

**Plan de trazabilidad para el control de variables de calidad durante el beneficio de  
café especiales en la finca Los Alpes vereda Farallones del municipio de  
Ciudad Bolívar -Antioquia**

**Por**

**Andrés Mauricio León Leal**

**Tesis dirigida por:**

**Mg. Juan Carlos Palacio Piedrahita**

**Magíster en Administración de Empresas con énfasis en Dirección de Proyectos**

**Corporación Universitaria Lasallista**

**Maestría en Gestión de la Calidad de los Alimentos**

**Caldas, Antioquia**

**Abril de 2019**

## Tabla de contenido

<b>Dedicatoria</b> .....	<b>5</b>
<b>Resumen</b> .....	<b>6-7</b>
<b>Introducción</b> .....	<b>8-10</b>
<b>1. Justificación</b> .....	<b>11-13</b>
<b>2. Problema</b> .....	<b>14-17</b>
<b>3. Objetivos y metodología</b> .....	<b>18-19</b>
3.1. Objetivo general.....	18
3.2. Objetivo específicos.....	18
3.3. Metodología.....	18
3.3.1. Ubicación de zona de ejecución del proyecto.....	26
3.3.2. Variedad de cafés seleccionados.....	26
-Variedad Caturra.....	26
-Variedad Castillo Rosario.....	27
3.3.3. Métodos de beneficios del café.....	28-34
<b>4. Marco teórico</b> .....	<b>34-35</b>
4.1. Calidad en el café.....	35
4.2. Definición conceptual de la calidad.....	36-42
4.3. Trazabilidad para la obtención de cafés especiales.....	42
4.4. Selección de la variedad a cultivar.....	43
4.5. Recolección del fruto (cosecha).....	44
4.6. Despulpado de la cereza.....	44
4.7. La fermentación del café.....	45
4.8. Lavado de café.....	48
4.9. Secado del café y obtención del pergamino.....	49-51
<b>5. Programa de trazabilidad</b> .....	<b>51-90</b>
<b>6. Análisis de resultados y discusión</b> .....	<b>90-92</b>
6.1. Proceso de beneficio húmedo.....	92
6.1.1. Comparación de las variables asociadas al beneficio para la variedad Caturra.....	92
6.1.2. Comparación de las variables asociadas al beneficio para la variedad Castillo.....	95
6.2. Proceso de beneficio en seco.....	97
6.2.1. Comparación de las variables asociadas al beneficio para la variedad Caturra.....	98
6.2.2. Comparación de las variables asociadas al beneficio para la variedad Castillo.....	99
<b>7. Guía Buenas Prácticas de Beneficio</b> .....	<b>96-97</b>
<b>8. Conclusiones</b> .....	<b>104-106</b>
<b>Bibliografía</b> .....	<b>110-113</b>

## Ilustraciones

<b>Ilustración 1:</b> Finca Los Alpes.....	13
<b>Ilustración 2:</b> Medición °Brix.....	21
<b>Ilustración 3:</b> Medición de humedad relativa y temperatura.....	22
<b>Ilustración 4:</b> Medición de pH.....	23
<b>Ilustración5:</b> Recolección de muestras.....	32

## Formatos

<b>Formato 1:</b> Formato de Catación SCA .....	38
---	----

## Figuras

<b>Figura 1:</b> Fruto y árbol de variedad Caturra.....	27
<b>Figura 2:</b> Fruto y árbol de variedad Castillo Rosario.....	28
<b>Figura 3:</b> Beneficio del café.....	30
<b>Figura 4:</b> Fermentación del café .....	47
<b>Figura 5:</b> Secado de café.....	51
<b>Figura 6:</b> Análisis de componentes principales (PCA) variedad Caturra beneficio húmedo .....	94
<b>Figura 7:</b> Análisis de componentes principales (PCA) variedad Castillo beneficio húmedo .....	97
<b>Figura 8:</b> Análisis de componentes principales (PCA) variedad Castillo beneficio seco.....	101
<b>Figura 9:</b> Descripción gráfico de los °Brix y el % humedad relativa sobre la calidad de la taza	102

## Gráficos

<b>Gráfico 1:</b> Etapas del beneficio húmedo .....	31
<b>Gráfico 2:</b> Etapas del beneficio seco.....	33
<b>Gráfico 3:</b> Proceso de beneficio húmedo variedad Caturra .....	92
<b>Gráfico 4:</b> Proceso de beneficio húmedo variedad Castillo.....	95
<b>Gráfico 5:</b> Proceso de beneficio seco variedad Caturra .....	98
<b>Gráfico 6:</b> Proceso de beneficio seco variedad Castillo .....	99

## Tablas

<b>Tabla 1:</b> Beneficio húmedo medición #1 variedad Caturra- Traviesa .....	54
<b>Tabla 2:</b> Beneficio húmedo medición #2 variedad Caturra- Traviesa .....	57
<b>Tabla 3:</b> Beneficio húmedo medición #3 variedad Caturra- Traviesa .....	58

<b>Tabla 4:</b> Beneficio seco medición #4 variedad Caturra-Traviesa .....	60
<b>Tabla 5:</b> Beneficio seco medición #5 variedad Caturra-Traviesa .....	61
<b>Tabla 6:</b> Beneficio seco medición #6 variedad Caturra-Traviesa .....	62
<b>Tabla 7:</b> Beneficio húmedo medición #7 variedad Caturra-cosecha principal .....	64
<b>Tabla 8:</b> Beneficio húmedo medición #8 variedad Caturra-cosecha principal .....	66
<b>Tabla 9:</b> Beneficio húmedo medición #9 variedad Caturra-cosecha principal .....	67
<b>Tabla 10:</b> Beneficio seco medición #10 variedad Caturra-cosecha principal .....	69
<b>Tabla 11:</b> Beneficio seco medición #11 variedad Caturra-cosecha principal .....	70
<b>Tabla 12:</b> Beneficio seco medición #12 variedad Caturra-cosecha principal .....	71
<b>Tabla 13:</b> Beneficio húmedo medición #13 variedad Castillo Rosario- Traviesa .....	73
<b>Tabla 14:</b> Beneficio húmedo medición #14 variedad Castillo Rosario- Traviesa .....	75
<b>Tabla 15:</b> Beneficio húmedo medición #15 variedad Castillo Rosario- Traviesa .....	76
<b>Tabla 16:</b> Beneficio seco medición #16 variedad Castillo Rosario-Traviesa .....	78
<b>Tabla 17:</b> Beneficio seco medición #17 variedad Castillo Rosario-Traviesa .....	79
<b>Tabla 18:</b> Beneficio seco medición #18 variedad Castillo Rosario-Traviesa .....	80
<b>Tabla 19:</b> Beneficio húmedo medición #19 variedad Castillo Rosario- cosecha principal .....	82
<b>Tabla 20:</b> Beneficio húmedo medición #20 variedad Castillo Rosario- cosecha principal .....	84
<b>Tabla 21:</b> Beneficio húmedo medición #21 variedad Castillo Rosario- cosecha principal .....	85
<b>Tabla 22:</b> Beneficio seco medición #22 variedad Castillo Rosario- cosecha principal .....	87
<b>Tabla 23:</b> Beneficio seco medición #23 variedad Castillo Rosario- cosecha principal .....	88
<b>Tabla 24:</b> Beneficio seco medición #24 variedad Castillo Rosario- cosecha principal .....	89
<b>Tabla 25:</b> Cálculos para el proceso de beneficio húmedo variedad Caturra .....	93
<b>Tabla 26:</b> Cálculos para el proceso de beneficio húmedo variedad Castillo .....	96
<b>Tabla 27:</b> Cálculos para el proceso de beneficio seco variedad Caturra .....	98
<b>Tabla 28:</b> Cálculos para el proceso de beneficio seco variedad Castillo .....	100

## Dedicatoria

A mi padre... que ya no está conmigo y cómo me hubiera gustado que disfrutáramos juntos de este logro que es más tuyo que mío; a mi madre, que es un ejemplo de fortaleza y de lucha en el día a día y que con mi padre dio todo para que hoy estuviera haciendo esto; a María Alejandra que es el aliciente para todos los días esforzarme por salir adelante juntos; a mis hermanos, a mis sobrinos y familia que siempre han estado ahí para mí en las buenas y malas y a Rocco, esto es para ti también por enseñarme qué es la lealtad... Gracias de corazón a todos.

## Resumen

Los cafés especiales, constituyen el 30% de la producción mundial de café, y en Colombia el crecimiento ha pasado de un 5% en el 2010 a un 10% en la actualidad. Los consumidores cada vez tienen mayor criterio a la hora de elegir una taza y el incremento en el consumo llega a los 2 kg per cápita anuales, a pesar de seguir siendo muy bajo comparado con el mercado escandinavo y, concretamente, con Finlandia en donde el consumo per cápita es de más de 15 kg por año, es un indicador que marca tendencia en alza, y que nos permite augurar un futuro más esperanzador en lo que se refiere a la producción de café para Colombia. En éste último el consumo ha tenido un aumento creciente de más o menos un punto porcentual en los últimos 5 años. (Restrepo, 2013)

El mercado de los cafés especiales enmarca una alternativa que desde cualquier punto de vista que se aborde, debe ser mirada con beneplácito, tanto para el caficultor como para el exportador o comercializador y en gran medida para el consumidor, al tener una posibilidad de acceder a una bebida llena de atributos que lo hacen ser diferenciado de los cafés comerciales o comúnmente llamados commodity y por el cual el cliente está dispuesto a pagar un mayor precio.

El presente estudio pretende brindar al caficultor una guía para obtener procedimientos durante el beneficio, que sean rastreables y replicables en el tiempo y que de esta forma pueda obtener una taza consistente y reproducible en cuanto a su perfil, que en definitiva es lo que el mercado busca y lo que puede llegar a significar producir café con diferencial por cuya calidad, el mercado esté dispuesto a pagar más.

La metodología empleada, involucra dos tipos de fermentación, en seco y en húmedo (aerobia y anaerobia respectivamente). En cada una de ellas, se realiza un control de las variables

relevantes para el beneficio: pH, temperatura y tiempo. La variable a considerar durante la recolección, los °Brix son constantes para los dos tipos de proceso a tener en cuenta en el presente estudio.

A su vez, se propuso como metodología para el análisis, la obtención de tres (3) mediciones de cada una de las variedades (Caturra y Castillo Rosario), a las cuales se les aplicó los métodos de beneficio en húmedo y en seco. De igual forma se procedió a obtener el mismo número de muestras para la cosecha menor o traviesa y para la cosecha principal.

Los resultados obtenidos se abordaron a través del análisis estadístico dividido en tres etapas. En la primera, mediante pruebas t-student se evaluó si las variables asociadas al proceso de beneficio cambiaban entre los dos tipos de cosecha (Traviesa y Principal) en cada una de las variedades. En segundo lugar, a través de análisis de componentes principales (PCA). Finalmente, para cada proceso de beneficio, se realizó un análisis de regresión lineal múltiple para determinar cuáles de las variables del proceso se relacionaban significativamente con la calificación de la taza, dada por un panel sensorial. Todas las inferencias fueron realizadas a un nivel de significancia ( $\alpha$ ) 0.05 usando el software R 3.5.0.

Con base en el análisis de los resultados se logró establecer que a través de la aplicación de la herramienta t- student se pudo observar que existen variaciones significativas entre los datos obtenidos para las variables °Brix, humedad relativa y pH tanto entre una cosecha y otra como para una variedad y otra, constituyéndose este elemento en un factor fundamental para determinar aspectos relevantes a tener en cuenta al momento de generar procesos que permitan acceder a tazas replicables y con perfil reproducible en el tiempo.

## Introducción

Las tendencias mundiales en el consumo de café han sufrido variaciones significativas en los últimos tiempos. Hoy en día, un porcentaje representativo de la población en el mundo que consume café es vigilante estricta de su calidad en taza. Es así como recientemente el café especial o denominado gourmet ha empezado a ocupar un renglón importante para los países productores del grano incrementando su producción en el último año en un 35% de la producción de café en el ámbito global (La oportunidad para los cafés especiales colombianos, 2015).

Por café especial se considera la siguiente definición: "Un café se considera especial cuando es percibido y valorado por los consumidores debido a alguna característica que lo diferencia de los cafés convencionales, por lo cual están dispuestos a pagar un precio superior. Para que ese café sea efectivamente especial, el mayor valor que están dispuestos a pagar los consumidores debe representar un beneficio para el productor". ("Nuestros Cafés Especiales | Federación Nacional de Cafeteros," FNC, 2015.)

Respecto a la demanda mundial de café, dos tercios de la población lo consumen. Se tiene calculado que se toman alrededor de 25 mil tazas por segundo (Amecafé, 2015). Los países de mayor consumo medido en tazas al día, son Estados Unidos (15.9%), Brasil (14.1%), Alemania (6.8%) y Japón (5.1%) (Icafe, 2015). (Valencia Sandoval, 2016)

Este es un indicador que marca tendencia en alza, y que permite generar un futuro más esperanzador en lo que se refiere a la producción de café en nuestro medio.

En este orden de ideas, el mercado de los cafés especiales, enmarca una alternativa que desde cualquier punto de vista que se aborde, debe ser mirada con beneplácito, tanto para el caficultor, como para el exportador o comercializador y en gran medida para el consumidor, al

tener una posibilidad de acceder a una bebida llena de atributos que lo hacen ser diferenciado de los cafés comerciales o comúnmente llamados *commodity* y por el cual el cliente está dispuesto a pagar un mayor precio.

Lo anterior, como se mencionó en un principio, define en gran medida el café especial; un café diferenciado con atributos sensoriales y fisicoquímicos no perceptibles ni posibles de determinar en un café *commodity* y cuyo proceso involucra el hecho, de que los consumidores están dispuestos a pagar un precio mucho más alto al que se le otorga al café comercial.

