que es mejor procesar el café con un porcentaje de humedad del 9%. Por lo cual, se debería replicar las tazas de acuerdo a los resultados obtenidos tanto en el análisis sensorial como del análisis estadístico, y determinar así con qué porcentaje de humedad se obtiene un mejor resultado.

Tabla 14. Comparación entre resultado del análisis sensorial y resultado análisis estadístico

FACTORES	RESULTADO ANÁLISIS SENSORIAL (CATACIÓN)	RESULTADO ANÁLISIS ESTADÍSTICO (MINITAB)
ALTURA (m.s.n.m)	1.760	1.760
T. FERMENTACIÓN (hrs)	0	0
SECADO	Sol	Sol
% HUMEDAD	13	9

Fuente: Elaboración propia

Capítulo 4. Mejoramiento de la calidad en la taza

En este capítulo se realizó la comparación de los resultados obtenidos de la evaluación de la taza actual y la mejor taza de los experimentos realizados y se identificaron las diferencias entre dichas tazas; así mismo, se analizaron los riesgos de implementar el Beneficio Actual y se establecen acciones de mejora teniendo en cuenta las etapas del Beneficio Honey mediante un Análisis Modal de Fallos y Efectos - AMFE.

4.1. Comparación de tazas

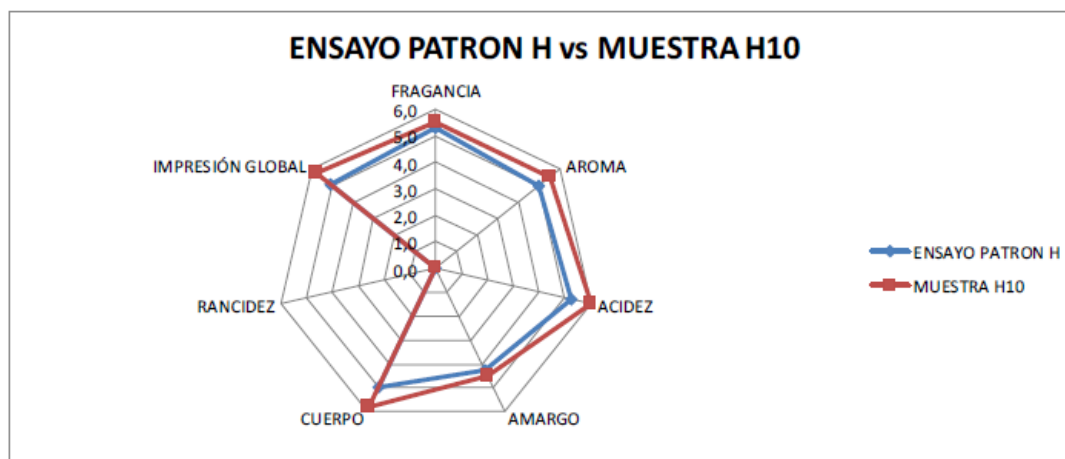
Una vez obtenidos los resultados del análisis sensorial de los 18 experimentos, se puede concluir que la mejor taza obtenida fue la muestra H10, en la cual el panel de catadores encontró sabores dulces a miel, lo cual es característico del Beneficio Honey.

En la Ilustración 12, se observa la comparación de la evaluación sensorial de la muestra patrón H, es decir, de la taza actual y de la mejor taza obtenida en el Diseño de Experimentos, en donde se puede ver que la muestra H10 obtuvo puntos muy altos en comparación con la muestra patrón H, alcanzando el máximo puntaje en la acidez con 6 puntos; así mismo, el cuerpo 5,8 puntos, seguido por la fragancia y el aroma con 5,5 puntos y un amargo de 4,5 y una Impresión Global de 5,8; con esta muestra se logró obtener sabores diferenciadores como son los frutos rojos y aromas a flor del cafeto, lo cual significa que la muestra H10 se clasifica como un café especial, dado los puntos tanto altos alcanzados en la evaluación sensorial y por los aromas y sabores encontrados en el perfil.

De igual forma, las muestras H14 y H17, superan en la taza actual en los atributos Fragancia, Aroma e Impresión Global, pero lo particular de estas muestras es que se destacaron notas de cereza, frutos rojos, miel dulce y vainilla; las muestras H3, H6, H8 y H13, a pesar que el análisis sensorial resultó por debajo de la taza actual, muestran notas diferenciadoras a chocolate,

frutos rojos, miel; de esto se puede concluir que a través de la producción de café Honey se pueden obtener tazas con aromas y sabores, que mejorando el proceso se podría mejorar los puntajes de las tazas.

