

TRABAJO FINAL DE GRADO

EVALUACIÓN DEL PROCESO DE TOSTADO EN GRANOS DE CAFÉ (*Coffea arabica* L.) VARIEDAD CATUAI CON EL BENEFICIO “*HONEY ROJO*” DE LA EMPRESA CAFÉ TRINIDAD C.A.

Presentado ante la Ilustre
Universidad Central de Venezuela
por las bachilleres
Vera Fernández Verónica Elisa y
Chacón Céspedes Yolismar Oleneska
Para optar al Título de
Ingeniero de Procesos Industriales.

Cagua, octubre de 2018

TRABAJO FINAL DE GRADO

EVALUACIÓN DEL PROCESO DE TOSTADO EN GRANOS DE CAFÉ (*Coffea arabica* L.) VARIEDAD CATUAI CON EL BENEFICIO “*HONEY ROJO*” DE LA EMPRESA CAFÉ TRINIDAD C.A.

Tutor Académico: Ing. M. Sc. Luis Alexander Díaz M.

Tutor Industrial: Ing. Raúl Martínez

Autoras:
Vera Fernández Verónica Elisa
Chacón Céspedes Yolismar Oleneska

Cagua, octubre de 2018

ACTA DE APROBACIÓN

Los abajo firmantes, miembros del jurado evaluador designado por el Consejo de Escuela de Ingeniería de Procesos Industriales, Facultad de Ingeniería de la Universidad Central de Venezuela, para evaluar el Trabajo Final de Grado presentado por los bachilleres **Verónica Elisa Vera Fernández** CI: 23.801.885 y **Yolismar Oleneska Chacón Céspedes** CI: 25.447.392, titulado: **Evaluación del proceso de tostado en granos de café (*Coffea arabica* L.) variedad Catuai con el beneficio “honey rojo” de la empresa Café Trinidad C.A.** consideran que el mismo cumple con los requisitos exigidos por el plan de estudios conducente al Título de Ingeniero de Procesos Industriales, sin que ello signifique que se hacen solidarios con las ideas expuestas por el autor, por lo que lo declaran **APROBADO**.

Adicional a lo antes expuesto, el jurado evaluador de manera unánime concedió **Mención Honorífica** al Trabajo presentado por las autoras, debido a la pertinencia de la investigación en la carrera de procesos industriales, al abordar una problemática real a la cual se le dio solución de manera oportuna a una organización de pequeña escala industrial; adicionalmente, las investigadoras profundizaron apropiadamente en tópicos agronómicos, estadísticos, de calidad y otros elementos de interés en materia de evaluación de la calidad sensorial del café, los cuales no están incluidos en el pensum de estudio de la carrera. Finalmente, y no menos importante, las investigadoras utilizaron técnicas novedosas para lograr interesantes conclusiones en la presente investigación.

En Cagua, estado Aragua, a los veinticinco (25) días, del mes octubre de 2018.

Prof. Catalina Ramis.
CI.: 5.614.038
Jurado Principal

Prof. Dhoryvel Cabrera S.
CI.: 7.273.915
Jurado Principal

Prof. Luis Alexander Díaz M.
CI.: 14.730.037
Tutor / Coordinador del Jurado

DEDICATORIA

A Dios, por haberme permitido alcanzar esta meta, enseñándome a crecer a través de acontecimientos que me han llevado a ser quien soy, consintiendo que este camino sea más de lo que siempre he anhelado, por las enseñanzas de estos años y las que vendrán.

A mi madre Claudia Vera, por la fe depositada en mí, por ser mi primer ejemplo de lucha, por su confianza ciega ante mis decisiones, forjándome como persona. A mi padre Fidel Miranda por todas las noches que me dedicó para enseñarme de una forma sublime, lo gratificante que es ser un ingeniero. **¡La Cotufa lo logró!**

A mis hermanos, Moisés Vera y Ángel Miranda, me enseñaron que tengo una voz y personalidad propia, que puedo llegar tan alto como me lo proponga. A mi abuelo Tarsicio González, que desde mis primeros *pininos*, estuvo para sostenerme, guiarme y enseñarme lo realmente importante de la vida y la familia, con sus cuentos, poemas y generosa dosis de sabiduría. A mi abuelo Rómulo, con una hermosa revolución de sueños y madera.

A Jorge Zabbara, quien me mostró que se puede luchar contra todo, sin perder la sonrisa del alma **¡Te amo!**

A dos mujeres que me tendieron la mano cuando más lo necesite: Silvia Oss y Marcia de Fermín, sus consejos y su ayuda incondicional, me permitieron llegar hasta aquí **¡Tienen el cielo ganado!**

A todos mis amigos, los que ya están en el cielo, y los que aún están a mi lado, Jimmy Maganiello, Sharon Duran, Hiraly Campos, Baldassare Camacho, Carlos Sande, entre otros, ellos me regalaron recuerdos únicos que espero se multipliquen.

Quisiera mencionar un mundo de grandes amigos y familia, pero la hoja es corta y mi cariño es grande. **¡Vamos que el camino sigue!**

¡Y colorín colorado este cuento se ha acabado!

Verónica Vera

DEDICATORIA

Dedico el presente Trabajo Final de Grado a Dios, por permitir al padre Joseph Gumilla sembrar la primera planta de cafeto en Venezuela. A todas esas personas que convergen en este rubro con disciplina, compromiso y pasión para mejorar al país.

Se lo dedico a mi Padre, Madre y Hermano, quienes son mi motor para alcanzar mis objetivos y metas.

A Raúl Leis, por darme la oportunidad de conocer lo que hay detrás de una taza de café, por su confianza, paciencia, aliento y sobre todo por su apoyo incondicional. Gracias por enseñarme que nada es imposible y que los sueños se hacen realidad con trabajo duro, pasión y respeto.

A Edwin Acosta, por ser mi compañero en este venturoso camino cafetalero. Gracias por dar saltos cuánticos conmigo, por creer en mí, por hacerme entender que el amor y la pasión son las claves del verdadero éxito. Gracias por compartir tu tiempo, tus proyectos y tus ambiciones, dando siempre más de cien pasos para salir de donde estamos e ir a donde queremos, a disfrutar un delicioso café púrpura cargado de sueños, aspiraciones y con un aroma indiscutible de amor.

Se lo dedico al café, para muchos una bebida, para mi es *mi vida*. Desde niña en vez de jugar al té jugaba al café. Me acompañó durante mi adolescencia, cinco años para obtener mi título de bachiller, en mi adultez en las largas noches de estudio universitario. Me abrió las puertas a nuevos horizontes, a conocer nuevas culturas y personas maravillosas de este rubro y fuera de él. Con su aroma logré percibir mis recuerdos, su amargor me ayuda a mantener firme ante cualquier situación, su dulzor me arropa en la humildad y su cuerpo me indica a saber dónde estoy y hacia donde proyectar mi profesión. ¡*Gracias Café!*

Yolismar Chacón

AGRACEDICIMIENTOS

A Dios, por otorgarme las herramientas para poder llegar a esta etapa, culminarla con éxito y poder seguir forjando mi camino con cada meta alcanzada, bendiciendo mi vida con cada momento y experiencia vivida.

A mi Alma Mater, la Universidad Central de Venezuela, por siempre seguir en pie de lucha durante momentos difíciles, y demostrar, que ser patrimonio cultural de la humanidad va más allá de unas obras de arte.

Al Núcleo Armando Mendoza, por las sillas que nos sostuvieron durante estos años, las mesas que guardaron secretos y por los pizarrones que me enseñaron lecciones, proveyendo conocimientos y saberes.

A mi familia, por ser quienes me proporcionaron las bases de valores, enseñanzas y amor; necesarias para enfrentar el entorno laboral; en especial a mi abuela Carmen de González, por ser el ejemplo de lucha y el pilar de mi hogar.

A mis compañeros de clases, por las vivencias compartidas, las alegrías y el aprendizaje, por ser parte de esos chistes malos de salón, esos mensajes y dibujos en papel, las múltiples charlas y utopías de pasillo, en donde siempre fuimos capaces de transformar al mundo.

A mis amigos, ángeles guardianes, siempre presentes, llegan a nuestras vidas para brindar apoyo incondicional, consejos sabios y oportunos, francos y sinceros, solo dichos por ellos tendrían sentido.

A los docentes que me brindaron su sapiencia, personajes maravillosos dadores de alegrías y enojos, sonrisas y llantos, fuera y dentro de las aulas de clases, con todas esas pruebas escritas y de vida, a las que tuvimos que confrontar y vencer, para desarrollarnos como los profesionales e individuos que enfrentaremos el mañana.

A la empresa Café Trinidad C.A, la cual nos abrió las puertas, nos permitió evaluar cada variable presente en el proceso de tostado, recordándonos, que la variable más importante de la vida, es aquella que va fabricando recuerdos que durarán para siempre en nuestra memoria.

A mi tutor, Luis Alexander Díaz quien me demostró que el amor por la Casa que Vence las Sombras rompe barreras; lo que es la entrega y pasión por su trabajo, que educar no se limita a un salón de clase, por ser un guía durante mi preparación como profesional, recordándome siempre que el esfuerzo en equipo es la clave para llegar a ver las nubes de Calder.

A mis jurados, las Profesoras Catalina Ramis y Dhoryvel Cabrera S., por evaluar con mano firme y justa, sirviendo de guía durante el desarrollo de este trabajo, enseñándome que de los retos solo quedan aprendizajes. De igual forma a la Prof. Isabel Díaz, quien estuvo allí en todo momento brindándome apoyo.

Verónica Vera

AGRACEDICIMIENTOS

Gracias a *Dios* por iluminar mi camino y por darme la fortaleza y sabiduría para cumplir con esta meta.

A mis padres y hermano, por alentarme en los momentos más difíciles y apoyarme en este camino universitario.

A la Universidad Central de Venezuela, Facultad de Ingeniería del Núcleo Armando Mendoza y a la Escuela de Procesos Industriales, por proveernos de conocimientos y saberes.

A Café Trinidad C.A., por confiar en nosotras y permitirnos realizar el trabajo final de grado. Gracias a todo el personal involucrado dispuesto a colaborar con la realización de esta investigación.

Francisco Serracín, Productor y miembro de la Asociación de Cafés Especiales de Panamá (SCAP), por sus valiosas orientaciones, disposición y enseñanzas durante este proyecto.

Oscar Jarra Holliday, Sociólogo y Director General del Centro de Estudios y Publicaciones Alforja en Costa Rica, por su colaboración para la ejecución de este trabajo.

Al personal de control de calidad de Coope Tarrazu R.L en Costa Rica, por su colaboración, en especial a Fabián Calderón y Pablo Zúñiga por sus asesorías en los procesos del tostado y su respectivo control de calidad.

Al Ingeniero Civil José Adnoldo Briceño, Productor y Director de Café Trinidad C.A, por permitir desarrollar el Trabajo final de grado en dicha entidad.

Infinitas gracias para: Mileidys Nieves, Ángelo Campione, Andrés Eloy, Amael Candanedo, a las hermanas Arce, Zurabi Santiago, Leonardo Omaña, Ronny Castillo, Adnoldo Briceño, Irías del Carmen Vela, Leandro Lorenzo, Julio Díaz, Alexis Zambrano, Javier Marín, Stefan Müller, Olman Saucedo y Javier Duque. Todos ellos dieron su colaboración, asesoría y apoyo.

Yolismar Chacón.

EVALUACIÓN DEL PROCESO DE TOSTADO EN GRANOS DE CAFÉ (*COFFEA ARABICA* L.) VARIEDAD CATUAI CON EL BENEFICIO “HONEY ROJO” DE LA EMPRESA CAFÉ TRINIDAD C.A.

Vera Fernández Verónica Elisa, Chacón Céspedes Yolismar Oleneska
Tutor Académico: Ing. M. Sc. Luis Alexander Díaz. Trabajo Final de Grado. Cagua, U.C.V
Facultad de Ingeniería. Escuela de Procesos Industriales.
Año 2018, 107 páginas.

RESUMEN

Este estudio fue llevado a cabo con la idea de evaluar como los diversos factores incidieron sobre el proceso de tostado de los granos de café (*Coffea arabica* L.), variedad Catuai con el beneficio “honey rojo” de la empresa Café Trinidad C.A.; permitiendo conocer de este modo como se producen los cambios generados en la calidad del producto final. Por su parte, se empleó el uso de la observación directa, lo que facilitó la identificación y reconocimiento de cada aspecto relevante, así mismo, esto evidenció en primera instancia las condiciones del producto para su posterior clasificación y comparación; lo que en segunda instancia llevó a confirmar y hacer garante de las condiciones de la materia prima que se utilizó; pudiéndose determinar que en grano verde, el parámetro más influyente fue la humedad. Posteriormente, se usó el diseño de experimento de bloques y la prueba de Duncan para catalogar y clasificar cada aspecto relevante perteneciente al proceso de tostado y así determinar la mejor temperatura de acuerdo con la humedad. Se empleó el análisis de escalas hedónicas, el cual implantó por dos métodos: el primero, por medio de la evaluación sensorial del *Q grader arabica*, la cual consistió en tomar muestras de tres microlotes con humedades diferentes, tostarlos, molerlos y catarlos, para finalmente medir los atributos organolépticos de la infusión, a través del protocolo dictado por la norma SCA (2013); el segundo; consistió en la implementación de la técnica “*Napping*”. Se realizó de manera apropiada la descripción de la situación actual del tostado en la organización, los ensayos de determinación de la calidad de materia prima arrojaron los resultados esperados. Los descriptores de los atributos percibidos en este tipo de café son: ácido, dulce, amargo, cítrico, agradable, suave y ligero. Finalmente, la descripción promedio de tostado fue *Ligero*, con nombre SCA (2013), de “*Scandinavian*”. De las curvas S, se determinó que el mejor puntaje del *Q Grader Arabica*, fue el de 12% de humedad tostado a 160 °C y la de 12% a 180 °C, cuyos valores fueron de 86,00 puntos y 86,80 puntos, lo que permite posicionarlos en la descripción *Excelente*, y en la clasificación del grado de la norma SCA (2013), en cafés de *Especialidad*.

Palabras claves: café, tostado, beneficio “honey rojo”, tecnología de alimentos, pruebas sensoriales.

EVALUATION OF THE ROASTING PROCESS IN COFFEE GRAINS
(*Coffea arabica* L.) CATUAI VARIETY WITH THE BENEFIT "HONEY ROJO" OF
THE COMPANY CAFÉ TRINIDAD C.A.

ABSTRACT

This study was executed with the idea of evaluating the diverse factors that take place in the roasting of the coffee grains (*Coffea arabica* L.), specifically the Catuai variety, with the “honey rojo” benefit, from the company Café Trinidad C.A.; allowing us to understand how the final product changes are generated. Furthermore, the direct observation was implemented in this investigation, which made really easy to acknowledge every relevant aspect of this process, firstly this made evident the conditions of the product for its posterior classification and comparison, which secondly made possible to guarantee the conditions of the raw material that was used, the main parameter considered into account was the exhaustively examination of the green coffee bean. Subsequently, the block experiment design was used to catalogue, classify and fix every relevant aspect of the toasting process, and so determinate the best combination block/treatment for the toasting. The hedonic analysis scale was applied in different methods: first, the *Q Arabica* (*Q grader*) analysis was used by tacking samples of three different microlots with different humidity, then toast them, grind them, taste them and finally measure the organoleptic attributes of the infusion, all of this through the rules dictated by Specialty Coffee Association (S.C.A 2013), the second consisted in the implementation of the “*Napping*” technique. The description of the actual state of the toasting was appropriated; the quality test applied to the raw material had the expected results. The different attributes of this type of coffee are acid, sweet, bitter, citric, nice, soft and light. Finally, the average description of the toasting was light, which according to the SCA (2013) is named “*Scandinavian*”. Additionally, the S curves produced that the best combination Black/treatment, were the ones that get the best punctuation in the *Q Grader Arabica*, in this case the best combination was the one with 12% toasted at 160 °C, and the one with 12% toasted at 180 °C, which grades were 86,00 and 86,80, this allowed us to locate them in the description scale as excellent, and according to the SCA (2013) scale, is classified as Specialty Coffees.

Key words: Coffee, toasted, “Honey Rojo” Benefit, Food Technology, sensory test.

INDICE

PORTADA	1
CO-PORTADA	2
ACTA DE APROBACIÓN	3
DEDICATORIA	5
DEDICATORIA	4
AGRACEDICIMIENTOS	5
AGRACEDICIMIENTOS	6
RESUMEN	8
ABSTRACT	9
INDICE	9
INDICE DE TABLAS	12
INDICE DE FIGURA	13
INTRODUCCIÓN	15
CAPÍTULO I	17
EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	17
Planteamiento del problema.....	17
Objetivos de la investigación.....	22
Objetivo general	22
Objetivos específicos	22
CAPÍTULO II	23
MARCO DE REFERENCIA	23
Antecedentes.....	23
Bases teórica.....	25
CAPITULO III	44
MARCO METODOLÓGICO	44
Tipo de investigación.....	44
Nivel de investigación.....	44
Diseño de la investigación.....	45

Unidad de análisis, población y muestra.	45
Fases metodológicas.	46
CAPÍTULO IV	56
PRESENTACIÓN E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS	56
Fase I. Reconocer el proceso actual del tostado de los granos de café obtenidos mediante el beneficio “ <i>honey rojo</i> ” en Café Trinidad C.A.	56
Fase II. Examinar la calidad física de los granos de café verde provenientes del beneficio “ <i>honey rojo</i> ”, mediante la norma de la SCA.	74
Fase III. Verificar las características sensoriales del café, derivado del beneficiado “ <i>honey rojo</i> ” y resultantes del proceso de tostado, de acuerdo con lo establecido en la norma SCA.	78
Fase IV. Calificar los perfiles de tostado en los granos de café con beneficio “ <i>honey rojo</i> ” de la empresa Café Trinidad C.A.	88
CONCLUSIONES	90
RECOMENDACIONES	91
BIBLIOGRAFÍA	93
ANEXOS	97

INDICE DE TABLAS

TABLA 1. Clasificación por número de defectos y su relación con las categorías de calidad.	51
TABLA 2. Nivel de tostado según el estilo.	53
TABLA 3. Clasificación del Grado de Calidad SCA.	56
TABLA 4. Clasificación de café en grano verde en tres microlotes de 10%,11% y 12% de	
TABLA 5. Descripción de los datos obtenido de las curvas “S” del proceso de tostado de beneficio “ <i>honey rojo</i> ” que actualmente aplica la organización Café Trinidad C. A.	66
TABLA 6. Datos compilados del análisis de merma de las muestras de café en pergamino proveniente del proceso beneficio “ <i>honey rojo</i> ” realizado por la empresa Café Trinidad C.A.	73
TABLA 7. Evaluación física del grano verde, según los rangos estipulados por la norma SCA (2013), de las características de cafés de especialidad.	74
TABLA 8. Evaluación física del grano verde: comprobación de la humedad, masa y densidad de las muestras de estudio.	75
TABLA 9. Características del tostado: Merma, niveles de tostado y apreciación sensorial del café tostado durante el experimento.	76
TABLA 10. Descripción de los datos obtenido de las curvas “S” del proceso de tostado de beneficio “ <i>honey rojo</i> ” que actualmente aplica la organización Café Trinidad C. A.	78
TABLA 12. Prueba de medias de Duncan de las muestras de café tostado y evaluados por <i>Q Grader Arabica</i> proveniente del proceso beneficio “ <i>honey rojo</i> ” realizado por la empresa Café Trinidad C.A.	81
TABLA 13. Descriptores que arrojó el análisis “ <i>Napping</i> ”, realizado a los granos de café del experimento, provenientes del beneficio “ <i>honey rojo</i> ” de la empresa Café Trinidad C.A.	85
TABLA 14. Calificación de la evaluación sensorial del proceso actual y del experimento, aplicado por el <i>Q Grader Arabica</i> en los granos de café tostados provenientes del beneficio “ <i>honey rojo</i> ” de la empresa Café Trinidad C.A.	87

INDICE DE FIGURA

FIGURA 1. Factores determinantes de la calidad del café.	28
FIGURA 2. Recolección manual en campo (a) y contenedor con frutos cosechados (b).	31
FIGURA 3. Proceso de flotación en agua o boyado.	32
FIGURA 4. Beneficiado del café: natural (a), lavado (b) y “ <i>honey</i> ” (c).	32
FIGURA 5. Camas Africanas.	34
FIGURA 6. Principales fases del proceso de tostado	37
FIGURA 7. Triángulo de los sabores primarios del café.	41
FIGURA 8. Esquema explicativo para el cumplimiento de las fases metodológicas.	47
FIGURA 9. Puntos críticos de la curva S, registrados por la Organización Café Trinidad C. A.	50
FIGURA 10. Flujograma del proceso productivo del café con beneficio “ <i>honey rojo</i> ”.	57
FIGURA 11. Procedimiento de colecta de frutos en campo. Llegada del personal a la planta(a), detalle de frutos maduros y verdes (b) y recolecta manual de frutos (c).	58
FIGURA 12. Procesamiento inicial del Beneficio: Verificación de los frutos recolectados por color (a), frutos de café clasificados por corte (b).	60
FIGURA 13. Etapas del proceso de despulpado. Carga de la tolva de la máquina (a), detalles del proceso (b), ejecución del proceso por los operarios (c) y fruto listos para el secado (d).	61
FIGURA 14. Proceso de secado del café para beneficio <i>honey rojo</i> . Distribución de la materia prima en las camas africanas (a), equipo medidor de humedad (b) y remoción de la masa de café (c).	62
FIGURA 15. Máquina trilladora empleada en la organización Café Trinidad.	63
FIGURA 16. Granos derivados del proceso de trillado. Grano verde (a) y selección de granos defectuosos (b).	64
FIGURA 17. Proceso de tostado en la organización café Trinidad. Calador de muestra (a), análisis sensorial por parte del tostador (b) y diferentes grados de tostado (c).	66
FIGURA 18. Curvas “S” o curva de tostado del proceso actual de la empresa para el beneficio “ <i>honey rojo</i> ”. humedad 10 % (a), humedad 11 % (b), humedad 12 % (c).	68
FIGURA 19. Tasas para realización de inspección visual de granos tostados.	69
FIGURA 20. Gráficos radiales del proceso actual de la empresa para el beneficio “ <i>honey rojo</i> ”. humedad 10 % (a), humedad 11 % (b) y humedad 12 % (c).	69
FIGURA 21. Envasado de producto terminado. Distribución por envase (a), vista superior del material envasado (b) y producto listo para la distribución (c).	72
FIGURA 22. Diagrama de Causa – Efecto del proceso de tostado del café con beneficio “ <i>honey rojo</i> ”, en la organización Café Trinidad C.A.	73

FIGURA 23. Merma (%) del trillado de las muestras de café en pergamino proveniente del proceso beneficio “ <i>honey rojo</i> ” realizado por la empresa Café Trinidad C.A.	76
FIGURA 24. Proceso de medición de los niveles de tostado: calibración del equipo (a) y (b), medición del número “ <i>Agtron</i> ”(c).	79
FIGURA 25. Gráfica de caja de las muestras de café tostado y evaluados por <i>Q Grader Arabica</i> proveniente del proceso beneficio “ <i>honey rojo</i> ” realizado por la empresa Café Trinidad C.A.	82
FIGURA 26. Gráficos radiales del experimento aplicado en los granos de café provenientes del beneficio “ <i>honey rojo</i> ” de la empresa Café Trinidad C.A, con humedad del 10 %: Temperatuta de 140 °C (a), temperatuta de 160 °C (b) y temperatuta de 180 °C (c).	84
FIGURA 27. Gráficos radiales del experimento aplicado en los granos de café provenientes del beneficio “ <i>honey rojo</i> ” de la empresa Café Trinidad C.A, con humedad del 11 %: Temperatuta de 140 °C (a), temperatuta de 160 °C (b) y temperatuta de 180 °C (c).	84
FIGURA 28. Gráficos radiales del experimento aplicado en los granos de café provenientes del beneficio “ <i>honey rojo</i> ” de la empresa Café Trinidad C.A, con humedad del 12 %: Temperatuta de 140 °C (a), temperatuta de 160 °C (b) y temperatuta de 180 °C (c).	84
FIGURA 29. Análisis de correspondencia derivados de los descriptores que arrojó el análisis “ <i>Napping</i> ”, realizado a los granos de café del experimento, provenientes del beneficio “ <i>honey rojo</i> ” de la empresa Café Trinidad C.A.	87
FIGURA 30. Nube de palabras de los descriptores que arrojó el análisis “ <i>Napping</i> ”, realizado a los granos de café del experimento, provenientes del beneficio “ <i>honey rojo</i> ” de la empresa Café Trinidad C.A.	86

INTRODUCCIÓN

En el mercado mundial del café, uno de los factores primordiales que determinan la decisión un cliente al momento de elegir un producto, es la calidad del grano; el cual está asociado al aroma, sabor, cuerpo, acidez y consistencia del mismo. La calidad se determina por el conjunto de características físicas y organolépticas que motivan a un comprador a pagar un precio diferenciado por un producto particular, lo que representa un mejor ingreso y mayor rentabilidad para el caficultor. El incumplimiento de los requisitos de calidad del café, no sólo afecta a los productores cafetaleros en términos de ingresos, sino que paralelamente, determina que se afecte también a los diferentes eslabones de la cadena productiva de este cultivo.

La organización Café Trinidad C.A, es una empresa con intereses en la siembra, procesamiento, manufactura, comercialización y distribución de productos de diversa naturaleza derivados del café. La misma está, actualmente, buscando posicionarse en el mercado nacional, con productos de altos estándares de calidad; para ello, actualmente invierte en estudios y métodos, que les permitan mejorar sus procesos productivos y en la mejora de las condiciones específicas que redunden de manera significativa y positiva en los estándares de calidad establecido por el mercado de los cafés de especialidad y diferenciados.

Es así como surge el presente estudio, debido a una necesidad específica relacionada con el proceso de tostado en la organización Café Trinidad C. A. En este sentido, la organización ofertó la posibilidad de evaluar las condiciones del proceso de tostado aplicado a los granos de café derivados del beneficio “*honey rojo*”, por medio de una comparación entre las condiciones del proceso actual con los resultados de la ejecución de un experimento minuciosamente diseñado para obtener las mejores calificaciones, según los estándares establecidos en la norma de la Asociación de Cafés Especiales (2013).

Para el desarrollo de esta investigación, fue necesario extraer una serie de datos y muestras, a las cuales se le aplicaron análisis estadísticos con la finalidad de determinar las condiciones de manufactura y poder establecer la mejores combinaciones de operación para

procesar la materia prima y obtener el café con la calidad requerida de acuerdo con el mercado, y la organización tenga los lineamientos, estándares y parámetros a seguir, para lograr la obtención de un producto homogéneo, el cual perdure en el tiempo.

Considerando los objetivos estipulados para el estudio, la presente investigación, está vinculada con la carrera de Ingeniería de Procesos Industriales, con los módulos de empresas y negocios y aseguramiento de la calidad, ya que el fin era satisfacer las necesidades del entorno (mercado / consumidores), considerando los principios de sustentabilidad organizacional e incorporando la calidad como valor organizacional, y vinculándolos con un conjunto de actividades planificadas y sistemáticas aplicadas al proceso de tostado, de frutos de café provenientes del beneficio “*honey rojo*”.

Bajo este orden de ideas se da inicio a la presentación del Capítulo I, espacio del estudio donde se detalla la problemática de la organización en base a la información que ésta suministró, del mismo modo, se presenta la pregunta de investigación y se finaliza con los objetivos del estudio. En el Capítulo II, se describen los antecedentes teóricos que respaldaron la realización de las operaciones y actividades, sirviéndole de sustento a las bases teóricas, presentadas en el mismo. Posteriormente, el Capítulo III, abarca los aspectos metodológicos que esquematizaron el desarrollo de la investigación, concentrándose en el tipo, nivel, diseño, unidad de análisis, población y muestra, finalizando con las fases metodológicas de la investigación. En el Capítulo IV, se presentan los resultados obtenidos tras la aplicación de las evaluaciones, permitiendo entonces poder presentar aquellas conclusiones y recomendaciones que le sirvieron de apoyo a la organización, así como a futuras investigaciones, en el ámbito del café.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

Planteamiento del problema.

El café (*Coffea arabica* L.), se ha convertido en una de las bebidas más consumidas en el mundo debido a sus cualidades peculiares entre las que destacan su aroma, sabor, cuerpo y acidez (Rojo, 2014). Por ello, se enfrenta a un mercado exigente, el cual está demandando procesos de calidad y que se adquieran técnicas, normas y tecnología para obtener un café de altos estándares (Soto, 2010). De acuerdo con las ideas expuestas por Jaramillo (2016), el consumidor es capaz de reconocer características particulares, y por ello están dispuestos a pagar un mayor precio. Las mismas, se relacionan directamente con las cualidades organolépticas (impresión sensorial) de la infusión, las cuales vendrán dadas por su origen único y deberían proporcionar resultados de calidad constantemente (World Coffee Research, 2017).

Por su parte, Münchow (2014), así como Quintero y Rosales (2014), afirman que un café de alto puntajes sensoriales se considera de especialidad; el cual estaría compuesto de granos, que integran un proceso constituido por diversos factores, como condiciones micro climáticas, variedades botánicas, procesos de cosecha, procesos del beneficio, producción y tostado. En este contexto, este tipo de café se basan en criterios cualitativos como el color, aroma, sabor hasta criterios cuantitativos como el contenido de humedad, perfil de tostado, densidad aparente y cantidad de granos defectuosos.

Para obtener los resultados de dichas evaluaciones, existe la normativa de la Asociación de Cafés Especiales (SCA, por sus siglas en inglés), que vincula la calidad del grano verde con la infusión por medio de la evaluación sensorial, la cual es llevada a cabo con presencia de un catador conocido como *Q grader arábica*¹, quien identifica los atributos en una escala porcentual determinada para ciertas características, las cuales están preestablecidas por dicha asociación; si una muestra sobrepasa los 80 puntos, será considerada como café de especialidad.

¹ Dicho catador es comúnmente conocido como barista, el cual es un profesional especializado en cafés de alta calidad.

Para desarrollar el máximo potencial de cada aspecto de la drupa, han sido consideradas todas aquellas posibles mejoras aplicables a la post-cosecha, etapa que incluyen los procesos de beneficio, almacenamiento, trillado y tostado; los productores han experimentado con métodos para asegurar altos estándares de calidad, antes de irse a los extremos de invertir en una nueva variedad o cambiar el terreno (Poltronieri y Franca, 2016). Por esta razón, se ha implementado el beneficio “*honey*”; siendo uno de los métodos más populares en la producción de cafés de especialidad en varios países; usándose en menor grado el beneficiado natural y el lavado (Poltronieri y Franca, 2016).