Para lograr dicha diferenciación en taza, basada en atributos que hagan que el café sea valorado como especial, es necesario considerar un serie de factores durante toda la cadena productiva que permitan asegurar que los parámetros de calidad obtenidos pueden ser replicados a través de procesos consistentes y reproducibles entre una cosecha y otra y que de esta manera garanticen que el perfil de taza<sup>1</sup> se sostiene en el tiempo. De esta manera, el cliente asegura que sus consumidores recibirán un producto, que en el marco de los parámetros controlables y verificables por el caficultor, conservará las características organolépticas que le han permitido ser valorado como especial y que él espera encontrar en cada taza que consume.

Dichos factores mencionados anteriormente, en conjunto, son intrínsecos o extrínsecos y no necesariamente constituyen la trazabilidad. Los factores se deben medir, controlar y replicar para garantizar a la trazabilidad y son la herramienta más efectiva con la que cuenta el caficultor para garantizar la consistencia entre una cosecha y otra.

Dentro de los procesos productivos del café que permiten obtener un perfil de taza diferenciado y que es necesario mantener en la medida en que aseguren atributos para el

---

<sup>1</sup> El perfil de taza está constituido por una serie de atributos que permiten hacer una valoración desde el punto de vista sensorial y que en conjunto constituyen las percepciones cualitativas y cuantitativas de la misma.

producto, se encuentran las etapas comprendidas entre la recolección y el beneficio que juegan un papel fundamental, ya que de ellas depende en gran medida la calidad final de la bebida y su consecuente perfil. Es por eso que el presente trabajo, pretende establecer los aspectos clave que permitan asegurar la trazabilidad de dichas etapas, de manera que se constituyan en herramienta efectiva para el caficultor, para ser utilizadas de forma que ayuden a mantener los atributos sensoriales que hacen que el café reciba la denominación de especial.

## 1. Justificación

Uno de los desafíos a los que se enfrenta el caficultor en la producción de cafés especiales, es el reto importante de lograr mantener entre una cosecha y otra el perfil de taza que permitió que su café fuera valorado y reconocido por características que lo hacen diferencial frente al resto de cafés disponibles en el mercado (“Nuestros Cafés Especiales | Federación Nacional de cafeteros,” FNC, 2015.). Es así como la presente investigación, pretende proporcionar a los caficultores bajo determinadas condiciones específicas, la posibilidad de implementar un sistema de trazabilidad para el proceso de beneficio del café en la finca Los Alpes, vereda Farallones del municipio de Ciudad Bolívar (Antioquia), el cual constituye el eje central en el cual gira la posibilidad de generar tazas con perfiles sostenibles y replicables en el tiempo, proporcionando así una identificación y un posicionamiento de perfil en el mercado, que permitan entre una cosecha y otra, asegurar al comprador, un perfil de taza consistente al menos en los criterios que son posibles de controlar, que son los llamados intrínsecos<sup>2</sup>, que dependen estrictamente del proceso acucioso y controlado durante el beneficio y que no están determinados por el azar del clima o la capacidad de la planta para absorber nutrientes.

El propósito fundamental del proyecto es proporcionar una herramienta que sirva de guía útil al caficultor para la producción de café especial conservando las características propias del perfil que le permita obtener precios superiores a los del producto en el mercado de los commodity y que de esa forma signifique un aumento en su nivel de ingreso y una mejora sustancial en la calidad de vida en el entorno de las familias cafeteras de la zona objeto del presente estudio en las cuáles sea susceptible replicar este proceso en la medida en que

---

<sup>2</sup> Son aquellos como variedad de la especie a cultivar, fertilización del suelo, método de recolección, tipo de beneficio empleado, método de secado y almacenamiento del café que son posibles de controlar y replicar por parte del caficultor.

mantengan condiciones agroecológicas, climáticas y de variedades de café, que hagan posible su aplicación y puesta en ejecución para la zona objeto de estudio del trabajo de investigación.

El municipio de Ciudad Bolívar donde se encuentra ubicada la Finca Los Alpes es el territorio de Antioquia con más hectáreas cultivadas en café con un promedio de 11.500 Ha, seguido del municipio de Andes, con en promedio 10.000 Ha (“Caficultura Sostenible,” FNC , 2014).

Se pretende a través de este trabajo de investigación, generar un impacto que afecte de manera positiva a un número significativo de caficultores de la zona de influencia de la elaboración del presente proyecto (finca Los Alpes, vereda Farallones, Municipio de Ciudad Bolívar – Antioquia). La puesta en ejecución del plan de trazabilidad propuesto para los caficultores de la zona, se justifica en gran medida, ya que repercutirá en el mejoramiento de la calidad de vida de los productores, en la medida en que puedan distribuir su café a un precio diferenciado con calidades en taza sobresalientes.

El sostenimiento del perfil de taza entre una cosecha y otra, ya sea incluso entre cosechas principales y menores, (conocida en algunas regiones como Mitaca o Traviesa en Antioquia y otras zonas del país), teniendo en cuenta que las épocas del año en que el fruto aparece y madura en el árbol, luego de la floración, son variables. Para cuestiones pertinentes al presente estudio, se hace relación a la especie Arábica que es la que se cultiva en nuestro país cuya cosecha aparece entre los 210 y 224 días después de la floración, aunque es importante anotar que en el caso de Colombia es muy particular puesto que su régimen de lluvias incluye, en ciertas regiones, diferentes ciclos de precipitación que generan a su vez floraciones relativamente continuas a lo largo del país. Es así como en ciertas regiones colombianas se generan floraciones,

y consecuentemente frutos maduros, en 50 semanas de las 52 que tiene el año. La irregularidad en los periodos de cosecha, sumada a las grandes alturas y pendientes donde se siembra café en los Andes colombianos, dificulta la mecanización en los procesos de cosecha y favorece la selectividad en los procesos de recolección (FNC, 2015).

Con la investigación se establecerá el estudio en el control de una variable fundamental en el proceso de recolección, los grados Brix ( $^{\circ}\text{Bx}$ )<sup>3</sup> y tres variables muy importantes durante el beneficio, pH, temperatura y tiempo. Se pretende sustentar con bases científicas, que una vez establecido un proceso plausible, basado en la capacidad de replicar metodologías de fermentación, estructuradas bajo el control de estas tres variables, es muy posible garantizar un perfil de taza sostenible en el tiempo, y que permita al caficultor posicionar su café con atributos específicos, replicables y característicos, que hagan que el cliente esté dispuesto a pagar un precio superlativo por el producto. La ilustración 1 muestra la finca Los Alpes, parte del cultivo y la estructura donde se lleva a cabo el beneficio.

*Ilustración 1*



*Finca Los Alpes*

*Fuente: Archivo propio del autor*

---

<sup>3</sup>  $^{\circ}\text{Bx}$  hacen referencia al cociente total de materia seca, principalmente azúcares disueltos.

## 2. Problema

El principal reto al cual se enfrenta un caficultor, una vez su café fue valorado como especial, basado en los parámetros de catación propuestos por la SCA (Asociación de cafés especiales, por sus siglas en inglés)<sup>4</sup>, es mantener el perfil de taza, por lo cual el comprador pagó un determinado precio, que con plena certeza supera con creces el precio establecido en bolsa de Nueva York para el café comercial o commodity.

Es entonces cuando surge la pregunta fundamental y que a su vez se convierte en un desafío: ¿De qué manera asegurar que el caficultor garantiza perfil de taza en su café, asegurando que los atributos propios del mismo por el cual es valorado se mantengan entre una cosecha y otra? Este interrogante de no ser abordado de la forma correcta, va a representar que el caficultor no logre mantener los atributos diferenciales, que hicieron que su café en determinado momento fuera valorado con un puntaje alto por encima ochenta (80)<sup>5</sup> puntos según valoraciones establecidas por la SCA, y de esa forma adquirido en un precio representativo que caracteriza a los cafés especiales no sólo en Colombia sino en el mundo.

El café colombiano a pesar de ser un producto insignia en el mundo, sufre las consecuencias permanentes de la caída de los precios internacionales establecidos para la especie de café motivo de análisis en el presente trabajo, como lo es la especie Arábica, por las fluctuaciones del precio en la bolsa de Nueva York.

---

<sup>4</sup> La SCA es la Specialty Coffee Association por su sigla en inglés. Es el organismo que regula en la actualidad los parámetros para definir cuando un café puede incluirse entre los rangos de cafés especiales con base en procesos estandarizados propuestos por dicha organización y que son acogidos de manera voluntaria a nivel de todo el mundo.

<sup>5</sup> La valoración cuantitativa propuesta por la SCA para un café varía entre 60 y 100 puntos. Un valor de 80 puntos significa la referencia como límite inferior para considerar que un café es especial.

En muchas ocasiones el precio de la carga no se compadece con los costos de producción de la misma, sobre todo afectado por el excesivo costo de los insumos agrícolas que se emplean en la labor caficultora (Camilo et al., FNC, 2010.).

Es ahí donde la producción de café especial surge como una alternativa eficaz, que le posibilite al caficultor producir en pequeños micro lotes sembrados en gran medida con variedades de café seleccionadas, tanto varietales<sup>6</sup> como las propuestas por la FNC, y pueda asegurar que con una extensión no mayor a tres hectáreas sembradas en café de variedades potencialmente valoradas con puntajes óptimos en taza, logre obtener dividendos representativos con una labor agrícola establecida y llevada a cabo por el grupo familiar sin depender de terceros, con un número de árboles que no necesita exceder los 15.000 (quince mil), y que permite al caficultor fijar su afán productivo sólo en el volumen y enfocarse en la calidad del grano, reflejada en taza.

Una vez alcanzado ese nivel de calidad en taza, es necesario que se garantice al comprador o compradores un perfil consistente, que se pueda replicar cosecha tras cosecha, que mantenga los atributos primordiales por los cuales se pagó determinada cantidad y que con plena certeza excederá de forma significativa el precio del café del día en la bolsa de Nueva York.

En este sentido es que se hace imperativo implementar un plan de trazabilidad<sup>7</sup> que permita bajo ciertas condiciones que son controlables y susceptibles a ser monitoreadas, además

---

<sup>6</sup> Constituyen las variedades de café diferentes a las propuestas por la Federación Nacional de Cafeteros (FNC) y que, en un porcentaje significativo, permiten obtener tazas diferenciadas y con mejores atributos en la bebida. El atenuante es su baja resistencia a las enfermedades.

<sup>7</sup> Trazabilidad o rastreabilidad significa seguir la pista de un producto, en el tiempo y en el espacio, por medio de procedimientos, registros de información y sistemas de identificación, para conocer la procedencia y los procesos de elaboración, comercialización y distribución del producto. (Puerta, FNC, 2015). Según la norma ISO 22005 se define como “la capacidad de seguir el movimiento de un alimento a través de etapas especificadas en producción, procesado y distribución”. Para efectos de este trabajo, la etapa a considerar es la de beneficio.

de verificables, asegurar que las variables de control propuestas van a permitir, a través de una documentación certera y ajustada al análisis de los procesos de beneficio, la posibilidad de generar tazas replicables en el tiempo, por las cuales el consumidor va a pagar el precio justo basado en los cuidados y criterios implementados en el proceso, haciendo énfasis en el beneficio en donde en gran medida se desarrollan los compuestos que generan el atributo que el cliente espera se repliquen en el café cosecha tras cosecha.

Al obtener un plan de trazabilidad para el café ajustado y validado al proceso como tal, el beneficio que se obtiene se verá reflejado en la posibilidad para el caficultor que en cualquier parte del mundo cumpla con las condiciones descritas para el proceso en finca motivo de este análisis y que en gran medida pueda ser replicable, de manera que se vea reflejado en la obtención de perfiles consistentes que aseguran en el tiempo el sostenimiento de los atributos fisicoquímicos y en gran medida sensoriales por los cuales el cliente está dispuesto a pagar demás.

De esta forma, se pretende brindar al caficultor una herramienta útil, para ser replicada en aquellos cultivos donde las condiciones tanto internas como externas, sean muy similares en cuanto a oferta agroecológica, clima, latitud, altitud, micro flora presente, variedades, métodos de beneficio, métodos de cultivo, entre otras, a las que se encontraron en la finca Los Alpes de la vereda Farallones del municipio de Ciudad Bolívar (Antioquia) que fue seleccionada como lugar de ensayo para el presente trabajo investigativo.

La metodología empleada, involucró dos tipos de fermentación, en seco y en húmedo (aerobia y anaerobia respectivamente). En cada una de ellas, se pretendió realizar un control de

las variables anteriormente mencionadas, en el caso del beneficio (pH, temperatura y tiempo), ya que la variable a considerar durante la recolección ( $^{\circ}\text{Bx}$ ) es constante para los dos tipos de proceso a tener en cuenta en el presente estudio. (Puerta et al., FNC, 2011.)

De esta manera se procura que a lo largo de las distintas cosechas, el café mantenga su perfil en taza y que solamente los factores extrínsecos<sup>8</sup> logren modificar de alguna forma no muy significativa el perfil sin generar un cambio sustancial que genere modificaciones muy apreciables y diferenciales en ella.

---

<sup>8</sup> No se tiene influencia en su control. En el caso del cultivo de café se considera el clima, la capacidad de la planta de asimilar nutrientes, la microflora y su influencia, entre otras.

### **3. Objetivos y Metodología**

#### **3.1 Objetivo general**

Desarrollar un programa de trazabilidad para el proceso de beneficio de cafés especiales en la finca Farallones de Ciudad Bolívar, con el fin de garantizar el perfil de taza a través del control de las variables de calidad.

#### **3.2 Objetivos específicos**

Estructurar un programa de trazabilidad que permita la medición de variables específicas como los °Bx, el pH, el tiempo y la temperatura a lo largo del proceso de beneficio del café, para la obtención de perfiles de taza<sup>9</sup> que sean replicables y sostenibles en el tiempo.

Implementar las condiciones óptimas en el seguimiento de las variables de control para la obtención del perfil de taza para la Finca Los Alpes, vereda Farallones del municipio de Ciudad Bolívar (Antioquia).

Diseñar una guía de buenas prácticas de beneficio para los caficultores con la finalidad de garantizar el perfil de taza de acuerdo con la evaluación realizada.