Ilustración 12. Comparación de Atributos de la Muestra Patrón H y la muestra H10



Fuente: Informe de Análisis Sensorial

Es así como se concluye que, el beneficio Honey mejora la calidad de la taza del café que se produce actualmente en la Finca Versailles, comprobando así lo establecido en la bibliografía estudiada acerca de los factores analizados en el capítulo anterior, como se muestra en la Tabla 15:

Tabla 15. Factores que influyen en los atributos del análisis sensorial

FRAGANCIA	AROMA	ACIDEZ	AMARGO	CUERPO
Secado al Sol	Secado al Sol	Altura	Porcentaje de Humedad	0 hrs fermentación

4.2.Propuesta de mejora en el proceso actual

Para establecer las acciones de mejora, las cuales están enfocadas a implementar el beneficio Honey en la finca Versailles, se usó la herramienta de Análisis Modal de Fallo y Efectos-**AMFE** (Ver Anexo 5. Matriz AMFE)- por cada una de las etapas del beneficio húmedo

(proceso actual), se identificaron y evaluaron las posibles fallas en el proceso y se identificaron acciones de mejora para poder estandarizar el proceso mediante el Beneficio Honey, garantizando la calidad de la taza final. A continuación, se describen las acciones de mejora para implementar el Beneficio Honey de acuerdo a cada una de las etapas del proceso productivo:

Recolección y Selección del café careza. Una posible falla identificada en esta etapa es la contaminación cruzada del grano recolectado, esto se puede presentar debido a varios factores como por ejemplo, falta de higiene en los recolectores (cocos recolectores), es decir, que realicen la actividad de recolección con los elementos sucios; por otro lado, se puede presentar contaminación en el grano cuando el recolector puede dejar caer el grano al suelo, esto además de una posible contaminación también generaría la evolución de plagas en los cafetales. Esta falla afectaría principalmente el sabor en taza, lo cual está relacionada directamente con la calidad del producto. (Empresa consultora CONSULSANTOS S.R.L, 2010)

Para esta etapa se propone mantener las capacitaciones a los recolectores, enfocándose en la higiene tanto de ellos como de cada uno de los elementos usados en esta actividad, sin embargo, se recomienda establecer una zona de limpieza y desinfección de los elementos como del personal para antes y después de la recolección. Se debe mantener las indicaciones de recoger los granos caídos al suelo, para evitar sobre todo las plagas.

Ahora bien, otra posible falla potencial en esta etapa es la recolección de granos de café pintones o sobre-maduros, esto afectaría la producción, ya que se vería disminuida y así mismo los ingresos recibidos; para lo cual se propone establecer una bonificación de calidad, es decir, pagar a los trabajadores recolectores un valor adicional, siempre y cuando su recolección solo sea de café maduro. En cuanto a los granos sobre-maduros, estos serían usados para ser tratados con el beneficio tradicional, pero lo más conveniente para la producción del café Honey se debe

evitar que el café llegue a la sobre-maduración, esto se obtiene a través del plan de producción que se lleva en la finca Versailles.

Despulpado. En esta etapa del proceso se identificaron dos posibles fallos, en primer lugar existe la posibilidad de que el café que se despulpe se contamine, esto se podría presentar debido a una inadecuada limpieza de la máquina, lo cual podría afectar directamente el sabor en taza; en segundo lugar, se pueden presentar granos que después del despulpado o bien salgan partidos o con la pulpa, esto se presentaría debido a la falta de mantenimiento de la despulpadora y como consecuencia se generarían pérdidas de la producción como de los ingresos a recibir.

Por lo tanto, en esta etapa se propone realizar actividades permanentes de capacitación, a quienes realizan el despulpado del café, realizar limpieza diaria de la maquinaria y realizar los mantenimientos oportunos y continuos a la maquinaria.

Fermentación. En el beneficio tradicional esta es una etapa de mucho cuidado, ya que una mala fermentación provocaría daños en los granos y así mismo en la taza, la cual podría presentar sabores a vinagre, moho o tierra, bajando la calidad de la taza; dado que la presente investigación se enfocó en mejorar la calidad de la taza actual que se produce en la Finca Versailles, mediante el Beneficio Húmedo, a través del Beneficio Honey, con el desarrollo de experimentos tal y como se mostró en el capítulo 3 y de acuerdo a los resultados obtenidos, tanto en el análisis sensorial como en el análisis estadístico, se recomienda eliminar esta etapa, ya que la taza con mejor puntaje, no requiere un proceso de fermentación. Lo cual además de prevenir un posible defecto en la calidad del café, se reducen 18 horas del procesamiento del café, ya que este tiempo es el que se requiere actualmente en esta etapa.

Secado. Como ya sabemos, la etapa de secado es fundamental para mantener la calidad del grano y la taza final y el objeto es reducir el porcentaje de humedad del grano, para evitar la propagación de hongos en el café, además permite un adecuado almacenamiento del café.

Dado que para este estudio el secado se debe realizar de manera natural, es decir, al sol, para evitar fallos en esta etapa, se recomienda adecuar la zona de secado actual con la instalación de camas africanas (Ver Ilustración 13), tal y como se desarrolló el secado en la experimentación, las cuales evitan que los granos de café tengan contacto con el suelo, evitando así la contaminación de este, así mismo, se reduciría el tiempo de secado debido al paso del calor tanto por encima como por debajo de las camas, además es un sistema económico y fácil de manejar (CENICAFÉ, 2006); también se debe remover el café constantemente, es decir cada dos horas, para así obtener un secado uniforme, evitando la propagación de moho en los granos, y por último, se requiere de una método confiable para controlar la humedad del grano, esto se puede hacer a través de un medidor de humedad, garantizando así adecuado porcentaje de humedad del grano. Sin embargo, al realizar el secado al sol, con un café recubierto de mucílago, en la presente investigación, se obtuvo el café Honey con las especificaciones de la muestra H10 en 7 días (desde la etapa de despulpado hasta obtener café pergamino seco), cabe resaltar que este tiempo de secado está condicionado a las condiciones climáticas a la hora de producir café Honey.