América Latina no escapa de esta realidad; varios países de la región como Panamá, Colombia, Guatemala y México, entre otros, han apostado por la calidad en vez de cantidad, desarrollando productos con Denominación de Origen Controlada (DOC), la cual es una calificación que se emplea en el café (y en cualquier producto, especialmente de índole agronómico), cuya calidad y características peculiares se deben exclusivamente al ámbito geográfico en el cual se produce (Pino, Aguilar y Sisalema, 2018); donde su forma artesanal de producción esta asociadas con las costumbres de la zona, lo cual les otorga diferencias significativas y admite que estos sean vendidos a un consumidor con exigencias más selectas, que están dispuestos a cancelar precios más elevados por el producto (Arnould, Plastina y Bolas, 2009).

En general, la DOC, protege el derecho de los productores tradicionales a elaborar sus artículos para la venta, siendo garante del reconocimiento de sus características hedónicas. Para ello, se han establecido normas muy específicas para conservar las cualidades propias otorgadas, garantizando de este modo que el producto adquirido posea propiedades únicas en el mundo; esto a su vez le genera estabilidad al productor, cuidando el acervo de la identidad cultural de una región geográfica y convirtiéndose en una excelente herramienta de protección al ambiente.

En este sentido, muchas organizaciones venezolanas, se están orientando hacia el constante progreso y avance de calidad en el café. El país cuenta con excelentes tierras para la producción de este cultivo, en los estados Lara, Portuguesa, Anzoátegui, Monagas, Aragua,

Yaracuy, Mérida, Táchira y Trujillo (Henaó,1996). Por esta razón; es importante apoyar a los caficultores, a las microempresas y a los emprendedores para apostar por la calidad y obtener cafés de especialidad con DOC, lo cual le da un renombre al país y al producto objeto sujeto al proceso de denominación.

Para Ali (2009), las empresas artesanales de café en Venezuela, se están dedicando a la investigación y búsqueda, con el objetivo de lograr posicionarse en el mercado internacional y poder ofrecer productos de primera calidad, como es el caso de los cafés de especialidad con miras a acreditarse bajo el criterio de DOC. Ante esto, Café Trinidad C.A como empresa artesanal venezolana no escapa de esta realidad, desde hace dos años se han posicionado en el mercado nacional de la producción de café de especialidad; esta empresa, se encuentra situada en Tovar, estado Mérida, a una altitud de 1750 m.s.n.m. y temperatura promedio de 20 °C, cuenta con alrededor de treinta mil (30.000) plantas de cafeto, sembradas en 15.000 m², de variedad Catuai amarillo, con más de 28 años sembrado. En esta zona, la cosecha de café comienza en febrero - marzo y finaliza en mayo-junio (Palomares, 2017). La empresa, controla totalmente la cadena de valor del producto; desde la cosecha, post-cosecha, tostado, envasado y distribución, realizándose de una manera semi-artesanal y manual.

Los frutos de café obtenidos en dicha empresa agrícola se produjeron en unas condiciones geográficas muy particulares, lo cual les otorga características de calidad especiales y un valor bio-cultural único para el país (Palomares, 2017); además de ello, la unidad de producción apostó a tostar el café de manera medio - ligera, obteniéndose de esta manera un producto con notas acarameladas y cítricas, donde se lograron apreciar resultados muy atractivos para los consumidores de café, tal y como lo señala Ali (2009). Por las consideraciones anteriores, y coincidiendo con el autor antes citado, dicho producto tiene el potencial para ser clasificado como café de especialidad con miras a establecerse como producto con DOC.

La unidad de producción recolectó de forma manual y a diario un lote de 480 kg, los cuales se subclasifican en ocho (8) microlotes de 50-60kg de frutos maduros que se encontraban en las plantas de cafeto. Finalizada la recolección manual, los frutos fueron sometidos a un proceso denominado “inmersión en agua” mediante el cual se separaron los frutos en categoría

de segunda y primera. Los frutos que flotaron (2% del micro lote), se catalogaron de segunda y se destinaron a la producción de café para molerse (o café de segunda), que lleva por nombre de “café *brew*®”, este se comercializa en el ámbito regional, y el mismo se caracteriza por ser un producto de calidad inferior, debido a que al moler los granos estos pierde característica como olor y sabor, además de que el café molido tiende a tener más radicales libres (Münchow, 2014).

Los frutos que se hundieron (98% del micro lote), se consideraron de primera, por poseer todas las estructuras morfológicas y constitutivas, estos fueron sometidos al beneficio “*honey rojo*”. Dicho proceso es ampliamente utilizado entre los caficultores para obtener un café de una elevada calidad en términos de aroma, sabor y aspecto visual; pero tiene la desventaja que debe realizarse bajo unas condiciones ambientales muy particulares de sombra natural y en un período muy prolongado de almacenamiento, tal y como lo señalan Poltronieri y Franca (2016); quienes serán trillados, seleccionados, tostados y distribuidos, experimentando una serie de transformaciones en las cuales fue mermando el tamaño del microlote..

En este sentido, se sabe que el 45% del microlote se representó por la cascara, 28% por pulpa y 10% por pergamino (todas estas anteriores fueron mermas normales o inherentes al proceso); de allí se obtuvo 8% de grano de café verde, que luego se tostó, obteniendo 7% de café de elevada calidad. La mayor bondad de la obtención de café en granos trabajados bajo este beneficio, es que hace posible posicionar al producto en el mercado internacional de cafés de especialidad.

La organización Café Trinidad C.A, para el año 2017 registró que su volumen de producción mensual es de 480 envases de café tostado, con capacidad de 500 g; mientras que para producción mensual correspondiente a la cosecha del año 2018 fue estimado el envasado de 600 unidades de café tostado con una capacidad de 500 g. A su vez, durante el último año la organización implementó nuevos manejos en post-cosecha, alcanzando así un 25% de aumento de su producción mensual con respecto al año anterior. Por este motivo la empresa decidió iniciar los trámites técnicos para acceder al mercado internacional de cafés de especialidad, con la meta de adquirir el sello como producto con DOC, de la zona de Tovar, estado Mérida.

A pesar de lo anteriormente descrito, la organización carecía de mecanismos de control, para algunos procesos puntuales de las operaciones. Específicamente en el tostado, el cual es llevado a cabo por parte del Departamento de Operaciones, consistiendo en transformar la drupa de grano verde a tostado. Siendo realizado en un espacio físico donde se halla una máquina tostadora tipo cilindro a gas, efectuando de dos a tres tandas de 4 kg por ciclos de cada microlote, con una duración de aproximadamente 20 min por ciclo y de 55 minutos hasta procesar todo el saco; proceso que genera un efecto heterogéneo entre las tandas de un mismo corte; es decir, el conjunto global de granos tostados que conforman un microlote poseen puntajes diferentes al monte de efectuar la evaluación sensorial, a pesar de poseer características iguales en grano verde.

La carencia de mecanismos de control del proceso de tostado repercutió en las fases anteriores; de forma tal, que un ligero error en el tostado, generó la manifestación de defectos que no estaban presentes en las etapas previas, concibiendo una sinergia negativa en contra de la calidad; defectos que fueron apreciados durante las evaluaciones sensoriales, dando como resultado una disminución drástica de los atributos del beneficio, tostado y en consecuencia del producto final. Es importante resaltar que los mecanismos de control fueron reflejados en dos dimensiones durante el proceso de tostado: (I) humedad y densidad, (II) perfil de tostado.

Esta actividad es determinante en gran escala para potenciar las características como aroma, cuerpo, acidez, color y sabor en el café (Ossenblok, 2016); además, se encuentra relacionada directamente con el proceso de beneficio y evaluación sensoriales (cata), ya que estos son dependientes uno de otro; fueron las condiciones del beneficio, análisis de café en grano verde, análisis del tostado y la evaluación sensorial determinantes en los atributos sensoriales que constituyeron los resultados de calidad en el producto final.

Es importante destacar de igual forma, que la organización, no poseía referencias del contenido de densidad, así como de patrones internos de comparación y por lo tanto no había forma de conocer que tanto estaba siendo afectado el proceso de tostado; ya que no existía una manera de garantizar la uniformidad de la calidad entre los microlotes. Por tanto, al no existir el control de las variables del proceso de tostado, se minimizaban las propiedades del café,

viéndose afectado de esta forma toda la cadena de producción, donde se obtenía un producto sin los requisitos de calidad apropiados para la marca. Lo anterior estableció un gran desafío, ya que dicha situación limitó a la organización, a acceder al mercado internacional de café especial; el cual exige ciertos parámetros de calidad muy específicos, y están reglamentados por las normas de la Asociación de Cafés Especiales y del Instituto de Calidad del Café (CQI, por su acrónimo en inglés), para exportar y comercializar.

Esto puso de manifiesto la necesidad de priorizar el evalúo del proceso de tostado, lo que permitió el registro y seguimiento a los parámetros más importantes durante éste, de manera que se buscó realzar las propiedades del café, permitiendo que la organización pueda optar por el acceso al mercado internacional con un producto de alta calidad. Logrando al fin establecerse y darle seguimiento a las acciones, procedimientos y herramientas necesarias que permitan generar y apreciar los procesos involucrados. Con base en esto se formuló la siguiente pregunta de investigación: ¿Cuáles son los elementos a considerar en el proceso de tostado que debe aplicarse a microlotes de café variedad Catuai obtenidos por el beneficio “*honey rojo*”, que permitan tener las mejores características sensoriales, de acuerdo con lo establecido en la norma SCA?.

Objetivos de la investigación.

Objetivo general

- ✓ Evaluar el proceso de tostado en granos de café (*Coffea arabica* L.), variedad Catuai con el beneficio “*honey rojo*” de la empresa Café Trinidad C.A.

Objetivos específicos

- ✓ Reconocer el proceso actual del tostado de los granos de café obtenidos mediante el beneficio “*honey rojo*” en Café Trinidad C.A.
- ✓ Examinar la calidad física de los granos de café verde provenientes del beneficio “*honey rojo*”, mediante la norma de la SCA.
- ✓ Verificar las características sensoriales del café, derivado del beneficiado “*honey rojo*” y resultantes del proceso de tostado, de acuerdo con lo establecido en las normas SCA.
- ✓ Calificar los perfiles de tostado en los granos de café con beneficio “*honey rojo*” de la empresa Café Trinidad C.A.

CAPÍTULO II

MARCO DE REFERENCIA

Antecedentes.

Díaz, León y Mejía (2016), realizaron una investigación titulada “**Desarrollo de un modelo de curvas de tostión para café excelso producido en Chinchina (Caldas)**”, en el mismo, se consideraron tres fincas del Municipio de Chinchiná para estudio compuesto por cuatro fases donde incluyeron el trillado, la clasificación de grano verde, el tostado y la evaluación sensorial. Donde, para argumentar la respuesta, tomaron para el estudio los perfiles de tostado y como estos se relacionan de forma directa con calidad sensorial de la infusión; además, señalaron que los tiempos relacionados a la duración proceso de tostado permiten el desarrollo de reacciones químicas en el grano, evidenciándose a mayor magnitud cuando el periodo es prolongado. De la misma manera, el ordenamiento de las actividades propuestas por dichos autores para su trabajo, aportaron un panorama que facilitó el accionar de esta investigación, así como para la ejecución de los perfiles de tostado y la aplicación de herramientas implementadas.

Por otro lado, Barahona-Torres (2016), desarrolló una investigación titulada “**El Napping en el análisis sensorial del café. Un caso de estudio**”, se desarrolló un análisis sensorial bajo la metodología del “*Napping*”, para diez marcas comerciales de café de origen mexicano y colombiano. Esto se logró mediante la evaluación de los gustos y preferencias de los consumidores, implementando de forma simultánea el análisis de variables tipo texto, siendo esto complementado con un análisis por correspondencia. La finalidad de lo antes expuesto, fue proporcionar una perspectiva general de las marcas evaluadas, así como de los descriptores más utilizados durante el análisis sensorial, lo cual permitió elaborar una nube de palabras con los términos de mayor frecuencia. La investigación, ofrece un aporte significativo al presente estudio, pues dio a conocer cuáles fueron las semejanzas y diferencias entre productos, así como el identificar las palabras que mejor describían las muestras de café, derivadas de las preferencias de los consumidores.

Salamanca (2015), en su trabajo investigativo que lleva por título; **“Métodos estadísticos para evaluar la calidad del café”**, tuvo por finalidad determinar cuál era el método científico más fiable para alcanzar los objetivos propuesto, para ello utilizaron tres técnicas estadísticas donde cada una les permitió ir construyendo los índices de calidad que más se ajustaban al estudio y a la herramienta de evaluación, así logrando relacionar las características organolépticas del café mediante la prueba sensoriales con las del cultivo, recolección y beneficio. Este trabajo fue utilizado dado que al contextualizar que una vez determinado el índice de calidad es posible reconocer la calidad del café expreso mediante la investigación del efecto de la temperatura de extracción, así como la identificación de los elementos discriminatorios para caracterizar y catalogar el café expreso. Por ello realizaron análisis sensoriales con un panel de cata que les permitió obtener los descriptores organolépticos, logrando relacionar finalmente qué método y café arrojaron los resultados más fiables y también cuál es la mejor forma de realzar su sabor, fragancia, cuerpo, acides, entre otros. Sirviendo de utilidad para reconocer como se pueden emplear diferentes técnicas y herramientas, según se ajusten a la propuesta, principalmente para el diseño y aplicación de las herramientas de recolección de información.

Henaó (2015), presentó un trabajo de investigación titulado **“Evaluación del proceso de secado de café y su relación con las propiedades físicas, composición química y calidad en taza”**, donde se evaluó los efectos del secado del café por vía mecánica y solar, a través de la determinación de variables que alteran la calidad de la infusión; comprobando que aquellos secados de forma natural presentan mayor densidad aparente, generando tonalidades de color menos azuladas que en aquellos manejados mecánicamente; sin embargo, estos presentan mayor acumulación de ácidos grasos, entre otras características presentes dentro de los parámetros físicos y químicos considerados. Aportando de este modo información relevante sobre la densidad aparente, valores de exigidos por la norma tomada, conceptos teóricos básicos referentes a la coloración del café verde, densidad aparente, calidad de los cafés especiales y su producción.

Fermín *et al.* (2012), trabajo su investigativo que lleva por título; **“Evaluación de la calidad fisicoquímica y sensorial de tres marcas comerciales de café tostado y molido”**, tuvo como objetivo principal determinar la calidad fisicoquímica, así como la aceptación sensorial de

tres marcas de café posicionadas en el mercado venezolano; para ello implementaron análisis estadísticos que les permitieron evaluar de las mezcla de tres lotes de cada una, centrándose en conocer el contenido de humedad y cenizas, de igual modo el color les facilitó la clasificación de las distintas marcas las cuales fueron procesadas con un nivel de tostado medio, así como el contenido de solubles y rendimiento de la infusión. Finalmente gracias a la implementación de un diseño de experimento lograron clasificarlas a través de comparaciones, lo que les indicó las fortalezas, debilidades y diferencias entre ellas, pudiendo categorizarlas según los aspectos indicados anteriormente, permitiendo conocer de este modo aspectos fundamentales para la evaluación, sobre la forma en la que se debe comparar los diferentes aspectos de la infusión.

Bases teórica.

Origen e historia del café

El café es el segundo producto legal más comercializado en el mundo, después del petróleo, siendo una mercadería agrícola que representa un gran impacto social, político y económico de forma global. Café, es una palabra que se cree proviene del vocablo árabe *kahve*, también se le atribuye *qahwa*, por el italiano; dicho término se emplea para abreviar la expresión *qahhwat al-bun* o planta de café, de igual forma se presume que puede deberse a *kaffa*, nombre de una ciudad en Etiopía (actual República de Yemen), dónde se sospecha se empezó a cultivar esta planta, remontándose su historia al siglo XV (Mariel y Noel, 2010).

La más fuerte y asentadas de las leyendas acerca de su descubrimiento, es la que hace referencia al pastor Kaldi, el cual observó el efecto tonificante en las cabras, al consumir unos pequeños frutos rojos provenientes de un arbusto, efecto comprobado por él mismo al probarlas y sentirse lleno de energías (Flores, 2016). Otro de estos relatos antiguos se desarrolló en Etiopia, mientras viajaba Akbar Nooruddin, el cual observó las consecuencias del consumo del fruto al contemplar como unas aves que revoloteaban cerca de unos arbustos singulares los consumían y su comportamiento cambiaba, surgiéndole la curiosidad de ver sus efectos, lo que le lleva a probar y sentir como este le otorgaba vitalidad (Mariel y Noel, 2010).

Luego de descubierto el cultivo, el camino que siguió el café para expandirse por el mundo fue primero hacia Arabia y a la India después, llevado por peregrinos musulmanes que viajaban a La Meca, incorporándolo rápidamente a los rituales religiosos; el café no tardó en formar parte de un consumo popular que se expandió por todo el mundo, introduciéndose a mercados en Persia, Egipto, África Septentrional y Turquía (Mariel y Noel, 2010). La planta se propagó en la edad moderna a lo largo del cinturón tropical que rodea todo el planeta, donde encontró el clima propicio su desarrollo y diversificación (Flores, 2016).

Posteriormente, comienza su traslado por Europa, creyéndose que el botánico alemán Léonard Rauwolf, fue el primero en describirlo; en esa época, algunos lo consideraban como una bebida dañina, a la que llamaron “amarga invención”. Este, se siguió propagando por el continente europeo hasta formar parte de la vida de los ingleses y alemanes (Mariel y Noel, 2010). Sin embargo, los grandes propagadores del café, fueron los holandeses, que explotaron las plantaciones del mismo, en sus colonias de Ceilán e Indonesia, llevando luego la semilla a la Guayana Neerlandesa, Brasil y Centro América. Llega a Venezuela en 1784, desde Brasil por los misioneros capuchinos, instaurándose de manera similar en otros países del nuevo mundo, diversificando de este modo su comercialización y consumo por el mundo (Anzueto, 2013).

Botánica y características del fruto

La planta de cafeto, pertenece a la familia Rubiácea, la cual posee una diversidad de géneros y especies. Las más destacadas en el mercado son la *C. arabica* y la *C. robusta*, siendo la primera, la que comprende el 60% o 70% de la producción mundial y la segunda, un aproximado del 30% y 40% (Anzueto, 2013). Sin embargo, en el mundo hay otras variedades, que son menos consumidos pero de igual importancia como *C. liberica*, siendo muy apreciado en países escandinavos. Así mismo, la *C. excelsa*, es de aspecto similar al anterior, en el tamaño del árbol y sus hojas, difiere en que sus flores, frutos y granos son más pequeños, tanto este tipo de grano como el anterior tienen realmente un consumo residual (FNC, 2015).

La parte de interés comercial de la planta es el fruto, llamada comúnmente cereza de café, el cual es una drupa polisperma, carnosa, de forma ovalada o elipsoidal ligeramente aplanada, de color verde al principio, pero que al madurar se torna rojo o amarillo (Consejo Internacional del

Café, 2002). La drupa, está compuesta por el embrión, el cual se localiza en la superficie convexa de la semilla, orientado hacia el extremo en forma puntiaguda y conformada por un hipocotilo y dos cotiledones, luego se halla el endospermo, espermoderma o película plateada, que envuelve la semilla, endocarpio, o pergamino cubierta corácea de color crema a marrón que envuelve la semilla mesocarpio (mucílago o baba), de consistencia gelatinosa y color cremoso y finalmente el epicarpio (cutícula, cáscara, pulpa), de color rojo o amarillo en su madurez, jugoso y envuelve todas las demás partes del fruto (Bolívar, 2009; Consejo Internacional del Café, 2002). Para Rojo (2014), el color de la corteza externa, el tamaño y forma de los frutos depende de la variedad botánica de la planta.

De acuerdo con Castillo, Muñoz y Engler (2016), las características propias del café pueden ser modificadas por factores extrínsecos, tales como el suelo y el clima, o por factores intrínsecos, tales como la genética, sistemas de producción agrícola y procesamiento post-cosecha. En la Figura 1, se clasifican de forma ordenada los aspectos más importantes que comprenden los pilares básicos a considerar, para obtener producto de calidad de acuerdo con los estándares requeridos por los mercados donde se van a introducir los mismos.

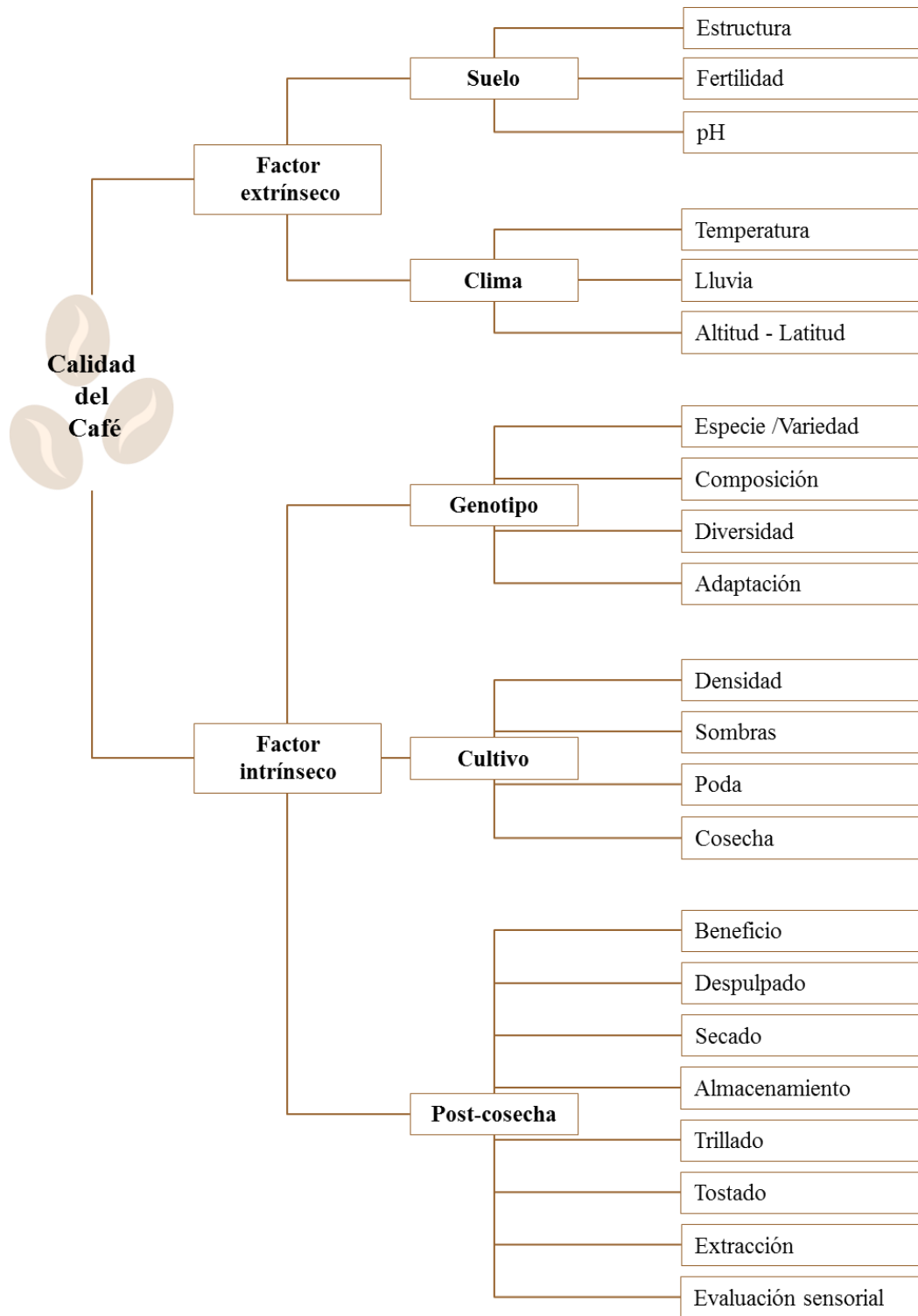


Figura 1. Factores determinantes de la calidad del café.

Fuente: Castillo, Muñoz y Engler (2016), con modificaciones de las autoras.

Suelo y clima

El potencial de producción del cafeto, está determinado por la genética o variedad de la planta, por su interacción con el ambiente (suelo y clima) e igualmente influyente el método de cultivo aplicado. Siendo todo esto mencionado como principales factores determinante en cuanto a la capacidad de producción de frutos de la planta (Henaó, 1996). Existen diferentes niveles de productividad agrícola, de acuerdo a la cantidad de factores limitativos que se encuentren en el proceso, cuando las condiciones son ideales, se obtiene la máxima producción posible o producción potencial, que corresponde a la producción obtenida con el mejor nivel de tecnología y material biológico disponible (Heredia, 2011).

Para que todas estas condiciones sean dadas, se deben cultivar en zonas con características específicas, la precipitación debe estar comprendidas entre 1800 mm a 2800 mm anuales, los periodos de lluvia prolongadas afectan la floración del cafetal, la temperatura media anual debe estar entre 16 °C a 22 °C, humedad del aire y humedad relativa, debe ser normalmente húmedas. El mejor café se produce en aquellas áreas que se encuentran en altitudes de 1200 a 1700 m s. n. m., si se procesa en un suelo profundo, ligeramente acidos o acidos, bien drenado, que no sea ni demasiado ligero ni demasiado pesado, los limos volcánicos son ideales. Una variación del pH de 4,2-5,1 se considera lo mejor para el café (Solidaridad Network, 2015).

Identificación de los genotipos (variedades)

Henaó (1996), indica que de las variedades de la especie, las más conocidas desde 1753 en Venezuela son la “Typica”, “La Caturra” y “Catuai”. La primera, proviene de Centro América, con muy alta calidad y susceptibilidad a la roya del cafeto (*Hemileia vastatrix*), sus características en taza presentan atributos complejos. La segunda, procedente de Brasil, es una variedad de alta producción y buena calidad estándar resistente a la roya, se adapta a todos los rangos altitudinales y sus características en taza influyen en una leve acidez, que le confieren notas de sabor a frutos cítricos. La tercera, es el resultado del cruce de “La Caturra” con “Mundo Novo” (siendo esta seleccionada, por su vigor y alta producción).

La variedad “Catuai”, posee una alta productividad, es resistente a la roya, pueden encontrarse frutos amarillo o rojo. Ambos poseen atributos en taza que influyen hacia la

obtención de cafés de acidez refinada y pura, con notas de sabor a frutos cítricos, aunque apenas se distingue, se cultiva especialmente en zonas con fuertes vientos o altas precipitaciones anuales ya que son de baja estatura, volviéndose tolerante a estas condiciones ambientales (Henao, 1996).

Sistema de cultivo

En cuanto al sistema de producción agronómico, es interesante señalar que la planta empieza a producir su primera cosecha de tres (03) a cuatro (04) años, después de la germinación. Para el caso de *C. arabica*, sus frutos pueden ser recolectados entre 210 y 224 días después de la floración, permitiendo un único periodo de zafra en el año; es por ello que las condiciones climáticas juegan un papel fundamental en la calidad del producto, otorgándole características únicas al fruto según sea su variedad. El conocimiento de esto, permite un mejor manejo del proceso agronómico (FNC, 2005).

En cuanto a la densidad del cultivo, la sobra y la poda; se debe considerar la intensidad y cantidad de luz, la temperatura y la humedad en los cafetales además de otros factores de la producción como la fertilización, el control de plagas y enfermedades y el manejo de malezas, entre otros (Puerta, 2006). Todas estas condiciones variarán según los escenarios de la zona en la que se encuentren ubicados el cafetal, determinando de primera mano el sistema de poda a implementar, considerando que la altura de la poda puede variar dependiendo del estado de agotamiento que presenta la planta. Es importante conocer, que la capacidad de formación de azúcares en la pulpa depende de la variedad, del tipo de suelo, las condiciones climáticas y el manejo agronómico del cultivo (SCAN, 2015).

Cosecha

Para Puerta (2006), la cosecha consiste en recolectar las cerezas, donde los frutos son escogidos de la planta usando maquinaria diseñada para tal fin, o manualmente para evitar recolectar granos insuficientemente maduros o sobre maduros (Figura 2). Si durante la cosecha se recolectan granos con algunos de los defectos antes descritos, esto podría afectar el proceso de secado y tostado, y por ende, la calidad del café, ya que propiciará la obtención de sabores sobre fermentados y/o fuertemente astringentes. Por ello, la importancia de realizar una cosecha

selectiva de los frutos, donde lo óptimo estaría en un rango menor del 2,5%, de granos insuficientemente maduros y un valor superior o igual al 80% de granos maduros, o sea se debe mantener un balance adecuado en la obtención de la drupa (Conquito, 2016).



Figura 2. Recolección manual en campo (a) y contenedor con frutos cosechados (b).

Post-cosecha

De acuerdo con Soto (2010), la industria cafetalera ha evolucionado con el tiempo, hacia nuevos procesos de beneficiado del grano. Eso, ha ocurrido como respuesta a la demanda de los mercados internacionales, que cada día son más exigente. Independientemente del café que se desee producir, es importante tener claro que el concepto de “calidad de café”, va más allá de la intensidad de las características sensoriales del producto. Cuando se habla de calidad de cafés, lo ideal es entender que la misma está directamente relacionada hacia la producción con responsabilidad social, ambiental y económica.

Una vez recolectadas las cerezas, comienza el proceso de inmersión del fruto por medio del flotado en agua o boyado (Figura 3). Esta técnica, busca eliminar los granos defectuosos; el que flote en el tanque de inmersión, es considerado de menor calidad debido a que el embrión no está completamente desarrollado (Soto; 2010), es decir, granos brocados², granos verdes brocados, secos y granos vanos, los cuales son catalogados de segunda o tercera. Los que quedan sumergidos en el fondo del recipiente, se dirigirán al proceso del beneficio, debido a que el estado de maduración del grano está acorde con el requerido; sin embargo, es recomendable

² Los frutos se denominan de esta manera, ya que los daños los produce un insecto conocido broca del café (*Hypothenemus hampei*; Coleoptera: Curculionidae).

efectuar una inspección visual adicional, para garantizar la homogeneidad del lote (Conquito, 2016).



Figura 3. Proceso de flotación en agua o boyado.