#### **3.3 Metodología**

Los datos recolectados durante el presente trabajo, para el análisis de variables significativas en las etapas de recolección y beneficio, que se consideran relevantes para garantizar que entre una cosecha y otra sea posible mantener el perfil de taza, fueron evaluados a través de análisis de variables asociadas al proceso de beneficio húmedo y seco de las dos variedades de café (Caturra y Castillo Rosario), medidas en dos cosechas (Travesía y Principal)

---

<sup>9</sup> En el perfil de taza sostenible y replicable en el tiempo intervienen factores extrínsecos e intrínsecos. Estos últimos son los que el caficultor debe conservar para asegurar tazas que conserven el perfil.

durante el período correspondiente a ambas cosechas en el lapso de tiempo correspondiente a los meses de abril y mayo de 2017 para la travesía y octubre y diciembre para la cosecha principal.

A través de ese análisis de variables, se estableció que entre algunas que podrían elegirse, para objeto del presente estudio se seleccionarían las que aparecen en los gráficos 1 y 2 justo en frente de cada etapa que describe el proceso tanto para el beneficio húmedo como el seco.

Es así como para el beneficio húmedo y seco es fundamental durante la etapa de recolección de la cereza del café realizar la medición de los °Brix, ya que establecerán con un alto grado de certidumbre, el llenado del fruto, lo cual se expresa en una mayor cantidad de sólidos solubles (azúcares en su gran mayoría), ácidos orgánicos y compuestos aromáticos, que luego seguramente van a verse reflejados de manera positiva en la taza. Esto se corrobora, estableciendo el peso de los granos maduros y comparándolo con el de los granos verdes o pintones. Siempre a mayor cercanía al estado de madurez óptima del fruto, según la variedad, está asociado un mayor peso de la cereza. Lo anterior explica la importancia de la elección de la variable en esta etapa.

En el caso de la etapa de despulpado para el beneficio húmedo, el tiempo se constituye en una variable importante, en la medida en que entre mayor tiempo transcurra entre la recolección del fruto y el despulpado, será factible que ocurra una primera fermentación del grano, lo cual puede llegar afectar de manera tanto como positiva o negativa la taza y es objeto del presente estudio valorar la incidencia de dicha variable en el perfil.

Es una realidad que una vez recolectado el fruto inicia un proceso de fermentación que es inevitable, ya que los microorganismos inician su proceso de descomposición y aprovechamiento

de los nutrientes. Es por esto que durante la fermentación es relevante determinar tanto los tiempos de fermentación, las temperaturas a las que sucede, la humedad relativa y el pH presente en la masa de café durante dicha etapa, de manera que al tener la posibilidad de controlarlo, registrarlo y tratar de reproducirlo en cosechas o lotes posteriores, dependiendo el resultado final obtenido, se estaría asegurando la garantía de la reproducibilidad de la calidad en taza obtenida.

Como se menciona más adelante en el presente estudio, el pH puede ser un indicador de la finalización del tiempo de fermentación, esto último ligado estrechamente a condiciones de latitud y clima, pero que en definitiva puede llegar a convertirse en un registro preponderante a la hora de generar datos que sean reproducibles y que puedan contribuir a asegurar el sostenimiento del perfil de taza (Puerta 2008).

Así mismo la humedad relativa juega un papel fundamental, ya que puede llegar a significar que los tiempos de fermentación sean mayores o menores, según sea el porcentaje que se registre y esto obviamente va ligado a la posibilidad de realizar un proceso fermentativo más controlado.

Para la etapa de secado e incluso la de almacenamiento en ambos tipos de beneficio, el tiempo y la temperatura se constituyen en factores determinantes de la calidad ya que están estrictamente relacionados con defectos como el reposo, el grano con secado disperejo o veteado, el grano cristalizado y también el cardenillo (moho), los cuales van a verse reflejados en la calidad de la taza. Por tanto, al realizar un control de dichas variables y verificar los resultados finales en taza, podemos evitar que se presenten o así mismo, emprender las acciones de mejora que eviten que durante estas etapas, estos defectos aparezcan y ocasionen tazas con valoraciones negativas.

El equipo empleado para la medición de los °Brix es el refractómetro manual con escala entre cero y treinta (0 – 30 °Brix). La ilustración 2 muestra un refractómetro manual y la reseña de una medición en campo durante el presente trabajo.

### ***Ilustración 2***

#### **Medición de ° Brix**



*Refractómetro*

*Fuente: <https://www.labotienda.com/es/productos>*



*Fuente: Archivo propio del autor*

La humedad relativa se determina a través de un termo higrómetro digital DVM7011 con pantalla LCD de tres dígitos y una resolución de 0.1 °C y 0.1% para la humedad relativa, como el que aparece en la ilustración 3. A su vez, el mismo equipo permite medir la temperatura ambiente fundamental para las etapas de fermentación, secado y almacenamiento. La ilustración 3 nos presenta dos registros en campo, uno de humedad relativa y otro de temperatura.

### *Ilustración 3*

#### **Medición de humedad relativa y temperatura**



*Termo higrómetro %HR*



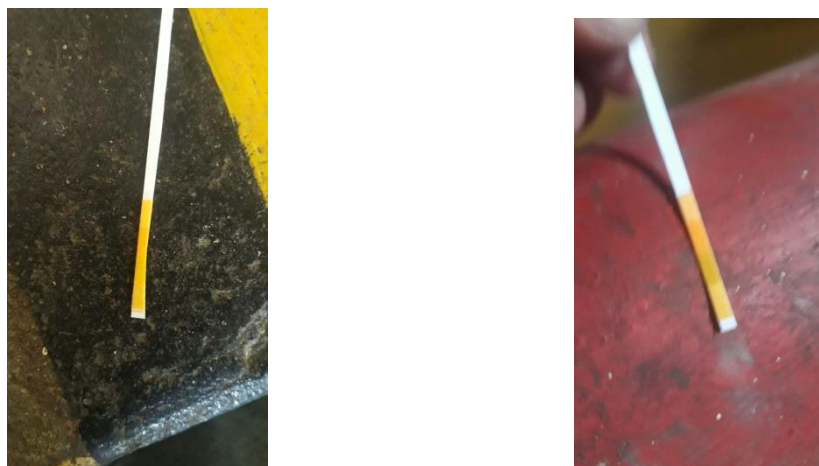
*Termo higrómetro Temperatura*

*Fuente: Archivo propio del autor*

El registro de los tiempos para las etapas en los que se hace necesario, se lleva a cabo a través de un cronómetro digital.

Para el pH se tomó la decisión de realizar la medición con tirillas como las que aparecen en la ilustración 4, ya que el equipo a pesar de reportar una lectura mucho más precisa, se descalibra con facilidad al ser transportado y además requiere de un cuidado operacional especial que no se podía garantizar en la finca y sobre todo teniendo en cuenta lo alejado y precario de la vía de acceso a la misma. Además pretende que el caficultor sea quien realice la lectura y para ello se estableció que el manejo y lectura de la tirilla indicadora de pH de marca Merck es la que se encuentra disponible para el presente estudio y con la cual se logró la mayor familiarización por parte del caficultor y los encargados del cultivo en cuanto a su manejo y lectura de los datos obtenidos. La ilustración 4 muestra una medición del pH en uno de los tanques de lavado para el beneficio húmedo.

***Ilustración 4***  
**Medición de pH**



*Fuente: Archivo propio del autor*

La metodología empleada para la recolección de las muestras, fue comparar las cosechas travesa y principal del año 2017. Se seleccionaron las dos variedades motivo de estudio en el presente análisis Castillo Rosario y Caturra en dos procesos de beneficio diferentes (húmedo y seco). Se recolectaron datos de tres muestreos diferentes por cada una de las cosechas para cada una de las variedades en ambos procesos de beneficio.

Para las variables temperatura, humedad relativa y pH, se realizaron tres tomas de mediciones tratando de que fueran a mañana tarde y noche durante el proceso correspondiente al lote a analizar. Los °Brix se determinan a tres granos (cerezas) en el grado óptimo de maduración (color vino tinto o uva para la variedad Castillo Rosario y rojo carmesí para la variedad Caturra).

Los datos recolectados a través del método descrito se proponen en las tablas de la 1 a la 24 en el presente trabajo.

El análisis estadístico fue dividido en tres etapas. En la primera, mediante pruebas t-student se evaluó si las variables asociadas al proceso de beneficio cambiaban entre los dos tipos de cosecha (Traviesa y Principal) en cada una de las variedades. En segundo lugar, análisis de componentes principales (PCA) fueron realizados. Finalmente, para cada proceso de beneficio, se realizó un análisis de regresión lineal múltiple para determinar cuáles de las variables del proceso se relacionaban significativamente con la calificación de la taza, dada por un panel sensorial. Todas las inferencias fueron realizadas a un nivel de significancia ( $\alpha$ ) 0.05 usando el software R 3.5.0.

Finalmente el análisis sensorial del perfil de taza se llevó a cabo a través de un panel experto de tres (3) catadores “Q” grader<sup>10</sup>. Los miembros de dicho panel son hombres cuya edad se encuentra en el rango entre los 25 a 37 años de edad. Para la valoración de los cafés, se utiliza el formato propuesto por la SCA (Asociación de Cafés Especiales), por su sigla en inglés, definido para tal efecto. Dicho formato se encuentra incluido en el presente trabajo en el Formato 1.

El procedimiento de catación de la muestra, fue llevado a cabo siguiendo el protocolo de catación para cafés especiales propuestos por la SCA. A continuación se hace una descripción del procedimiento:

---

<sup>10</sup> “Q” grader es la denominación que otorga la SCA (Asociación de Cafés Especiales), para los catadores avalados y certificados por ellos a través de un proceso que implica que se cuenta con las habilidades sensoriales necesarias para poder catar café de la especie Arabica.

### **Preparación de la muestra:**

- La curva de tuestión debe estar entre 8 y 12 minutos. El café debe reposar mínimo 8 horas y máximo 24. El nivel Agtron<sup>11</sup> debe estar en un rango entre 58 a 63 molido.
- Relación Agua/Café: 8,25 gramos por 150 mililitros de agua. Se establecen 5 tazas por muestra a catar
- El café se debe moler justo antes de iniciar la catación (máximo 15 minutos antes). La muestra debe ser pesada en grano. La molienda debe ser de entre el 70 y 75 %. Cada taza debe ser cubierta hasta su infusión para minimizar la pérdida de la fragancia.
- El agua debe ser potable y con una proporción de sólidos suspendidos de entre 125 a 175 PPM (Partes Por Millón). La temperatura de la misma debe ser de 92 °C. La taza debe estar llena hasta el tope y se deben tomar entre 3 a 5 minutos antes de romper taza, lo cual consiste en retirar la costra formada sobre la superficie.

### **Proceso de percepción sensorial**

- Con una cuchara de material que no genere contaminaciones como por ejemplo plata, se aspira el café en la boca de manera que cubra tanta área como sea posible. A 71°C se inicia la evaluación de sabor y sabor residual. Así mismo se deben determinar los atributos de acidez, cuerpo y balance. Dichos atributos deben evaluarse a diferentes temperaturas (caliente, tibio y frío).
- El catador hace un juicio en cada taza con el fin de otorgar una valoración al dulzor, uniformidad y a la taza limpia. Se otorgan dos puntos por taza en cada atributo a menos que exista algún defecto en una de ellas, caso en el cual no se le otorgará puntaje. Además

---

<sup>11</sup> La escala de color Agtron define el nivel de tueste específico en el café. Se puede determinar a través de un colorímetro específico para tal fin o también a través de unos discos de color que mediante la observación generan una valoración del grado de tuestión del café.

dicha taza debe ser castigada al final del formato en la casilla donde se consignan las faltas y se le restan los puntos correspondientes tanto para un defecto grave, como para uno leve.

- Al final se realiza una sumatoria de los puntajes asignados para dar una valoración total a la muestra analizada.

### **3.3.1 Ubicación de zona de ejecución del proyecto**

El proyecto se desarrolló en la Finca Los Alpes, vereda Farallones ubicada en el municipio de Ciudad Bolívar en el suroeste Antioqueño.

### **3.3.2. Variedades de Café Seleccionadas**

Para este estudio se emplearon las variedades Castillo Rosario y Caturra, con el fin de establecer un comparativo entre los diferentes perfiles de taza que cada una entrega y a su vez, determinar en la implementación del plan de trazabilidad para los lotes seleccionados, cual reporta mejor resultado en cuanto a perfil de taza, basado en valoraciones propuestas por la SCA.

#### **Variedad Caturra**

Se caracteriza por ser de bajo porte, tiene entrenudos cortos, tronco grueso y poco ramificado, y ramas laterales abundantes cortas, con ramificación secundaria, lo que da a la planta un aspecto vigoroso y compacto. La figura 1 muestra las características foliares y de fruto propias de la variedad.

**Figura 1. Fruto y árbol de variedad Caturra**



*Fruto y arbusto Café variedad Caturra*  
*Fuente: Archivo propio del autor*

### **Variedad Castillo Rosario**

Es una variedad de café de porte bajo, de ramas largas, hojas grandes y vigorosas, de grano grande y resistente a la roya<sup>12</sup> del cafeto. La figura 2 presenta las características foliares, de flor y fruto propias de la variedad.

---

<sup>12</sup> Es una enfermedad causada por el hongo *Hemileia vastatrix*. El café es el único hospedero conocido de este hongo perteneciente al Phylum Basidiomycota, Orden Uredinales, Familia Pucciniaceae. Considerado un parásito obligado, no puede sobrevivir en el suelo o en material vegetal inerte; hasta la fecha no ha sido posible su cultivo en laboratorio. (Jaime Cárdenas López; Oscar Rodrigo Suárez, 2015.)

**Figura 2. Fruto y árbol de variedad Castillo Rosario**



*Fruto y arbusto Café variedad Castillo Rosario*

*Fuente: Archivo propio del autor*

### **3.3.3 Métodos de beneficio del café**

Los dos métodos que se emplearon para el beneficio del café objeto de análisis en el presente trabajo son el beneficio por vía húmeda y el beneficio seco.