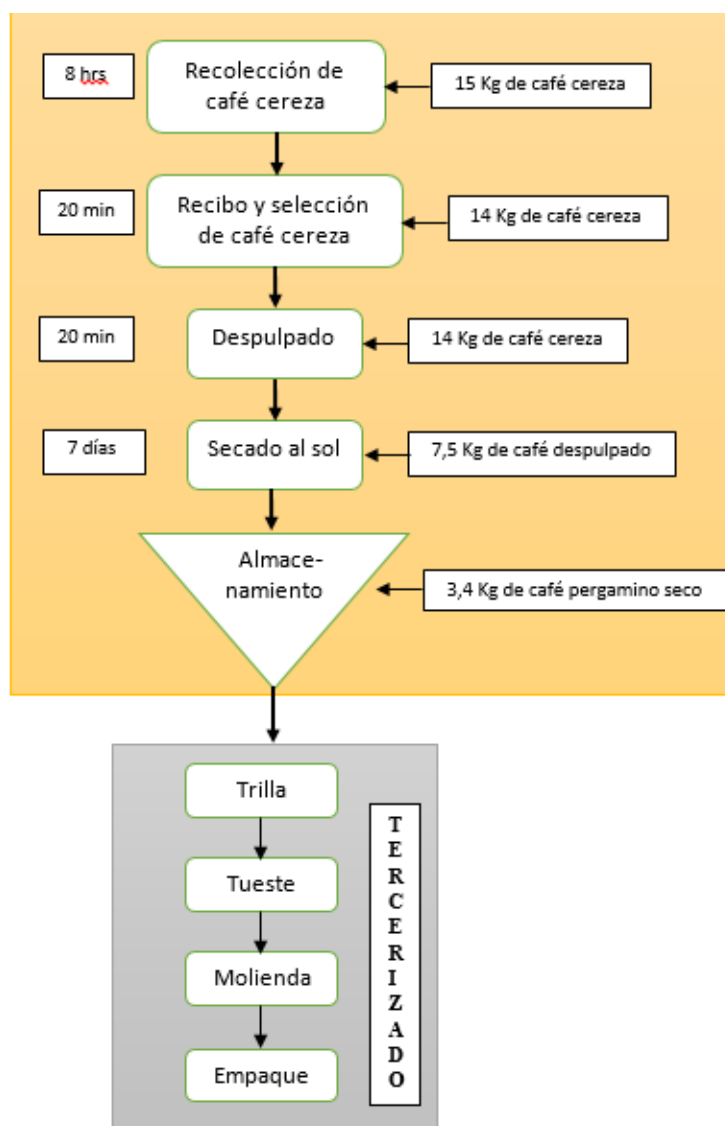
Ilustración 13. Camas africanas



Almacenamiento. Por último, encontramos la etapa de almacenamiento, la cual requiere que el café se encuentre con el porcentaje de humedad adecuado para que no sufra ningún deterioro en su calidad, por lo cual es muy importante garantizar el adecuado secado del café en la etapa anterior; por otro lado, se recomienda adecuar un lugar para el almacenamiento del café seco, ya que actualmente no se cuenta con un espacio adecuado para esto.

Por último, de acuerdo con la propuesta de mejora, resultado del análisis realizado a través del AMFE, se elaboró un SIPOC para la implementación del Beneficio Honey (Ver Anexo 6. Diagrama SIPOC. TAZA EXITOSA) a continuación, en la Ilustración 14, se detalla el proceso mejorado, aplicando el Beneficio Honey, junto con los tiempos de cada etapa y cantidades obtenidas:

Ilustración 14. Propuesta de mejora en la producción de Café Honey resultado del Diseño de Experimentos



Fuente: Elaboración propia

Para concluir, en Ibagué se ve poco la producción y comercialización de cafés Honey, por lo cual este producto puede ser de gran beneficio para los productores de la Finca Versailles, ya que como se ha estudiado, este tipo de cafés logran altos valores en el mercado y son muy apetecidos por las nuevas generaciones por sus sabores diferenciados, tal y como lo concluye el estudio “Estudio exploratorio de la obtención de café verde mediante beneficio Honey y la

determinación de su calidad en taza” (Vásquez, 2018), el cual concluye que a través del beneficio Honey se resaltan características sensoriales obteniendo sabores frutales como a piña.