Beneficiado

Existen tres métodos ampliamente conocidos para beneficiar el café: natural, lavado y “honey” (Figura 4). El procesamiento natural, consiste en secar la cereza entera después de ser recolectada antes de trillar, sin remover el epicarpio (Carmona, 1999). Los cafés lavados (húmedos), se despulpan y luego se fermentan en agua para remover el mesocarpio (mucílago), antes de pasar al secado y a la trilla (Alvarado y Rojas, 1994). El procesamiento “honey” es el puente entre el café húmedo y natural. La cereza se despulpa y luego se seca aún con la capa del mucílago, que contiene una gran cantidad de azúcares y ácidos (Castillo, Muñoz y Engler, 2016).



Figura 4. Beneficiado del café: natural (a), lavado (b) y “honey” (c).

Los cafés “*honey*” generalmente se dividen en tres (3) categorías, de acuerdo con la cantidad de mucilago que conserva el grano: “el amarillo” (aproximadamente 25%), “el rojo” (más o menos 50%) y “el negro” (de 90 a 100% de mucílago); es importante considerar, que a mayor cantidad de pulpa, es más delicado el proceso de secado, aumentando el riesgo de fermentaciones (Ossenblok, 2016).

Entre las razones para beneficiar un café por el método “*honey*”, se listan las siguientes: 1) se acentúan de manera significativa el olor, dulzura y cuerpo, 2) se resalta la acidez láctica, el cuerpo cremoso y las notas afrutadas, 3) mejor balance de taza acidez en los materiales con acidez brillante, 4) se trabaja con el mismo lote café que se cosechó en el campo, en una fecha y lugar determinado (microlotes) y 5) es una tendencia en los mercados de especialidad (Soto, 2015).

Despulpado

Proceso en donde se remueve el endocarpio o corteza del fruto (Duicela *et al.*, 2004). Se puede realizar por vía seca (secando la cereza sin despulpar), o vía húmeda (Puerta y Ríos, 2011). Como en todas las etapas, es importante el estado de madurez del fruto y la uniformidad de tamaño, para evitar daños a la drupa por la fricción de la despulpadora, este proceso debe efectuarse el mismo día de la cosecha, máximo 8 h después de la colecta; se ejecuta de esta forma para prevenir calentamiento del grano y aceleración del proceso de fermentación (FNC, 2005). Luego del despulpado, se realiza el secado.

Secado

Dicho proceso se efectúa en camas africanas o parihuelas (Puerta, 2006). Estas son construidas con materiales livianos, caracterizadas por ser unas estructuras elevadas a una altura intermedia (entre 1,00 m y 1,10 m, de ancho de 1,20 m a 1,30 m y de largo variable), que tienen como base una malla (metálica o de plástico), colocadas de manera uniforme sobre la estructura antes descrita. Instalada la malla, es importante que las camas sean provistas de unos rieles, de unos 4 cm de altura, que eviten la caída de los granos. Sobre ella, serán colocados los granos de café provenientes del despulpado, para secarse según lo estipule el tipo de beneficio (Figura 5).



Figura 5. Camas Africanas.

En este proceso, se reduce la humedad de los granos de café de un 65% a un 10 o 12%. Los mejores resultados en esta etapa, se logran mediante un secado lento; para ello es necesario provocar una exposición al sol, de forma parcial. La mejor forma de lograrlo es colocar una cobertura desmontable de tela de sombra o sarán sobre el sistema de secado. Las capas de café en la cama no deben superar los 5 cm de espesor (FNC, 2005).

La masa de granos, debe ser removida constantemente, para lograr un secado homogéneo. De acuerdo con Soto (2010), la frecuencia de movimiento para disminuir la humedad de forma apropiada, después de haber colocado el café en las camas, se debe repetir en procedimiento a cada hora, durante los primeros días, y luego espaciarlo a una frecuencia de movimientos a cada 2 – 3 horas. Durante el tiempo que dure el secado, es importante realizar una clasificación visual, con la finalidad de aumentar la calidad del lote. Durante el beneficiado “*honey*”, el secado es sumamente clave, ya que de esta depende la no fermentación del grano y que el embrión se mantenga vivo (Soto, 2015).

De acuerdo con Henao (2015), los defectos que se consideran por falta o sobre secado es la pérdida del embrión y sobre fermentación, y suelen ser percibidos durante la evaluación sensorial, donde se aprecian sabores amargos desagradables, fuertemente astringentes y olores indeseables.

Almacenamiento

Los granos de café que han sido beneficiados, y que han alcanzado el contenido de humedad apropiado, se colocan en sacos de polipropileno en un espacio acondicionado y adecuado para tal fin, sobre paletas de madera y/o plástico, durante 3 a 4 meses (Conquito,

2016). Un almacenamiento inadecuado, permite la aparición de algunos defectos, estos se reconocen por apariencia externa de coloración verdosa, presencia de mohos y hongos. Estos defectos suelen ser percibidos claramente durante la evaluación sensorial con sabores desagradables a mohos y olores indeseables (SCAN, 2015).

El tiempo de “curado” o almacenamiento depende de la densidad, el tipo y calidad del beneficiado del café, como de las condiciones del almacenamiento; las cuales deben garantizar una zona limpia y libre de olores ajenos, mantener aireado los sacos por todos sus lados, se debe impedir ganar o perder humedad durante este periodo, que no incida la luz solar en los sacos, la temperatura (20 °C y 25 °C), humedad relativa (60% y 70%). Finalmente el tiempo de almacenaje no debe exceder los cinco (5) meses (Conquito, 2016).

Trillado

Luego del almacenamiento se efectúa la trilla, el cual consiste en separar el grano de café del pergamino, logrando la limpieza de la drupa (piedras, palos, piolas), en el caso del café lavado o despulpado natural, y la cereza seca en el caso del café natural, obteniendo de ese modo café en grano verde, lo cual permite realizar el evalúo de los posibles defecto, densidad y tamaño del grano, para luego seleccionarlos y tostarlos (SCAN, 2015).

Tostado

De acuerdo con Münchow (2014), durante el tostado, el grano de café sufre un oscurecimiento adicional al observado en las etapas previas de beneficio y secado, en donde participan reacciones químicas de diversa naturaleza. Por este motivo, el tostado es un determinante en gran escala de las cualidades del café, en el cual se desarrollan las características físicas y químicas, las cuales están relacionadas directamente con la calidad apropiada para el producto final.

Según las ideas de Castillo, Muñoz y Engler (2016), el proceso de tueste sería una de las fases principales dentro de la cadena de producción, donde se sostiene que a través de este se realzarán las características iniciales de la materia prima (café verde), alterándose para producir otros componentes, lo que permite el balance del sabor, la acidez, el sabor residual y el cuerpo

del café, de acuerdo con los requerimientos y exigencia del tostador y el gusto del cliente. El grado de tuestión tiene una influencia decisiva sobre el desarrollo y concentración de los agentes aromáticos, influenciando directamente en la calidad en taza, considerando que durante este, las dos variables a manejar serian: la temperatura y el tiempo. En esta parte, el grano pasa por las fases descritas en la Figura 6.

La elección del tipo de tostado, es un tema controvertido, estando directamente relacionado con los hábitos del paladar de los consumidores, el cual es variable según cada mercado específico. Estas diferencias han dado origen a la preferencia de ciertos grados o niveles de tueste, basados en el color o en ciertos estilos establecidos. Dependiendo del tueste, dos cafés pueden tener las mismas características visuales (mismo color) pero tener sabores completamente diferentes (Bolívar, 2009; Castillo, Muñoz y Engler, 2016).

Se pueden definir cuatro grados básicos de tueste: ligero, medio, oscuro y muy oscuro. Los productos de degradación del tueste son, principalmente, el agua (70 %), dióxido de carbono (CO_2), un poco de monóxido de carbono (CO) y otros componentes volátiles. Entre los otros tuestes a considerar destacan los lentos (15 a 20 min) y rápidos (uno a tres minutos), este se debe dejar reposar mínimo 24 h antes de ser envasado (SCAN, 2015).

Los sistemas que se emplee para procesar el café son tres (3), sistema tambor, sistema turbo y sistema fluido. El primero, tarda de 12 a 18 min, y emplea aire caliente, generalmente de caudal constante o varía según las características del equipo, la temperatura va escalando durante el ciclo y el enfriamiento se realiza en un tambor circular, removiendo la masa de café con pala a temperatura ambiente. El segundo, es una variedad del sistema convencional de tambor, diferenciándose en que el suministro de calor es por convección y no conducción, permite tuestes rápidos, durando de 5 a 6 minutos. Finalmente, el tercero, es la combinación de los antes mencionados, permite una gran variedad de tipos de tostados y tiene una duración entre 5 a 6 min (Chavez y Jaramillo, 2014).

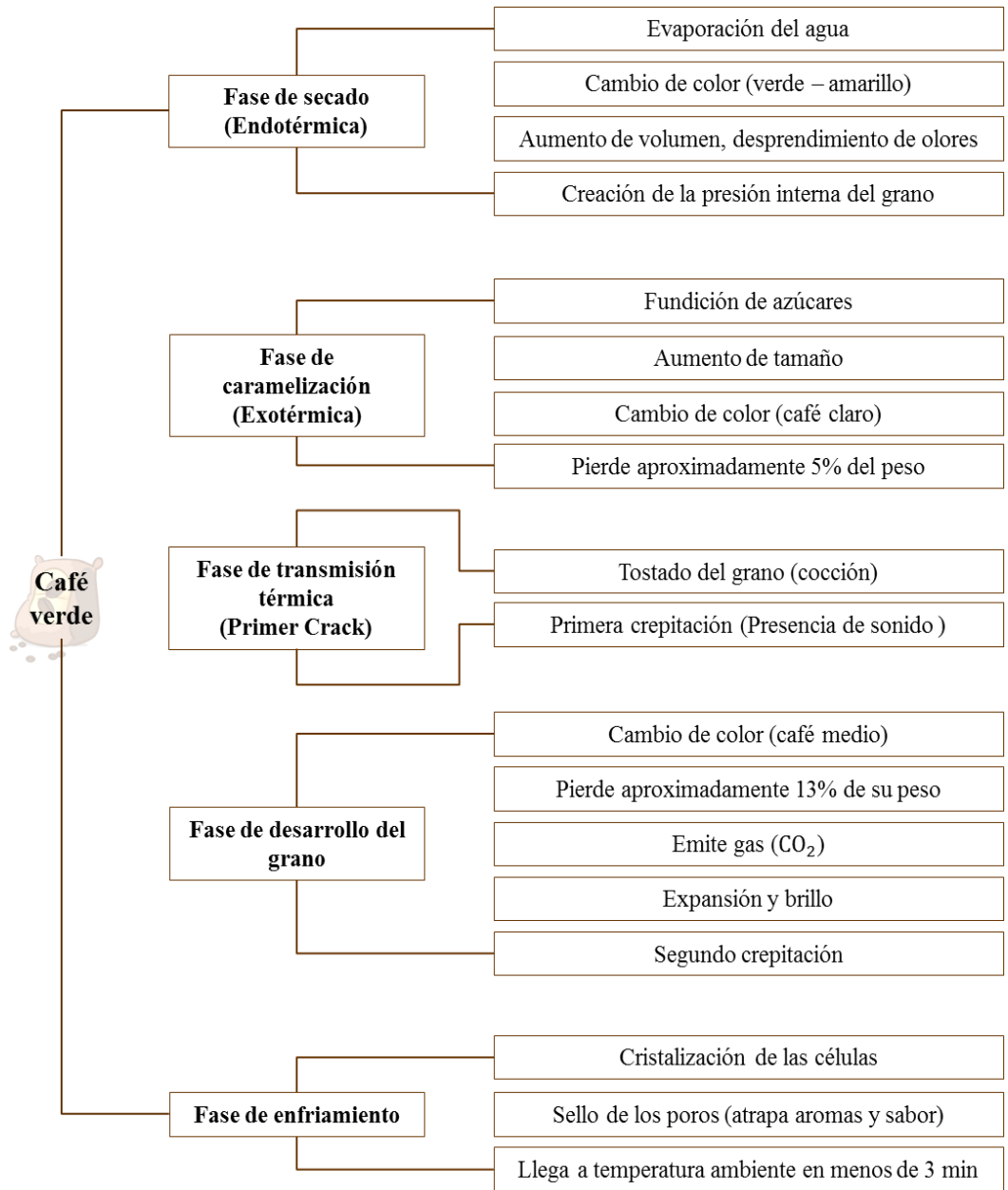


Figura 6. Principales fases del proceso de tostado

Fuente: Castillo, Muñoz y Engler (2016), con modificaciones de las autoras.

Estos sistemas van relacionados principalmente por el equipo, los tipos de tostadoras son: por cargas, continúa, por torrefacción, mixtas y de laboratorio. Las tostadora de laboratorio, son de uso simple, permiten un control de la temperatura, ideal para preparar evaluaciones sensoriales en taza, trabajan con tandas comprendidas entre 100 g y 1000 g dependiendo del modelo, el ciclo puede durar de 6 min a 20 min por proceso, variando según la cantidad de café,

factores propias de la muestras y del tipo de tueste que se desee, facilitando la comprensión del comportamiento del grano (Ramírez, 2014).

Es importante destacar que así como las consideraciones anteriores, la densidad juega un rol fundamental para la elección correcta del tostado, debido a que los cafés de densidades más altas (duros) pueden soportar una mayor velocidad de transferencia de calor y se pueden tostar a temperaturas iniciales elevadas y temperaturas medias hacia el final del proceso; los cafés con densidades medias (suaves) se pueden tostar con temperaturas medias al inicio y al final del tostado. El café procesado con el benéfico “*honey*”, de forma estándar su rango de densidad debe estar entre la media (651-700 g/L) y la baja (≤ 650 g/L) (Castillo, Muñoz y Engler, 2016).

Para llevar tanto el registro como el control de las fases y los factores inmersos en el proceso de tostado, se emplea el uso de la curva de tostado o curva S, siendo esta una gráfica, cuya imagen se asemeja a una letra “S”, e indica el comportamiento del grano durante el tueste; en donde en el eje Y (abscisas) se le designa la temperatura ($^{\circ}\text{C}$) del grano, mientras que en el eje X (ordenadas) se indica el tiempo (minutos) de duración del ciclo. Reflejando a través de ella, los instantes, comportamiento y condiciones del producto, la primera y segunda crepitación, cambio del color de los granos, entre otros (SCA, 2016).

Mediante el uso de la curva “S”, es posible seguir el desarrollo del grano, permitiendo determinar cuáles son los parámetros de consistencia que se deben utilizar como referencia para configurar la máquina tostadora, ya que proporciona la posibilidad de decidir cuándo y cómo suministrar la temperatura, considerando que una vez cargado el equipo esta descende, efecto que se genera mientras el grano absorbe el calor del interior de la máquina, una vez se nivela el calor interno de la drupa con el externo del tambor, la temperatura empieza a aumentar, llegando a este punto sucede la primera crepitación, momento en donde se regula la temperatura y sucede el llamado desarrollo del tueste, si bien es cierto el grano va desarrollando sus características organolépticas durante todo el proceso, pero es lo que se haga en este punto (primera crepitación) específico determinate para el grado de acidez y cuerpo que tendrá el perfil de tueste. Por último, se alcanza la temperatura final, el grano se expande y adquiere apariencia uniforme, sucediendo de este modo la segunda crepitación y final del proceso (SCAN., 2015).

Extracción

Término relacionado con el rendimiento de solubles, en si la palabra extracción, es la remoción de una sustancia particular que se disuelve en una mezcla, siendo para las veces del café, todos aquellos componentes desleíbles que contenga el café previamente tostado y molido, disuelto en agua para crear lo que se conoce como bebida, representando la relación porcentual del café molido disuelto como infusión (Ossenblok, 2016). Esto debe cumplir unos parámetros estipulados por la norma SCA, la cual dictamina que por cada 8,25 g de café molido se deben agregar 150 ml de agua, permitiendo de este modo realizar la extracción de los compuestos que conforman el sabor, a través de las diferentes fases (SCA, 2016).

Es importante conocer que indistintamente del método de extracción empleado, el orden es el siguiente: ácidos, grasas y sales, azúcares y finalmente las fibras vegetales. Diferentes compuestos son disueltos a diferentes velocidades y esto se debe primordialmente a su masa y complejidad estructural. Las diferentes fases, en este proceso son cruciales para generar el sabor, las cuales son: pre-infusión, extracción, disolución, hidrolisis y difusión; ya una vez identificado el método que se empleara se procederá a realizar la infusión de café (Ossenblok, 2016).

Evaluación sensorial

Son necesarias las pruebas sensoriales u organolépticas, ya que es un factor importante en la gradación de la calidad y determinación de defectos en una muestra de café (Torres, 2005); siendo una muestra el conjunto de uno o más ítems extraídos del lote con la intención de proveer información; con el fin de ejecutar una inspección para clasificar el ítem como conforme o no conforme respecto a un requisito o conjunto especificado donde se enumera las no conformidades en un ítem (COVENIN 609: 1994; COVENIN 383: 1995). La evaluación sensorial es la etapa final a la que se somete el producto obtenido, es decir, café tostado, consiguiendo emitir un juicio de valor objetivo, comparar varios cafés entre sí, o verificar si un café se ajusta a unas características predeterminadas, siendo donde se hace uso de las muestras para catalogar y cuantificar esta apreciación (Duicela *et al.*, 2004).

La evaluación sensorial, se rige por la normativa de la SCA, que establece si los procesos previos de cultivo y beneficio fueron desarrollados de manera adecuada, identificando cualidades

de fragancia, aroma, acidez, sabor, retrogusto, cuerpo, balance, dulzor y uniformidad, por medio de una base de 100 puntos (SCA, 2013). Se considera una disciplina científica que tiene la utilidad de dar a conocer la aceptación o rechazo del producto, el método empleado para su ejecución es la cata, esta técnica se implementa para identificar defectos presentes en la bebida, medir la intensidad de sus características sensoriales, obteniéndose una calificación global de la bebida (Quiroz, Manco y Zapata, 2009).

Hablar de una infusión de café única no es posible, pero se puede decir que los gustos pueden variar de cafés densos con un leve amargo a cafés ligeros y digestivos, con finos y persuasivos aromas. Hoy en día, el mundo cafetalero cuenta con una amplia variedad y atractiva selección, que incluyen en muchos casos las denominaciones de origen que garantizan la frescura, equilibrio de las cualidades positivas de los cafés (Puerta, 2009).

La cata cumple con dos etapas generales, las cuales consisten en olfatear la fragancia de los granos y las partículas molidas; posteriormente, del aroma del café al agregarle agua. Entre las herramientas implementadas para llevar a cabo la cata los expertos utilizan una cuchara redonda y profunda, con el propósito de tomar una cantidad sustancial que permita inhalar y exhalar el olor, siendo el aire un factor el que ayuda al catador a percibir con facilidad el aroma en la boca. Así como el de utilizar una mesa rectangular con una buena altura, quedando por encima de la cintura; el ambiente debe estar limpio al igual que el agua (SCAN, 2015).

El protocolo exige que el grano este tostado de forma uniforme para efectuar la prueba, así como establece horarios apropiados, donde los catadores estén relajados, siendo las idóneas las 8:00 a.m o 5:00 p.m.; de igual forma, estos no deben comer en exceso, debido a que los sabores tienden a confundirse, este proceso tiene una duración de unos 40 min aproximadamente. Los defectos que se perciben a través de esta evaluación normalmente son terrosos, mohosos, fenólicos y sobre-fermentados, estos dependerán de la etapa del proceso donde se hayan generado (Quiroz, Manco y Zapata, 2009).

Al momento de efectuar la cata, existen diversos sabores básicos que pueden ser percibidos con facilidad por la lengua, siendo estos: dulce, amargo, ácido y salado (SCAN,

2015). Para el caso del café, por medio del sentido del gusto, se pueden detectar con mucha facilidad lo ácido, dulce y salado. Es importante también indicar que pueden apreciarse diferentes combinaciones de tales sabores, y que los especialistas denotan como un triángulo de los sabores primarios; que se describen a continuación: los ácidos incrementan la dulzura de los azúcares, o lo que es conocido como acidulado (1), las sales aumentan la dulzura de los azúcares, el cual se denomina amelonado (2), los azúcares reducen el sabor agrio de los ácidos, categorizado como avinado (3), los azúcares reducen las sales, obteniéndose sabor blando (4), los ácidos incrementan lo salado, capturando gusto agudo (5) y Las sales reducen lo agrio de lo ácido, caracterizándose como ácido (6) (Figura 7).

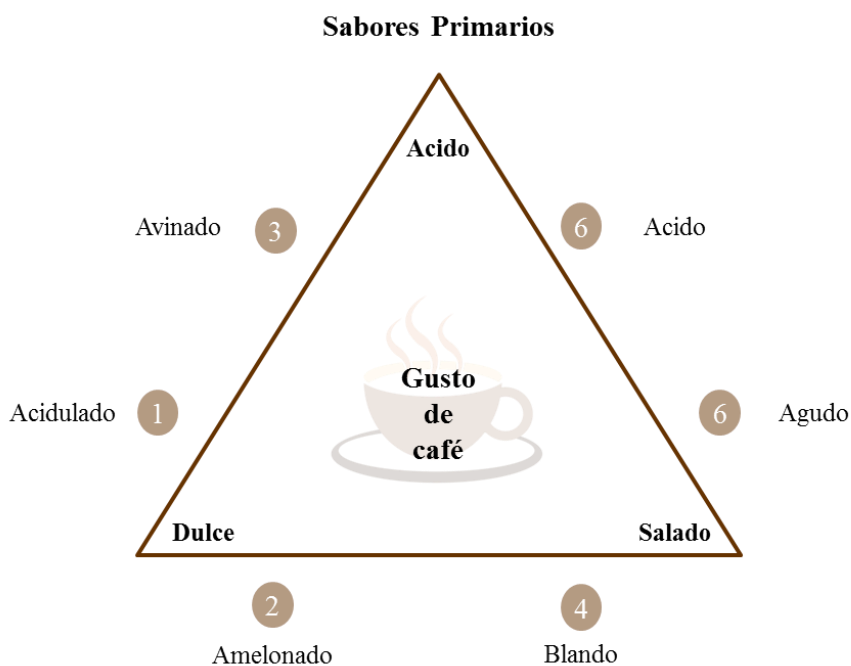


Figura 7. Triángulo de los sabores primarios del café.
Fuente: SCAN, 2015.

Estadística aplicada a los estudios del café

Se emplean métodos estadísticos como herramientas eficaces para mejorar el proceso de producción y reducir sus defectos (Lara, 2000; Díaz, 2009), debido a que los instrumentos estadísticos son de importancia para los estudios de cualquier carrera de ciencias experimentales; estas se caracterizan precisamente por avanzar en la adquisición de conocimientos gracias a la realización de experimentos (Rosario, 2004). En esta investigación se hace uso del diseño de

experimento, como método estadístico que permite identificar y cuantificar las causas de un efecto dentro del tostado, con el objetivo de averiguar si unos determinados factores influyen en la variable de interés y así poder cuantificar el grado de influencia (Díaz, 2009).

Finalmente se seleccionó, el diseño de bloque de dos factores, siendo este, el estudio de un factor – tratamiento en una variable de interés, en vista de que es importante controlar de forma estadística el grado de influencia de algún factor que pueda ejercer alguna influencia sobre la variable respuesta (Díaz, 2009). Para el presente estudio, el factor principal fueron las diferentes temperaturas de tostado indicadas por la organización (140° C, 160° C y 180° C), mientras que el factor secundario fueron las tres humedades de los microlotes (10%, 11% y 12%). El objetivo de este análisis estadístico fue estimar los efectos de las temperaturas y las humedades, para contrastar la hipótesis de que todos los niveles de las temperaturas producen el mismo efecto, frente a la hipótesis alternativa en la cual se supone que al menos dos temperaturas diferentes significativamente. También fue de interés contrastar la igualdad de efectos de las humedades (Lara, 2000). Realizado el análisis del diseño del experimento, se procedió a realizar la prueba de comparaciones múltiples de Duncan, para saber en qué medida diferían las diferentes temperaturas y humedades sobre el puntaje arrojado por el *Q Arabica Grader*.

Del mismo modo se implementaron otros métodos multivariante para conocer la recepción del mercado, como el “*Napping*”; técnicas que se emplea para evaluar las características sensoriales de las bebidas y alimentos, evita que los evaluadores queden limitados por escalas hedónicas. Siendo de especial valor al momento de investigar las preferencias y gustos (Barahona, Sanmiguel y Cavazos, 2016).

Otras herramientas empleadas en el estudio

Para el estudio fue necesario la aplicación de algunas herramientas metodológicas que ayudaron a comprender mejor la problemática en cuestión, siendo una de ellas la observación directa del lugar de los hechos, como colaboración para reconocer las variables y recolectar datos (Arias, 2006). Es importante sustentar lo observado, para ellos existen técnicas como el flujograma de procesos y el diagrama de Causa – Efecto, donde la primera, es implementada

mayormente en informática pero en la actualidad se utiliza en otras ramas de la ingeniería, ya que da paso a la organizar la información, facilitando al investigador acceder por medio de la representación gráfica, a través de un lenguaje universal, las diferentes etapas que comprenden la secuencia de un proceso (Meyer, 2000); el segundo, es conocido como diagrama de Ishikawa, por su carácter eminentemente visual, es una herramienta de análisis que permite obtener un esquema detallado, para analizar un fenómeno, problema o hecho y su vínculo con las causas involucradas (Guajardo, 2008).

CAPITULO III

MARCO METODOLÓGICO

Tipo de Investigación.

El proyecto se encontró contextualizado en una investigación de tipo evaluativa, cuya finalidad fue valorar el tueste en granos de café (*Coffea arabica* L.) variedad Catuai con el beneficio “honey rojo”; por medio de la implementación de elementos científicos que consistieron en la obtención y recolección de datos, permitiendo su posterior análisis e interpretación para estimar el efecto en el proceso de tostado. Para ello, fue necesario llevar seguimiento y registro de los parámetros más importantes durante éste; y así, reconocer en qué momento se realzaron las propiedades del café elaborado en la organización, con miras a acceder en el futuro al mercado internacional con un producto de alta calidad.

Con base en las consideraciones anteriores, se desarrollaron un conjunto de actividades, tales como la descripción e identificación de los procedimientos, para ser internalizados, y apreciados en profundidad, en el escenario planteado; logrando, de esta manera establecer posibles respuestas o soluciones a la problemática expuesta, tomando como pilar el análisis de las características vinculadas con los efectos que se generaron durante la fabricación del tostado y su influencia sobre el análisis sensorial (Arias, 2006).

Nivel de Investigación.

El estudio fue enmarcado en una investigación de carácter explicativo; ya que se buscó el porqué de los hechos, donde se establecieron cuáles serían las causas y efectos, para comprender las consecuencias que generaron los factores relacionados con la transformación térmica del fruto provenientes del beneficio “honey rojo” y su vinculación con los análisis sensoriales (Arias, 2006). Para lograrlo, hubo que examinar y valorar de forma objetiva la problemática planteada, cumplido de este modo el propósito de describir el beneficio, el tostado y su respectivo análisis sensorial. Se comenzó examinando las condiciones físicas de la materia prima e interpretando las variables cualitativas y cuantitativas del café en grano verde que provino del beneficio “honey

rojo”. Posteriormente, se reconoció el proceso de tostado que implantaba la organización al momento del estudio; verificando así las características de este, por lo que fue pertinente la realización de un experimento, que permitió determinar la mejor temperatura del tostado, en función de la humedad de los lotes de café que proporcionó la organización, logrando finalmente calificarlos según los criterios establecidos por la norma SCA (2013).

Diseño de la Investigación.

Según Hurtado (2012), el presente estudio se adaptó, por su contexto y principio, en un diseño de fuente mixta. Por esta razón, fue requerido una serie de recursos documentales proporcionados por la organización y de laboratorio; que provinieron de la experimentación, donde la información fue recopilada en un ambiente acondicionado para el proceso en estudio. En cuanto a la perspectiva temporal que se planteó, la investigación se clasificó en un diseño contemporáneo, dado que el propósito fue obtener información del tostado que se realizaba; posteriormente, fue necesario efectuar el evaluó de las nuevas condiciones de este para el café, ejecutándose un diseño experimental; en donde las investigadoras modificaron de manera intencional y planificada las temperaturas iniciales de la tostadora, sobre los microlotes, los cuales poseían características de humedad diferentes, siendo provenientes del beneficio “*honey rojo*”. Se previno la realización de un control estricto de las variables extrañas, para descartar que los efectos que pudieron generarse en los granos obtenidos, fueran originados por otros factores distintos a las variables en estudio.

Unidad de Análisis, Población y Muestra.

La unidad de análisis fue el proceso de tostado, categorizado en los estados del fruto durante el ciclo. La población de estudio, estuvo definida por los granos de café provenientes de Tovar, estado Mérida, secados, almacenados y seleccionados por Café Trinidad C.A, quienes cosecharon y despulparon los frutos de la planta, para someterlos al beneficio “*honey rojo*”; actividad que tuvo una duración de cuatro meses aproximadamente. Es importante señalar que la materia prima para el estudio fue proporcionada en pergamino. El tamaño del lote y el número de sacos muestreados estuvo conformado por tres microlotes; cada uno representó un contenido de

humedad diferente: 10%, 11% y 12%. Cada uno contenía una masa promedio de 32 a 35 kg, la cual fue medida con exactitud al momento que se iniciaron los respectivos análisis.

En primera instancia se calculó el rendimiento, por lo cual se procedió a tomar tres muestras de 400 g por cada saco de café pergamino antes de enviarse al trillado, una vez culminado éste se devolvió al microlote; se presumió que las muestras fueron tomadas como lo estipula la norma FNC (2005), ya que esta especifica las condiciones generales relacionadas con el muestreo para la determinación de la calidad en los granos de café verde. Cabe destacar, que las investigadoras no participaron en el proceso completo, solamente trillaron las muestras antes indicadas.

De la trilla, se obtuvieron tres sacos de aproximadamente 28 kg; a cada uno de ellos, se les extrajo una muestra por triplicado, de manera aleatoria simple, de 350 g, según lo estipulado por la norma SCA (2013), para hacer la verificación física de los granos en verde. Todo lo anterior, fue arreglado en 27 codificaciones de 100 g, asociadas con la humedad (10%, 11% y 12%), con cada temperatura indicada por la organización para la máquina (140 °C, 160 °C y 180 °C), considerando tres repeticiones. Estas mismas muestras se utilizaron, para realizar las mediciones involucradas en el experimento. Finalizado el tueste; se colocó una muestra de 100 g en un recipiente limpio y de color azul intenso, para realizar las respectivas pruebas.