Para la ejecución del trabajo investigación se seleccionaron 2 lotes de la finca, uno por variedad de café elegida. Se recolectaron muestras representativas de cada lote, en cada una de las variedades. Las muestras se despulparon y se sometieron a los dos procesos de beneficio propuestos para el presente análisis (húmedo y seco). Una vez obtenido el café pergamino seco, se obtuvieron muestras representativas de cada variedad en ambos lotes y en ambos métodos de beneficio, para ser analizados en el laboratorio de catación y ser sometidas a la valoración sensorial propuesta por el formato de catación de la SCA (Ver Formato 1).

La valoración sensorial que permite establecer el perfil del café de cada una de las muestras recolectadas, fue llevada a cabo por personal entrenado en la catación de café y con las competencias necesarias para el uso del formato de la SCA, de manera que se pudiera dar una valoración tanto cuantitativa como cualitativa, para así establecer el perfil de taza y de esta forma determinar los criterios concluyentes que permitieran corroborar la dependencia del control de las variables y la posibilidad de generar perfiles consistentes y reproducibles.

El análisis descrito se llevó a cabo en dos cosechas, teniendo en cuenta la oferta agroecológica de la finca, que debido a condiciones de latitud y precipitación pluviométrica, proporciona disponibilidad del café en períodos más prolongados a través del año.

La figura 3 presenta algunas etapas propias del beneficio del café.

**Figura 3. Beneficio del Café***Algunas etapas en el beneficio del café*

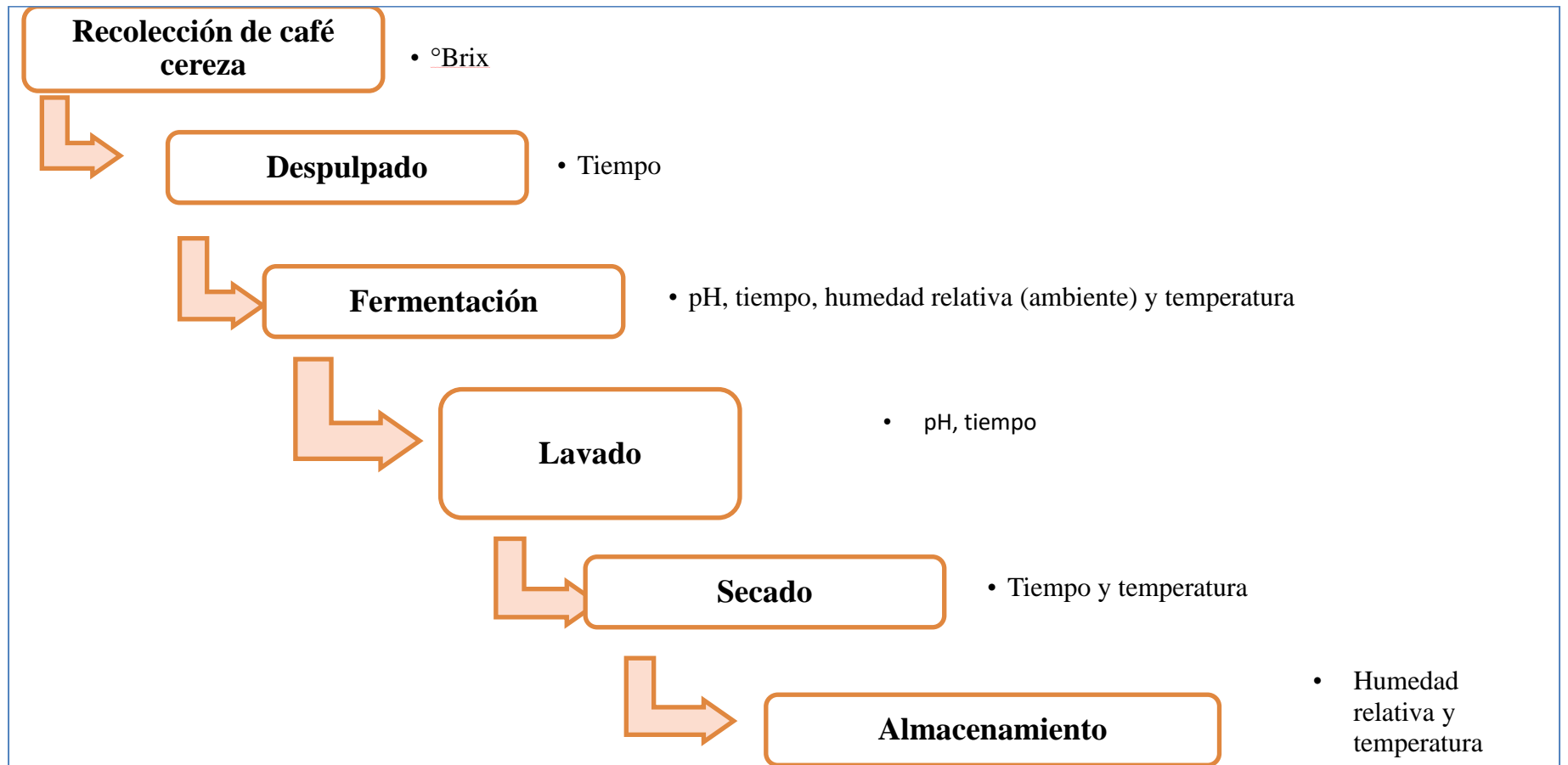
*Fuente: Archivo propio del autor*

La descripción de los pasos a seguir en cada uno de los procesos se explica de forma detallada en los gráficos 1 y 2 respectivamente.

Se estableció como metodología para el análisis, la obtención de tres (3) mediciones de cada una de las variedades (Caturra y Castillo Rosario), a las cuales se les aplica los métodos de beneficio húmedo y seco propuestos en el presente estudio. De igual forma se procedió a obtener el mismo número de muestras para la cosecha menor o travesía y para la cosecha principal.

Gráfico 1

## Etapas del beneficio húmedo



En el gráfico 1 se describen los pasos a seguir para el método de beneficio húmedo. Al lado de cada etapa, se establecen las variables clave a determinar para garantizar el proceso de trazabilidad de manera que se asegure el control del proceso y la posibilidad de replicar resultados plausibles que seguramente se verán reflejados en taza. Así mismo, dicho control, permite garantizar que, si el resultado en taza no es el mejor, es posible aplicar una acción correctiva al proceso fundamentada en el control de variables que evite que una característica sensorial no muy agradable o que pueda catalogarse como defecto, se refleje en el resultado final de la bebida. La Ilustración 2 muestra una de las etapas importantes en la obtención de cafés especiales. La recolección y selección de frutos con grado de madurez óptimo.

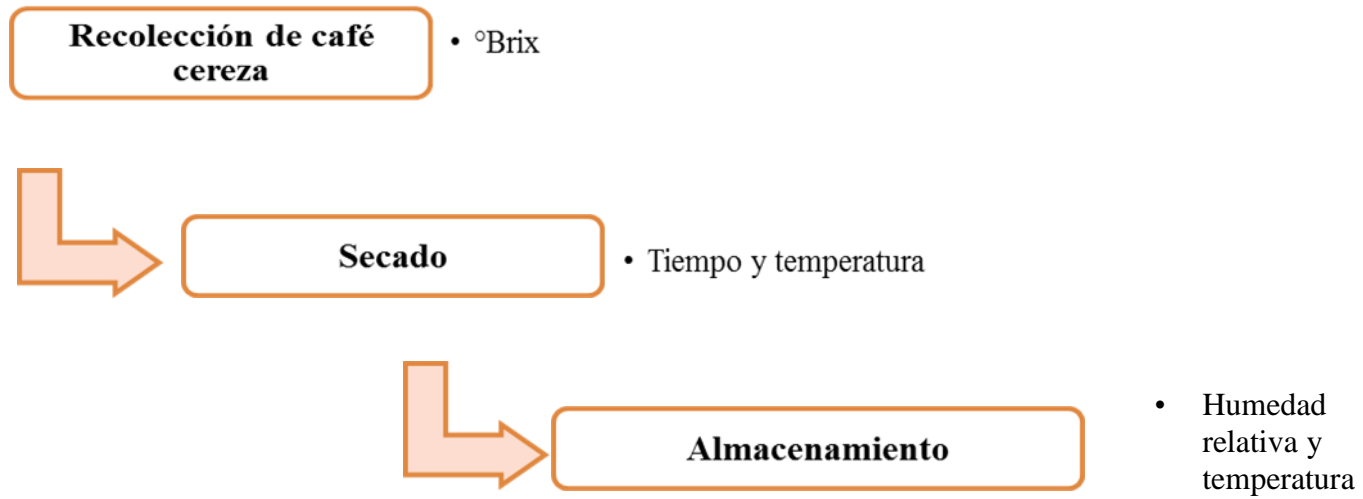
#### **Ilustración 5: Recolección de muestras**



*Recolección de granos maduros  
Fuente: Archivo propio del autor*

## Gráfico 2

### Etapas del beneficio seco



#### 4. Marco teórico

En un país como Colombia, no es un secreto que el sector agrícola y pecuario ha sido castigado a lo largo de nuestra historia por políticas agrarias que no logran solventar las necesidades propias de los habitantes del campo y que, en gran medida, este factor unido al conflicto social que padece la nación, genera el éxodo de la población y de los jóvenes hacia las ciudades a la búsqueda de mejores oportunidades dejando la actividad agrícola desamparada. (Jurado & Tobasura, 2012).

El sector caficultor no escapa a esta problemática y, por el contrario, el café a pesar de ser el producto insignia de Colombia en el mundo, sufre las consecuencias permanentes de la caída de los precios internacionales y en muchas ocasiones el precio de la carga no se compadece con los costos de producción de la misma, sobre todo afectado por el excesivo costo de los insumos agrícolas que se emplean en la labor caficultora. (Cano, Vallejo, Caicedo, Amador, & Tique, 2012).

Es ahí donde la producción de café especial surge como una alternativa eficaz que le permite al caficultor –que en micro lotes sembrados en un porcentaje considerable con variedades que contribuyan a generar tazas diferenciadas- logre asegurar que con una extensión no mayor a dos hectáreas sembradas en café de variedades potencialmente valoradas con puntajes óptimos en taza, una obtención de dividendos representativos con una labor agrícola establecida y llevada a cabo por el grupo familiar sin depender de terceros, con un número de árboles que no necesita exceder los 10 000, y que incluso podría derivar de *blends* o mezclas de variedades, como lo menciona Puerta G. (1998) en el texto *Calidad en las tazas de las variedades coffea arábica L cultivadas en Colombia*, que permite al caficultor dejar de preocuparse por el volumen y

enfocarse en la calidad del grano. En definitiva, estos son los factores que permiten denominar un café especial, diferenciado, con atributos particulares que se expresan de forma clara en la bebida y que hacen que los consumidores estén dispuestos a pagar más por él.

Una vez alcanzado ese nivel de calidad en taza, es necesario que se garantice al comprador o compradores un perfil consistente, que se pueda replicar cosecha tras cosecha, que mantenga los atributos primordiales por los cuales se pagó determinada cantidad y que con plena certeza excederá el precio del café del día en el mercado bursátil.

#### **4.1 Calidad en el café**

El concepto de calidad tiene su arraigo en la satisfacción del cliente, de ahí que en algunos aspectos se hable de calidad negociable, nunca desde el punto de vista de la inocuidad, del cual no puede eximirse ningún producto, pero sí enmarcado en el criterio de entregarle al consumidor lo que él espera y cómo lo espera, sin sorprenderlo, dándole justo lo que busca o quizás incluso lo que quisiera encontrar en el producto como tal.(G. Puerta, 2003) En el caso específico del café los aspectos fundamentales a tener en cuenta se enmarcan en los siguientes parámetros:

- Estimulante
- Placer sensorial
- Hábito alimenticio
- Bebida social
- Valor extrínseco certificado

La calidad del café, como por lo general ocurre con todos los aspectos de nuestro entorno, no es ajena a los procesos evolutivos, es así como mientras en los siglos XVII y XVIII se establecía su calidad basada en los criterios de estatus de la población y en el efecto estimulante que esta ejerce, hoy en día y desde el siglo anterior su calidad está definida por criterios como el placer sensorial que genera el consumo de café de especialidad, su valor nutricional, sus características estimulantes y el entorno comercial que mueve toda la cadena de valor de la producción de café especial.

#### **4.2 Definición conceptual de calidad**

Como lo menciona Díaz en su presentación *Buenas Prácticas de Beneficio*:

La calidad del café está enmarcada en los siguientes criterios:

Conformidad con un conjunto de estándares

Puede no ser el mejor producto, pero cumple requisitos predeterminados (los atributos del café son consistentes)

Aptitud de uso

El producto cumple el propósito para el cual fue creado (“sabe a café”)

El producto es apto para el consumo humano (inocuidad)

Satisfacción de preferencias


El mejor café es el que me gusta.

El café especial es aquel que, por sus atributos y calidad en taza, reporta efectos sensoriales en el catador (persona entrenada para determinar sensorialmente los atributos en el café), los cuales hacen que este sea mejor valorado y que tenga un precio más alto en el mercado

a comparación de los cafés comerciales. (“Nuestros Cafés Especiales | Federación Nacional de cafeteros,” n.d.)

El café especial difiere ostensiblemente de los cafés comerciales por sus atributos sensoriales diferenciados expresados en taza y que logran que el catador manifieste dicha condición de especialidad, basada en la valoración propuesta por la Asociación de Cafés Especiales de América (SCAA), por sus siglas en inglés (en la actualidad la SCAA y la SCAE se fusionaron en un solo instituto con la sigla SCA, Asociación de Cafés Especiales). El formato descrito como número 1, muestra los parámetros de catación y valoración que emplea la SCA, basada en la evaluación de 11 atributos distribuidos en 10 categorías.