Por otro lado, el café molido producido a través del beneficio húmedo que se produce en la Finca Versailles, llamado YÁTARO, tiene un precio de venta de \$12.000 por 500 gr; en el mercado colombiano se encuentran diferentes marcas de cafés Honey, como:

1. Café Devoción: 340 gr en grano por \$27.000



HONEY

Miel, Flor de Azahar, Caramelo, Eucalipto

\$27.000,00 | 340 gramos

☆☆☆☆☆

Sin opiniones aún

VER OPINIONES

CANTIDAD

- 1 +

MOLIENDA



Adaptado de Devoción. Café Honey (Fotografía). <https://devocion.com.co/products/honey>

2. Café Constantine: 500 gr molido por \$37.000



MEDIUM

Inicio / Café tostado en grano molido de único origen / Microlote de café Honey Amarillo

Microlote de café Honey Amarillo

\$20,000.00 – \$74,000.00

Molienda

Molienda Media

Presentación

500gr (libra)

LIMPIAR

Se recomienda esta molienda para preparaciones en olla, en Dripper V60, Melita, Chemex, Siphon y Aeropress.

\$37,000.00

Adaptado de Café Constantine. Amor de Familia en cada grano. Café Honey (Fotografía).

<https://www.constantinecafe.com/shop/sin-categorizar/cafe-especial-250-g/>

3. La tienda del Café: 500 gr por \$61.700



★★★★★ 4 reviews

Café Especial 11:11 Honey Rojo

\$61,700

Molienda:

Molido Grano

Peso:

250g 500g

Adaptado de La Tienda del Café. Café Honey (Fotografía). <https://latiendadelcafe.co/products/cafe-especial-11-11-honey-rojo>

En el mercado extranjero encontramos:

1. Excelso Colombia (España): 6,90 € (\$31.119) por 250 gr



Excelso Honey

6,90€ IVA Inc.

TIPO ARÁBICA

- País de origen: Colombia
- Región: Caldas, Villamaría – Hacienda Los Guanábanos
- Proceso: Honey
- Variedad: Caturra / Castillo
- Altura: 1400 – 1800 m.

Agotado

Categoría: Espresso

Adaptado de Madness Specialty Coffee. Café Honey (Fotografía). <https://madnesscoffee.com/producto/excelso-honey-2/>

2. Café Raizal (España): 33,50 € (\$151.085) por 500 gr



Café Raizal Honey Amarillo

9,99€ – 33,50€

Disfruta del sabor único de nuestro delicioso Café Honey Amarillo, caracterizado por su cuerpo balanceado, cremoso, y con notas de frutos rojos, cacao y vainilla, que acentúan su acidez media. Todo ello conseguido a través de un proceso especial de fermentación y secado, y un tueste medio natural.

Tipos de Molido:

- Molienda fina: Ideal para máquina espresso
- Molienda media: Ideal para máquina de goteo, Italiana, Chemex, V60
- Molienda gruesa: Ideal para prensa francesa, elaboración cold brew

Peso

Tipo

33,50€

Adaptado de Café Raizal. Café Honey (Fotografía). <https://caferazal.es/tienda/cafe-de-origen/edicion-limitada/cafe-raizal-honey-amarillo/>

3. Café Veracruz (México): 500 gr por \$245 pesos mexicanos (\$46.905)



Cafe Honey Veracruz en Grano

\$ 0.49 por gramo / \$ 49.00 por 100 gramos

Selección rápida (grs.)

50 100 250 500 750 1000

O ingresa la cantidad deseada

500 grs. (\$245.00) **AGREGAR AL CARRITO**

Descripción Usos y beneficios

Café honey. Se conoce como proceso *Honey* al café que no se fermenta en tanques o tinas con agua y por lo tanto, tampoco se lava. Este tipo de café contiene un gran dulzor y acidez balanceada con notas afrutadas

- Vegano
- Sin azúcar añadida
- Producto 100% natural
- Sabor menos intenso que el de un café natural

Adaptado de Estado Natural. Despensa y Vida Sana. Café Honey (Fotografía).

<https://estadonatural.com.mx/products/cafe-honey>

De acuerdo a la revisión de precios de diferentes marcas de café Honey que se comercializa en nuestro país como en el extranjero, se puede inferir que de acuerdo a la calidad obtenida en la taza, así mismo serán los ingresos, tal y como lo indica el artículo de la revista LA REPÚBLICA “Solo por mejorar la calidad de los cafés especiales dan 10% más ingreso al productor”, y el cual indica que los ingresos no son fáciles de establecer ya que estos están sujetos a la calidad del producto final y a la disposición de los clientes por pagar más (La República, 2017); es así que establecer el precio final de la taza no solo depende de los costos de producción si no de la calidad obtenida y del interés de los clientes.

Ahora bien, para el año 2020, la Finca Versailles tuvo una producción de 80 cargas de café pergamino seco, es decir, 10.000 Kg de café pergamino seco, con un costo total de producción de \$68.000.000; a continuación, se muestran los costos de producción anuales por cada etapa del beneficio Húmedo, como se muestra en la Tabla 15.