En cada uno de los arreglos antes descritos, se midió una masa de 75 g de café tostado proveniente del experimento, los cuales fueron fraccionados en cinco (05) tazas de 15 g cada una; que se constituyeron como las muestras del análisis sensorial, las cuales fueron desarrolladas por el *Q Grader Arabica*. Con ello, se compararon las infusiones de café frente a sus características organolépticas, determinando el mejor resultado de tueste, de acuerdo con la humedad y la temperatura.

Fases metodológicas.

El desarrollo de esta investigación ameritó que se realizase una serie sucesiva de actividades que permitieron dar respuestas a la problemática planteada; para lograr alcanzar esta meta fue necesario entender de forma clara cada objetivo fijado; para ello, se describió cada fase

perteneciente al estudio con la finalidad de ser visualizado de forma clara las acciones a desempeñar por las investigadoras.

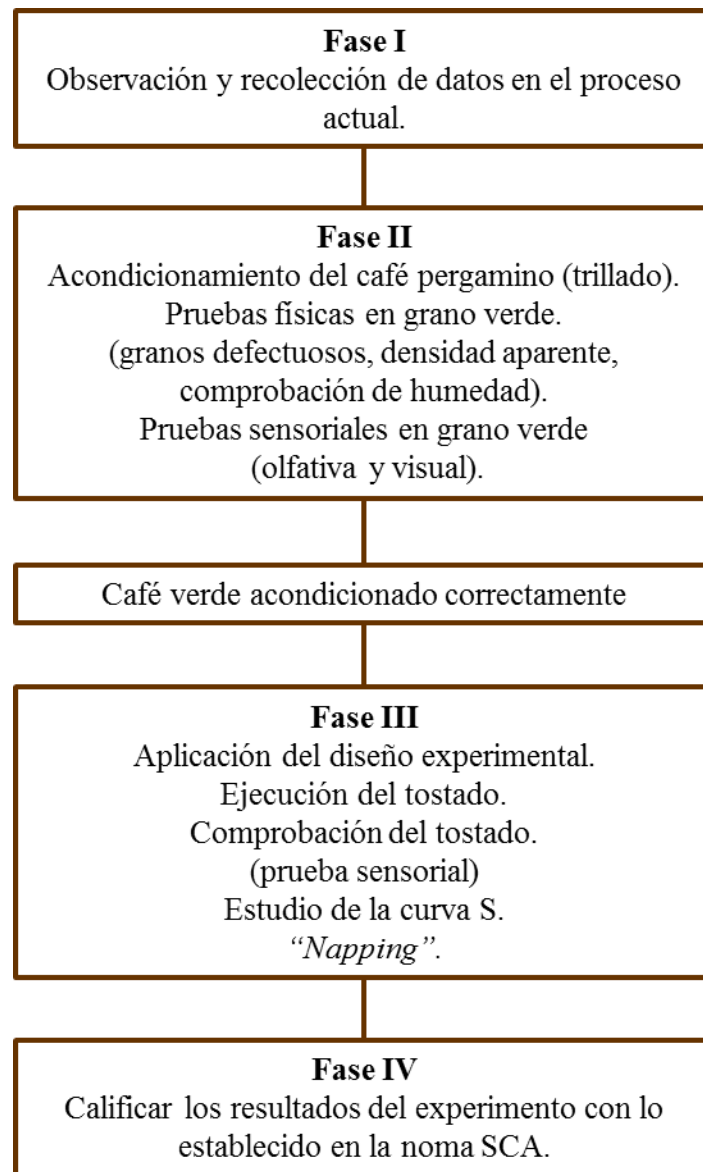


Figura 8. Esquema explicativo para el cumplimiento de las fases metodológicas.

Fase I. Reconocer el proceso actual del tostado de los granos de café obtenidos mediante el beneficio “honey rojo” en Café Trinidad C.A.

En esta fase se hizo una revisión detallada del origen y características del café, cultivado en la finca, reconociendo el área de producción, la variedad botánica y las condiciones microclimáticas del lugar. Para ello, se realizó un flujograma de los procesos para el tostado del café, derivados de una visita a la empresa Café Trinidad C.A., procediendo a efectuar el reconocimiento, mediante la observación directa, de las operaciones involucradas en la cadena de producción de café, haciéndose especial hincapié en el tostado, sus variables cualitativas y cuantitativas, la frecuencia con que se realizaron las respectivas mediciones y la importancia del cumplimiento de los límites de especificación establecidos por la norma SCA (2013). Esto, permitió estructurar un diagrama de Causa-Efecto, en el que se plasmó de forma sintetizada los elementos que interactuaron en el desarrollo del producto y sus respectivas consecuencias; de esta manera se precisó el método de tostado que actualmente la organización aplica.

Se hizo la descripción de las características físicas en grano verde, por medio de una prueba olfativa y visual, que se detallará en la fase siguiente. También, se visualizó el funcionamiento del equipo; el control que se le suministró a la temperatura inicial de la máquina, primera crepitación, duración del ciclo de tostado y los posibles signos al no tomar atención sobre dichas variables, haciendo registros computarizados y presentando los resultados obtenidos a través de una curva S. Una vez efectuado el tueste, se ejecutó el análisis sensorial del producto obtenido, por el *Q Grader Arabica*.

Fase II. Examinar la calidad física de los granos de café verde provenientes del beneficio “honey rojo”, mediante la norma de la SCA.

El café en pergamino se acondicionó como materia prima para el trillado, para así obtener el grano verde. Cabe señalar que las investigadoras no participaron en este proceso. No obstante, si determinaron el rendimiento del trillado; y así identificaron el porcentaje de merma, tal y como lo establece la norma respectiva. Para ello, se extrajo una muestra del saco, como se explicó con anterioridad, y se homogenizó hasta obtener 400 g de café en pergamino (FNC, 2005), luego se realizó el trillado y se midió la masa de café verde (g) derivado del procedimiento. Los datos anteriores, permitieron calcular el factor de rendimiento (%), usando la Ecuación 1. Todo lo

anterior se hizo por triplicado, se calculó la esperanza y desviación estándar, y los resultados fueron presentados en un gráfico de barras.

$$\text{Rendimiento (\%)} = \frac{\text{masa del cafe verde obtenido (g)}}{\text{masa de la muestra en pergamino (g)}} * 100 \quad (\text{Ecuación 1}).$$

Posteriormente, se realizó la prueba física de los granos verdes proporcionados por la organización, donde se examinaron y clasificaron según sus defectos como lo indica la Tabla 1. Para ello, se depositaron las muestras, en un recipiente limpio color azul intenso y se aplicó un primer ensayo sensorial. Se hizo la prueba olfativa, de acuerdo con la impresión sensorial de los granos en la nariz, por lo que el recipiente con la muestra, se llevó tan cerca como fue posible, y se aspiraron agudamente para obtener los resultados del olor definidos como: positivo (fresco, fragante y con notas propias del origen) y negativo (olor que provino de mal almacenamiento, defectos de proceso o contaminaciones, a mohos o madera en descomposición) (SCA, 2013). Luego, se efectuó el examen visual para determinar el color exigido por la norma SCA (2013), por lo cual la muestra fue observada con luz natural, y se pudo definir ocho posibles atributos: azul-verde, azulado-verde, verde, verdoso, verde-amarillento, amarillo pálido, amarillento y café. Una vez desarrollados estos ensayos, se examinó una muestra de 350 g en grano verde; en donde se procedió a observar, identificar y contar el número de defectuosos.

Tabla 1. Clasificación por número de defectos y su relación con las categorías de calidad.

Clase	Numero de defectos	Categoría de calidad
1	0 – 5	Especial
2	6 – 8	Premium
3	9 – 23	Intercambio
4	24 – 86	Debajo de estándar
5	más de 86	Fuera de grado

Fuente: Norma SCA (2013).

Subsiguientemente, se determinó la densidad aparente, la cual fue definida como la relación (cociente) de la masa (g) por unidad de volumen (cm³), ocupado por un material sólido (IICA, 2010). Finalmente, se comprobó el contenido de humedad (%), de los microlotes, por medio de un medidor de humedad, marca AGRETO GFM®. Todo grano verde que no cumplió

con las características y criterios específicos establecidos por la norma SCA (2013), fueron descartados inmediatamente para efectos de la investigación, evitando de esta forma variabilidades generadas por desviaciones fuera de los límites establecidos para un producto de especialidad. Las actividades anteriormente relatadas, sirvieron para llevar a cabo los experimentos de tostado que realizaron las investigadoras. Por último, es importante indicar que todos los ensayos previamente descritos, se llevaron a cabo por triplicado.

Fase III: Verificar las características sensoriales del café, derivado del beneficiado “honey rojo” y resultantes del proceso de tostado, de acuerdo con lo establecido en las normas SCA.

Antes de efectuar el proceso de tostado, se requirió garantizar las condiciones del café en grano verde. De aquí, la importancia de mantener las muestras empacadas en contenedores herméticamente sellados.

Se efectuó un diseño experimental de bloques con dos factores fijos, debido a que se estudiaron los efectos de las temperatura de tostado en los diferentes sacos con diferentes humedades, de esa manera se buscó disminuir el error experimental, en otras palabras; se minimizó la variabilidad producida por las muestras de café en grano verde dentro de cada ensayo, durante el proceso. Dicha experimentación, requirió para cada uno de los arreglos, muestras de aproximadamente 100 g, seguidamente fueron procesadas en una máquina tostadora de laboratorio tipo cilindro a gas. Cabe mencionar, que los experimentos se efectuaron el mismo día y en el mismo lugar para que las condiciones ambientales, como humedad relativa y temperatura, tendieran a ser lo más homogéneas posible.

Ahora bien, se analizaron como factores el porcentaje de humedad de café en grano verde para los niveles de 10 %, 11 % y 12 % respectivamente considerándolos como bloques, mientras que la temperatura inicial de la máquina se estableció por criterio de la organización en 140 °C, 160°C y 180°C, y representaron los tratamientos; se hicieron tres repeticiones para cada una de estas, con el fin de conocer si presentaban diferencias estadísticas significativas. Hecho el análisis de la varianza, se procedió a realizar la comparación múltiple de Duncan, por permitir comparar las medias de los niveles de un factor, esto debido a que no trabaja con umbrales de

comparación fijos, ya que este será dictado por el número de medias implicadas, permitiendo trabajar con un nivel de significancia pequeño y así conocer las diferencias cuando las medias poseen similitudes entre ellas; los resultados fueron representados por medio de un gráfico de caja

El experimento inició con la medición de la temperatura inicial del equipo, se cargó la tostadora, se inició el proceso de tostado, luego se registró el punto más bajo de temperatura (°C); luego se anotó el tiempo (segundos) y la temperatura (°C) en la que ocurrió la primera crepitación³, durante el ciclo de tostado. Seguido se cuantificó el tiempo final (minutos), y se verificó la pérdida de masa (merma), mediante la Ecuación 2.

$$\text{Merma (\%)} = \frac{M_1 - M_2}{M_2} * 100 \quad (\text{Ecuación 2}).$$

Dónde:

M₁: Masa de grano verde y M₂: Masa de grano tostado.

Durante el proceso de tostado, se anotaron a detalle una serie de datos, en una hoja de cálculo para su posterior ubicación en una curva S, esta muestra el perfil de tostado, ya sea manualmente por medio de un formato de gráfico establecido por la norma SCA (2013), o con programas de registro de datos como Artisan®, disponible en la organización. De este modo, se ubicó en el eje de las ordenadas la temperatura (°C) y en el eje de las abscisas el tiempo (minutos). Los puntos registrados en la organización fueron los correspondientes a las fases de secado, caramelización, transmisión térmica, desarrollo del grano y el tiempo de enfriamiento (Figura 9).

³ La crepitación hace referencia a la evaporación del agua libre y liberación de CO₂ contenidos en el grano, y que hace un sonido característico de “crack”.

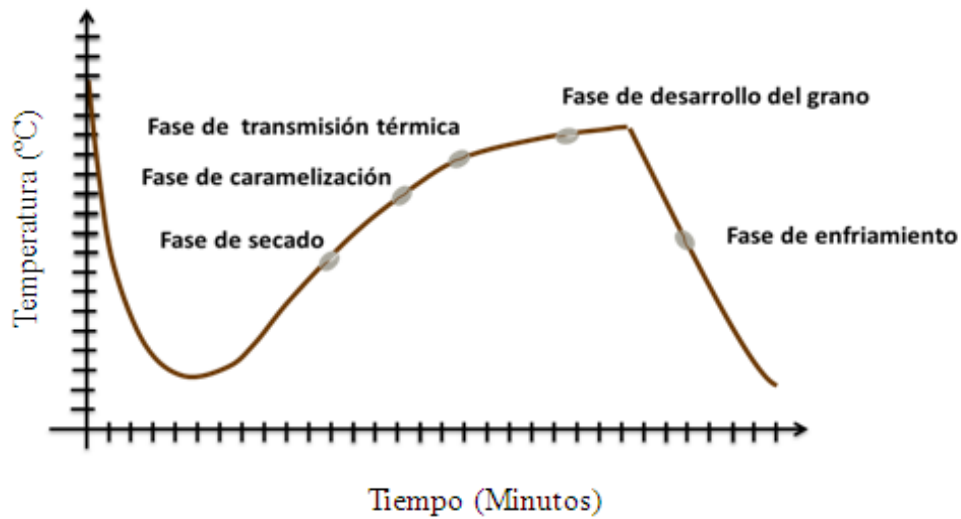


Figura 9. Puntos críticos de la curva S, registrados por la Organización Café Trinidad C. A.

Para fines de la investigación, se reportó la temperatura inicial de la máquina, tiempo y temperatura en el punto de secado, tiempo y temperatura de la primera crepitación (primer crack, o transmisión térmica), tiempo y temperatura del tostado final y el tiempo de desarrollo (%). Con los datos anteriores, se procedió a construir la referencia del perfil de tostado, haciendo un monitoreo en tiempo real del comportamiento de la curva durante su ciclo, el cual suministró a la organización las desviaciones existentes durante la fabricación, con respecto al ideal establecido por la norma SCA (2013). Entre las mediciones tomadas en cuenta se tienen: caída de la temperatura (tiempo y temperatura), que denota un punto crítico en la curva, primera crepitación (tiempo y temperatura), el desarrollo del producto, el calor final y la temperatura final. Durante el tueste, fueron extraídas muestras del tambor, por medio de una cuchara cala café⁴, minuto a minuto, y se realizó una prueba visual, para determinar la coloración en los diferentes estados del grano y una prueba olfativa, tal y como se describió con anterioridad.

Finalizado el proceso de tostado, fue necesario garantizar las características del grano obtenido que están relacionadas con la calidad en el análisis sensorial. Para ello, se colocó la muestra de 100 g en un recipiente limpio, y de color azul intenso, para evaluar la coloración

⁴ Instrumento para extraer muestras del tambor durante el tostado.

final, cuyos resultados se compararon con tres atributos asociados con el sistema de puntos para clasificar el grado de color básico: claro (1), medio (2) y oscuro (3), y su nombre equivalente, de diferentes tipos de tostado (Escala Agtron): claro (95 a 75), medio (65 a 55), oscuro (45 a 25) (Tabla 2); apariencia del tueste, en donde se evaluó a simple vista la uniformidad del color (en uniforme, disparejo, muy disparejo, corrugado y liso), la presencia de granos "quaker" (presente o ausente) y finalmente la textura, donde se evaluaron tres atributos, irregular (heterogénea), regular (homogénea) y aceitosa; las comparaciones anteriores se realizaron de acuerdo con lo establecido por la norma SCA (2013). Seguidamente, se retiraron aquellos que poseían alguna de las características no deseadas (defectos), para garantizar los resultados de las pruebas subsiguientes.

Con el fin de verificar el proceso de tostado, las muestras provenientes del procedimiento de este, se sometieron a un análisis sensorial en dos grupos: el primero conformado por un solo individuo entrenado categorizado como *Q Grader Arabica* y el segundo conformado por diez panelistas, clasificados como consumidores no entrenados, con un total de once panelistas. Para el primero, se ejecutó el método de la cata basado en la norma SCA (2013), con el fin de buscar los siguientes 11 atributos importantes del sabor del café: fragancia, aroma, sabor, sabor residual, acidez, cuerpo, balance, uniformidad, taza limpia, dulzura y defecto, evaluados con los siguientes puntajes: 6 (bueno), 7 (muy bueno) 8 (excelente) y 9 (excepcional), donde la sumatoria de estos establecen la nota global, en base a 100 puntos.

Tabla 2. Nivel de tostado según el estilo.

Nombre	Descripción	Número "Agtron"
Exceso de tostado	Extremadamente oscuro	Bajo 18.0
"Acadian"	Demasiado oscuro	18.0 - 23.0
"Italian"	Muy oscuro	23.1 - 28.0
"French"	Obscuro	28.1 - 33.0
"Vienna"	Obscuro-medio	33.1 - 38.0
"Full City"	Medio-oscuro	38.1 - 43.0
"City"	Medio	43.1 - 48.0
"American"	Medio-ligero	48.1 - 53.0
"Cinnamon"	Ligero-medio	53.1 - 58.0
"Scandinavian"	Ligero	58.1 - 63.0

<i>“Finnish”</i>	Muy ligero	63.1 - 68.0
<i>“Arabic” (“Straw”)</i>	Demasiado ligero	68.1 - 73.0
<i>“Underdeveloped”</i>	Extremadamente ligero	Sobre 73.0

Fuente: Norma SCA (2013).

Para la preparación de la cata, las muestras se molieron 15 minutos antes de preparar la infusión con agua. Si no fue posible realizar tal procedimiento, las muestras se cubrieron, y se hizo la infusión máximo 30 minutos después de haberlas molido. Para moler, se midió la masa de los granos, de acuerdo a la cantidad requerida por cada taza, procurando obtener una granulometría más gruesa que las utilizadas normalmente, para filtros de café de papel de la infusión por goteo, y garantizando la homogeneidad de las partículas; una vez procesada la muestra, se transfirió el café molido a la taza y se tapó con papel. La infusión, se preparó agregando 250 mL de agua previamente calentada a 92 °C, y se vertió directamente sobre el café molido, dejándose en reposo unos 5 minutos para su posterior evaluación.

El proceso de evaluación, inició puntuando la fragancia seca de las muestras, levantando la tapa y oliendo los granos molidos; una vez culminado este análisis se preparó la infusión, donde se pudo percibir el aroma, revolviendo la solución tres veces, y se olió suavemente. A los 8 o 10 minutos de haber preparado la muestra (70 °C), se aspiró por la boca, tratando de cubrir tanta área cómo fue posible, especialmente la lengua y el paladar superior, para medir el sabor y sabor residual. La acidez, cuerpo y balance, se midió cuando la infusión alcanzó unos 60 °C. Cuando la infusión se acercó a temperatura ambiente (37° C), se evaluaron la taza limpia, uniformidad y dulzura. Por último, se puntuaron los defectos, como los sabores negativos o pobres que restan mérito a la calidad del café. Los datos obtenidos con anterioridad, se registraron en una hoja de cálculo, donde se realizó su respectivo gráfico radial.

En cuanto a las pruebas sensoriales por parte del segundo grupo, se estableció la técnica *“Napping”*, con el objetivo de observar los gustos y preferencias de los consumidores frente a esta bebida y así evaluar la infusión en una manteleta auxiliándose en un análisis por correspondencia, tal y como lo describe en detalle Barahona-Torres (2016). De esta forma, se requirieron unos 15 g de café previamente molido para dos tazas, las cuales se estudiaron por

medio de una comparación por pares. Luego, cada individuo hizo una manteleta, obteniéndose diez.

Cada una de ellas consistió en señalar todas aquellas diferencias y similitudes percibidas por los consumidores no entrenados. Cabe señalar, que las muestras obtenidas en los experimentos efectuados para la investigación correspondieron a un número de coordenadas (x, y) que trazaron los participantes en las esquinas de una hoja tamaño carta, con la finalidad; de establecer los descriptores más influyentes percibidos en la infusión. Una ventaja importante del “*Napping*”, con respecto a otras metodologías de evaluación sensorial, es la incorporación al análisis de variables tipo texto. Esto evita que los panelistas se limiten al rigor de las escalas hedónicas antes descritas, permitiéndoles expresar sus gustos y preferencias de forma libre (Barahona-Torres, 2016). Con los datos de la prueba anterior, se desarrolló una nube de palabras con los descriptores de mayor frecuencia (%), y los resultados fueron registrados en una base de datos, para sus análisis mediante el uso de herramientas computacionales.

Fase IV: Calificar los perfiles de tostado en los granos de café con beneficio “*honey rojo*” de la empresa Café Trinidad C.A.

Una vez que se culminaron todas las pruebas estipuladas en las fases anteriores, se realizaron una serie de comparaciones entre el proceso de tostado que actualmente la empresa aplica con los experimentos efectuados por parte de las investigadoras. Donde se recolectaron los datos sensoriales de las evaluaciones comprendidas para las muestras; con la finalidad de analizarlos, formalizando las respectivas comparaciones y posteriormente cuantificando el grado de aceptación.

Con ello, se reconocieron e identificaron los parámetros y las posibles variables más influyentes durante el desarrollo del grano, además de que se le aportó a la organización, los datos que proporcionan un proceso de tostado basado en los respectivos exámenes y verificaciones; los cuales reflejaron la receta, los ajustes gráficos de tiempo y temperatura, así como otras informaciones que consintieron en el asentamiento de los resultados finales necesarios en la investigación. De las comparaciones anteriores, se realizaron las calificaciones establecidas por la norma SCA (2013), y se obtuvieron las diferencias en cuanto a la calidad de

la infusión según la calificación, la cual determinó si el producto se encontraba bajo los estándares de calidad requeridos por el modelo SCA (2013) (Tabla 3).

Tabla 3. Clasificación del Grado de Calidad SCA.

Puntuación total	Descripción del grado de calidad	Clasificación del grado de calidad
95 – 100	Ejemplar o único	Especialidad Súper Premium
90 – 94	Extraordinario	Especialidad Premium
84 – 89	Excelente	Especialidad
79 – 83	Muy bueno	Premium
74 – 78	Bueno	Calidad Usual Buena
69 – 73	Pasable	Calidad Media
60 – 68	-	Grado de Mercado
50 – 60	-	Comercial
40 – 50	-	Debajo de Grado
< 40	-	Fuera de Grado

Fuente: Norma SCA (2013).

CAPÍTULO IV

PRESENTACIÓN E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

En el presente Capítulo, es donde se logró visualizar mediante las tareas llevadas a cabo y sus diferentes resultados, la identificación, descripción y análisis de los parámetros y elementos relacionados con los fines del estudio. Esto permitió a las investigadoras poder efectuar los análisis estadísticos pertinentes, para aportar información relevante a la organización, la cual les será útil al momento de tomar decisiones, facilitándole soluciones idóneas a la problemática planteada, en el proceso de tostado efectuado a los granos de café de variedad Catuai, provenientes del beneficio “*honey rojo*”, por el Departamento de Operaciones, de la empresa Café Trinidad C.A.

Fase I. Reconocer el proceso actual del tostado de los granos de café obtenidos mediante el beneficio “*honey rojo*” en Café Trinidad C.A.

El estudio tuvo lugar en el occidente de Venezuela, específicamente al oeste del estado Mérida, en Tovar, municipio Tovar. Dicha región reviste de gran importancia para el desarrollo agro-turístico del estado, gracias a su extensa geografía, de hermosas montañas y abundante color verde. El relieve de la zona presenta valles con altitud máxima 3100 m s.n.m., temperatura media de 22 ± 10 °C. Dadas las bondades del lugar, existen diversas unidades de producción agrícola; una de ellas es la empresa Café Trinidad C.A., la cual posee una plantación de café solo de variedad Catuai, donde se procesa la drupa de forma semi-artesanal.

La identificación del proceso, fue efectuada por medio de la observación directa, a lo largo de todo el circuito de producción, con la intención de reconocer la mano de obra, además de los procesos involucrados, períodos de trabajo, materia prima y las medidas de control implantadas para cumplir con la manufactura del producto final. Para ello, se registraron cada uno de los elementos antes mencionados con el objetivo de documentar las tareas efectuadas por el Departamento de Operaciones de la organización, así como las actividades que influyen de forma directa con el proceso de tostado de café obtenido mediante el beneficio “*honey rojo*”.

Este proceso contempla diferentes etapas que influyen de forma directa y significativa sobre la calidad del producto terminado, cabe destacar que la visualización efectuada fue desde almacenamiento (pergamino), hasta el proceso de evaluación sensorial (infusión); sin embargo, la organización suministro información necesaria para tener una idea de los pasos previos ejecutados. Para ello, se elaboró en primera instancia un flujograma del proceso (Figura 10), con la finalidad de obtener una representación preliminar, y así facilitar la aplicación de los métodos siguientes que fueron necesarios para la descripción de las actividades en la organización.

Cosecha: Recolecta de frutos en campo.

Esta actividad está comprendida desde marzo a junio de cada año, siendo el intervalo que marca el inicio y fin de la jornada de recolección, esto es llevado a cabo a diario por ocho (8) jornaleros (recolectores de la zona), comenzando a tempranas horas de la mañana, a los que se les asignaron surcos, ya previamente sectorizados por el personal de la organización. Una vez ya identificada el área de trabajo se le hace entrega de cestos o recipientes plásticos, los cuales van sujetos a la cintura y poseen una capacidad de 7 kg, marcando el principio del proceso de

selección y clasificación, de este modo se espera extraer la mayor cantidad de los frutos maduros amarillo, efectuándose de forma manual, evitando que los frutos caigan al suelo para evitar contaminaciones con materias extrañas. Una vez alcanzada la capacidad del cesto, su contenido es depositado en sacos hasta alcanzar los 60 kg por cada uno, dando un total de ocho (8) sacos, los cuales sumados arrojan la cantidad de 480 kg. Al completar esta tare, los sacos son transportados al centro de acopio, donde se les mide la masa y de acuerdo con este valor se calcula el estipendio que se ha de cancelar a cada uno de los jornaleros (Figura 11).

Boyado: Fase inicial del beneficio.

Al obtener la materia prima, se procede a efectuar la prueba de selección, por medio de una inspección visual del producto, con el fin de conocer la calidad y cantidad del fruto, para así asegurar que el contenido del corte fue debidamente seleccionado según las condiciones establecidas por la organización, donde de forma manual son separados aquellos elementos no deseados, como lo son los frutos insuficientemente maduros, demasiado maduros y materias extrañas.

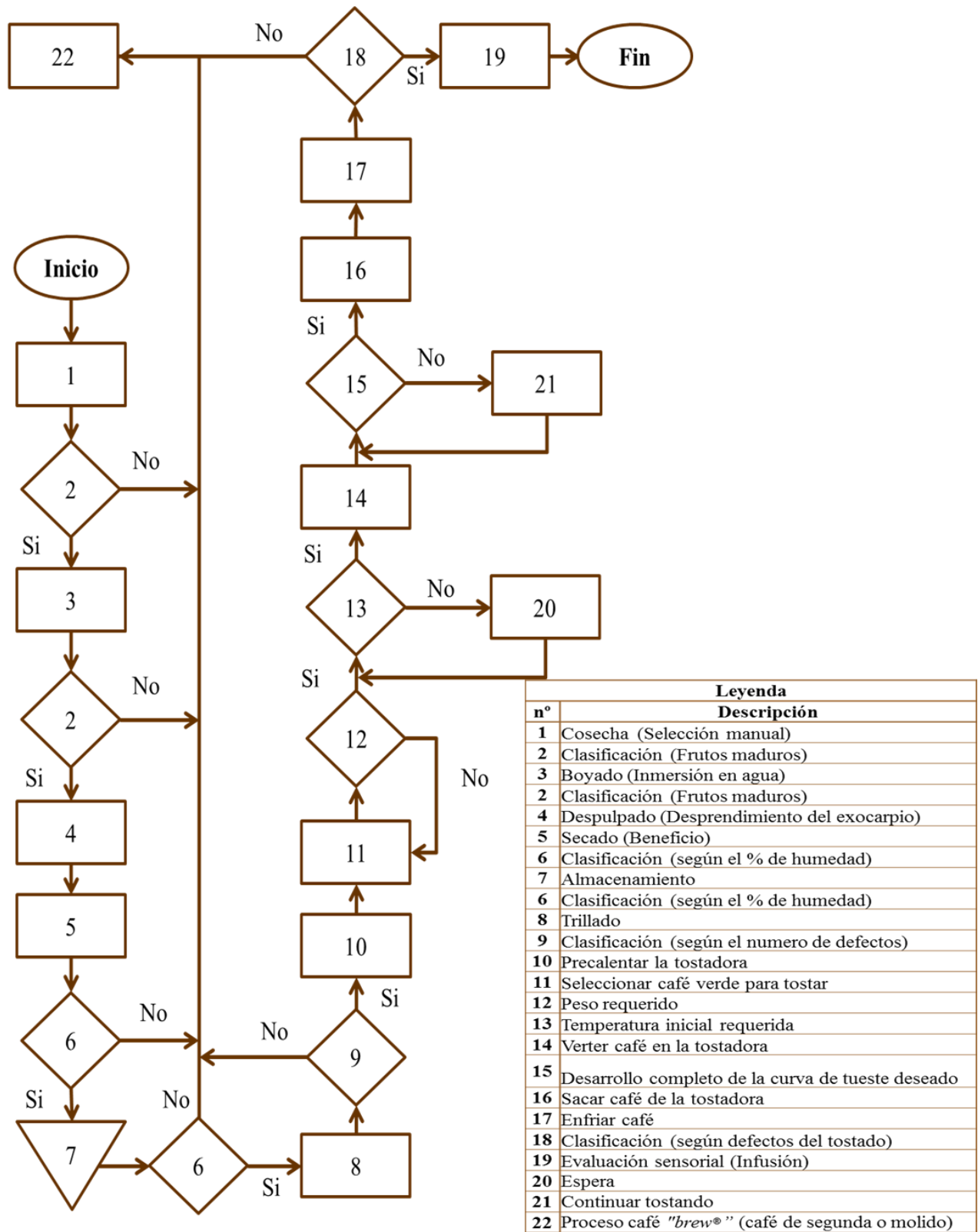


Figura 10. Flujograma del proceso productivo del café con beneficio "honey rojo".