### Formato 1. Formato Catación SCA



**Specialty Coffee Association of America Cupping Form**

Name: \_\_\_\_\_

Date: \_\_\_\_\_ Table: \_\_\_\_\_ Session: \_\_\_\_\_

Classification:			
6.00 - Good	7.00 - Very Good	8.00 - Excellent	9.00 - Outstanding
6.25	7.25	8.25	9.25
6.50	7.50	8.50	9.50
6.75	7.75	8.75	9.75

Sample #	Roast level	Fragrance/Aroma	Flavor	Acidity	Body	Uniformity	Clean Cup	Overall	Total Score	
Sample #	Roast level	Total: <input type="text"/>	Total: <input type="text"/>	Total: <input type="text"/>	Total: <input type="text"/>	Total: <input type="text"/>	Total: <input type="text"/>	Total: <input type="text"/>	Total: <input type="text"/>	
		6 7 8 9 10	6 7 8 9 10	6 7 8 9 10	6 7 8 9 10	6 7 8 9 10	6 7 8 9 10	6 7 8 9 10	6 7 8 9 10	
		Dry Quality: Crust	Aftertaste Total: <input type="text"/>	Intensity High Low	Intensity High Low	Balance Total: <input type="text"/>	Sweetness Total: <input type="text"/>	Defects (subtract) Taint=2 Fault=4	# of cups X Intensity =	Final Score
		Notes:								
Sample #	Roast level	Total: <input type="text"/>	Total: <input type="text"/>	Total: <input type="text"/>	Total: <input type="text"/>	Total: <input type="text"/>	Total: <input type="text"/>	Total: <input type="text"/>	Total: <input type="text"/>	
		6 7 8 9 10	6 7 8 9 10	6 7 8 9 10	6 7 8 9 10	6 7 8 9 10	6 7 8 9 10	6 7 8 9 10	6 7 8 9 10	
		Dry Quality: Crust	Aftertaste Total: <input type="text"/>	Intensity High Low	Intensity High Low	Balance Total: <input type="text"/>	Sweetness Total: <input type="text"/>	Defects (subtract) Taint=2 Fault=4	# of cups X Intensity =	Final Score
		Notes:								
Sample #	Roast level	Total: <input type="text"/>	Total: <input type="text"/>	Total: <input type="text"/>	Total: <input type="text"/>	Total: <input type="text"/>	Total: <input type="text"/>	Total: <input type="text"/>	Total: <input type="text"/>	
		6 7 8 9 10	6 7 8 9 10	6 7 8 9 10	6 7 8 9 10	6 7 8 9 10	6 7 8 9 10	6 7 8 9 10	6 7 8 9 10	
		Dry Quality: Crust	Aftertaste Total: <input type="text"/>	Intensity High Low	Intensity High Low	Balance Total: <input type="text"/>	Sweetness Total: <input type="text"/>	Defects (subtract) Taint=2 Fault=4	# of cups X Intensity =	Final Score
		Notes:								
Sample #	Roast level	Total: <input type="text"/>	Total: <input type="text"/>	Total: <input type="text"/>	Total: <input type="text"/>	Total: <input type="text"/>	Total: <input type="text"/>	Total: <input type="text"/>	Total: <input type="text"/>	
		6 7 8 9 10	6 7 8 9 10	6 7 8 9 10	6 7 8 9 10	6 7 8 9 10	6 7 8 9 10	6 7 8 9 10	6 7 8 9 10	
		Dry Quality: Crust	Aftertaste Total: <input type="text"/>	Intensity High Low	Intensity High Low	Balance Total: <input type="text"/>	Sweetness Total: <input type="text"/>	Defects (subtract) Taint=2 Fault=4	# of cups X Intensity =	Final Score
		Notes:								

Fuente: Tomado de <https://sca.coffee/>

El Instituto para la Calidad del Café (CQI), por sus siglas en inglés, propone dos tipos de certificación para soportar la idoneidad del catador, y así establecer criterios de uniformidad a nivel mundial que permitan valorar un café de la forma más objetiva posible y así existan criterios uniformes a la hora de decidir si es especial o no y qué atributos diferenciados hacen que adquiera dicha característica de especialidad. Las certificaciones son *Q grader* para catadores de especie *Coffea Arábica* y *R grader* para catadores de especie *Coffea Canephora*, conocida de manera no muy acertada, popularmente como robusta.

Es necesario que existan dos certificaciones distintas para una especie y otra, ya que las características sensoriales y fisicoquímicas de cada una son muy diferentes, y los criterios de valoración son diversos con base en el perfil que pueden ofrecer la gran cantidad de variedades que cada especie puede llegar a agrupar.

Dentro del mercado de los cafés especiales, la posibilidad de generar tazas replicables en perfil y que se mantenga en el tiempo, independientemente de la cosecha, se constituye en el eje central del éxito del proceso de comercialización. Si se logra garantizar al cliente una taza homogénea, consistente en atributos y cualidades que permita generar un mercado cautivo en los diferentes nichos, en gran medida se podrá asegurar que los diferentes posibles compradores adquieran periódica y repetidamente el producto, en virtud de lograr mantener un perfil que permita siempre ofrecer una marca, un sello y una identidad en el café que se comercializa o vende en los distintos tipos de abanico comercial para el producto. Para lograr esta reproducibilidad en los factores sensoriales distintivos de la taza, es necesario asegurar un sinnúmero de criterios a lo largo del proceso de la obtención del grano.

Es así como, por ejemplo, la fragancia, y el aroma del café se deben en gran medida al desarrollo de los compuestos volátiles durante la fermentación. Como lo mencionan Lee L.Cheon y M.W. Curran (2015) en su investigación *Coffee fermentation and flavor – An intricate and delicate relationship*, cualquier descuido en este sentido, puede afectar seriamente el perfil de taza.

La posibilidad de generar tazas consistentes tiene arraigo profundo concretamente durante el proceso de beneficio. Durante esta etapa, se presentan la mayoría de reacciones fisicoquímicas y microbiológicas, que dan lugar a los sabores, fragancias, aromas, pos gusto, cuerpo y demás criterios valorables durante una catación y que determinarán el puntaje final obtenido por el producto.

En referencia a factores microbiológicos es un hecho que los microclimas propios de cada cultivo, intervienen directamente en el perfil de taza, ya que la flora bacteriana y microbiana en general, característica de cada zona, aporta factores que pueden ser positivos o negativos al perfil sensorial de la taza. Este efecto anteriormente mencionado, es motivo de estudio en la investigación adelantada por de Melo Pereira, G. V., Neto, E., Soccol, V. T., Medeiros, A. B. P., Woiciechowski, A. L., & Soccol, C. R. (2015), a través de la cual se establece la importancia de las fermentaciones controladas en función del pH y el tiempo.

Puerta (2012) afirma, que durante el beneficio del café asociado a la vía húmeda, los granos despulpados se mantienen hasta su lavado, inmersos en el mucílago fermentado, que contiene los diversos productos de la fermentación. Mediante la práctica de procesos de fermentación, lavado y secado controlados, se obtienen bebidas de café con aromas y sabores de buena calidad y especiales. (p.2)

Una vez se logra determinar en el proceso de beneficio cual es el camino correcto a seguir mediante el control de variables críticas para la calidad del producto, es imperativo implementar un plan de trazabilidad que permita mantener bajo control dichas variables y que sean registradas en los formatos idóneos para tal fin, con el objetivo de mantener el registro estadístico de su comportamiento y resultado en grano expresado en la taza, que permita, independientemente de la cosecha, asegurar la consistencia en el perfil de la misma. En Colombia, el Decreto 60 de 2002 Ministerio de Salud el cual regula la implementación del plan HACCP, establece la necesidad para las industrias de proponer planes de trazabilidad que permitan ejercer un control y seguimiento sobre los procesos y de esta manera garantizar su control.

A su vez la norma ISO 22005 (ISO, 2007) propone los criterios rigurosos y establecidos por el organismo, para el diseño e implementación del plan de trazabilidad en general en la cadena alimentaria y para efectos de este trabajo investigativo, se convierte en una herramienta fundamental para asegurar que el plan propuesto para el proceso de obtención del café especial con un perfil en taza que sea replicable, llegue a buen término.

En el ámbito no sólo local sino mundial, uno de los principales problemas a los que se enfrentan los productores de café especial, es el de alcanzar un perfil de taza que permita obtener precios diferenciados y que ayuden al sostenimiento y la productividad de sus fincas con unos pocos árboles. Pero quizás el mayor reto es lograr que dicho perfil valorado como especial y lleno de atributos superlativos sea consistente en el tiempo independientemente de la cosecha. Ahí es cuando la resolución del problema planteado en este proyecto investigativo, con las estrategias propuestas, adquiere un valor agregado, ya que al implementar un sistema de trazabilidad para el

beneficio del café, se está garantizando en gran medida que los atributos característicos que le dan el perfil específico en taza, tengan la posibilidad de ser replicables.

Solamente sembrando varietales en las fincas no se garantiza el éxito en la obtención de un café especial. Se deben controlar una serie de variables a lo largo del proceso y la experiencia ha demostrado que la etapa de beneficio juega un papel fundamental en la obtención de dichas características específicas de identidad y consistencia en taza. Es por eso que el presente trabajo investigativo va direccionado a generar un sistema de trazabilidad para el proceso de beneficio en finca, que brinde las herramientas necesarias para a lo largo de tiempo, entre una y otra cosecha, generar tazas diferenciadas, con atributos superlativos y sobre todo replicables y reproducibles.

### **4.3 Trazabilidad para la obtención de cafés especiales**

Realizar procesos de trazabilidad en productos hortofrutícolas en Colombia, se convierte en un aspecto crítico que va directamente relacionado con la calidad de los mismos. En concreto, el motivo de análisis del presente texto en el cual se pretende proponer algunos aspectos clave para la trazabilidad del café no es la excepción. La cadena productiva del café que involucra desde la producción primaria hasta la obtención de la taza contempla una serie de aspectos y parámetros a tener en cuenta, que el caficultor no puede descuidar en ningún momento, en la medida en que cada uno cobra un valor fundamental a la hora de poder ejecutar cualquier procedimiento que involucre una trazabilidad del producto ya sea que haga referencia al trazado (*Tracing*) o al rastreo como tal (*Tracking*) (Espejo 2006, pp. 51-77).

Se propone una cadena productiva para el proceso de obtención de café Pergamino con denominación de especial y en ella se tratarán de establecer los aspectos relevantes y los criterios

y parámetros sobresalientes a tener en cuenta en cada etapa, para asegurar que el proceso de trazabilidad y rastreabilidad del producto sea eficaz, además de eficiente, y garantice la reproducibilidad de los parámetros de manera que asegure que entre una cosecha y otra, al menos los factores intrínsecos asociados a la obtención del café Pergamino, puedan replicarse y obtener así un perfil de taza consistente y replicable en el tiempo, con el fin de cumplir el criterio de calidad para asegurar la satisfacción del cliente. Dicha calidad en el caso específico del café, está expresada en factores relacionadas con la genética del grano, el entorno o ambiente que lo rodea y los procesos de beneficio a los cuales es sometido (Puerta, 2015).

#### **4.4 Selección de la variedad a cultivar**

Existen aspectos relevantes enmarcados en el criterio de elegir la variedad de café adecuada que permitirá la obtención de tazas que aseguren la calidad del producto y su denominación de café especial, enmarcadas en criterios estrictamente relacionados con la genética del grano y su posibilidad de generar tazas que tengan atributos diferenciados con respecto a los cafés comerciales.

Es posible afirmar que se encuentran casi que innumerables variedades de café en Colombia y ni qué decir de los países que producen café en el mundo. Para objeto del análisis que contempla este trabajo, se eligieron las variedades Caturra y Castillo cultivados en la zona de Farallones en el municipio de Ciudad Bolívar perteneciente al departamento de Antioquia.

Algunos estudios, por ejemplo el de Martínez (Martínez Castro, 2016), han demostrado que el sistema de producción en cuanto a libre exposición y sombra, juega un papel determinante a la hora de establecer mayor contenido en azúcar en el fruto en su punto ideal de maduración

#### **4.5 Recolección del fruto (cosecha)**

Las condiciones climáticas de las regiones cafeteras de Colombia son las causantes de la presencia de todos los estados de maduración del fruto al momento de la cosecha (Jaramillo citado por Martínez, 2016).

Para la obtención de cafés especiales se hace completamente necesario garantizar una adecuada recolección del fruto, lo cual va ligado directamente a un conocimiento pleno de la variedad seleccionada, en la medida en que no todas maduran de la misma forma ni presentan su mayor desarrollo de sólidos solubles en las mismas escalas cromáticas. Es indispensable que los recolectores tengan claro qué frutos recoger para ser destinados a la obtención de una taza especial y con atributos diferenciados. La recolección de frutos inmaduros puede ser tan determinante en la calidad final de la taza que incluso puede repercutir en la presencia de defectos graves como el Stinker<sup>13</sup>, defecto asociado a sabores en taza proveniente principalmente de fermentaciones excesivas, que causan rechazo definitivo y son sinónimo de muy mala calidad (Puerta, 2000).

#### **4.6 Despulpado de la cereza**

El despulpado consiste en eliminar la cereza para obtener la semilla del grano con la cual se elabora la bebida. Para cafés especiales se debe usar preferiblemente despulpadora de tambor, la camisa de la despulpadora sufre mucho deterioro, por lo cual es importante hacerle un mantenimiento permanente, para evitar ocasionar un defecto llamado “mordido por máquina” o daño mecánico, incluido en los catorce defectos propuestos por la Federación Nacional de

---

<sup>13</sup> El término Stinker se reconoce como defecto grave del café y se asocia del término en Inglés *Stink* que significa apestoso o hedor. Este deriva de malas prácticas en el beneficio y puede estar asociado a sobre fermentaciones.

Cafeteros y es un defecto que a pesar de no ser de primer grupo<sup>14</sup> que son los que se reflejan en taza, a mediano o largo plazo puede ser responsable de la muerte del embrión y posterior reposo, así como daño por hongos y microorganismos en general (Puerta, 2001).

#### **4.7 La fermentación del café**

De acuerdo con Díaz, “la fermentación es un proceso metabólico en el que un microorganismo convierte los carbohidratos, como el almidón o el azúcar, en alcohol (etanol) o ácidos orgánicos (láctico, acético, malo láctico)” (2011 p. 4). Al momento de realizar procesos fermentativos, se tiene por objetivo entre otros:

- Desarrollo de aromas y sabores
- Preservación del alimento
- Enriquecimiento del producto como tal
- Inhibición de algunas reacciones enzimáticas

En este punto se hará referencia al primer aspecto que hace mención al desarrollo de aromas y sabores, ya que se constituye en el criterio diferenciador en taza y por el cual los cafés adquieren el rótulo de especial. En este orden de ideas, la fermentación juega un papel fundamental para asegurar el cumplimiento de dichos criterios. En dicho proceso, la presencia de microorganismos y la microflora presente en la finca juegan un papel fundamental que en un porcentaje significativo va a determinar el resultado en taza que se espera sobre el café que se está beneficiando (Puerta, 2013 a).