Tabla 15. Costos de Producción mediante Beneficio Húmedo

ETAPA	ÍTEM	COSTO TOTAL	COSTO POR ETAPA
SIEMBRA Y MANTENIMIENTO	Semillas	\$2.000.000	\$22.482.000
	Abono-Fertilizantes	\$13.850.000	
	Elementos agrícolas	\$737.000	
	Mano de Obra	\$3.000.000	
	Mantenimiento	\$2.895.000	
	Maquinarias		
RECOLECCIÓN	Mano de Obra	\$40.000.000	\$40.485.200
	Elementos agrícolas	\$485.200	
DESPULPADO	Mano de Obra	\$500.000	\$973.600
	Agua	\$295.600	
	Energía	\$48.000	
	Elementos Agrícolas	\$130.000	
FERMENTACIÓN	Elementos Agrícolas	\$84.000	\$584.000
	Mano de Obra	\$500.000	
LAVADO	Mano de Obra	\$500.000	\$973.600
	Agua	\$295.600	
	Energía	\$48.000	
	Elementos Agrícolas	\$130.000	
SECADO	Mano de Obra	\$2.400.000	\$2.501.600
	Elementos Agrícolas	\$101.600	
TOTAL COSTOS DE PRODUCCIÓN		\$68.000.000	

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a lo anterior, se puede inferir que las etapas de siembra y mantenimiento del cultivo y la recolección tienen la mayor participación en los costos de producción con un 33,06% y 59,54% respectivamente; por otro lado, la etapa de secado tiene una participación del 3,68%; en cuanto a las etapas de despulpado y lavado, su participación es del 1,43%, aunque estas etapas tienen una menor participación en los costos de producción, son etapas de mayor cuidado, ya que de éstas depende la calidad del producto final, al igual que la etapa de fermentación, la cual tiene una participación del 0,86%.

Ahora bien, para el mismo año, las ventas de café molido fueron de 780 libras; para lo cual se necesitaron de 5 cargas de café pergamino seco, ya que por cada carga de café pergamino seco producidos en la Finca Versailles, se obtienen 164 libras de café molido. Es así que, de acuerdo con los costos de la Tabla 15, el costo de producción de una carga es de \$850.000; es decir, producir las 5 cargas de café pergamino seco tiene un costo de producción de \$4.250.000.

Por otro lado, en la Tabla 16, se puede observar los costos anuales de transformar el café pergamino seco a café molido:

Tabla 16. Costo anual de producción de café molido

ÍTEM	COSTO TOTAL
TRANSPORTE	\$100.000
TRILLADO-TOSTIÓN-MOLIENDA	\$891.540
EMPAQUETADO + IVA	\$800.280
ETIQUETAS	\$312.000
TOTAL	\$2.103.820

Fuente: Elaboración propia

A continuación, en la Tabla 17 se observan los costos totales de producción de las 780 libras de café molido, obtenida a través del Beneficio Húmedo:

Tabla 17. Costos de transformación café pergamino seco a café molido-Beneficio Húmedo

ÍTEM	COSTOS TOTALES	COSTOS POR LIBRA
CAFÉ PERGAMINO SECO (5 cargas)	\$4.250.000	\$5.449
CAFÉ MOLIDO	\$2.103.820	\$2.697
COSTO TOTAL	\$6.353.820	\$8.146

Fuente: Elaboración propia

En conclusión, producir una libra de café molido mediante el Beneficio Húmedo para el año 2020, tuvo un costo de \$8.146, con un precio de venta de \$12.000, obteniendo una utilidad por libra de \$3.854 y en total, por la venta de las 780 libras de café molido se obtuvo una utilidad anual de \$3.006.120

En la Tabla 18, se observan los costos de producción de café pergamino seco, mediante el Beneficio Honey:

Tabla 18. Costos de Producción mediante Beneficio Honey

ETAPA	ÍTEM	COSTO TOTAL	COSTO POR ETAPA
SIEMBRA Y MANTENIMIENTO	Semillas	\$2.000.000	\$22.482.000
	Abono-Fertilizantes	\$13.850.000	
	Elementos agrícolas	\$737.000	
	Mano de Obra	\$3.000.000	
	Mantenimiento	\$2.895.000	
	Maquinarias		
RECOLECCIÓN	Mano de Obra	\$42.000.000	\$42.485.200
	Elementos agrícolas	\$485.200	
DESPULPADO	Mano de Obra	\$500.000	\$973.600
	Agua	\$295.600	
	Energía	\$48.000	
	Elementos Agrícolas	\$130.000	
SECADO	Mano de Obra	\$3.000.000	\$3.101.600
	Elementos Agrícolas	\$101.600	
TOTAL COSTOS DE PRODUCCIÓN		\$69.042.400	

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en la tabla anterior, la diferencia en comparación con los costos de producción de café pergamino mediante Beneficio Húmedo, radica en que mediante el Beneficio Honey se eliminan las etapas de fermentación y lavado, sin embargo, se aumentan los costos de recolección, ya que se propone pagar una bonificación por recolectar sólo café maduro; al igual que en la etapa de secado, ya que es una etapa fundamental para la producción de café.