Figura 11. Procedimiento de colecta de frutos en campo. Llegada del personal a la planta(a), detalle de frutos maduros y verdes (b) y recolecta manual de frutos (c).

Posteriormente, se realiza el proceso de boyado, donde estos son llevados a contenedores con agua, en los cuales se vierten los frutos colectados, con la finalidad de extraer todos aquellos componentes que no cumplen con los requerimientos y no pudieron ser extraídos en la inspección previa, considerándose que las drupas que floten son las de poco masa, frutos secos, sobre-maduros e inmaduros; proceso que tiene una duración de aproximadamente 20 minutos y es repetido tres (3) veces por cada microlote. Si los frutos del cafeto cumplen con las especificaciones se procesan para el beneficio “honey rojo”, de lo contrario se destinan a la producción de café para molerse o café de segunda (Figura 12).



Figura 9. Procesamiento inicial del Beneficio: Verificación de los frutos recolectados por color (a), frutos de café clasificados por corte (b).

Despulpado

Ya seleccionada e inspeccionada la materia prima, esta es trasladada al área de despulpado, lugar que cuenta con una máquina despuladora de cilindro, encargada de remover la cascara de la drupa; siendo ésta utilizada para productos de infusiones de su nueva línea y abono para las plantas; una vez concluido dicho proceso, el producto pasa al área de secado (Figura 13).



Figura 10. Etapas del proceso de despulpado. Carga de la tolva de la máquina (a), detalles del proceso (b), ejecución del proceso por los operarios (c) y fruto listos para el secado (d).

Secado

Este, se efectúa desde el mismo día de la recolección para evitar cualquier tipo de contaminación y/o fermentación. El personal procede a secar los granos, colocándolos en camas africanas para disminuir la humedad y obtener el mucílago seco, hasta llegar a la capa de pergamino característica del beneficio “*honey rojo*”, aprovechando la energía solar, proceso que se realiza al aire libre. En estas actividades participan aproximadamente 4 personas encargadas de mover las drupas, tres veces al día y realizar las respectivas mediciones, para conocer el porcentaje de humedad, usando un equipo previamente calibrado con café en pergamino de la recolección anterior, para así obtener un secado uniforme. En esta etapa la organización se rige bajo la norma internacional de la SCA, 2013, siendo la que indica cual serían los porcentajes de humedad a manejar según las condiciones del corte. El secado, dura dos semanas aproximadamente para el beneficio “*honey rojo*” (Figura 14).



Figura 11. Proceso de secado del café para beneficio *honey* rojo. Distribución de la materia prima en las camas africanas (a), equipo medidor de humedad (b) y remoción de la masa de café (c).

Almacenamiento

Culminado la etapa de secado, se corrobora que tal proceso fue efectuado de forma correcta, verificando nuevamente el porcentaje de humedad y partiendo el grano de forma perpendicular o cruzada con un ligero golpe de martillo; evaluación que considera que si se genera fácilmente el desprendimiento entre las mitades del grano que recubre el pergamino, este fue secado correctamente. Partiendo entonces a envasarse el corte en bolsas GRAINPRO™®, para posteriormente empacarlos en sacos de polipropileno con aproximadamente 13 kg de café pergamino.

Finalmente, estos serán almacenados por un período de tres a cuatro meses aproximadamente, sobre paletas de madera, donde cada uno estará debidamente identificados con una etiqueta que posee la descripción del proceso, porcentaje de humedad, fechas de ingreso y posible salida de almacén, con el objetivo de que los intervalos de humedad estén comprendidos entre 10% y 13% según la norma ya mencionada. La determinación del contenido de humedad se lleva a cabo, extrayendo una muestra representativa de los sacos y por medio del equipo “*Coffee tester*” se corrobora el contenido de humedad (%), ejecutando este proceso tres veces al día por cada saco, si cumple con las especificaciones estos continúan en el almacén o por el contrario se procede a expandir nuevamente en las camas africanas.

Trillado

Al cumplirse el período de almacenamiento del corte, este es trillado con una máquina trilladora provista de un tambor giratorio con dientes para efectuar la separación del pergamino y obtener finalmente el café en grano verde (Figura 15), acá el personal se encarga de medir el porcentaje de merma por cada saco. Así mismo, se procede a efectuar las inspecciones de calidad en base a la norma SCA (2013); igualmente, se realiza la medición del contenido de humedad con el equipo “*Coffee tester*” y la evaluación de la coloración por medio de una inspección visual.



Figura 12. Máquina trilladora empleada en la organización Café Trinidad.

Ya obtenido el café en grano verde, se realiza la selección de granos defectuosos en todo el producto, para evitar cualquier tipo de defecto y/o materias extrañas en el microlote. Esta actividad, se realiza de forma manual, en una mesa de color oscuro y en unos recipientes azul (Figura 16), por cuatro trabajadores que duran de tres a cuatro días para procesar microlote de 28 kg de grano verde. Los granos que están libres de defectos continúan en la producción de beneficio “*honey rojo*”; por el contrario, los granos con defectos se destinan a la producción de café “*brew®*”.

Para la investigación, se procedió a efectuar una evaluación de la materia prima utilizada en su proceso de habitual, para ello se tomó una muestra de 350 g y se cuantificó el número de granos defectuosos, categorizándolos de acuerdo con lo indicado en la Tabla 1 del Capítulo III, logrando establecer las catalogaciones de olfato y color, así como comprobar el contenido de humedad, por medio del equipo correspondiente. Finalmente, se procedió a calcular la densidad,

valor que la empresa no calcula para su proceso, pero se midió a modo de registro para el estudio, documentando los resultados indicados en la (Tabla 4).



Figura 13. Granos derivados del proceso de trillado. Grano verde (a) y selección de granos defectuosos (b).

Tabla 4. Clasificación de café en grano verde en tres microlotes de 10%,11% y 12% de humedad.

Humedad (%)	Nº Granos defectuosos	Olfativo	Color	Humedad (%)	Masa (g)	Volumen (L)	Densidad (g/L)
10	1	Positivo	Verde	10,2	1523	1	758
11	1	Positivo	Verde	11,3	1618	1	853
12	1	Positivo	Verde	12,2	1600	1	835

Para las veces de la investigación se pidió a la organización de poder tomar todos los datos necesarios referentes a los microlotes, para ello en la Tabla 4 se mostraron todas las características referentes las muestras utilizadas, donde se corrobora los porcentajes de humedad y calculo la densidad de estas, con la finalidad de conocer los detalles del objeto en estudio.

Tostado

Dadas las condiciones antes descritas, se procede a efectuar el proceso de tostado, el cual es llevado a cabo directamente por el personal del Departamento de Operaciones, partiendo por medir la masa total del saco, que contiene los granos verdes, y posteriormente se selecciona una muestra aleatoria para cuantificar la humedad y densidad del café; para ello se mide la masa de café verde muestreada que entra en un recipiente de volumen conocido.

Determinado los factores necesarios para las veces de la observación, se colocó el material seleccionado en un contenedor de plástico con una capacidad aproximadamente de 4 kg y se realiza la descarga de tal contenido en la tolva, ubicada en la parte superior de la tostadora; cuya capacidad es de 10 kg y está constituida por un cilindro rotativo que rodea a la máquina con quemadores a gas directo, generando que el tambor permanezca en constante rotación; esta cuenta con un termómetro para el control de la temperatura del quemador y una válvula de control, que regula la inyección de gas.

El cilindro precalentado, con temperatura alrededor de 200 °C; la cual es registrada mediante un sensor termopar tipo k, que se encuentra colocado dentro de la cámara interna de la tostadora, con la idea de registrar las variaciones de la temperatura. Una vez ya preparado el equipo, se procede a esperar 15 minutos aproximadamente para dejar caer los granos de café verde retenidos en la tolva, tiempo que variará según el tipo de tostado a efectuar; ya introducida la masa en la máquina, comienza a girar el tambor constantemente y el material absorberá el calor de su entorno, ocurriendo de este modo el inicio de la transferencia de calor, evitando que estos toquen por períodos prologados la superficie caliente de la tostadora.

Una vez que la masa está totalmente dentro de la tostadora, la temperatura baja aproximadamente 50 °C. Posteriormente, esta va aumentando lentamente alrededor de 15 °C por minuto, momento en cual el personal analiza y regula la fuente de calor en función de las reacciones del grano. Al transcurrir unos tres minutos del inicio del proceso, el personal juzga los resultados por medio de una cuchara cala café y extrae una muestra que será analizada de forma visual y olfativa cada minuto que dure el ciclo, evaluando de este modo en detalle, el proceso de tostado.

Al momento de escuchar el sonido de la primera crepitación (mejor conocido como primer “*crack*”), el trabajador procede a apagar la máquina tostadora y deja tentativamente por un minuto los granos para su desarrollo; examinando a los treinta segundos los granos de café, si le parece correcto abre la puerta del tostador para que los granos fluyan hacia una bandeja de enfriamiento, la cual cuenta con unas paletas y un ventilador potente para enfriar los granos de

café tostados por un período de 5 minutos. Culminado esto, los granos son ubicados en unos recipientes de plástico, con capacidad máxima de 45 kg.

El tostado, se ejecuta únicamente los fines de semana de forma manual por parte de dos personas (tostador y ayudante), y dura aproximadamente 20 minutos por cada tanda de tostado, realizando de dos a tres ciclos de 4 kg por cada tanda, acción que se repite hasta procesar todo un microlote de unos 28 kg de café en grano verde y obtener 21 kg de café tostado, teniendo una duración estimada en 55 min por microlote; esto dependiendo de la temporada de cosecha y de la planificación de la producción, que la empresa tenga prevista para satisfacer las necesidades de sus clientes (Figura 17).



Figura 14. Proceso de tostado en la organización café Trinidad. Calador de muestra (a), análisis sensorial por parte del tostador (b) y diferentes grados de tostado (c).

Las investigadoras solicitaron las curvas “S” correspondientes al proceso de tostado, el cual fue efectuado de la forma ya descrita y bajo los estándares establecidos por la organización, en tres microlotes de 10 %, 11 % y 12 %; donde se pueden apreciar: tiempo inicial, es decir, la temperatura de la tolva al momento de introducir los granos; la fase de secado, que indica tiempo y temperatura, en donde el grano cambia de color y aumenta su volumen; primera crepitación, que señala a través de su tiempo y temperatura, la cocción del grano; igualmente el tostado final, que es el tiempo y temperatura que evidencian el desarrollo del grano; obteniendo finalmente el tiempo de desarrollo expresado en porcentaje (TD), factor que es establecido por el tostador, como indicador del desarrollo porcentual del grano, así como otros aspectos inmersos en el proceso (Figura 18), valores que se resumen en la Tabla 5.

Tabla 5. Descripción de los datos obtenido de las curvas “S” del proceso de tostado de beneficio “honey rojo” que actualmente aplica la organización Café Trinidad C. A.

Humedad	Fase de secado		1° crack		Tostado final		TD [%]	
	Temperatura inicial	Tiempo [min]	Temperatura [°C]	Tiempo [min]	Temperatura [°C]	Tiempo [min]		Temperatura [°C]
10%	130	09:00	193	12:00	221	13:23	220	10
11%	130	09:36	169	12:35	215	13:55	214	10
12%	130	09:00	159	15:00	215	16:59	214	12

Tanto de las Curvas “S”, como de la Tabla 5, se desprende que una vez ingresado los granos de café, se observa como la temperatura comienza a descender; esto sucede debido a que el grano de café verde comienza a adsorber la temperatura retenida en el cilindro de la maquina tostadora (fase endotérmica). Una vez alcanzando el punto de equilibrio entre la temperatura del grano y de la maquina, el cual ocurre entre los 40 segundos y 1 minuto aproximadamente; la curva comienza a ascender de forma progresiva aumentando la temperatura y el flujo del aire, esta fase se indica en la gráfica como “TP”.

En este sentido, minuto a minuto el grano va cambiando su coloración de un color verde inicial a un amarillo casi fluorescente, esta fase se le conoce como secado, el cual tanto el color como el aroma va cambiando debido a la perdida de agua producto de la evaporación; aumentando su volumen. En la gráfica se denota como “DE”, el cual refleja la temperatura y el tiempo que el grano efectuó su cambio de color y aroma. Cabe destacar, que estos datos acerca del comportamiento del grano, se logra a través de sensores los cuales se colocan en la maquina tostadora.

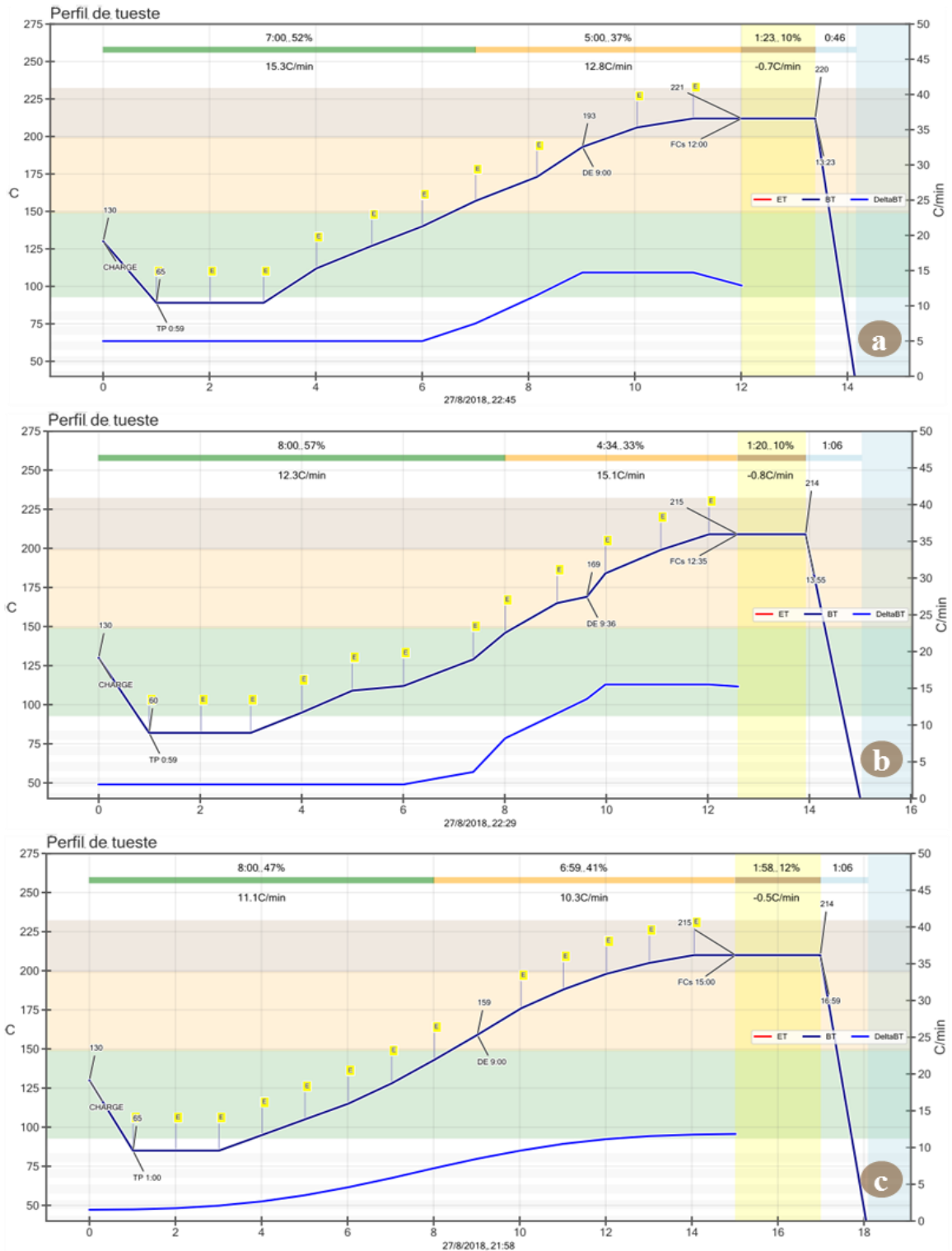


Figura 15. Curvas “S” o curva de tostado del proceso actual de la empresa para el beneficio “honey rojo”. humedad 10 % (a), humedad 11 % (b), humedad 12 % (c).

Por su parte, al efectuar el cambio de color ocurren dos reacciones conocidas como caramelización y glicación no enzimática de proteínas (o reacción de Millard). La primera corresponde al oscurecimiento resultante del calentamiento de los carbohidratos; generalmente los azúcares reductores y no reductores, así como también; debido a la ausencia de aminoácidos y proteínas contenidas en el grano de café. Mientras que la segunda, ocurre debido al oscurecimiento desencadenado por las altas temperaturas, esta reacción es la responsable de los compuestos de aroma y sabor. De esta forma, surge la primera crepitación, en esta aumenta la presión interna (fase exotérmica) y se obtiene dos fuentes de calor: interna y externa; en consecuencia de esto la temperatura del grano aumenta muy rápido y cambia a un color castaño; el cual se indica como “FCS”.

Etapas de Enfriamiento del Grano.

Al transcurrir un día, se efectuaron las inspecciones de calidad, con la finalidad de seleccionar y clasificar los granos de café tostado según sus defectos, con base en la norma SCA (2013); para ello, el personal coloca los granos de café en un recipiente color azul intenso (Figura 19), y proceden a realizar la inspección visual, para observar la coloración e identificar posibles defectos. Esta actividad se ejecuta de forma manual, cuya duración es de de 3 a 4 días para analizar 20 kg de café en grano tostado. Los granos libres de defectos, continúan al proceso de evaluación sensorial, mientras que los granos con defectos se destinan a la producción de “café *brew*®”.



Figura 16. Tasas para realización de inspección visual de granos tostados.

Evaluación Sensorial: Granos tostados

Para determinar la calidad del producto final, este se inspeccionó por medio de la evaluación sensorial, donde la organización se rige bajo los protocolos establecidos por la norma SCA (2013). Por lo cual, se tomó una muestra aleatoria del microlote anteriormente tostado, esta es molida, para percibir su fragancia y fue distribuido en cinco tazas con una muestra aproximadamente 8,25 g por cada 150 ml de agua, evaluando así la consistencia del producto y preparando la infusión. El agua, casi hirviendo es vaciada sobre el café molido colocado en cada taza, las partículas del café se elevan a la superficie formando una capa, el personal espera aproximadamente 5 minutos y rompe la capa con una cuchara con el fin de asegurar que todas las partículas queden en contacto con el agua y se buscan defectos, sabores agradables, intensidad mediante una escala de 10 puntos para decidir el nivel del café obtenido; notándolo por lo resultados. Cabe señalar, que a medida que la preparación se enfría, se continúa evaluando los atributos; así mismo, el personal entre degustaciones expele el café de su boca en un recipiente para mantener el paladar limpio (Gutiérrez y Barrera, 2015).

Para reconocer estos puntajes, las investigadoras registraron los valores por cada atributo considerado y construyeron gráficos radiales, para conocer de forma didáctica la calidad de cada corte; estos atributos son: fragancia, aroma, sabor, sabor residual, acidez, cuerpo, balance, uniformidad, taza limpia y dulzura. La puntuación se efectuó para cada microlote, dando como totales los siguientes puntos, humedad 10% = 81,25 puntos, humedad 11% = 82,00 puntos y humedad 12% = 88,50 puntos; los cuales entran en la categoría de café de especialidad, según lo establecido en la (SCA, 2013), observándose de forma detallada el comportamiento de cada una en la Figura 20.

De esta forma, se observa que los 11 atributos representados en los gráficos radiales (Figura 20), presentan magnitudes diferentes en las intensidades de cada uno de estos. No obstante, los atributos de uniformidad, taza limpia y dulzura, pudieran ser el potencial para las tres (3) humedades por presentar mayor intensidad. Por otro lado, se observa que el atributo de fragancia desprende una similitud de mayor magnitud para las tres humedades, mientras que el atributo de la acidez posee una mayor intensidad en las humedades de 10 % y 11 %. Cabe destacar, que la humedad de 12 % presenta una mayor magnitud en los 10 atributos a diferencia

de las demás; de esta forma se asigna por medio de la sumatoria de cada atributo un puntaje sensorial de 88,50. Mientras que la humedad de 11 % presenta un puntaje sensorial de 82,00; debido a que posee tres atributos (aroma, sabor y cuerpo) con intensidades bajas a diferencia de los demás y finalmente la humedad de 10 % representa el puntaje sensorial más bajo de 81,25 producto de cinco (05) atributos (aroma, sabor, sabor residual y cuerpo) ya que presentan una magnitud muy pequeña con respecto a los demás.

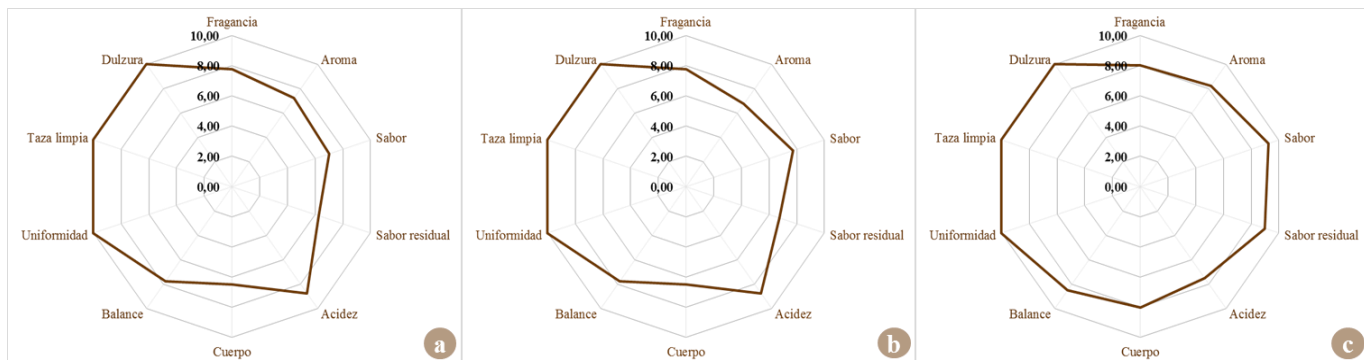


Figura 20. Gráficos radiales del proceso actual de la empresa para el beneficio “honey rojo”. Humedad 10 % (a), humedad 11 % (b) y humedad 12 % (c).

De acuerdo con las evaluaciones sensoriales realizadas a las muestras de 10 % y 11 % se puede observar claramente un realce en los atributos de acidez; por su parte en las muestras del 12% se evidencia un comportamiento más homogéneo, con altos atributos de dulzura, sin embargo no muestra exactamente aquellos atributos propios de este tipo de infusión.

Una vez finalizada la evaluación sensorial, el personal registró en una hoja de evaluación el puntaje asignado al microlote y los descriptores encontrados, luego son envasados en presentaciones de 500 g o 1000 g, los cuales están equipados con una válvula desgasificadora que permitirá que el dióxido de carbono sea expulsado del envase e impedirá al mismo tiempo la entrada de oxígeno, esto con el fin de conservar las propiedades de los granos de café tostados, obteniendo finalmente un producto listo para su despacho (Figura 21).

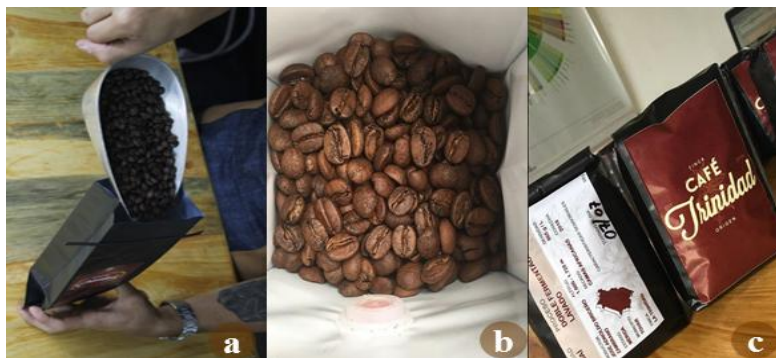


Figura 17. Envasado de producto terminado. Distribución por envase (a), vista superior del material envasado (b) y producto listo para la distribución (c).

En relación con el reconocimiento del entorno, se construyó un diagrama de Causa-Efecto, el cual se generó por medio de una tormenta de ideas, para ello fue necesario describir previamente todos aquellos elementos que se consideraron fortaleza y sus respectivas debilidades, así como la influencia que estos generaron en el proceso de tostado. Durante dicha actividad, se utilizó el método de identificación basado en el principio de las 5M (Materiales, Mano de obra, Medio ambiente, Métodos y Máquinas). En este sentido, la herramienta concierne al problema raíz del proceso de tostado, en donde se procedió a la identificación detallada de cada una de las causas que se describen a continuación (Figura 22).

Cada uno de los principios, fueron considerados según el nivel de importancia y el grado de influencia en el proceso de tostado, considerando en primer lugar el método empleado, aspecto que permitió identificar que poseen un adecuado manejo del proceso, pero la falta de indicadores y de registros históricos inciden de forma negativa. En segundo lugar, se contempló el medio ambiente, en donde se evidenció que el espacios y las condiciones estas dadas para el desarrollo de café de especialidad; sin embargo, la humedad es un factor que puede incidir de formar indebida sobre el tostado y hasta perjudicial de no implementar los controles idóneos para su regulación. Como tercer aspecto, se apreció la maquinaria como factor influyente, reflejando que a pesar de poseer una buena capacidad de tueste, ésta no funciona al máximo por la carencia de equipos de control, además del mantenimiento inadecuado de la tostadora. Por último, pero no menos importante se describen a la mano de obra y los materiales; donde en primera instancia se logró distinguir que la organización posee personal calificado, pero insuficiente, y el poco que tienen no le realizan inspecciones de trabajo de forma regular. Así mismo, se sabe que el cafetal,

posee característica varietal que lo hace resistente a la roya del cafeto y de aspecto uniforme, sin embargo dichas plantaciones son antiguas de una sola variedad botánica.

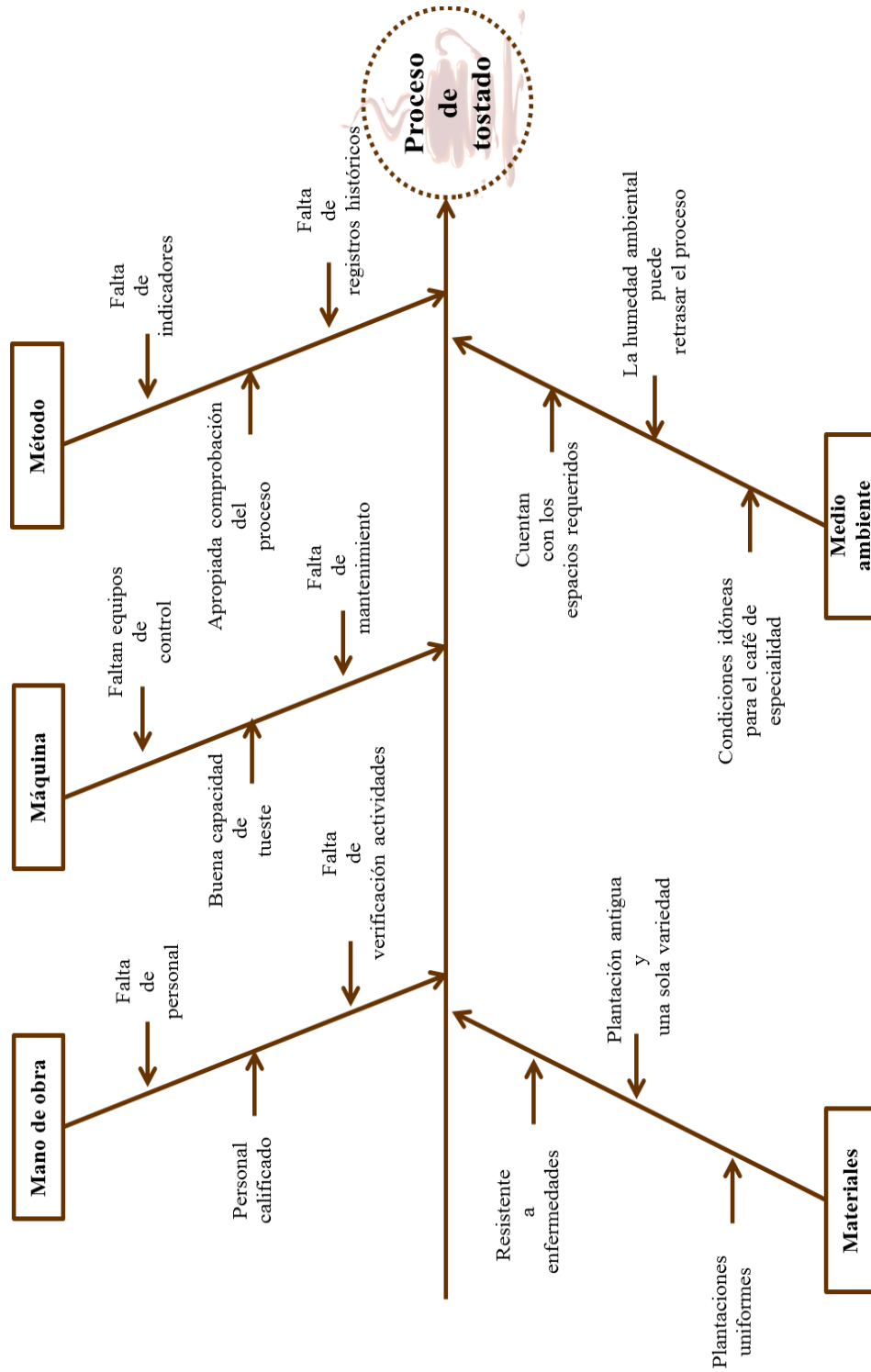


Figura 18. Diagrama de Causa – Efecto del proceso de tostado del café con beneficio “honey rojo”, en la organización Café Trinidad C.A.

Fase II. Examinar la calidad física de los granos de café verde provenientes del beneficio “honey rojo”, mediante la norma de la SCA.

Con el propósito de conocer el estado y la calidad de la materia prima proporcionada por la organización, se efectuó la evaluación correspondiente para corroborar que cada valor y material suministrado cumplía con los requerimientos idóneos para seguir a la próxima etapa de la fabricación. Donde en primera instancia, la organización otorgo tres microlotes, los cuales estaban constituido por una masa de 35 kg cada uno, con una humedad de 10%, 11% y 12%, siendo sometidos al proceso de secado la segunda semana de marzo y almacenados la primera semana de abril de 2018.