---

<sup>14</sup> Son los defectos más graves para la calidad de la bebida, en la medida en que se expresan en taza y afectan sustancialmente sus atributos.

Haciendo énfasis en el planteamiento relacionado con el desarrollo de aromas y sabores, los procesos fermentativos aerobios o anaerobios, van a permitir alcanzar en mayor o menor grado que dichos criterios se expresen en taza y permitan que el consumidor pueda evidenciar fácilmente este valor agregado en dichas tazas, haciendo una comparación con respecto al café comercial que comúnmente se ofrece en el mercado. De esta manera se logra que al ser un criterio tan manifiesto en el producto final, no se requiera ser un catador experto para poder determinar que la taza de café que se está consumiendo merece ser reconocida como especial, porque contiene diferencias marcadas con lo que tradicionalmente se presenta como oferta al público consumidor de café. Esto sin duda hará que el consumidor no tenga reparo al pagar más por una taza, y en ocasiones mucho más que el promedio en precios de los cafés *commodity* que se encuentran en el mercado.

En el café, en la etapa de fermentación que se desarrolla en el beneficio húmedo, ocurren varios procesos de transformación del mucílago, que incluyen despolimerizaciones, fermentaciones, oxidaciones, cambios fisicoquímicos y se producen ácidos y otros compuestos. De esta forma el mucílago se descompone y se desprende del grano, y las sustancias formadas se eliminan de los granos por medio del lavado. El tipo y la cantidad de las sustancias producidas en la fermentación dependen de los microorganismos, de la calidad del sustrato y de las condiciones en el beneficio del café (Puerta, 2010).

Los defectos más comunes que se originan por fermentaciones no controladas son los granos vinagres, manchados y decolorados y los aromas y sabores agrios, a cebolla, a sucio, a rancio y el conocido nauseabundo o *stinker* (Puerta 2010). Estos defectos que son considerados

como graves, van en contraposición directa a la calidad de la taza y evitar su presencia juega un papel fundamental a la hora de ser valorada como especial (Puerta 1999).

Así mismo, los procesos fermentativos son los precursores de los principales compuestos que se desarrollan en el café y que se ven expresados en taza para luego ser valorados por el catador como atributos diferenciados que hacen que un café sea especial. Para la especie arábica los sabores y aromas expresados en compuestos aromáticos y menor cantidad de precursores de sabor amargo, la fermentación juega un papel fundamental. De igual forma en otras especies como la canephora, el proceso fermentativo es definitivo, pero es importante anotar que en estas, el sabor amargo y el mayor porcentaje de cafeína sobresalen. Mezclas o blends de ambas especies, deben ser muy bien moduladas para lograr el efecto en taza que se desea (Puerta, 2008).

La figura 4 ilustra un proceso de beneficio aerobio para café.

#### **Figura 4. Fermentación del Café**



*Fuente: Archivo propio del autor*

Con base en todo lo anteriormente mencionado para esta etapa, que a su vez se convierte en la etapa más importante objeto del presente estudio para el desarrollo del plan de trazabilidad,

es posible hacer una síntesis de los procesos que ocurren durante ella y sus aportes más significativos a la calidad del grano:

- Crecimiento y proliferación de microorganismos.
- Respiración celular aerobia o anaerobia según el proceso si es en seco o en agua.
- Fermentación alcohólica debido a la presencia de levaduras en el mucílago.
- Fermentaciones lácticas debido a las bacterias acidolácticas.
- Formación de azúcares complejos y simples.
- Despolimerización e hidrólisis de las sustancias pécticas.
- Fermentaciones propiónicas y butíricas.
- Acidificación del medio y variaciones del pH (en seco: inicialmente puede ser de 5,36 llegando a 3,45 a las 16 a 18 horas; en agua es inicialmente de 5,64 a 4,23 al final del proceso).
- Generación de energía y cambios en la temperatura de la masa de café<sup>15</sup>.

#### 4.8 Lavado del café

Esta es una etapa opcional, dependiendo del tipo de beneficio que se quiera realizar al café. Si el café es semilavado, esta etapa se restringe para que el grano conserve el mucílago y durante el proceso de fermentación adquiera características diferenciales. El efecto de dejar el mucílago confiere al Pergamino coloraciones y manchas que para efectos de comercializar café *commodity* no es bueno, ya que dicho café se compra por su calidad en físico a diferencia de los cafés especiales cuya calidad se determina en taza.

---

<sup>15</sup> Parámetro clave de trazabilidad en la etapa: pH, temperatura (15°C – 45°C), tiempo, humedad relativa (60 - 100%), tipo de fermentación, material de los tanques de fermentación (cerámica-acero inoxidable).

El lavado permite retirar totalmente el mucílago fermentado del grano, para evitar malos olores en el café Pergamino, granos manchados y sabores defectuosos en la taza (Ruiz et al., 2013). El lavado puede hacerse en el mismo tanque de fermentación o pasarse al canal de correteo<sup>16</sup>.

#### **4.9 Secado del café y obtención del Pergamino**

Para el proceso de secado del café existen diversas formas y métodos, que varían según el uso previsto que se tenga para el producto, además de un aspecto de volumen en la producción de la finca, por lo cual sería necesario secar en silo y por criterios incluso relativos al espacio y disponibilidad de área para la ubicación de marquesinas.

Se afirma que el proceso de secado tiene que ver con el uso previsto, ya que, si es café con fines comerciales netamente y se necesita secar grandes volúmenes, lo más seguro es que deba recurrir a los métodos mecánicos para realizar el procedimiento, como por ejemplo la secadora de café o el silo vertical u horizontal en algunos casos.

Si el propósito es comercializar café especial, seguramente se hace mención a microlotes y esto involucra que se pueda secar el café en marquesinas, camas africanas, directamente sobre el suelo en costales de fique o estopas, según la costumbre de la región, las disponibilidades de espacio, las cantidades de café a secar y los recursos con los que cuente el caficultor para realizar dicho procedimiento.

---

<sup>16</sup> Parámetro clave de trazabilidad en la etapa: tiempo, temperatura, intervalos de agitación, calidad del agua.

Durante el secado, es determinante considerar los siguientes criterios:

- Los diferentes procedimientos empleados para realizar el secado del café incluyen:
  - Escurrimiento por gravedad o con máquina centrífuga.
  - Oreo o pre secado: por caída y flujo de aire caliente, por flujo de aire forzado y vibración.
- Los equipos y superficies de secado más comúnmente usados son:
  - Patios y superficies planas (cemento, poli sombra)
  - Mesas de secado y zarandas
  - Camas Africanas
  - Secadores solares (marquesinas o tipo invernadero)
  - Silos estáticos
  - Hornos de cilindro horizontal (guardiolas)
  - Hornos de cilindro vertical
- Métodos de secado

Se consideran los citados a continuación:

- Calentamiento por radiación solar directa
- Flujo convectivo natural o forzado
- Flujo de aire caliente directo o indirecto
- Calentamiento continuo o con intervalos
- Para los métodos citados anteriormente, se sugiere considerar los siguientes parámetros:
  - Hasta 70 °C en la fuente de calor
  - Hasta 45 °C en la superficie del Pergamino

- Hasta 35 °C al interior del grano (Díaz, 2014).<sup>17</sup>

La figura 5 muestra algunos de los sistemas empleados en la caficultura para secar café.

**Figura 5. Secado de Café**



*Fuente: Archivo propio del autor*

Es importante anotar que la humedad en relación con la actividad acuosa del grano, se convierte en un factor preponderante y definitivo para establecer cuál es el rango al cual se debe llevar el café en pergamino durante el proceso de secado. De esta forma, una humedad del 12% corresponde a una actividad acuosa de 0,67, que es un valor seguro para prevenir el deterioro (Puerta, 2006).

## **5. Resultados: Programa de trazabilidad**

Como se ha establecido, es muy importante para garantizar la consistencia en el perfil de taza, asegurar que los procesos llevados a cabo en cada una de las etapas de la recolección y beneficio del café, sean traceados. Para esto, es definitivo asegurar el control y posterior documentación de las variables clave que permitan la reproducibilidad en los procedimientos y

---

<sup>17</sup> Parámetro clave de trazabilidad en la etapa: temperatura, tiempo.

que aseguren desarrollar perfiles consistentes entre una cosecha y otra.

Es fundamental determinar, que el presente estudio contempla específicamente las etapas de recolección y beneficio para asegurar la consistencia en el perfil. Sin embargo, es preponderante que etapas previas como la selección de la variedad, los métodos de cultivo, las fertilizaciones y las prácticas anteriores a las consideradas en este trabajo, también intervengan de alguna forma en la obtención de dichas características replicables.

En la construcción del plan de trazabilidad, es muy importante tener en cuenta los diagramas de flujo de los procesos sobre los cuales se pretende implementar el plan. Dichos diagramas están descritos en los Gráficos 1 y 2 del presente trabajo, para el beneficio en húmedo y en seco respectivamente.

Tal y como se presenta en los Gráficos 1 y 2, al frente de cada etapa, se propone la variable fundamental a considerar y que se constituye en la herramienta principal para asegurar que el proceso al ser documentado, es factible de replicar en el tiempo y nos permitirá ser consistentes en los criterios que representaron atributos plausibles en el grano y que se reflejan en taza, y a su vez también nos va a permitir aplicar las acciones correctivas para aquellos aspectos que al ser identificados, se estableció que no contribuyeron a mejorar la calidad en el perfil de taza y que por lo tanto deben ser objeto de una acción correctiva y en algunos casos de omisión.

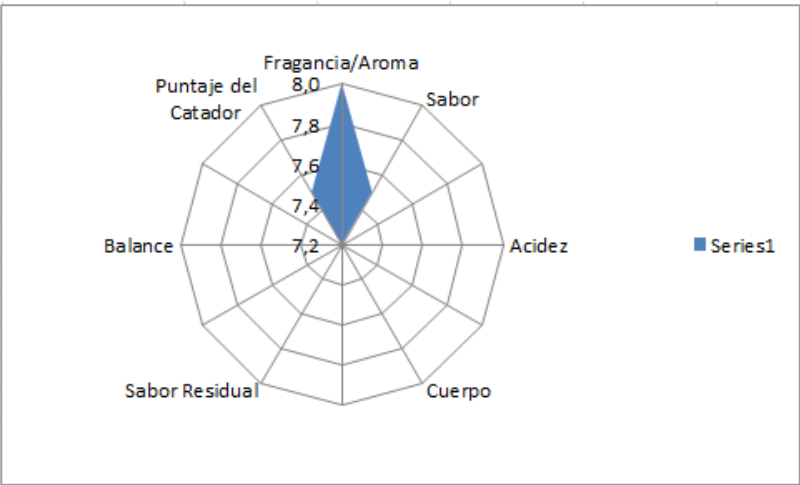
A continuación se describen en las tablas subsiguientes los datos recolectados en cada uno de los muestreos efectuados para la investigación realizada. Se establece en ellos, el tipo de beneficio al que corresponde y las variables a controlar y documentar que son la columna vertebral del programa de trazabilidad.

Así mismo, se establece el diagrama que arroja el perfil sensorial llevado a cabo y que se

describe en la misma tabla. Es importante resaltar que dicho perfil fue realizado por catadores expertos, que emitieron juicio valorativo del café siguiendo los protocolos propuestos por la SCA, para la catación de cafés especiales.(G. I. Puerta, 2009).

Dicha catación se fundamenta en establecer un perfil de taza con base en la experiencia sensorial que permite definir atributos como fragancia, aroma, acidez, sabor residual, dulzor, entre otros, que valorados según el protocolo propuesto por la SCA, permiten obtener los puntajes que aparecen en las tablas que se presentan a continuación.

**Tabla 1. Beneficio húmedo medición # 1 Variedad Caturra - Traviesa**

# Medición: 1 Muestra: Café variedad Caturra				<h2 style="text-align: center; color: orange;">Perfil Sensorial</h2> 				
Etapa	Variable	Registro						
Recolección de café cereza	°Brix	19	$\bar{x} = 20,33$	Fragancia	Sabor	Acidez	Cuerpo	Residual
		22						
		20						
Despulpado	Tiempo(t) Horas	8						
Fermentación	pH	5,5	$\bar{x} = 5,0$					
		5,0						
		4,5						
	Tiempo (t) Horas	20						
Fermentación	Humedad Relativa (f) Ambiente %	67,7	$\bar{x} = 71,16$					
		64,3						
		81,5						
Fermentación	Temperatura (T) °C	22,3	$\bar{x} = 23,33$					
		25,8						
		21,9						
Secado	Tiempo (t) Días	12						
		Temperatura (T) °C	30,8	$\bar{x} = 26,60$				
			28,6					
20,4								
Almacenamiento	Humedad Relativa (f) Ambiente %	64,7	$\bar{x} = 69,83$					
		69,2						
		75,6						
	24,8	25,0	$\bar{x} = 28,46$					
31,3								
29,1								
				Panela Caña Caramelo Café Tostado	Dulce Cereal Frutos Secos Chocolate	Cítrica	Suave Liso Redondo	Café Tostado Chocolate Caña

Puntaje  
Total:  
**83**

La tabla 1 muestra la recopilación de datos relevantes para el proceso de trazabilidad en la medición 1 para la muestra de café variedad Caturra. En cada etapa se determinan las variables que son clave para garantizar un proceso que sea rastreable y repetible, en la medida en que el análisis sensorial propuesto, arroje resultados plausibles en taza para la muestra motivo de análisis y que de esa forma asegure su consistencia y reproducibilidad.