Es así que, producir las cinco (5) cargas de café mediante beneficio Honey costaría alrededor de \$4.315.150, y producir una libra de café molido mediante el Beneficio Honey tendría un costo de \$8.229, con un precio de venta de \$20.000, obteniendo una utilidad por libra de \$11.771 y en total, por la venta de las 780 libras de café molido se obtendría una utilidad anual de \$9.181.030 (Ver Tabla 19).

Tabla 19. Costos de transformación café pergamino seco a café molido-Beneficio Honey

ÍTEM	COSTOS TOTALES	COSTOS POR LIBRA
CAFÉ PERGAMINO SECO(5 cargas)	\$4.315.150	\$5.532
CAFÉ MOLIDO	\$2.103.820	\$2.697
COSTO TOTAL	\$6.418.970	\$8.229

Fuente: Elaboración propia

Para pronosticar los costos de producción de café molido mediante beneficio Honey, se tuvo en cuenta la cantidad de cargas que se requieren actualmente para producir café molido por medio del beneficio húmedo, suponiendo que mínimo se podría contar con las ventas actuales. Así mismo, para el precio de venta, se estableció un precio menor al encontrado en el mercado, dado que la marca es poco conocida y con esto se busca poder brindar un producto de calidad y asequible al público. Concluyendo así, que la producción de café mediante beneficio Honey traería beneficios económicos y ambientales, además se ofrecería un producto diferenciado, lo cual está ganando fuerza en el mercado.

5. Conclusiones

- En el proceso productivo de café mediante el beneficio húmedo, la etapa de fermentación es de gran cuidado, ya que, si no se realiza un buen control, el grano puede sufrir daños y esto conlleva a desmejorar la calidad de la taza.
- Así como en el beneficio húmedo algunas etapas requieren de gran cuidado, en el beneficio Honey también se requiere de especial cuidado en la etapa de secado, ya que este es fundamental para conservar la calidad del grano y así mismo de la taza.
- En la etapa de lavado en el beneficio húmedo se requirió el uso excesivo de agua, como resultado ya que en comparación con el Beneficio Húmedo, la etapa de lavado se suprime del proceso productivo, contribuyendo así, con el cuidado de un recurso vital.
- A través del beneficio Honey, se logró mejorar significativa la calidad de la taza, superando la taza actual, tratada mediante el beneficio húmedo, obteniendo así una taza de café dulce con aromas y sabores particulares que lo convierten en un café especial, como lo es la muestra H10.
- Las muestras H14 y H17, también mostraron sabores y notas diferenciadoras, como sabor a miel, vainilla, frutos rojos, lo cual indica que mediante el Beneficio Honey se pueden obtener diferentes tazas de calidad.
- Del DOE se evidencia que el secado al sol influye de manera positiva en los atributos Fragancia y Aroma; la acidez está relacionada con la altura en la que se desarrollan los granos de café, entre más alto mejor será la acidez; el porcentaje de humedad del grano afecta el amargo de la taza y por último, el cuerpo está altamente influenciado por la cantidad de mucilago o tiempo de fermentación a la que se somete el grano de café.

- La producción de cafés Honey podría traer beneficios importantes, como mayores utilidades, la incursión a nuevos mercados y contribuir con el cuidado recurso del agua.
- El uso de silo mecánico no demostró que afectara positivamente en la calidad del café, por lo tanto, para producir café honey no se debe aplicar el secado con el apoyo mecánico.

6. Recomendaciones

- La Finca Versalles debe evaluar el mejor método para producir cafés Honey, y establecer las adecuaciones requeridas para una buena implementación del Beneficio Honey.
- Se recomienda evaluar una forma de introducir este producto en el mercado, para lo cual se requeriría realizar un estudio de mercado a los clientes actuales y al público en general, para conocer su aceptación.
- Se debe replicar el resultado obtenido tanto del Análisis Sensorial como el Análisis Estadístico, para establecer si se mantienen los resultados del estudio o se identifican variaciones.
- Se debe seguir estudiando otras alternativas de producción del café especial, en pro de la excelencia de la taza que se produce en la Finca Versalles.
- La finca debe buscar otras alternativas para el aprovechamiento de los subproductos derivados del proceso productivo del café, y así contribuir con el cuidado del medio ambiente y generar nuevos ingresos.
- Se recomienda a futuro implementar un laboratorio para poder realizar los análisis sensoriales y así hacer seguimiento al café y sus tazas, para lo cual es necesario capacitar o contar con el personal idóneo para el manejo del laboratorio. Esta recomendación también apunta a asegurar tener los resultados de los análisis sensoriales a tiempo.
- Se debe pensar en la adquisición de maquinaria y capacitación de manejo de estas, para que en la misma Finca Versalles se desarrollen los servicios tercerizados,

como lo son la trilla, tostión, molienda y empaquetado y así reducir costos de producción de café molido.