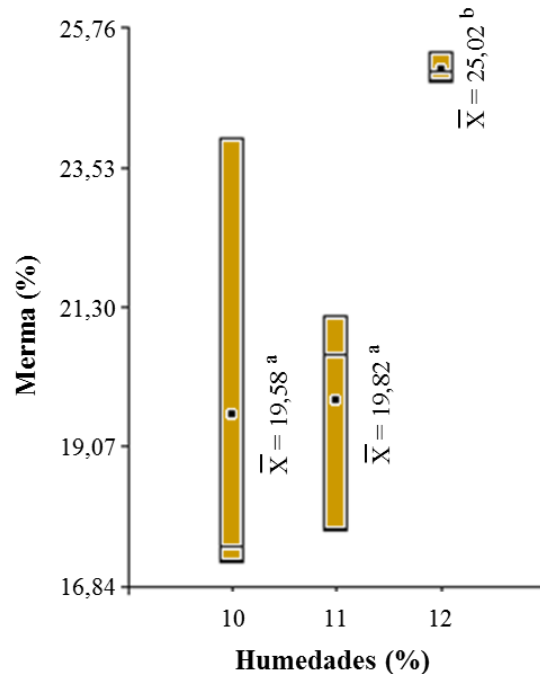
De acá, se extrajo una muestra por triplicado de 400 g de pergamino por cada corte, calculado en primera instancia el rendimiento (%), para identificar el microlotes que obtuviese mayor cantidad de grano verde idóneo. Posteriormente, de la misma muestra se procedió a medir la merma (%) en el proceso de trillado, obteniendo de este el grano verde, dando los resultados presentes en la (Tabla 6), estos fueron evaluados a través de un análisis de media de Duncan; (Lara, 2000; Díaz, 2009) (Figura 23).

De acuerdo con la aplicación de la prueba de medias de Duncan, se logró determinar que no existen diferencias estadísticamente significativa, al 95%, entre las humedades de 10% y 11% con unas medias de merma 19,58 % y 19,82 % respectivamente; sin embargo, para la humedad del 12% el comportamiento de la muestra refleja un mejor rendimiento, con una media de merma de 25,09 %. Una vez calculada la merma y culminado el proceso de trillado, se realizó el análisis de las características físicas del café en grano verde, arreglando cada muestra extraída de 350 g según la humedad y temperatura a la que se sometió durante el proceso de tostado, teniendo nueve (9) repeticiones por microlote, dando un total de veintisiete (27) muestras, inspeccionando por cada uno todo el contenido; es decir, todos los granos que conformaban un muestra, así se catalogaron según lo estipulado por la norma SCA.

Tabla 6. Datos compilados del análisis de merma de las muestras de café en pergamino proveniente del proceso beneficio “honey rojo” realizado por la empresa Café Trinidad C.A.

Humedad (%)	Temp (°C).	Masa		Merma (%)	Rendimiento (%)
		Inicial (g)	Final (g)		
10	140	400	331,00	17,25	82,75
	160	400	304,00	24,00	76,00
	180	400	330,00	17,50	82,50
11	140	400	317,80	20,55	79,45
	160	400	329,00	17,75	82,25
	180	400	315,40	21,15	78,85
12	140	400	298,60	25,35	74,65
	160	400	300,50	24,88	75,13
	180	400	299,80	25,05	74,95

Este procedimiento, consistió en expandir el contenido de cada muestra sobre una superficie lisa de color gris, observando grano por grano y separando aquellos que presentaron algún tipo de defecto, en conjunto se procedió a efectuar la inspección visual y olfativa para determinar el olor y color del objeto en estudio, así como por medio de “*Coffe tester*”, se corroboraron los porcentajes de humedad, seguidamente se calculó el grado de densidad, la cual fue medida pesando un recipiente de vidrio de forma cilíndrica, con capacidad de 1 L en una balanza digital, posteriormente esta se calibró, para luego verter los granos hasta cubrir toda la capacidad, dando de este modo la masa ocupada por los granos en verde, permitiendo aplicar la fórmula correspondiente para el cálculo de la densidad; verificando de este modo si las muestras cumplían con los valores esperados. Por otra parte, estos resultados fueron promediados por las repeticiones correspondientes a cada tratamiento y presentados en las Tablas 7 y 8.



Medias con letras diferentes son significativamente diferentes ($p < 0,05$).

Figura 19. Merma (%) del trillado de las muestras de café en pergamino proveniente del proceso beneficio “honey rojo” realizado por la empresa Café Trinidad C.A.

Tabla 7. Evaluación física del grano verde, según los rangos estipulados por la norma SCA (2013), de las características de cafés de especialidad.

Humedad (%)	Temp. (° C)	Muestras (g)	Nº granos defectuosos	Categoría	Olfativo	Color
10	140	350	1	Especial	Positivo	Verde
	160	350	1	Especial	Positivo	Verde
	180	350	1	Especial	Positivo	Verde
11	140	350	1	Especial	Positivo	Verde
	160	350	1	Especial	Positivo	Verde
	180	350	1	Especial	Positivo	Verde
12	140	350	1	Especial	Positivo	Verde
	160	350	1	Especial	Positivo	Verde
	180	350	1	Especial	Positivo	Verde

Al termina de compilar los datos y organizarlos según los arreglos correspondientes, se evidenció que el número de granos defectuosos, no presentaban diferencias entre las

temperaturas y las humedades, lo cual permitió clasificar las muestras en categoría especial, según lo establecido en la norma SCA (2013), representado en la Tabla 1 del Capítulo III. En relación con la escala de comparación olfativa, todas las muestras se clasificaron en positivas, lográndose percibir olores frescos propios de la zona y del beneficio, por otro lado, la percepción visual, determinó un único color dentro de la escala establecida por la norma, teniendo como atributo un color verde, el cual se apreciaba de forma uniforme sobre cada unidad de análisis.

Por último, los resultados obtenidos al medir el contenido de humedad y densidad, de cada corte, reflejó que cumplían con el nivel de humedad registrado en los datos otorgados, y que las diferencia son despreciable dentro de cada arreglo; por otra parte, se evidenció que los rangos de densidad de cada arreglo, permiten la aplicación de cualquier método para el desarrollo de las características de la drupa, por tener una densidad mayor o igual de 750 g/L, sugiriendo que son aptos para la aplicación de cualquier tipo de beneficio, según lo indicado por (Castillo, Muñoz y Engler, 2016), esto puede deberse al manejo del grano y/o a las condiciones de la zona.

Tabla 8. Evaluación física del grano verde: comprobación de la humedad, masa y densidad de las muestras de estudio.

Humedad (%)	Temp. (° C)	Humedad (%)*	Masa (g)*	Densidad (g/L)*
10	140	10,27±0,05	1562,33±47,39	797,33±47,39
	160	10,23±0,05	1564,33±45,43	799,33±45,43
	180	10,27±0,05	1541,00±6,48	776,00±6,48
11	140	11,23±0,04	1611,00±7,79	846,00±7,78
	160	11,27±0,04	1612,67±6,85	847,67±6,84
	180	11,23±0,04	1611,33±8,06	846,33±8,05
12	140	12,17±0,04	1563,33±47,14	798,33±47,14
	160	12,10±0,00	1529,00±0,82	764,00±0,81
	180	12,17±0,04	1595,33±48,32	830,33±48,32

* media más o menos desviación estándar.

Fase III. Verificar las características sensoriales del café, derivado del beneficiado “honey rojo” y resultantes del proceso de tostado, de acuerdo con lo establecido en la norma SCA.

Concluido el proceso de verificación de la materia prima, se extrajo de la muestra de 350 g en grano verde, una muestra de 100 g por cada arreglo, debido a la capacidad de la tostadora de laboratorio, las cuales se sometieron a unas temperaturas iniciales de 140 °C, 160 °C y 180 °C por cada humada, teniendo tres (03) repeticiones por temperatura, quedando nueve (09) arreglos por humedades ya antes mencionadas, obteniendo como total veintisiete (27) muestras.

Por consiguiente cada una fue sometida al proceso de tostado, durante el cual se pudo apreciar la merma (%), que fue calculada según se estipuló en la Ecuación 2, del Capítulo III; seguido, se determinó el color base, posteriormente se determinaron los niveles de tostado según el estilo aplicado, caracterizándolos por lo indicado en la Tabla 2, del Capítulo III, determinando la calificación de los colores “Agtron” por un equipo de “Roast Analyzar” de marca *RoAmi™*, el cual fue previamente calibrado, luego se colocó la muestra en un envase negro, procediendo a realizar la medición (Figura 24), y finalmente de forma sensorial el *Q Grader arábica* indicó las percepciones apreciadas de la apariencia, granos “quaker” y textura del grano, presentándose de este modo en la siguiente (Tabla 9).

Tabla 9. Características del tostado: Merma, niveles de tostado y apreciación sensorial del café tostado durante el experimento.

Humedad (%)	Temp. inicial (°C)	Merma (%)	Col. Base	Col. Agtron	Nombre SCA	Descripción Apariencia	Quaker	Textura	
10	140	12,83	Medio	57,40	“Cinnamon”	Lig/Medio	Uniforme	Ausente	Irregular
	160	14,03	Medio	63,53	“Finnish”	Muy ligero	Uniforme	Ausente	Irregular
	180	13,53	Medio	58,60	“Scandinavian”	Ligero	Uniforme	Ausente	Irregular
11	140	16,07	Medio	60,33	“Scandinavian”	Ligero	Uniforme	Ausente	Irregular
	160	13,33	Medio	60,87	“Scandinavian”	Ligero	Uniforme	Ausente	Irregular
	180	12,03	Medio	62,80	“Scandinavian”	Ligero	Uniforme	Ausente	Irregular
12	140	11,80	Medio	58,90	“Scandinavian”	Ligero	Uniforme	Ausente	Irregular
	160	11,63	Medio	61,93	“Scandinavian”	Ligero	Uniforme	Ausente	Irregular
	180	12,90	Medio	64,07	“Finnish”	Muy ligero	Uniforme	Ausente	Irregular



Figura 20. Proceso de medición de los niveles de tostado: calibración del equipo (a) y (b), medición del número “Agtron”(c).

Así mismo, durante el proceso de tostado fueron obtenidas las curvas S, correspondientes a cada arreglo, donde fue registrado; tiempo inicial, es decir, la temperatura de la tolva al momento de introducir los granos; la fase de secado, que indica tiempo y temperatura, en donde el grano cambia de color y aumenta su volumen; primera crepitación, cocción del grano; igualmente el tostado final, que es el tiempo y temperatura que evidenció el desarrollo del grano; obteniendo finalmente el tiempo de desarrollo expresado en porcentaje (TD), factor que es establecido por el tostador, como indicador del desarrollo porcentual del grano, así como otros aspectos inmersos en el proceso, datos que fueron promediados y resumido en la (Tabla 10).

Tabla 10. Descripción de los datos obtenido de las curvas “S” del proceso de tostado de beneficio “honey rojo” que actualmente aplica la organización Café Trinidad C. A.

Humedad (%)	Temp. inicial (°C)	Fase de secado		1° crack		Tostado final		TD (%)
		Tiempo (min)	Temp. (°C)	Tiempo (min)	Temp. (°C)	Tiempo (min)	Temp. (°C)	
10	140	06:06	183,00	07:50	219,67	08:42	155,67	10,00
	160	04:58	187,33	06:57	225,00	07:46	147,67	10,00
	180	04:50	186,33	07:04	226,00	07:56	130,67	10,67
11	140	07:32	196,00	09:20	224,67	10:27	205,33	10,67
	160	05:10	177,67	07:18	222,00	08:22	194,33	12,67
	180	04:50	179,00	06:58	218,33	07:52	164,67	11,33
12	140	07:18	162,67	10:44	215,67	12:01	222,00	10,67
	160	05:59	168,67	09:19	221,00	10:29	182,67	11,00
	180	05:46	180,67	08:18	222,67	09:25	223,67	12,00

Las curvas de tostado se realizaron por el programa ArtisanTM®, aquellas que el programa no arrojó de forma automática. se elaboraron de forma manual a través del mismo programa, efectuando su respectivo registro, estas se agruparon según las temperaturas y humedades, reflejando de forma visual el comportamiento de la muestra con respecto a la temperatura, humedad y el tiempo de tostado, permitiendo reconocer que condiciones existen al momento de ocurrir la primera y segunda crepitación, siendo el indicador a destacar, ya que este es un referente al momento de establecer el perfil de tueste medio y poder repetir las condiciones en futuros procesos (Anexos A al I).

En efecto, al culminar con el proceso de registro e inspección, se dejó al grano de café ya tostado, reposar aproximadamente por un período de ocho (08) días para que liberaran los diversos gases y de esta manera esté apto para la realización de la evaluación sensorial según lo establecido por la norma SCA (2013). Con el fin de verificar el proceso de tostado, las muestras provenientes de dicho procedimiento, se evaluaron por dos grupos: el primero conformado por un solo individuo entrenado categorizado como *Q Grader Arabica* y el segundo por un panel de catadores no entrenados a los que se le aplicó la técnica Napping.

Así bien, en primera instancia, las muestras fueron evaluadas y calificadas por el *Q Grader Arabica*, adquiriendo de esta forma los puntajes de cada muestra, valores a los que se le realizó en primer lugar una comprobación de normalidad, usando para ello la prueba de Anderson-Darling, dado que esta es aplicable cuando la cantidad de observaciones provenientes de un experimento es menor o igual a 25. Como el p-valor ($> 0,1$), fue mayor que el nivel de significación de la prueba, se puede asegurar que los datos siguen una distribución normal (Anexo J). Se realizó la prueba de Levene para la comprobación de la homocedasticidad, como el p-valor ($> 0,219$), fue mayor que el nivel de significación de la prueba, se puede asegurar que se cumple el supuesto de homogeneidad de la varianza (Anexo K).

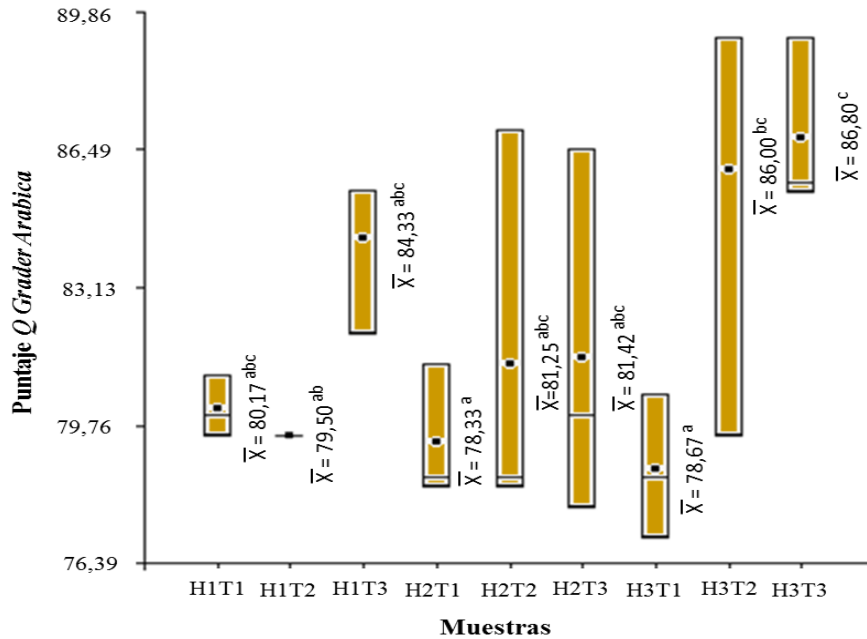
El análisis de la varianza (ANAVAR), sugirió que existen diferencias estadísticamente significativas entre las humedades de los microlotes y las temperaturas de tostado, evidenciado por el p-valor que arrojó la salida del paquete computacional, el cual es menor que el valor de significación nominal de la prueba ($\alpha= 0,05$). Dado que se hallaron tales diferencias entre las

temperaturas y las humedades, se debió determinar la mejor combinación de tales factores durante el tostado (Tabla 11).

Tabla 11. Análisis de la varianza de las muestras de café tostado y evaluados por *Q Grader Arabica* proveniente del proceso beneficio “honey rojo” realizado por la empresa Café Trinidad C.A.

Fuente de variación	Grados libertad	Suma cuadrados	Cuadrado medio	F (cal)	P
Temperatura	2	429,99	215,00	10,34	0,0007
Humedad	2	818,32	409,16	19,68	<0,0001
Error	22	457,40	20,79		
Total	26	1705,72			

Por ello, se consideró la aplicación de la prueba de medias de Duncan, usando como variable respuesta el puntaje del *Q Grader Arabica*. Los resultados de la misma, arrojaron la formación de cinco (05) grupos: el grupo (a), conformado por los arreglos de 11 % de humedad/ 140° C de temperatura y 12 % de humedad y 140 °C de temperatura (medias: 78,67 puntos y 78,33 puntos respectivamente), el grupo (ab) conformado por los arreglos de 10 % de humedad/ 160 °C de temperatura (media de 79,50 puntos); el grupo (abc), constituido por los arreglos de 10 % de humedad/140 °C de temperatura; de 11 % de humedad/160 °C de temperatura, 11 % de humedad/180 °C de temperatura y 10 % de humedad/180 °C de temperatura (medias de 80,17 puntos; 81,25 puntos; 81,42 puntos y 84,33 puntos; respectivamente). El cuarto grupo (bc), con 12 % de humedad/ 160 °C de temperatura cuya media es 86,00 puntos y por último el grupo (c) constituido por los arreglos de 12 % de humedad/ 180 °C de temperatura cuya media es 86,80 puntos. Es evidente que los arreglos de humedad de 12% y temperatura de 160° C y humedad de 12% y temperatura de 180° C, fueron los de mayor calificación indicada por la evaluación sensorial, siendo estos los que podrían ser recomendados para la realización del tostado en la organización (Figura 25 y Tabla 12).



Medias con letras diferentes son significativamente diferentes ($p < 0,05$).

Figura 21. Gráfica de caja de las muestras de café tostado y evaluados por *Q Grader Arabica* proveniente del proceso beneficio “honey rojo” realizado por la empresa Café Trinidad C.A.

De acuerdo con el ANAVAR, y con los resultados indicados en la Figura 24, tanto la temperatura del tostado, como la humedad del microlote son factores determinantes en la calidad final del café. Adicional a esto, la densidad es un factor muy importante de considerar a la hora de realizar el procedimiento de tuestión, pues es evidente que las mejores medias se obtuvieron en los microlotes con mayores densidades, dado que son cafés que poseen mejor amortiguación de calor durante el ciclo de tueste. Por tanto estos tres factores deben ser de especial atención a la hora de realizar el tostado, y obviamente en los procesos previos al tostado, con la finalidad de garantizar los requisitos de la materia prima a la hora de realizar el tostado.

Tabla 12. Prueba de medias de Duncan de las muestras de café tostado y evaluados por *Q Grader Arabica* proveniente del proceso beneficio “honey rojo” realizado por la empresa Café Trinidad C.A.

Humedad (%)	Temperatura (°C)	Medias*	Grupos
12	140	78,67±0,62	a
11	140	78,33±0,00	a
10	160	79,50±1,65	a b
10	140	80,17±1,36	a b c
11	160	81,25±4,07	a b c
11	180	81,42±3,71	a b c
10	180	84,33±1,43	a b c
12	160	86,00±4,60	b c
12	180	86,80±1,74	c

Medias con letras distintas son significativamente diferente ($p < 0,05$).

* media más o menos desviación estándar.

Para culminar esta evaluación, se ejecutó el método de la cata basado en la norma SCA (2013), con el fin de buscar los 11 atributos importantes en cada muestra de café tostado: fragancia, aroma, sabor, sabor residual, acidez, cuerpo, balance, uniformidad, taza limpia, dulzura y defecto, evaluados con los siguientes puntajes: 6 (bueno), 7 (muy bueno) 8 (excelente) y 9 (excepcional), donde la sumatoria de estos establecen la nota global, en base a 100 puntos. Proceso que fue explicado en los capítulos previos, y realizado por cada muestra, valores que se promediaron por cada humedad y tratamiento, teniendo un total de nueve (9) arreglos, y presentados a través de los siguientes radiales (Figuras 26 hasta 28).

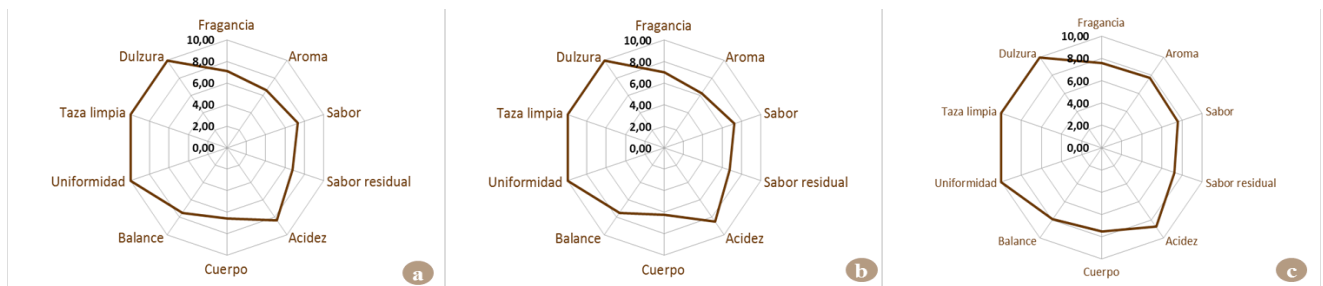


Figura 22. Gráficos radiales del experimento aplicado en los granos de café provenientes del beneficio “honey rojo” de la empresa Café Trinidad C.A, con humedad del 10 %: Temperatura de 140 °C (a), temperatura de 160 °C (b) y temperatura de 180 °C (c).

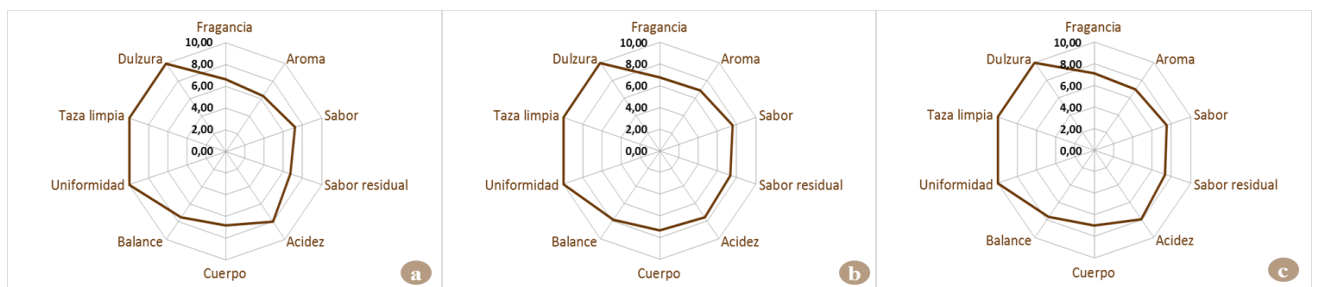


Figura 23. Gráficos radiales del experimento aplicado en los granos de café provenientes del beneficio “honey rojo” de la empresa Café Trinidad C.A, con humedad del 11 %: Temperatura de 140 °C (a), temperatura de 160 °C (b) y temperatura de 180 °C (c).

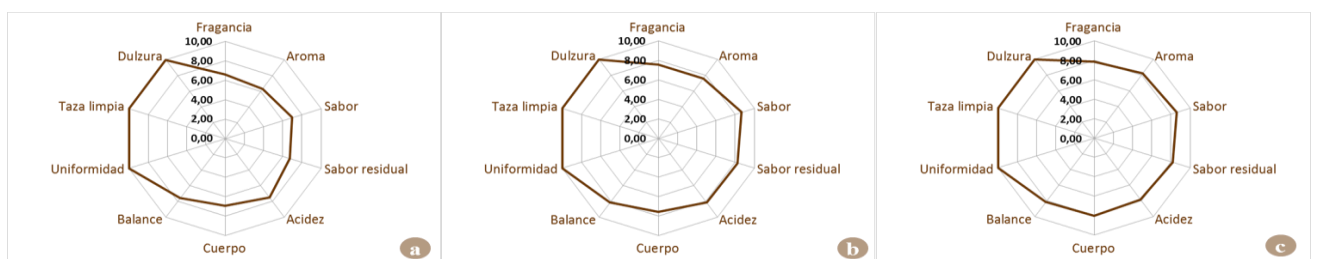


Figura 24. Gráficos radiales del experimento aplicado en los granos de café provenientes del beneficio “honey rojo” de la empresa Café Trinidad C.A, con humedad del 12 %: Temperatura de 140 °C (a), temperatura de 160 °C (b) y temperatura de 180 °C (c).

En los gráficos radiales, se observa que para las muestras de las humedades de 10 %, 11 % y 12 % correspondiente a las temperaturas de 140 °C, 160 °C y 180 °C, se desprenden una similitud en tres atributos: taza limpia, uniformidad y dulzura, los cuales poseen la mayor magnitud para las tres (3) humedades sujetas a las tres (3) temperaturas, esto debido a que las muestras carecían de defectos. Por otro lado, el atributo de acidez, pudiera ser el potencial para todas las muestras de humedades de 10 %, 11 % y 12 % correspondiente a las temperaturas de 140 °C, 160 °C y 180 °C, por presentar la mayor intensidad respecto a los otros atributos.

Así mismo, la humedad del 10 % presenta pequeñas magnitudes respecto a las demás características organolépticas; específicamente en los atributos de cuerpo y fragancia para las temperaturas de 140 °C y 160 °C. Cabe destacar, que la humedad del 12 % correspondiente a la temperatura de 180 °C presenta una mayor magnitud en los 11 atributos respecto a las demás muestras; no obstante, la temperatura de 160 °C para la misma humedad posee magnitudes similares a la temperatura de 180 °C con una diferencia muy pequeña en el atributo del cuerpo.

Ya culminada la evaluación descrita anteriormente, se desarrolló la segunda evaluación sensorial, con el objetivo de conocer la percepción del mercado a través de descriptores que permitan establecer los parámetros discriminantes, las características y finalmente la tipología utilizada por los consumidores, es por ello que se conformó un panel de diez (10) catadores no entrenados y así poder determinar cada parámetro de manera libre. Es importante indicar que los resultados que se presentan en la presente sección, son más de carácter ilustrativo que contundentes. Es decir, el principal objetivo fue demostrar la conveniencia de los análisis sensoriales, y en particular del *Napping*, en el estudio de los gustos y preferencias de los consumidores de café, coincidiendo con lo reportado por Barahona, Sanmiguel y Cavazos (2016).

Para alcanzar la meta se le proporcionó a cada uno de los miembros que conformaban el panel una manteleta de 40 x 60 cm; que tuvieron como utilidad referenciar los descriptores utilizados por un punto, permitiendo ser medidos por las distancias entre ellos, con respecto al origen en sus componentes horizontales (x) y verticales (y). De esta forma, se evaluaron dos muestras de la infusión por cada humedad y temperatura; teniendo de esta manera dos (2) tazas por temperatura y seis (6) por humedad, dando un total dieciocho (18) tazas; las cuales fueron calificadas a través de las manteletas, considerando siempre de coordenadas utilizados fueron el mismo para cada una.

En lo que respecta al método estadístico implementado para conocer el comportamiento de los datos, se consideró en la aplicación de un método multivariante, que pudiese ser aplicado a variables continuas, categóricas, textuales, o bien una combinación de las tres; utilizando entonces el Análisis por Correspondencia (AC), siendo este una generalización de un diagrama

de dispersión y así interpretar las distancias entre los puntos (Figura 28). El análisis de correspondencia permitió identificar aquellas palabras que mejor describieron las muestras estudiadas de acuerdo con su temperatura y humedad. Tal clasificación se realizó considerando las diferencias entre sexo (hombres y mujeres).

De dicho análisis se generaron cuatro (04) grupos, clasificados por sexo, donde los puntos rojos se corresponden con las mujeres y los azules con los hombres. Los grupos ubicados a la izquierda están relacionados con atributos “negativos”. En un primer grupo se lograron identificar los atributos tierra, tinto y tabaco. En el segundo grupo, se identificaron los términos pesado, fermentado, fuerte, salado, metálico, madera y carbón, los cuales fueron apreciados en mayor proporción por las mujeres. Todos los términos anteriores arrojan evidencias para suponer que esas muestras lograron la percepción más desfavorable dentro del grupo general. Los otros dos grupos (a la derecha del eje central), tuvieron tendencias percibidas positivas, siendo el grupo central el de mayor relevancia en términos de descripción del café tostado en el experimento, los cuales concuerdan de manera exacta con los descriptores propios de este café. Tales términos son: ácido, dulce, amargo, suave, ligero, agradable y cítrico.

El grupo restante, mostró un comportamiento favorable, considerando los términos floral, cuerpo, equilibrado y herbal, los cuales pueden perfectamente encajar con las descripciones otorgadas al grupo central. Finalmente, se generó un grupo no definido, en donde se agruparon términos como miel, limón, sabroso, naranja y chocolate, en donde es evidente que esos términos pueden fusionarse con cualquiera de los términos de los dos últimos grupos descritos (Figura 29).

Seguidamente, se analizaron los descriptores utilizados al momento en que cada panelista cató cada muestra, dando un total de 400 palabras, de las cuales 50 son términos únicos; estas representan un 100 % del total de los descriptores, siendo los más importantes los que representaron al 65% de los términos indicados y que se corresponden a los atributos propios de un café procesado por el beneficio “*honey rojo*”. En la (Tabla 13), se pueden apreciar los 10 descriptores más utilizados, y que se corresponden perfectamente con lo descrito para el análisis de correspondencia.