Las valoraciones cuantitativas otorgadas a la muestra se realizan con base en el formato 1 propuesto por el CQI<sup>18</sup>. Para ser considerado un café especial, la SCA propone un puntaje superior a 80 puntos, pero como se ha hecho mención, para Colombia no aplica esta valoración, ya que por ejemplo para el suroeste antioqueño, de cuya subregión hace parte el municipio de Ciudad Bolívar donde se encuentra la finca Los Alpes en la vereda Farallones, y que se constituye en la ubicación geográfica del presente estudio, los cafés fácilmente superan con creces dicha puntuación y por lo tanto son relativamente comunes. Es así, que para denominar una café especial en Colombia, deber haber obtenido una valoración superior a los 85 puntos en la escala de catación de la SCA.

Los resultados de la medición 1 consignados en la tabla 1 corresponden a las muestras obtenidas de la llamada traviesa en el mes de abril de 2017.

Como se mencionó en la descripción de la metodología a emplear para la recolección de muestras y su posterior análisis, se propone obtener 3 mediciones de cada una de las variedades (Caturra y Castillo Rosario), a las cuales se les aplica los métodos de beneficio húmedo y seco planteados como alternativas en el presente estudio. De igual forma se procederá a obtener el mismo número de muestras para la cosecha menor o traviesa y para la cosecha principal.

---

<sup>18</sup> Coffee Quality Institute, Instituto para la Calidad del Café, por sus siglas en inglés.

A continuación se detallan las tablas que consignan los resultados subsiguientes para la metodología de análisis descrita anteriormente.

**Tabla 2. Beneficio húmedo medición # 2 Variedad Caturra – Traviesa**

# Medición: 2				<h2 style="text-align: center; color: orange;">Perfil Sensorial</h2>				
Muestra: Café variedad Caturra								
Etapa	Variable	Registro		Fragmenta	Sabor	Acidez	Cuerpo	Residual
Recolección de café cereza	°Brix	20	$\bar{x} = 19,66$	Fragancia	Sabor	Acidez	Cuerpo	Residual
		21						
		18						
Despulpado	Tiempo(t) Horas	8		Panela Caña Caramelo	Dulce Cereal Chocolate Oscuro	Cítrica	Medio Suave Liso Redondo	Café Tostado Chocolate Caña
Fermentación	pH	5,0	$\bar{x} = 4,33$					
		4,5						
		3,5						
	Tiempo (t) Horas	20						
Humedad Relativa (f) Ambiente %	65,6	$\bar{x} = 68,33$						
	63,8							
	75,6							
Temperatura (T) °C	22,0	$\bar{x} = 23,93$						
	24,5							
	25,3							
Secado	Temperatura (T) °C	22,5	$\bar{x} = 26,66$					
		26,9						
		30,6						
Almacenamiento	Humedad Relativa (f) Ambiente %	65,1	$\bar{x} = 75,16$					
		77,7						
		82,7						
	Temperatura (T) °C	23,7	$\bar{x} = 27,96$					
31,3								
28,9								

Puntaje  
Total:  
**82**

**Tabla 3. Beneficio húmedo medición # 3 Variedad Caturra – Traviesa**

# Medición: 3 Muestra: Café variedad Caturra				<h2 style="text-align: center; color: #D9534F;">Perfil Sensorial</h2>				
Etapa	Variable	Registro						
Recolección de café cereza	°Brix	18	$\bar{x} = 20,66$	Fragancia	Sabor	Acidez	Cuerpo	Residual
		21						
		23						
Despulpado	Tiempo(t) Horas	8						
Fermentación	pH	5,5	$\bar{x} = 5,16$					
		5						
		5						
	Tiempo (t) Horas	20						
Fermentación	Humedad Relativa (f) Ambiente %	72,6	$\bar{x} = 73,23$					
		69,3						
		77,8						
Fermentación	Temperatura (T) °C	19,9	$\bar{x} = 22,5$					
		22,9						
		24,7						
Secado	Tiempo (t) Días	12						
		Temperatura (T) °C	24,8	$\bar{x} = 27,66$				
			27,2					
31,3								
Almacenamiento	Humedad Relativa (f) Ambiente %	63,2	$\bar{x} = 75,7$					
		80,5						
		83,4						
	Almacenamiento	Temperatura (T) °C	22,9	$\bar{x} = 26,26$				
30,3								
25,6								
				<b>Panela</b> <b>Caña</b> <b>Caramelo</b> <b>Cereal</b> <b>Paja</b>	<b>Dulce</b> <b>Cereal</b> <b>Chocolate</b> <b>Oscuro</b>	<b>Cítrica</b> <b>Intensa</b> <b>(Brillante)</b>	<b>Medio</b> <b>Suave</b> <b>Liso</b> <b>Redondo</b> <b>Ligero</b>	<b>Café Tostado</b> <b>Chocolate</b> <b>Caña</b> <b>Maíz tostado</b> <b>Pan tostado</b>

Puntaje  
Total:  
**80**

Seguidamente se proponen las tablas de la 4 – 6 que contienen la información recolectada para el proceso de beneficio en seco para la misma variedad Caturra, durante la travesía con el correspondiente perfil sensorial obtenido en taza mediante la técnica descrita.

**Tabla 4. Beneficio seco medición # 4 Variedad Caturra – Traviesa**

# Medición: 4 Muestra: Café variedad Caturra								
<b>Perfil Sensorial</b>								
Etapa	Variable	Registro		Fragancia	Sabor	Acidez	Cuerpo	Residual
Recolección de café cereza	°Brix	24 17 21	$\bar{x} = 20,66$	Dulce Panela Fruto Rojo Notas Herbales	Caña Vinoso Seco Astringencia moderada	Cítrica Intensa Brillante	Levemente seco Medio	Seco Dulce Levemente amargo
Secado	Tiempo (t) Días	10						
	Temperatura (T) °C	19,9 22,7 25,6	$\bar{x} = 22,73$					
Almacenamiento	Humedad Relativa (f)	76,6 83,2 79,5	$\bar{x} = 79,76$					
		Temperatura (T) °C	19,4 23,5 25,1	$\bar{x} = 22,66$				

Puntaje  
Total  
**83**

**Tabla 5. Beneficio seco medición # 5 Variedad Caturra – Traviesa**

# Medición: 5 Muestra: Café variedad Caturra								
<b>Perfil Sensorial</b>								
Etapa	Variable	Registro		Fragancia	Sabor	Acidez	Cuerpo	Residual
Recolección de café cereza	°Brix	18 22 23	$\bar{x} = 21$	Dulce Panela Fruto Rojo Cereza	Caña Miel	Cítrica Intensa	Medio Suave Redondo	Dulce Levemente amargo
Secado	Tiempo (t) Días	9						
	Temperatura (T) °C	18,2 20,9 26,3	$\bar{x} = 21,8$					
Almacenamiento	Humedad Relativa (f) Ambiente %	66,7 68,3 72,9	$\bar{x} = 69,30$					
		Temperatura (T) °C	21,5 24,8 25,9	$\bar{x} = 24,06$				

Puntaje  
Total  
**83**

**Tabla 6. Beneficio seco medición # 6 Variedad Caturra – Traviesa**

# Medición: 6 Muestra: Café variedad Caturra								
<b>Perfil Sensorial</b>								
Etapa	Variable	Registro		Fragancia	Sabor	Acidez	Cuerpo	Residual
Recolección de café cereza	°Brix	22 20 24	$\bar{x} = 22$	Uva Dulce intenso Frutos Rojos	Uva Panela Caramelo	Cítrica Intensa	Medio Suave Redondo	Dulce Levemente amargo
Secado	Tiempo (t) Días	10						
	Temperatura (T) °C	19,4 21,0 24,7	$\bar{x} = 21,7$					
Almacenamiento	Humedad Relativa (f) Ambiente %	82,3 77,7 70,6	$\bar{x} = 76,86$					
		Temperatura (T) °C	20,5 23,3 19,7	$\bar{x} = 21,16$				

Puntaje  
Total  
**84**

Una vez obtenidos los registros para el café variedad Caturra en ambos procesos de beneficio propuestos, durante la travesía, se consigna en las tablas de la 7 a la 12, la información necesaria para rastrear la misma variedad de café (Caturra), durante la cosecha principal, para los dos procesos de beneficio, tanto por vía húmeda, como por vía seca, para luego, una vez obtenidas las muestras, realizar el proceso de catación según los protocolos de la SCA y así obtener el perfil sensorial que será el que determine si la taza durante ambas cosechas (travesía y principal), mantuvo las características relevantes que establecen en el café un rasgo distintivo, característico, persistente y replicable, que sea valorado como especial y que en definitiva es el que redundará en un mejor precio en taza y una apreciación dentro de los rangos de especialidad propuestos por el organismo competente.

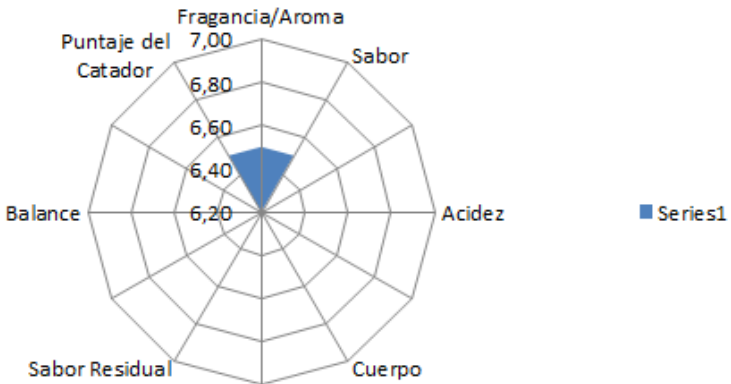
**Tabla 7. Beneficio húmedo medición # 7 Variedad Caturra – Cosecha Principal**

# Medición: 7 Muestra: Café variedad Caturra				<h2 style="text-align: center; color: orange;">Perfil Sensorial</h2>				
Etapa	Variable	Registro						
Recolección de café cereza	°Brix	22	$\bar{x} = 23,66$	<b>Fragancia</b>	<b>Sabor</b>	<b>Acidez</b>	<b>Cuerpo</b>	<b>Residual</b>
		24						
		25						
Despulpado	Tiempo(t) Horas	8						
Fermentación	pH	5,0	$\bar{x} = 4,16$					
		4,0						
		3,5						
	Tiempo (t) Horas	20						
Fermentación	Humedad Relativa (f) Ambiente %	66,5	$\bar{x} = 72,80$					
		74,2						
		77,7						
Fermentación	Temperatura (T) °C	18,6	$\bar{x} = 22,5$					
		23,1						
		25,8						
Secado	Tiempo (t) Días	12						
		Temperatura (T) °C	23,1	$\bar{x} = 25,2$				
			25,5					
27,0								
Almacenamiento	Humedad Relativa (f) Ambiente %	68,7	$\bar{x} = 73,8$					
		72,2						
		80,5						
	Almacenamiento	Temperatura (T) °C	23,5	$\bar{x} = 26,26$				
27,3								
28,0								
				Panela Caña Chocolate oscuro	Dulce Caña Miel Uva	Cítrica Intensa (Brillante) Jugosa	Ligero De paso rápido por boca Poca permanencia en garganta	Café Caramelo Caña Melosa

Puntaje  
Total  
**84**

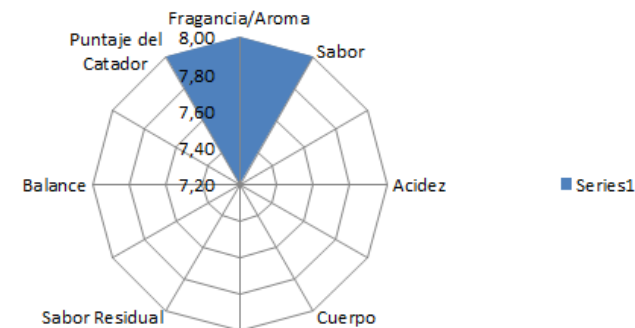
Los resultados de la medición 7 consignados en la tabla 7 corresponden a las muestras obtenidas de la llamada cosecha principal en el mes de noviembre de 2017.

**Tabla 8. Beneficio húmedo medición # 8 variedad Caturra – Cosecha Principal**

# Medición: 8 Muestra: Café variedad Caturra				<h2 style="text-align: center; color: orange;">Perfil Sensorial</h2> 				
Etapa	Variable	Registro						
Recolección de café cereza	°Brix	21	$\bar{x} = 22,33$	<b>Fragancia</b>	<b>Sabor</b>	<b>Acidez</b>	<b>Cuerpo</b>	<b>Residual</b>
		23						
		23						
Despulpado	Tiempo(t) Horas	8						
Fermentación	pH	5,0	$\bar{x} = 4,33$					
		4,5						
		3,5						
	Tiempo (t) Horas	20						
	Humedad Relativa (f) Ambiente %	77,5	$\bar{x} = 82,53$					
	83,9							
	86,2							
Secado	Temperatura (T) °C	20,3	$\bar{x} = 22,33$	Dulce Caramelo Chocolate	Caña Guarapo <b>Vinoso - Vinagre</b>	Cítrica Intensa <b>(Picante)</b>	Redondo Pesado Denso	Café Caramelo Ácido Acético
		24,5						
		22,2						
Almacenamiento	Humedad Relativa (f) Ambiente %	68,7	$\bar{x} = 73,0$					
		71,4						
		78,9						
Almacenamiento	Temperatura (T) °C	19,0	$\bar{x} = 23,36$					
		24,8						
		26,3						