Bibliografía

- Alvarado Alvarado, G., Moreno González, E., Montoya Restrepo, E. C., & Alarcón Suárez, R. (2009). Calida física y en taza de los componentes de la variedad Castillo y sus derivadas regionales.
- Anacafé. (s.f de s.f de s.f). *Beneficiado Húmedo_Mucílago*. Obtenido de Remoción del mucílago: https://www.anacafe.org/glifos/index.php/BeneficiadoHumedo_Mucilago
- Apasionados por el café . (23 de Agosto de 2019). *Apasionados por el café*. Obtenido de <https://www.apasionadosporelcafe.com/blog/la-importancia-del-secado-cafe/>
- Asomanar. (22 de Enero de 2016). Cafés exóticos. PROCESOS PARA CAFES EXOTICOS. *HONEY PROCESS*. Colombia: Camilo Sarasti.
- Carlos Evelio, B. S., & José Jaime, C. C. (Junio de 2002). *CENICAFÉ*. Obtenido de BIBLIOTECA-CENICAFÉ: <https://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/1020/1/arc053%2802%29119-131.pdf>
- CENICAFÉ. (2004). Cartilla Cafetera 21. *Bebeficio del Café. Secado del café pergamino*. Chinchiná, Caldas, Colombia: https://www.cenicafe.org/es/index.php/nuestras_publicaciones/cartillas/publicaciones_cartilla_cafetera_cap._20._beneficio_del_cafe._2._secado_del.
- CENICAFÉ. (2004). *CENICAFÉ. Cartilla 19. Recolección del café*. Chiciná, Caldas, Colombia. Obtenido de Nuestras publicaciones-Cartillas: https://www.cenicafe.org/es/index.php/nuestras_publicaciones/cartillas/publicaciones_cartilla_cafetera_cap._19._recoleccion_del_cafe
- CENICAFÉ. (Marzo de 2006). Avances Técnicos 345. *Paseras solares de bajo costo para secar café*. Chinchiná, Caldas, Colombia.
- CENICAFE. (2016). *CENICAFE.ORG*. Obtenido de <https://www.cenicafe.org/es/publications/2.Diagnostico.pdf>
- CENICAFE. (s.f). *LOS FACTORES QUE DETERMINAN LA CALIDAD DEL CAFÉ VERDE*. Obtenido de Biblioteca CENICAFE: <https://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/713/27/27%20Factores%20calidad%20caf%C3%A9%20verde.pdf>
- Comité de Cafeteros del Tolima. (s.f). *Tolima. Federación de Cafeteros*. Obtenido de <https://tolima.federaciondecafeteros.org/>
- Cooperativa Departamental Cafetera de Cundinamarca LTDA-COODECAFEC . (s.f). *Café de Cundinamarca*. Obtenido de Proceso de Transformación: <https://www.coodecafec.com/index.php/es/10-inicio/cafe-de-cundinamarca/2-cafe-de-cundinamarca>
- D-Origin Coffee Roasters. (20 de Agosto de 2018). *El Proceso Honey del Café*. Obtenido de <https://www.dorigencoffee.es/2018/08/20/el-proceso-honey-del-cafe/>
- Duicela Guambi, L. A., Farfán Talledo, D. S., García Rodríguez, J., Corral Castillo, R., & Chilán Villafuerte, W. (2004). *Poscosecha y calidad del café arábigo*. Impregcol.

Empresa consultora CONSULSANTOS S.R.L. (Mayo de 2010). Manual de buenas prácticas de manufactura en el beneficio Bio café oro de Tarrazú S.A. San Marcos de Tarrazú, Tarrazú.

Farfán Valencia, F. (s.f). *CENICAFE*. Obtenido de <https://www.cenicafe.org/es/documents/LibroSistemasProduccionCapitulo10.pdf>

Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. (s.f). *Federación de Cafeteros*. Obtenido de Federación de Cafeteros/Glosario/Fragancia: <https://federaciondecafeteros.org/wp/glosario/fragancia/>

Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. (s.f). *Federación de Cafeteros*. Obtenido de Federacióndecafeteros/glosario/aroma: <https://federaciondecafeteros.org/wp/glosario/aroma/>

Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. (s.f). *Federación de Cafeteros*. Obtenido de Federación de Cafeteros/glosario/acidez: <https://federaciondecafeteros.org/wp/glosario/acidez/>

Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. (s.f). *Federación de Cafeteros*. Obtenido de Federación de Cafeteros/glosario/amargo: <https://federaciondecafeteros.org/wp/glosario/amargo/>

Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. (s.f). *Federación de Cafeteros*. Obtenido de Federación de Cafeteros/Glosario/Cuerpo/: <https://federaciondecafeteros.org/wp/glosario/cuerpo/>

Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. (s.f). *Federación de Cafeteros*. Obtenido de Federación de Cafeteros/glosario/impresionglobal/: <https://federaciondecafeteros.org/wp/glosario/impresion-global/>

Federación Nacional de Cafeteros. (s.f). CARTILLA 21. Beneficio del Café 2. *Secado del café pergamino*.

Federación Nacional de Cafeteros. (s.f). *Feeración de cafeteros. Publicaciones*. Obtenido de Publicaciones. Estadísticas Cafeteras: <https://federaciondecafeteros.org/wp/estadisticas-cafeteras/>

Federación Nacional de Cafeteros. (2015). *Comportamiento de la industria cafetera colombiana*. Recuperado el 24 de Enero de 2017, de https://www.federaciondecafeteros.org/static/files/Informe_Comportamiento_de_la_Industria_2015.pdf

ForúmCafé. (s.f.).