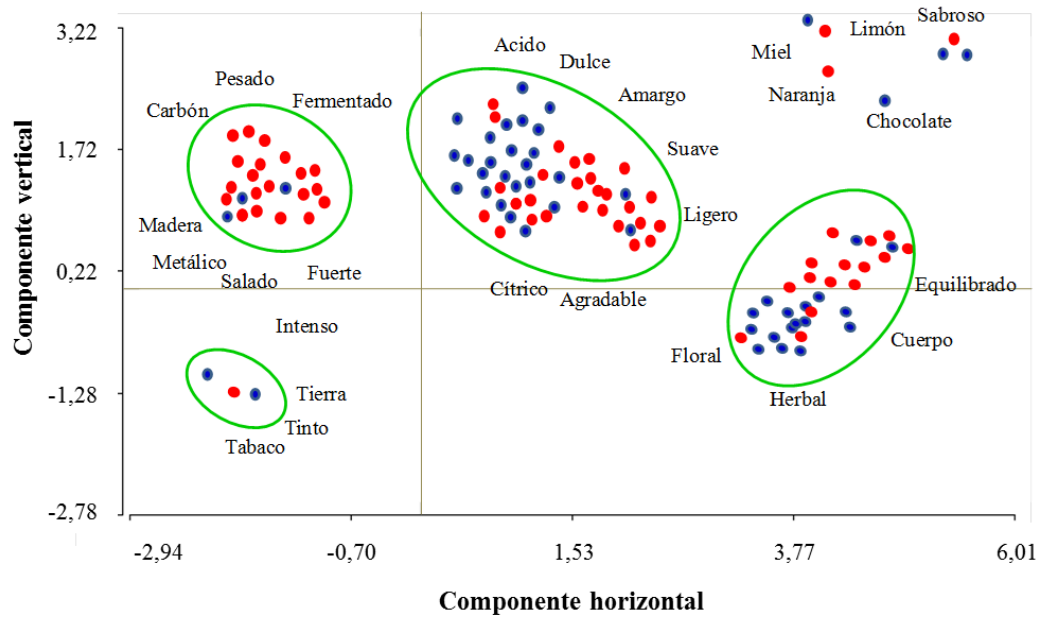


Figura 25. Análisis de correspondencia derivados de los descriptores que arrojó el análisis “*Napping*”, realizado a los granos de café del experimento, provenientes del beneficio “*honey rojo*” de la empresa Café Trinidad C.A.

Tabla 13. Descriptores que arrojó el análisis “*Napping*”, realizado a los granos de café del experimento, provenientes del beneficio “*honey rojo*” de la empresa Café Trinidad C.A.

Descriptor	Frecuencia (%)
Ácido	12,75
Dulce	9,00
Amargo	6,75
Cítrico	6,75
Agradable	6,25
Suave	5,75
Ligero	5,50
Frutas	4,25
Fuerte	4,25
Madera	4,00

Con la finalidad de proporcionar una perspectiva general y gráfica del experimento, se elaboró una nube (Figura 29), que permitió destacar aquellas palabras que fueron apreciadas por los panelistas de manera libre. Esta visualización estuvo conformada por 50 palabras que se repitieron una o más veces, donde el tamaño de cada una de estas se relacionó de forma

De tal evaluación, se demostró que aquellos microlotes con un porcentaje de humedad de 12%, desarrollan mejores atributos hedónicos. Sin embargo, se evidencia la heterogeneidad existente en el proceso, en vista que al procesar a temperatura de 130 °C (en el proceso actual), un microlote de humedad del 12%, este logra la descripción de grado de calidad de excelente y clasificación del grado de calidad de especialidad; no obstante, en el experimento un microlote con contenido de humedad del 12% y temperatura de 140 °C se clasifica en un rango inferior, con una descripción de grado de calidad de muy bueno y clasificación del grado de calidad de Premium.

Tabla 14. Calificación de la evaluación sensorial del proceso actual y del experimento, aplicado por el *Q Grados Arabica* en los granos de café tostados provenientes del beneficio “honey rojo” de la empresa Café Trinidad C.A.

	Humedad (%)	Temperatura (°C)	Descripción del Grado de Calidad	Clasificación del Grado de Calidad
Condición Actual	10	130	Muy Bueno	Premium
	11	130	Muy Bueno	Premium
	12	130	Excelente	Especialidad
Experimental	10	140	Muy bueno	Premium
	10	160	Muy bueno	Premium
	10	180	Excelente	Especialidad
	11	140	Muy bueno	Premium
	11	160	Muy bueno	Premium
	11	180	Muy bueno	Premium
	12	140	Muy bueno	Premium
	12	160	Excelente	Especialidad
	12	180	Excelente	Especialidad

CONCLUSIONES

- Tras la observación e identificación de las actividades que la organización Café Trinidad C. A. desempeña, se pudo reconocer por medio del flujograma, que este proceso en particular posee veintidós (22) pasos necesarios para la elaboración de los granos de café provenientes del beneficio “*honey rojo*”; contemplando las operaciones desde la cosecha, hasta la obtención del producto final.
- Se realizó la descripción del proceso actual de tostado de la organización, y se logró observar que el comportamiento del microlotes con un contenido de humedad del 12 % tostado a 180 °C, fue el que desarrolló mejores atributos organolépticos, según las puntuaciones indicadas por el *Q Grader Arabica*.
- De acuerdo con la identificación de los factores influyentes en la obtención del producto final, se determinó que el método, la mano de obra y la maquinaria de tostado actúan de forma negativa para la obtención de un producto de alta calidad, sin embargo los otros factores en sinergia con algunos de los antes mencionados pueden incidir sobre la calidad del producto final.
- Con respecto a la actividad de conocer las condiciones de la materia prima, el microlote con mayor merma para la obtención de grano verde es el de 12 % de humedad. En dicha condición, se logró definir que la materia prima, cumple con las condiciones idóneas para desarrollar un producto de calidad elevada.
- Del “*Napping*”, se indica que los resultados arrojados del análisis por correspondencia y la nube de palabras, que los descriptores de los atributos percibidos por el mercado que la organización debe mantener en este tipo de café son: ácido, dulce, amargo, cítrico, agradable, suave y ligero.
- Finalmente, la descripción promedio de tostado fue *ligero*, con nombre SCA (2013), de “*Scandinavian*”. De las curvas S, se determinó que la mejor temperatura y humedad, son aquellas que consiguieron el mejor puntaje del *Q Grader Arabica*, siendo la de 12% tostado a 160 °C y la de 12% a 180 °C, cuyos valores fueron de 86,00 y 86,80, lo que permite posicionarlos en la descripción *Excelente*, y en la clasificación del grado de la norma SCA (2013), en cafés de *Especialidad*.

RECOMENDACIONES

- Potenciar la mejora de operatividad del equipo de tostado a través del mantenimiento correctivo y preventivo, pues se pudo evidenciar que tal procedimiento no es el más idóneo dentro de la organización.
- Contratar nuevo personal y a través de la capacitación, en conjunto con el entrenamiento, lograr mejoras en la productividad para elevar el nivel de desempeño de producción en la organizacional.
- Documentar, cada aspecto relevante que esté presente en el proceso de tostado, con la finalidad de identificar las posibles mejoras, permitiendo contemplar aquellos escenarios que planteen posibles soluciones viables durante el proceso, donde a través de la implementación de indicadores de gestión podrán ser capaces de evaluar tanto el desempeño del personal como de las actividades inherentes de la transformación de la materia prima.
- Implementar herramientas tecnológicas y organizacionales, que permitan un mayor autocontrol de la fabricación del producto, con el objetivo de medir y registrar de manera asertiva cada aspecto presente durante la elaboración del producto final, con miras a lograr una estandarización del proceso productivo.
- Registrar y hacer seguimiento de los datos que aportan de forma significativa a la toma de decisión durante la realización del producto, donde la organización deberá considerar como valores relevantes en primer lugar las humedades y temperatura, en vista a la relación que existe entre estas, evidenciadas en la investigación presente, permitiendo de este modo establecer un único método para la ejecución del proceso de tostado aplicado a los granos de café provenientes del beneficio “*honey rojo*”.
- Establecer indicadores de gestión, para identificar medios, instrumentos o mecanismos para evaluar en qué medida se están logrando los objetivos; permitiendo evaluar el desempeño y responsabilidades del personal que opera en el área de tostado.

- Establecer canales de comunicación que permitan una mayor integración entre departamento y operarios, con el objetivo de disminuir riesgo de calidad, que puedan afectar los resultados tanto del proceso como del producto.

BIBLIOGRAFÍA

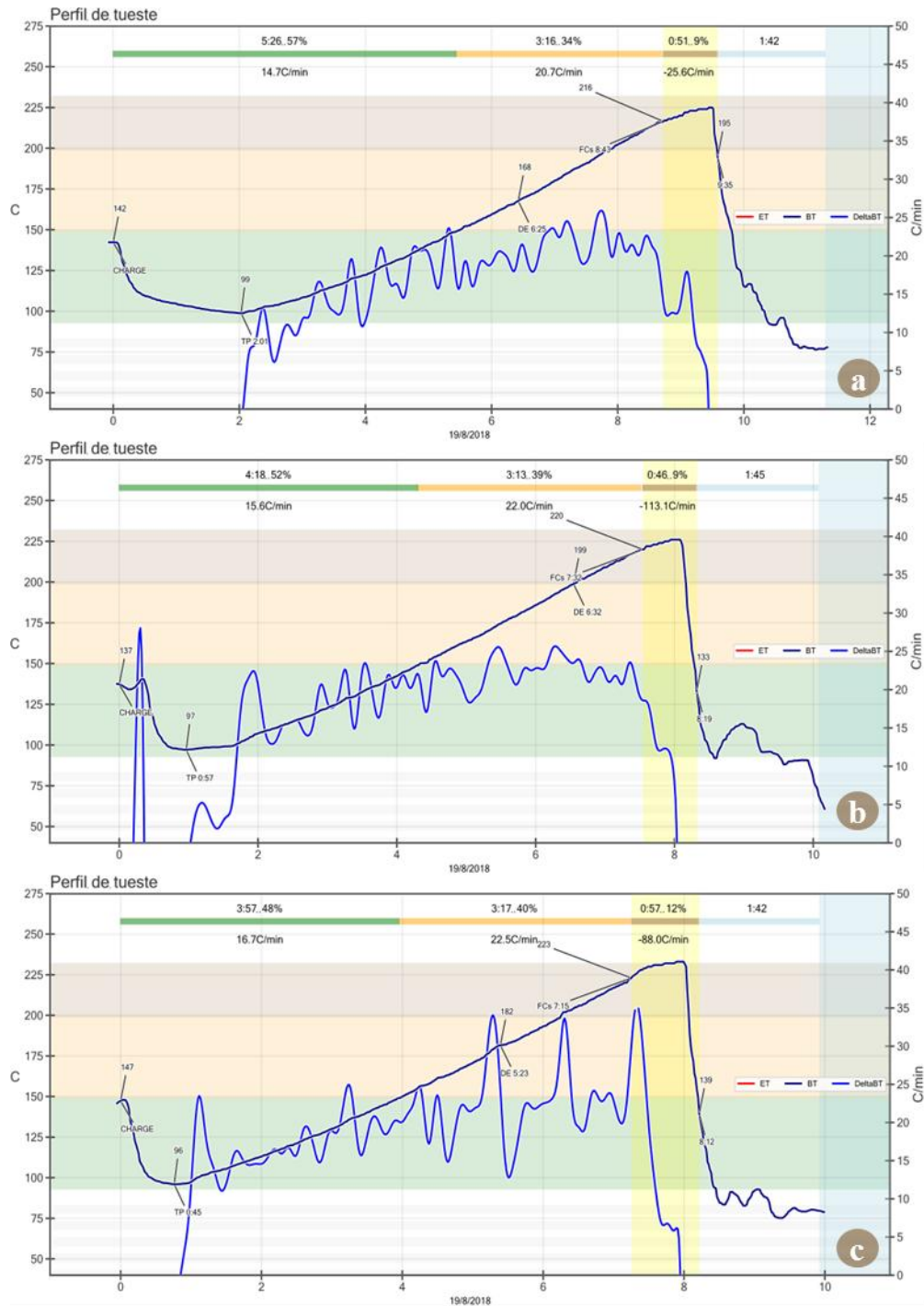
- Agencia de Promoción Económica de Quito (CONQUITO).** 2016. Manual de producción de café de especialidad: buenas prácticas agrícolas, cosecha y post-cosecha para cafés especiales del noroccidente de Quito. 23 p.
- Alí, R.** (2009). Café grano de oro de Biscucuy. Un programa de desarrollo local con talla internacional. Recuperado el 25 de abril del 2018, de <http://scioteca.caf.com/handle/123456789/505>.
- Alvarado, M. y Rojas, G.** (1994). Cultivo y Beneficiado del Café. Editorial Universal Estatal a Distancia San José, Costa Rica.
- Anzueto, F.** (2013). Variedades de café resistentes a la roya. El cafetal, la revista del caficultor. (Anacafé). 35: p.3-24.
- Arias, F.** (2006). El Proyecto de Investigación. Editorial Episteme. Caracas, Venezuela. 146 p.
- Arnould, E, Plastina, A., Bolas, D.** (2009). ¿Qué ofrece el comercio justo en su núcleo propuesta de valor? Efectos sobre el ingreso, nivel educativo, y salud en tres países. Revista de la facultad de Publicaciones (Universidad de Nebraska – Lincoln). 28(2); 186-201.
- Asociación de Cafes Especiales (SCA).** Norma 22801 (2013). Café verde Arábica manual de defectos. Parte 1: Estándares de la SCA para cafés especiales. 03p.
- Barahona - Torres I.** (2016). El Napping en el análisis sensorial del café. Un caso de estudio. Presentado en el XI Congreso Internacional de Mercados. Universidad Libre: Socorro, Santander, Colombia. DOI: 10.13140/RG.2.1.4758.2326.
- Barahona, I., Sanmiguel, J., Cavazos, J.** (2016). Relevancia del análisis sensorial y mapeo de preferencias: una ilustración sobre la investigación del consumo del café. Recuperado el 01 de julio de 2018, de <http://dx.doi.org/10.6036/MN7752>.
- Bolívar, C.** (2009). Monografía sobre el galactomanano del grano de café y su importancia en el procesamiento para la obtención de café soluble. Universidad Tecnológica de Pereira. Colombia. 112 p.
- Carmona, A.** (1999). El Café Rey de los Sentidos. Editorial Universidad Almería, Almería. 91p.
- Castillo, M., Muñoz, M. y Engler, F.** (2016). Manual Básico de Buenas Prácticas para el Tostado del Café, recuperado el 18 de mayo del 2018, de: <https://www.swisscontact.org/es/pagina-de-inicio.html>, Quito, Ecuador.
- Chavez, O. y Jaramillo, J.** (2014). Sistema automatizado para controlar la temperatura y el tiempo en el proceso de tuestión de café en una máquina de laboratorio (Trabajo de grado no publicado). Universidad de Nariño. Colombia. 130 p.
- Comisión Venezolana de Normalización (COVENIN)** (1994): Norma Venezolana Covenin 609: 1994. Granos de café verde método de ensayo. 4p. Disponible en: <http://www.sencamer.gov.ve/sencamer/nonormas/609-94.pdf>. Recuperado el 25 de junio de 2018.

- Comisión Venezolana de Normalización (COVENIN)** (1995): Norma Venezolana Covenin 383: 1995. Café verde en sacos método de muestreo. 3p. Disponible en: www.sencamer.gov.ve/sencamer/normas/383-95.pdf. Recuperado el 30 de junio de 2018.
- Consejo Internacional del Café.** (2002). Aplicación del programa de mejora de la calidad del café. Resolución 407, aprobada el 01 de febrero de 2002. Londres, Inglaterra. 3 p.
- Díaz, A.** (2009). Diseño Estadístico de Experimentos, segunda edición. Colombia. Editorial Universidad de Antioquía. 284 p.
- Díaz, F. León, L. y Mejía, L.** (2016). Desarrollo de un modelo de curvas de tostión para café excelso producido en Chinchina (Caldas). *Revista agronomía Colombia*. 34 (1): pp. 35405 – 3410. Doi: 10.15446/agron.colomb.v34n1supl.58200
- Duicela, A., Farfan, D., Corral, R., Chilan, W.** (2004). Post – Cosecha y Calidad del Café Arabigo. España. INIAP Archivo Histórico. Editorial Impregcol. 56 p.
- Federación Nacional Colombiana (FNC).** (2005). Aspectos de calidad del café para la industria torrefactora nacional. Recuperado el 23 de junio del 2018, de <https://es.scribd.com/document/129486076/La-Calidad-Enla-Industria-Del-Cafe>.
- Fermín, N., Galán, H., García, J. y Bracho N.** (2012). Evaluación de la calidad fisicoquímica y sensorial de tres marcas comerciales de café tostado y molido. *Revista UDO Agrícola*. 12 (2): pp. 428 – 438.
- Flores C.** (2016). Historias y Leyendas del café. Recuperado el 15 de agosto de 2018 de: [http://www.saipr.org/multimedia/documents/HISTORIAS%20Y%20LEYENDAS%20DEL%20CAF E.pdf](http://www.saipr.org/multimedia/documents/HISTORIAS%20Y%20LEYENDAS%20DEL%20CAF%20E.pdf). Universidad de Mayagüez. 46 p.
- Guajardo, E.** (2008). **Administración de la Calidad Total. México .Editorial Fax México. 182 p.**
- Gutiérrez, N. y Barrera, O.** (2015). Selección y entrenamiento de un panel en análisis sensorial de café Coffea arabica L. *Rev. Cienc. Agr.* 32(2):77-87.
- Henao, J.** (1996). El café en Venezuela. Editorial Biblioteca de la UCV, Caracas, Venezuela. 46 p.
- Henao, J.** (2015). Evaluación del proceso de secado del Café y su relación con las propiedades físicas, composición química y cálida de taza (trabajo de grado para optar al título de Magister Scientiarum). Universidad Nacional de Colombia, Medellín, Colombia.
- Heredia, B.** (2011). Guía Técnica para el cultivo del Café. Recuperado el 05 de agosto del 2018 de : <http://www.icafe.cr/wp-content/uploads/cicafe/documentos/GUIA-TECNICA-V10.pdf>. CICAFFE. Costa Rica. 72 p.
- Hurtado, J.** (2012). El proyecto de Investigación. Comprensión holística de la metodología y la investigación. Venezuela. Editorial Quirón. 186 p.
- Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA).** (2010). Protocolo de análisis de calidad del café. Recuperado el 16 de junio del 2018, de <http://repiica.iica.int/docs/B2063e/B2063e.pdf>.

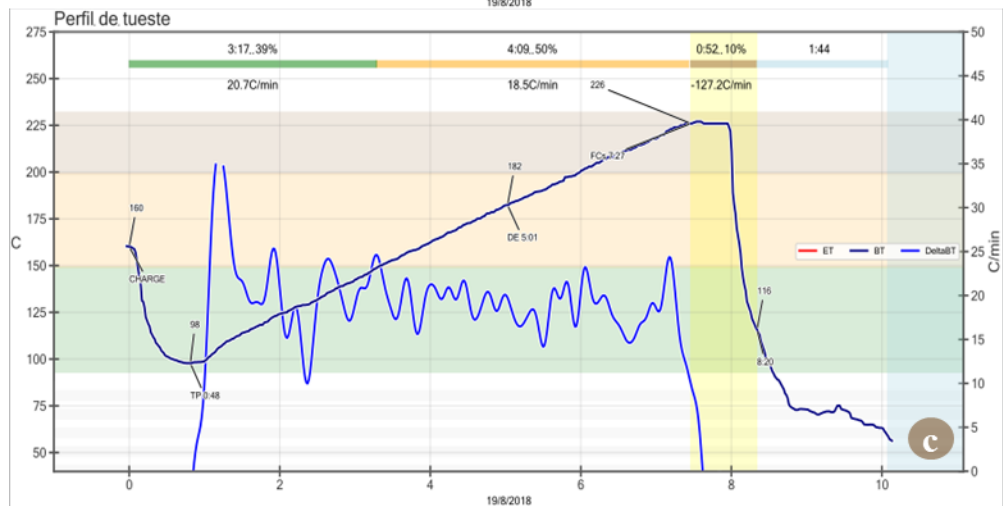
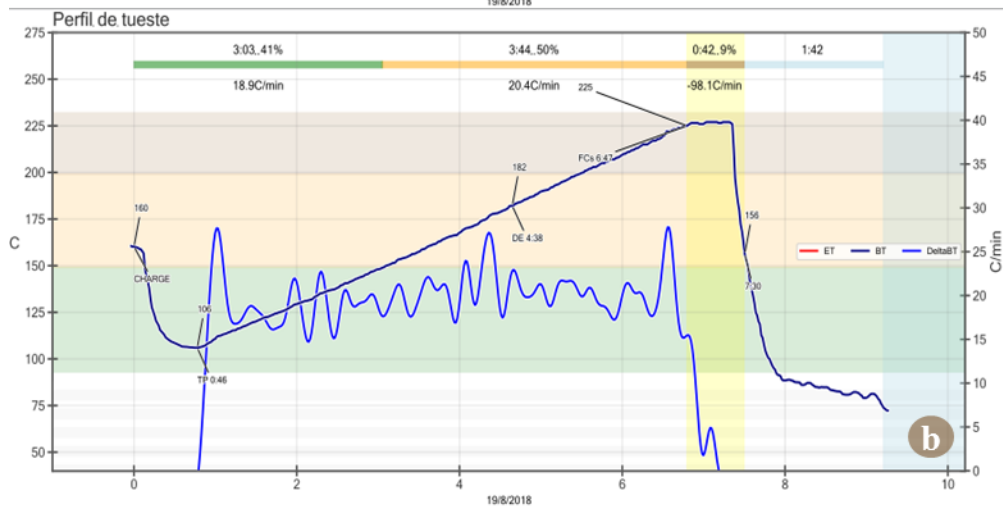
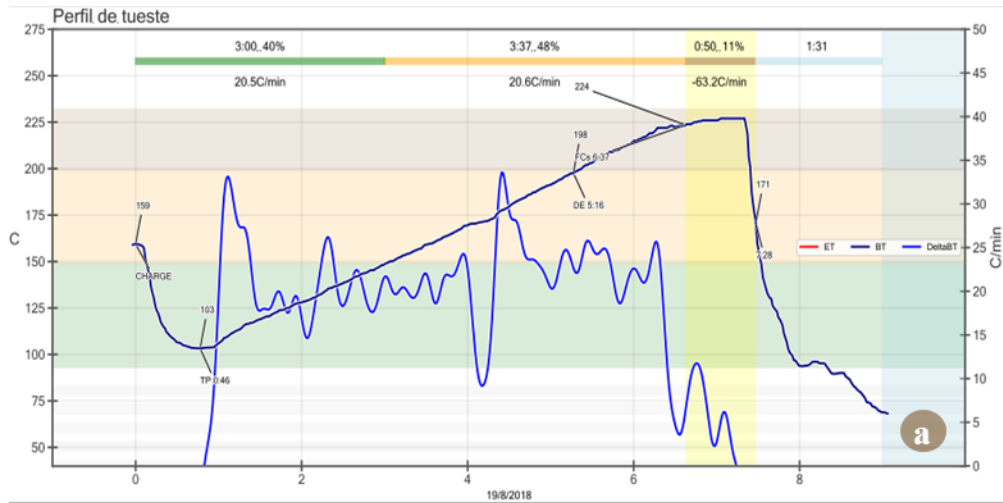
- Lara, A.** (2000). "Diseño Estadístico de Experimentos, Análisis de la Varianza y Temas Relacionados: Tratamiento Informático mediante SPSS" Proyecto Sur de Ediciones.
- Mariel, D. y Noel, N.** (2010). El café y sus diversas aplicaciones en la pastelería (trabajo de grado no publicado). Instituto Superior Particular Incorporado N° 4044 "SOL". Salvador. 90p.
- Meyer, F.** (2000). Estudios de tiempo y movimientos. Pearson Educación. México. Universidad de Stanford. 334 p.
- Münchow, M.** (2014). Roast profile analysis. Recuperado el 10 de mayo del 2018, de <https://coffee-mind.com/author/morten/>.
- Ossenblok, K.** (2016). Al grano. Editorial Anaya Multimedia. España. 70 p.
- Palomares, M.** (2017). Los 'roaster' del café merideño. Sitio web de periodismo agropecuario. Recuperado el 21 de mayo de 2018, de <http://www.vidaagro.com.ve/agroemprendedores-los-roaster-del-cafe-merideno/>.
- Pino, S., Aguilar, H., Sisalema, L.** (2018). La Denominación de origen para cacao arriba. En busca del Santo Grial.
- Poltronieri, P. y Franca, R.** (2016). Desafíos en la Especialidad de procesamiento de café y el aseguramiento de la calidad. Revista de la Facultad de Biotecnología Universidad de Valencia. 1, 5-22.
- Puerta, G.** (2006). La Humedad Controlada del Grano preserva la Calidad del Café, Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, volumen 352, 8 pág.
- Puerta, G.** (2009). Los Catadores de Café. Avances técnicos Cenicafé. Recuperado el 23 de agosto de 2018, de: <http://infocafes.com/portal/wp-content/uploads/2015/12/avt0381.pdf>. Colombia. 12 p.
- Puerta, I. y Ríos, S.** (2011). Composición Química del Mucilago de Café. Según el Tiempo de Fermentación y Refrigeración. Cenicafé 62 (2). 18 pág. Recuperado 18 de mayo del 2018, de: <https://www.cenicafe.org/es/documents/2.pdf>.
- Quintero, M y Rosales, M.** (2014). El mercado mundial del café: tendencias recientes, estructura y estrategias de competitividad. Revista visión gerencial. 13 (2): 291- 307.
- Quiroz, D., Manco, E. y Zapata, Y.** (2009). Análisis sensorial: Cata de Café. Universidad de Antioquia. Recuperado el 19 de agosto de 2018, de: <https://es.scribd.com/doc/54272182/Cata-de-Cafe-Analisis-Sensorial>. Colombia. 24 p.
- Ramirez, R.** (2014). "Propuesta para implementar un sistema moderno y eficiente en los procesos de tostado, molido y empaquetado de café como estrategia tecnológica integral en la empresa buen café, del municipio de Tame, Arauca". Maestría en administración. Recuperado el 29 de agosto de 2018. Universidad Nacional de Colombia. Orinoquia. 200 p.
- Rojo, E.** (2014). Café I (*G. coffea*). Revista de la Facultad de Biología (UCM, Madrid). 7 (2); p 113-132.

- Rosario, D.** (2004). *Iniciación a la Probabilidad y la Estadística*. Editorial Servei de Publicacions de la Universitat Autònoma de Barcelona. España. 311p.
- Salamanca, C.** 2015. *Métodos estadísticos para evaluar la calidad del café*. Tesis doctoral no publicada. Universidad de Girona. Cataluña, España. 168 p.
- Solidaridad Network.** (2015). *La Regulación de la Sombra “Una alternativa para hacer el café sostenible”*. Publicación en colaboración con la Plataforma Nacional de Café Sostenible–SCAN. Guatemala. 26 p.
- Soto, C.** (2010). *Guía Técnica para el Beneficiario de café Protegido Bajo una Indicación Geográfica o Denominación de Origen*. Coordinación editorial: Nelson Omar Fúnez, Guillermo Canet, Armando García. Guatemala. 107p.
- Sustainable Commodity Assistance Network (SCAN).** (2015). *Guía de factores que inciden en la calidad del café*. Plataforma Nacional de Café Sostenible–SCAN. Guatemala. 100 p.
- World Coffee Research (WCR).** (2017). *Léxico sensorial de la investigación mundial del café*. Recuperado el 15 de mayo del 2018, de <https://worldcoffeeresearch.org>.

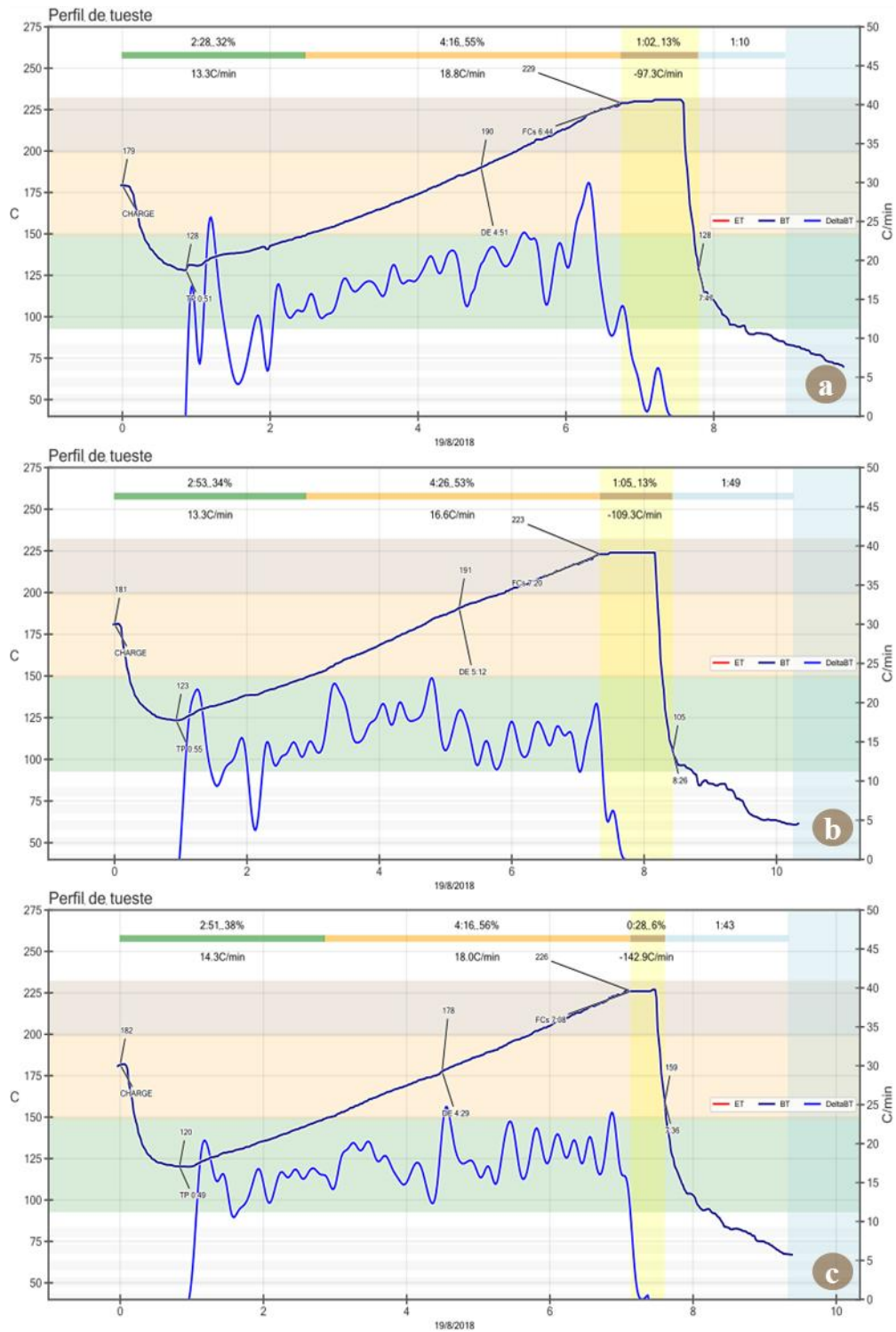
ANEXOS



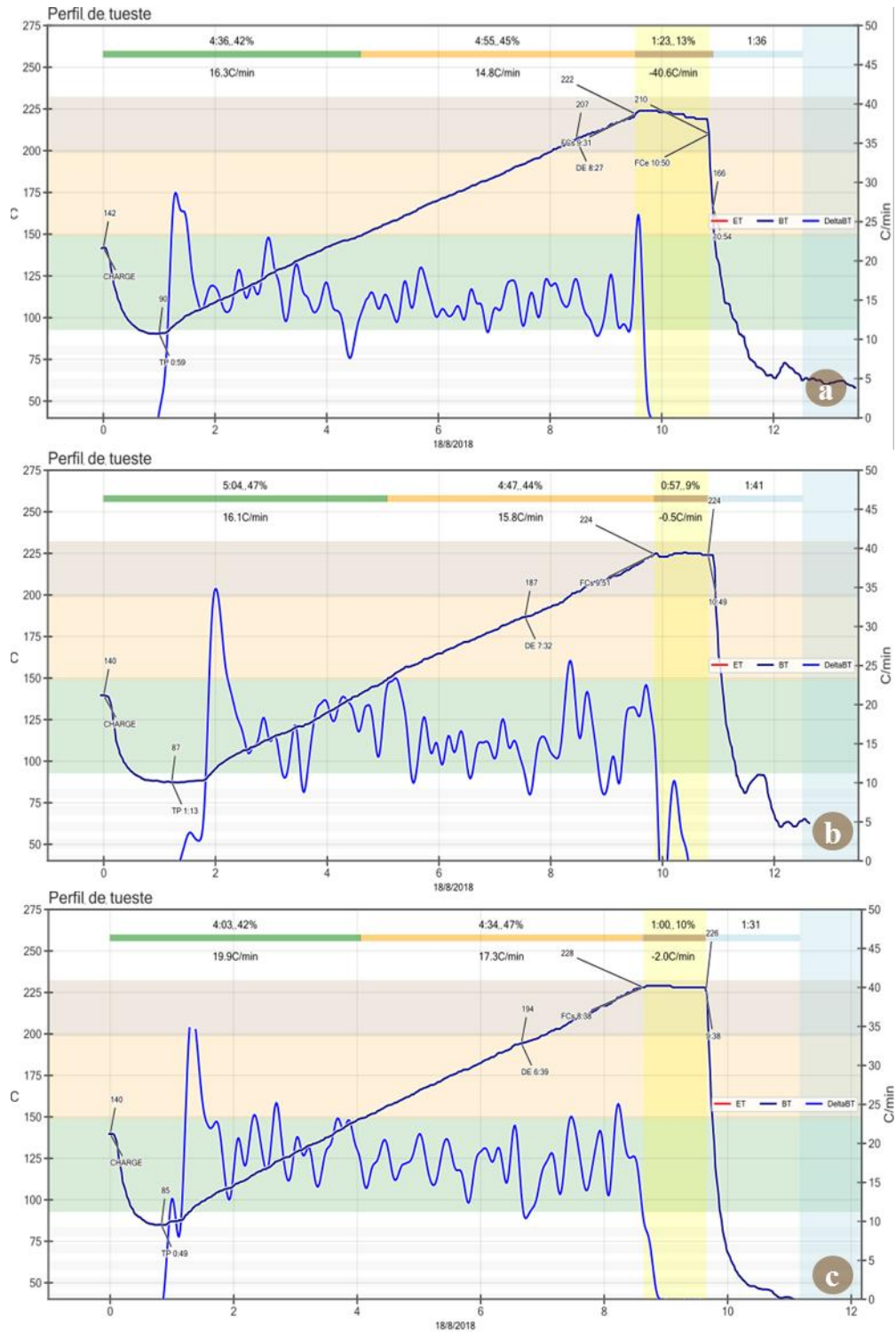
Anexo A. Curvas “S” o curva de tuestado del experimento aplicado en los granos de café provenientes del beneficio “honey rojo”, con humedad del 10% y temperatura de 140 °C, de la empresa Café Trinidad C.A.: primera repetición (a), segunda repetición (b) y tercera repetición (c).



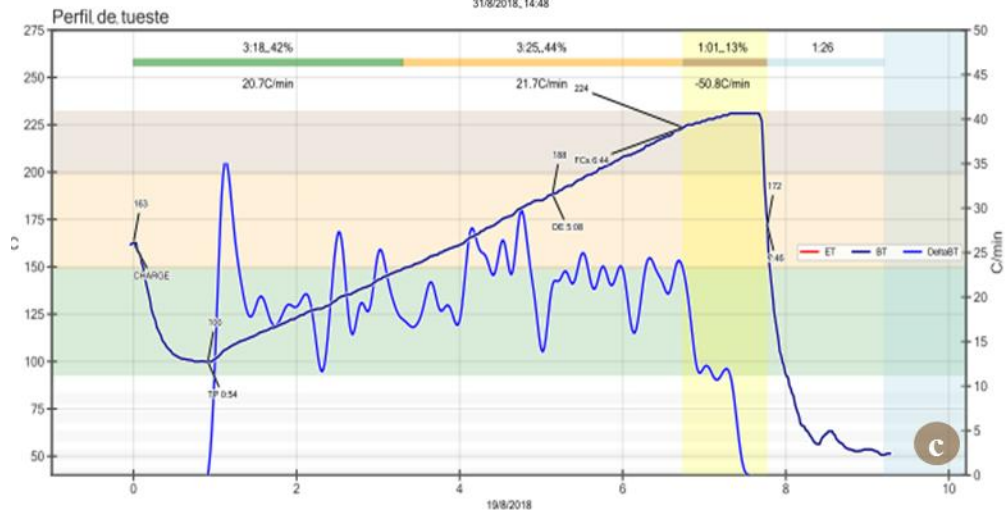
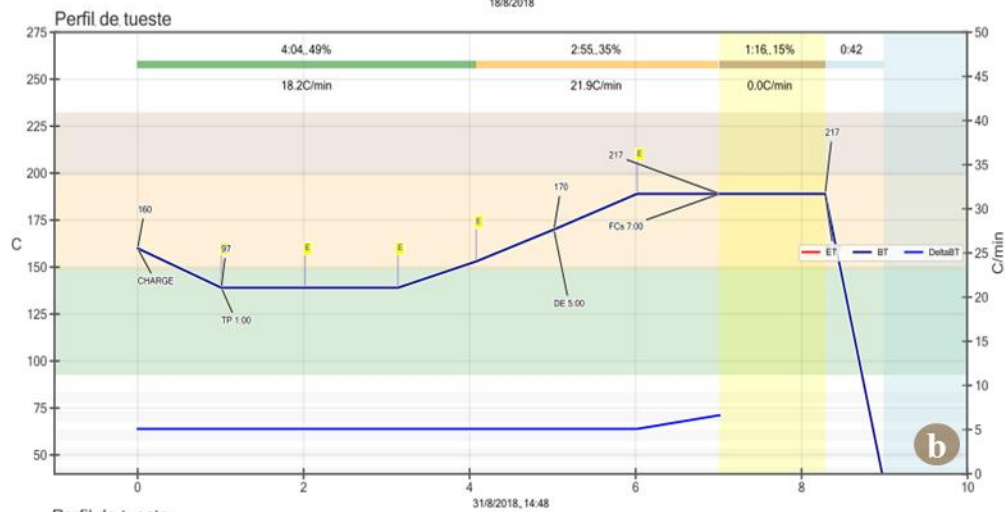
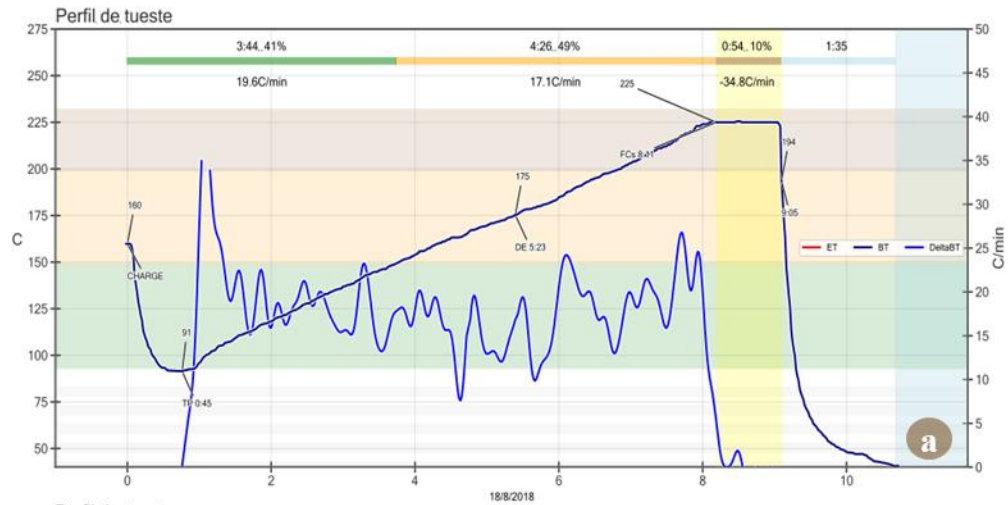
Anexo B. Curvas “S” o curva de tueste del experimento aplicado en los granos de café provenientes del beneficio “honey rojo”, con humedad del 10% y temperatura de 160 °C, de la empresa Café Trinidad C.A.: primera repetición (a), segunda repetición (b) y tercera repetición (c).



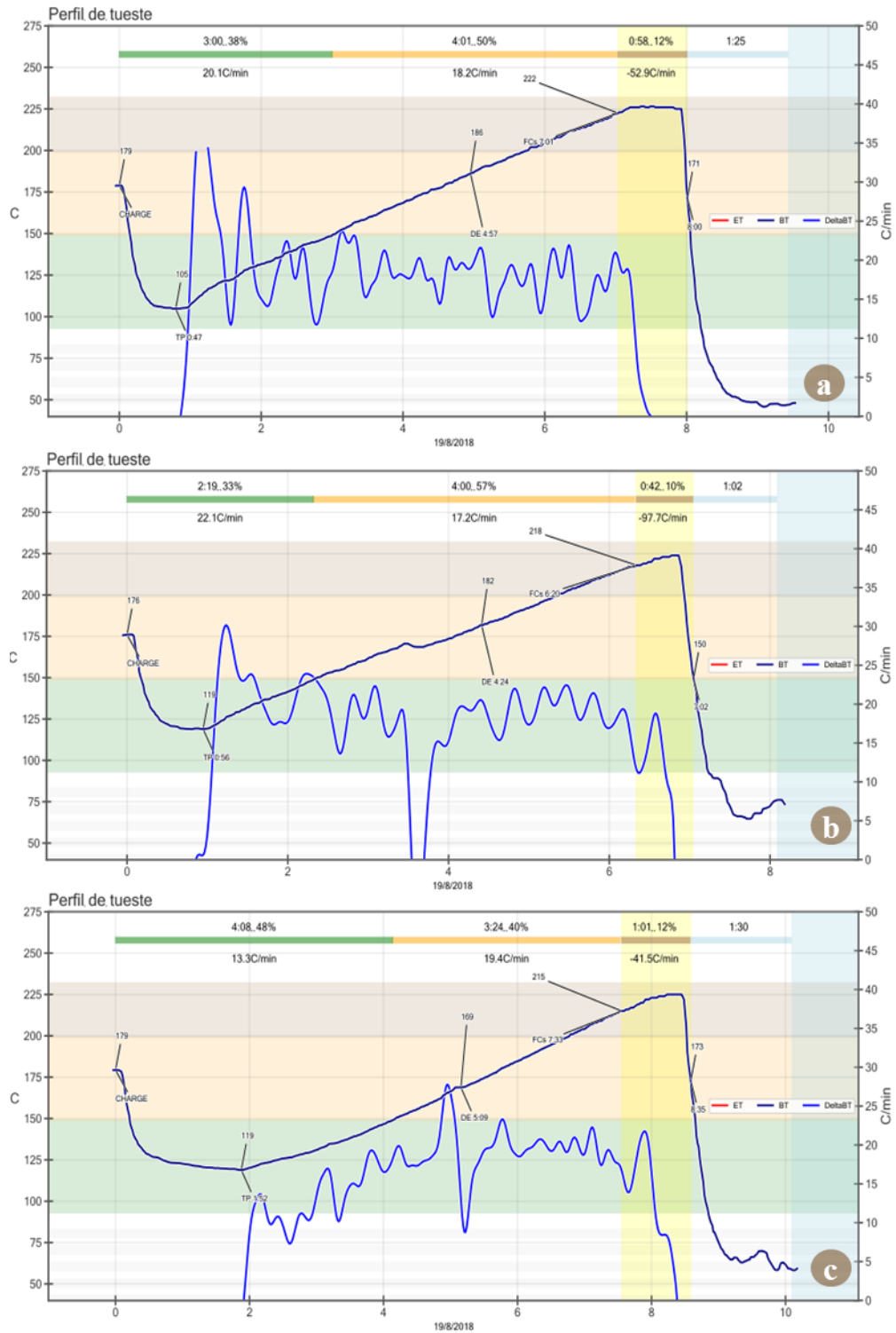
Anexo C. Curvas “S” o curva de tuestado del experimento aplicado en los granos de café provenientes del beneficio “honey rojo”, con humedad del 10% y temperatura de 180 °C, de la empresa Café Trinidad C.A.: primera repetición (a), segunda repetición (b) y tercera repetición (c).



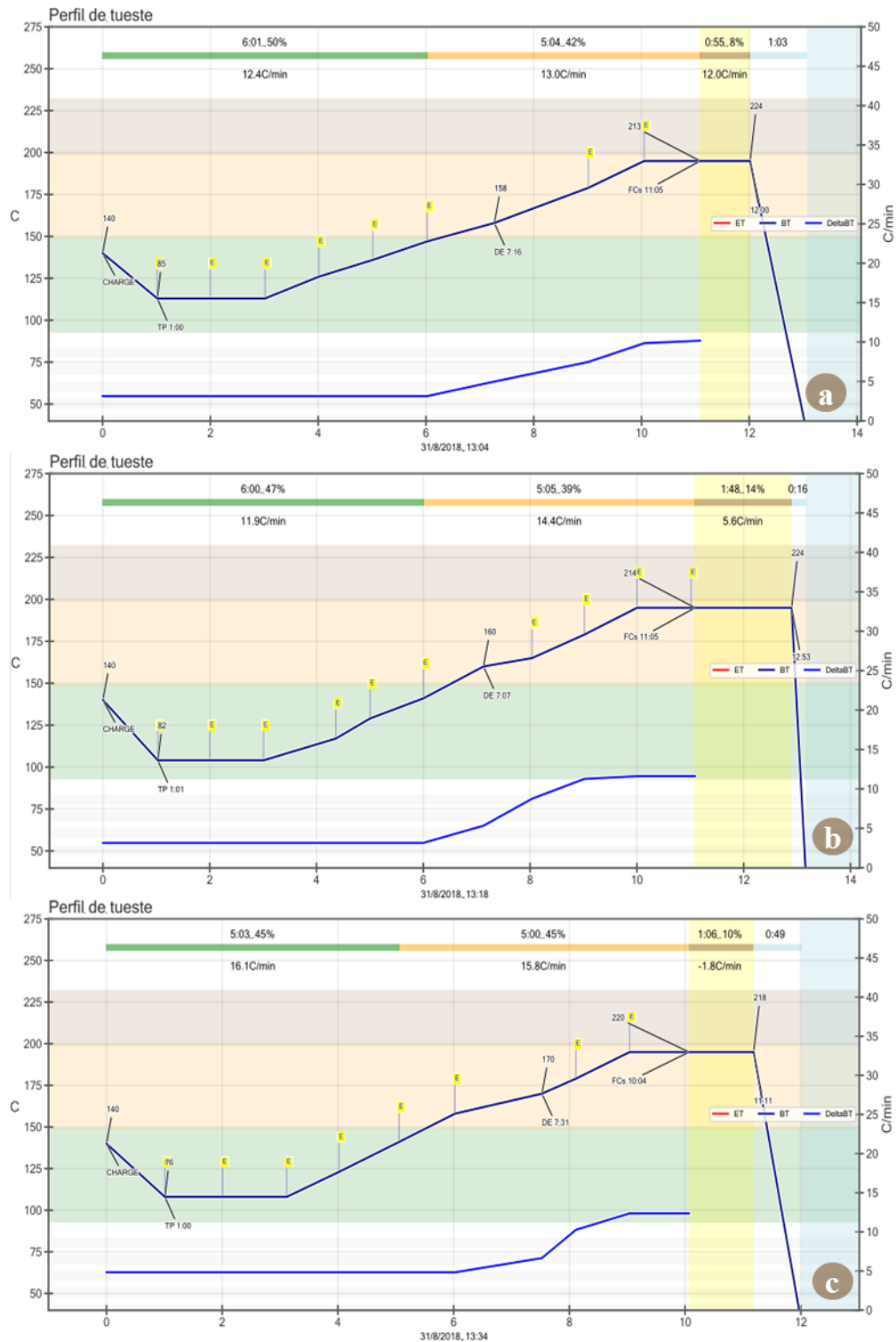
Anexo D. Curvas “S” o curva de tostado del experimento aplicado en los granos de café provenientes del beneficio “honey rojo”, con humedad del 11% y temperatura de 140 °C, de la empresa Café Trinidad C.A.: primera repetición (a), segunda repetición (b) y tercera repetición (c).



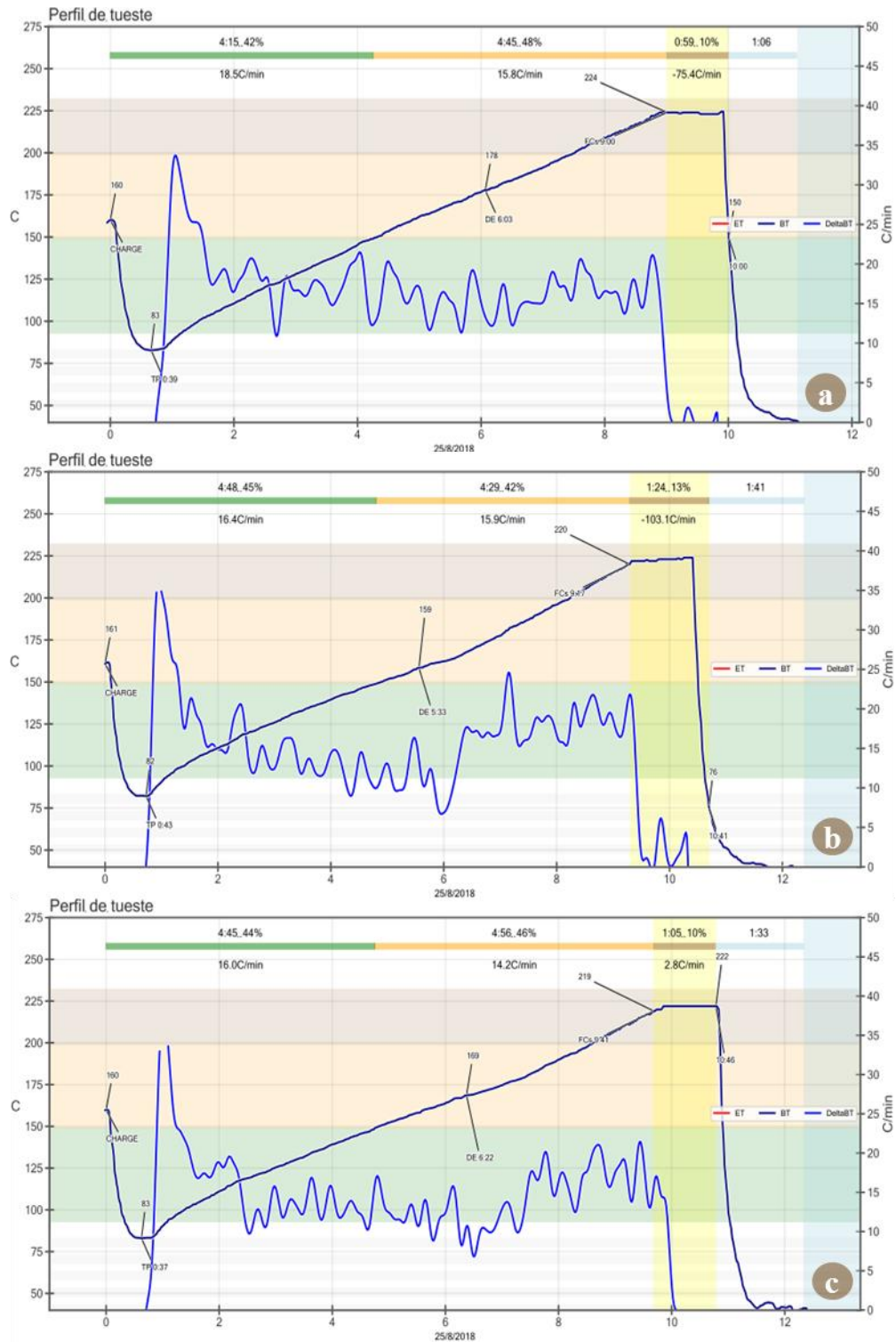
Anexo E. Curvas “S” ou curva de tuestado del experimento aplicado en los granos de café provenientes del beneficio “honey rojo”, con humedad del 11% y temperatura de 160 °C, de la empresa Café Trinidad C.A.: primera repetición (a), segunda repetición (b) y tercera repetición (c).



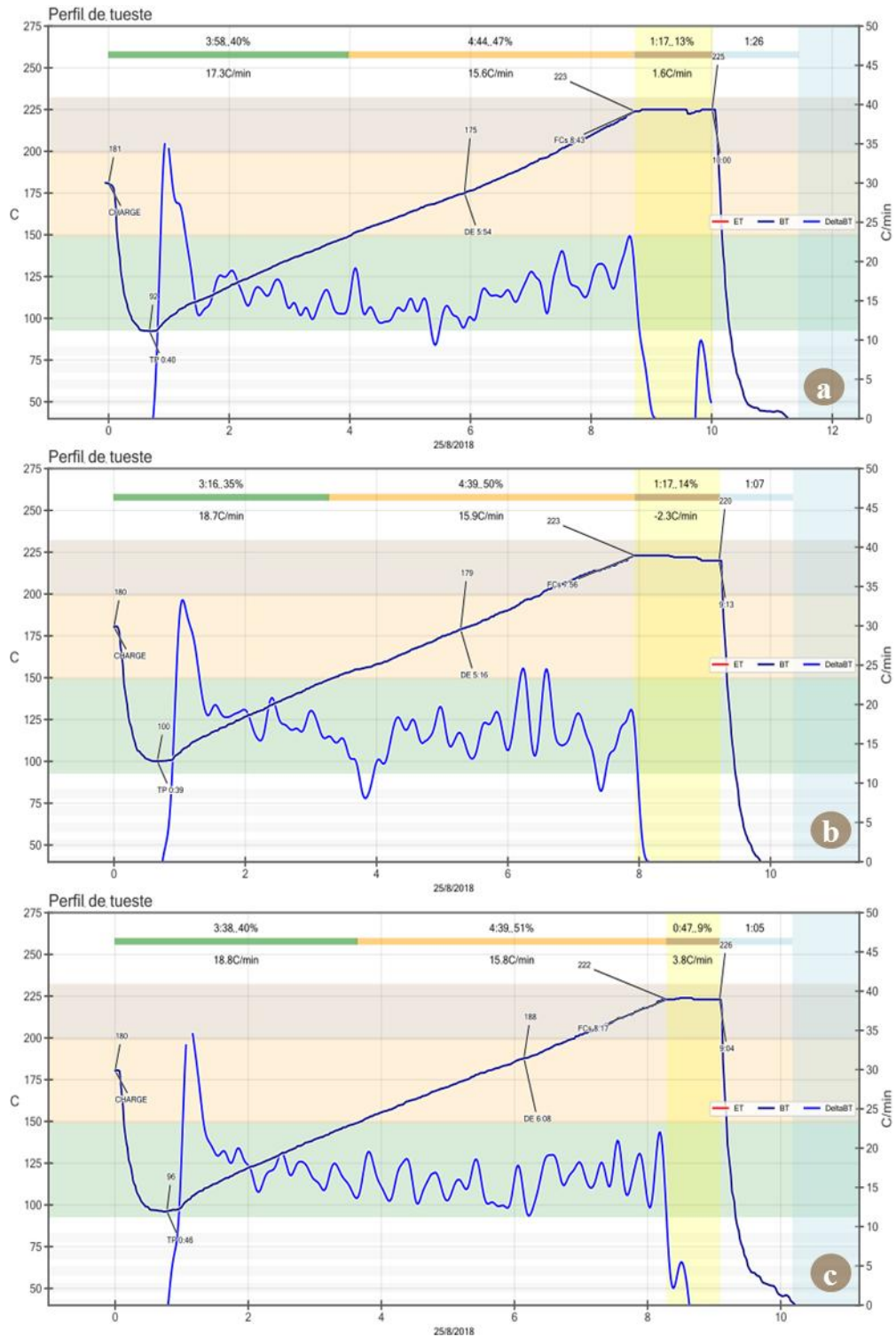
Anexo F. Curvas “S” o curva de tuestado del experimento aplicado en los granos de café provenientes del beneficio “honey rojo”, con humedad del 11% y temperatura de 180 °C, de la empresa Café Trinidad C.A.: primera repetición (a), segunda repetición (b) y tercera repetición (c).



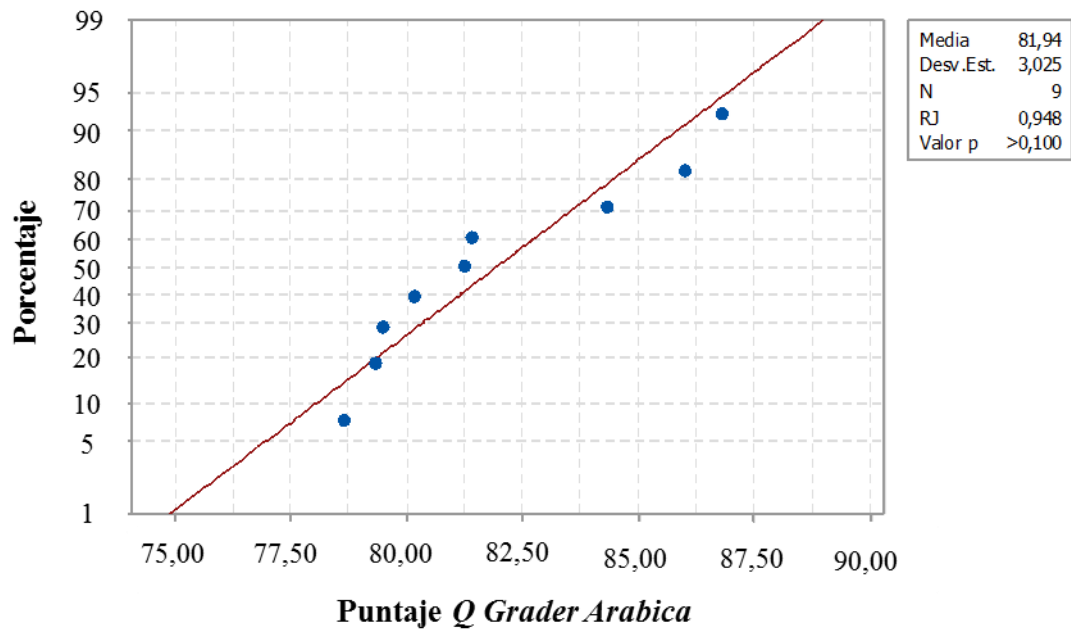
Anexo G. Curvas “S” o curva de tuestado del experimento aplicado en los granos de café provenientes del beneficio “honey rojo”, con humedad del 12% y temperatura de 140 °C, de la empresa Café Trinidad C.A.: primera repetición (a), segunda repetición (b) y tercera repetición (c).



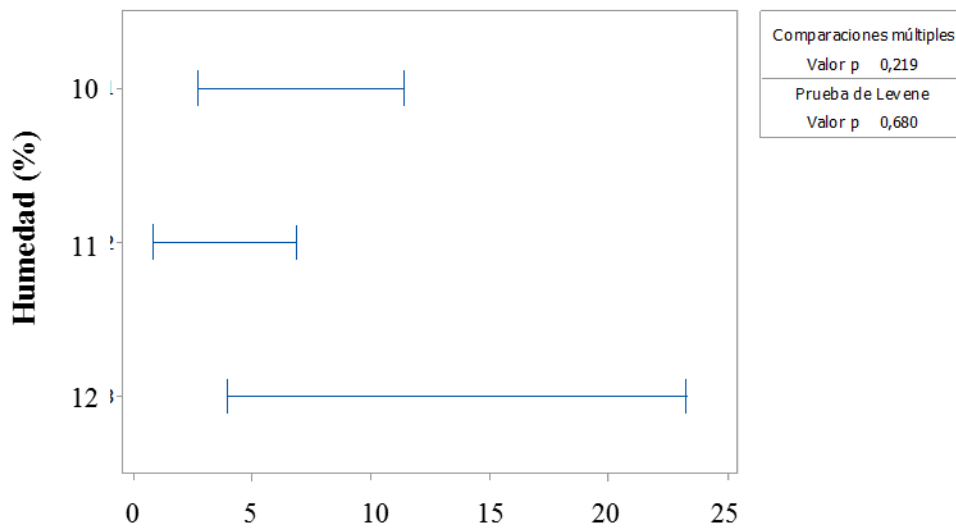
Anexo H. Curvas “S” o curva de tostado del experimento aplicado en los granos de café provenientes del beneficio “honey rojo”, con humedad del 12% y temperatura de 160 °C, de la empresa Café Trinidad C.A.: primera repetición (a), segunda repetición (b) y tercera repetición (c).



Anexo I. Curvas “S” o curva de tostado del experimento aplicado en los granos de café provenientes del beneficio “honey rojo”, con humedad del 12% y temperatura de 180 °C, de la empresa Café Trinidad C.A.: primera repetición (a), segunda repetición (b) y tercera repetición (c).



Anexo J. Resultados de la aplicación de la prueba de Anderson Darling para la comprobación de la normalidad.



Si los intervalos no se sobreponen, la desviación estándar correspondiente son significativamente diferentes.

Anexo K. Resultados de la aplicación de la prueba de Levene para la comprobación de la homogeneidad de la varianza.