Gutiérrez Pulido, H., & De la Vara Salazar, R. (2008). *Análisis y Diseños de Experimentos. Segunda Edición*. México D.F: MacGraw-Hill Interamericana.

Henao Arizmendy , J. (2015). *Universidad Nacional*. Obtenido de Universidad Nacional/repostory: <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/56186/1128270450.2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

La República. (22 de Agosto de 2017). *larepublica/economia*. Obtenido de <https://www.larepublica.co/economia/solo-por-mejorar-la-calidad-los-cafes-especiales-dan-10-mas-ingreso-al-productor-2538923>

Largo Ávila, E. (2020). Efecto del secado solar intermitente en la composición química del café. Medellín, Colombia.

- Marín López, S. M., Arcila Pulgarín, J., Montoya Restrepo, E. C., & Oliveros Tascón, C. E. (1 de JUNIO de 2004). *CENICAFÉ*. Obtenido de BIBLIOTECA-CENICAFÉ:
<https://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/254/1/arc054%2804%29297-315.pdf>
- Oliveros Tascón, C. E., Peñuela Martínez, A. E., & Jurado Chana, J. M. (Septiembre de 2009). Controle la humedad del café en el secador solar, utilizando el métofo Gravimet. *Avance Técnico*. Chinchiná, Caldas, Colombia: CENICAFE. Obtenido de
<https://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/385/1/avt0387.pdf>
- Organización Internacional del Café - OIC. (18 de Enero de 2018). Consumo Mundial. *Consumo Mundial de Café*. Londres, Inglaterra.
- Otzen, T., & Manterola, C. (2017). Técnica de Muestreo sobre una población a estudio. Temuco, Chile.
- Perfect daily grind. (11 de Septiembre de 2016). Cultura del café. *Todo lo que debe saber acerca de los cafés de origen*.
- Perfect Daily Grind. (11 de Octubre de 2017). *Perfect Daily Grind*. Obtenido de
<https://perfectdailygrind.com/es/2017/10/11/guia-de-cafe-que-es-el-cuerpo-como-tostar-preparar-obtenerlo/>
- Plataforma Nacional de Café Sostenible-SCAN. (Junio de 2015). Evaluación Sensorial del Café. Guatemala.
- Plataforma Nacional de Café Sostenible-SCAN. (Junio de 2015). Guía de factores que inciden en la calidad del café. Guatemala.
- Puerta Quintero, G. I. (1 de Marzo de 1999). *CENICAFÉ*. Obtenido de BIBLIOTECA-CENICAFÉ:
<https://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/58/1/arc050%2801%29078-088.pdf>
- Puerta Quintero, G. I. (2008). *CENICAFÉ*. Obtenido de CENICAFÉ/PUBLICACIONES:
<https://www.cenicafe.org/es/publications/arc059%2803%29183-203.pdf>
- Puerta Quintero, G. I., & Ríos Arias, S. (2011). Obtenido de
<https://www.cenicafe.org/es/documents/2.pdf>
- Quintero, G. I. (JUNIO de 2000). *CENICAFE. AVANCES TÉCNICOS*. Obtenido de CENICAFE:
<https://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/561/1/avt0276.pdf>
- Quintero, G. I. (2008). *Calidad en taza de mezclas preparadas con granos de coffea arabica L. y C. canephora*. Obtenido de CENICAFE:
<https://www.cenicafe.org/es/publications/arc059%2803%29183-203.pdf>
- Revista La Barra. (2 de Marzo de 2014). *La Barra*. Obtenido de Ediciones:
<https://www.revistalabarra.com/ediciones/ed-65-herencia-panadera-innovacion/gusto-la-innovacion-en-cafe/>
- Riaño Luna, C. (Diciembre de 2013). Efecto de la humedad del café crudo en las propiedades del café tostado. Cali, Colombia: Entremado.
- Rovira, J. (s.f). *Forum del Café*. Obtenido de Forum del Café-Biblioteca:
http://www.forumdelcafe.com/sites/default/files/biblioteca/la_acidez_del_cafe.pdf

- Sánchez, A. M. (28 de ABRIL de 2021). *AGRONEGOCIOS*. Obtenido de AGRONEGOCIOS.CO/AGRICULTURA: <https://www.agronegocios.co/agricultura/este-precio-de-la-carga-del-cafe-ayuda-a-compensar-el-alza-en-los-costos-de-fertilizantes-3160550>
- Socios del plataforma Nacional de Café Sostenible-SCAN. (2015). *Guía de Factores que inciden en la calidad del café*. Guatemala.
- Vásquez, L. A. (2018). Obtenido de <https://docplayer.es/142998914-Estudio-exploratorio-de-la-obtencion-de-cafe-verde-mediante-beneficio-honey-y-la-determinacion-de-su-calidad-en-taza-licett-andrea-boyaca-vasquez.html>
- Zapata Gómez, A., & Sarache Castro, W. A. (Enero de 2014). *Scielo*. Obtenido de https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-33052014000100011