Puntaje  
Total  
**77**

**Tabla 9. Beneficio húmedo medición # 9 Variedad Caturra – Cosecha Principal**

# Medición: 9 Muestra: Café variedad Caturra				<h2 style="text-align: center; color: orange;">Perfil Sensorial</h2> 				
Etapa	Variable	Registro						
Recolección de café cereza	°Brix	20	$\bar{x} = 22,33$	<b>Fragancia</b>	<b>Sabor</b>	<b>Acidez</b>	<b>Cuerpo</b>	<b>Residual</b>
		22						
		25						
Despulpado	Tiempo(t) Horas	8						
Fermentación	pH	4,5	$\bar{x} = 4,16$					
		4,0						
		4,0						
	Tiempo (t) Horas	20						
	Humedad Relativa (f) Ambiente %	67,4	$\bar{x} = 75,36$					
	75,8							
	82,9							
Temperatura (T) °C		18,2	$\bar{x} = 21,9$	<b>Dulce</b> Caramelo Chocolate	<b>Caramelo</b> Dulce Fruto Rojo	<b>Cítrica</b> Intensa Nota leve a Manzana Roja	<b>Redondo</b> Liso Suave	<b>Frutal</b> Perdurable en boca
		21,9						
		25,6						
		25,6						
Secado	Temperatura (T) °C	18,5	$\bar{x} = 23,36$					
		25,6						
		26,0						
Almacenamiento	Humedad Relativa (f) Ambiente %	64,5	$\bar{x} = 72,66$					
		75,6						
		77,9						
	Temperatura (T) °C		18,3	$\bar{x} = 22,66$				
			23,9					
25,8								

Puntaje  
Total  
**84,5**

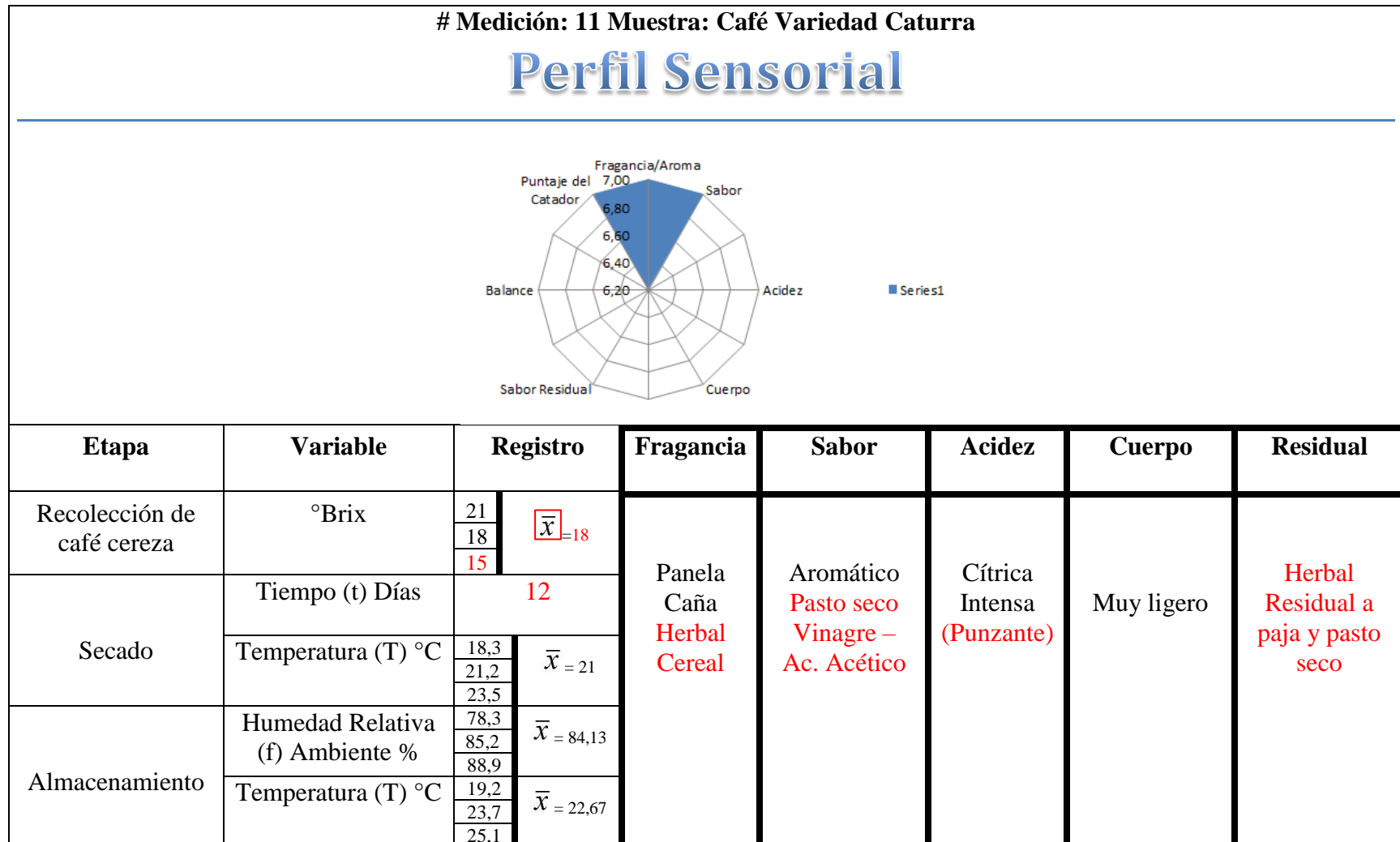
Seguidamente se proponen las tablas de la 10 – 12 que contienen la información recolectada para el proceso de beneficio en seco para la misma variedad Caturra, durante la cosecha principal con el correspondiente perfil sensorial obtenido en taza mediante la técnica descrita propuesta por la SCA.

**Tabla 10. Beneficio Seco medición # 10 Variedad Caturra – Cosecha Principal**

# Medición: 10 Muestra: Café variedad Caturra							
<b>Perfil Sensorial</b>							
Etapa	Variable	Registro	Fragancia	Sabor	Acidez	Cuerpo	Residual
Recolección de café cereza	°Brix	25 24 23	Dulce Frutos Rojos Cereza	Manzana Roja Panela	Cítrica Intensa	Ligero Suave Redondo	Café Tostado Caña Dulce
Secado	Tiempo (t) Días	9					
	Temperatura (T) °C	22,0 24,5 25,0					
Almacenamiento	Humedad Relativa (f) Ambiente %	76,7					
		84,2					
		87,6					
	Temperatura (T) °C	23,6 25,7 26,3					

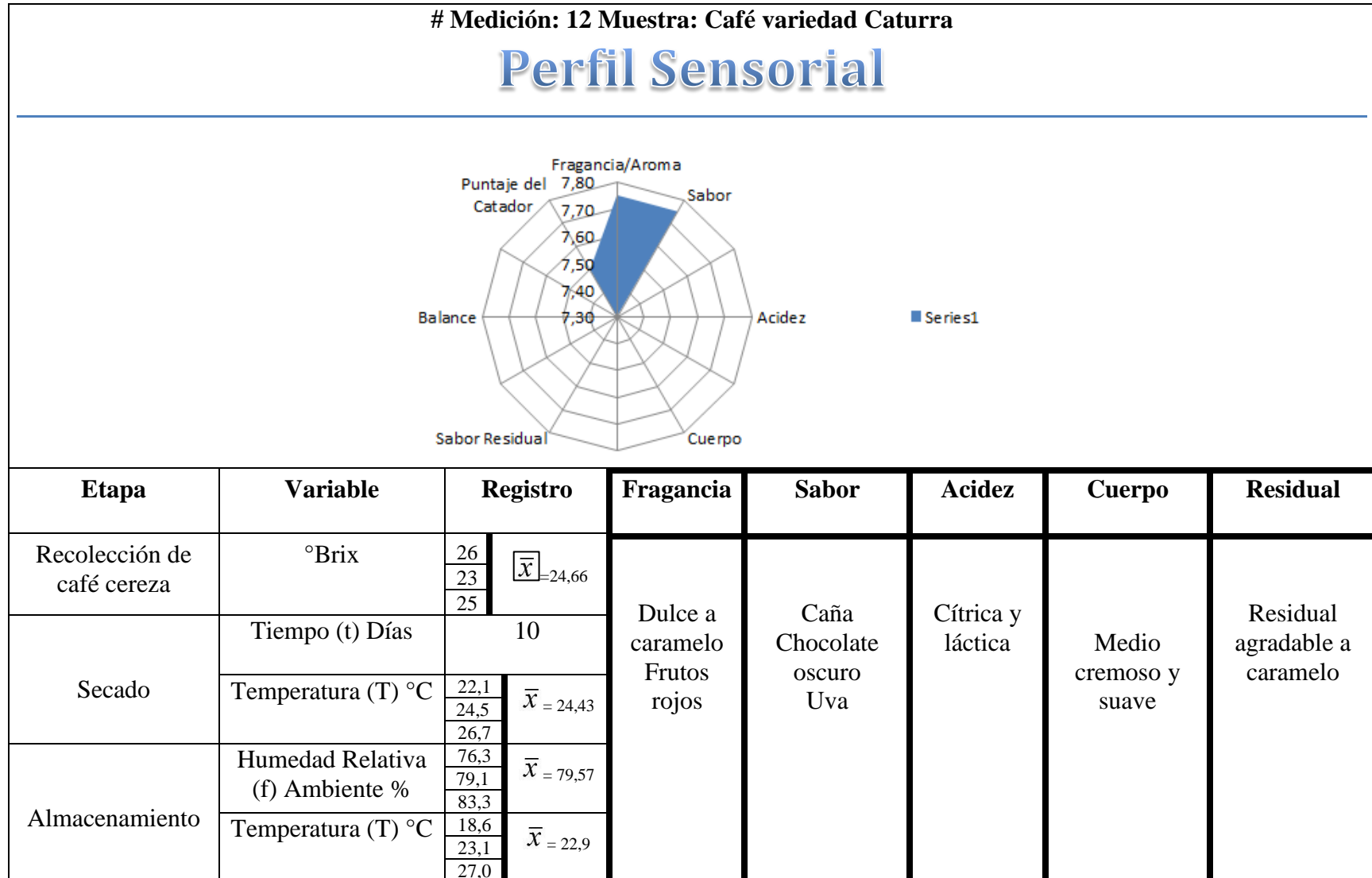
Puntaje  
Total  
**84**

**Tabla 11. Beneficio Seco medición #11 Variedad Caturra – Cosecha Principal**



Puntaje  
Total  
**78**

Tabla 12. Beneficio seco medición # 12 Variedad Caturra – Cosecha Principal



Puntaje  
Total  
**83**

Dentro del diseño del plan de trazabilidad, una vez obtenida la información necesaria para rastrear el café de variedad Caturra, se debe realizar el mismo procedimiento de recolección y consignación de información para el café variedad Castillo Rosario. Se realiza siguiendo la misma metodología descrita para el proceso con la variedad anterior, en ambas cosechas, mediante ambos procesos de beneficio y haciendo 3 mediciones para cada una de las series y realizando la valoración mediante la aplicación del perfil sensorial de manera que se logre sustentar el propósito fundamental del presente trabajo, que establece que al hacer trazabilidad sobre los procesos de recolección y beneficio, manejando procedimientos consistentes en cuanto a los factores intrínsecos entre una cosecha y otra, es posible obtener tazas consistentes y reproducibles que garanticen su calidad y por las cuales se defina como característico el perfil de un café y así el consumidor esté dispuesto a pagar un precio mayor por él.

En las tablas referidas a continuación se detalla la información recolectada para la variedad Castillo Rosario.

**Tabla 13. Beneficio húmedo medición # 13 Variedad Castillo Rosario - Traviesa**

# Medición: 13 Muestra: Café Variedad Castillo				<h2 style="text-align: center; color: orange;">Perfil Sensorial</h2>				
Etapa	Variable	Registro						
Recolección de café cereza	°Brix	18	$\bar{x} = 16,66$	<b>Fragancia</b>	<b>Sabor</b>	<b>Acidez</b>	<b>Cuerpo</b>	<b>Residual</b>
		16						
		16						
Despulpado	Tiempo(t) Horas	8						
Fermentación	pH	5,0	$\bar{x} = 4,66$					
		4,5						
		4,5						
	Tiempo (t) Horas	20						
	Humedad Relativa (f) Ambiente %	69,1	$\bar{x} = 75,53$					
73,4								
84,1								
Temperatura (T) °C	19,4	$\bar{x} = 22,06$						
	22,7							
	24,1							
Secado	Tiempo (t) Días	12		Dulce Panela Chocolate	Café Tabaco Chocolate oscuro Caña	Cítrica Media	Medio	Café y tabaco Baja permanencia en boca
	Temperatura (T) °C	20,4	$\bar{x} = 23,7$					
		24,5						
26,2								
Almacenamiento	Humedad Relativa (f) Ambiente %	68,4	$\bar{x} = 73,73$					
		73,3						
		79,5						
	Temperatura (T) °C	19,1	$\bar{x} = 23,2$					
24,3								
26,2								

Puntaje  
Total  
**79**

Los resultados de la medición 13 consignados en la tabla 13 corresponden a las muestras obtenidas de la llamada travesía en el mes de abril de 2017 para la variedad Castillo Rosario.

**Tabla 14. Beneficio húmedo medición # 14 Variedad Castillo Rosario – Traviesa**

<b># Medición: 14</b>				<b>Perfil Sensorial</b>									
<b>Muestra: Café variedad Castillo</b>													
<b>Etapa</b>	<b>Variable</b>	<b>Registro</b>											
Recolección de café cereza	°Brix	18	$\bar{x} = 20,66$										
		21											
		23											
Despulpado	Tiempo(t) Horas	8											
Fermentación	pH	5,5	$\bar{x} = 4,33$										
		4,0											
		3,5											
	Tiempo (t) Horas	18											
	Humedad Relativa (f) Ambiente %	68,7	$\bar{x} = 75$										
75,2													
81,1													
Temperatura (T) °C	18,4	$\bar{x} = 21,36$	<b>Fragancia</b>						<b>Sabor</b>	<b>Acidez</b>	<b>Cuerpo</b>	<b>Residual</b>	
	22,6		Caña Fruto Rojo Leve						Chocolate Caña Caramelo	Cítrica Alta Brillante	Medio	Café Caramelo Guarapo	
	23,1												
Secado	Tiempo (t) Días	13											
	Temperatura (T) °C	20,4	$\bar{x} = 23,7$										
		24,5											
26,2													
Almacenamiento	Humedad Relativa (f) Ambiente %	68,4	$\bar{x} = 73,73$										
		73,3											
		79,5											
	Temperatura (T) °C	19,1	$\bar{x} = 23,2$										
		24,3											
26,2													

Puntaje  
Total  
**82**

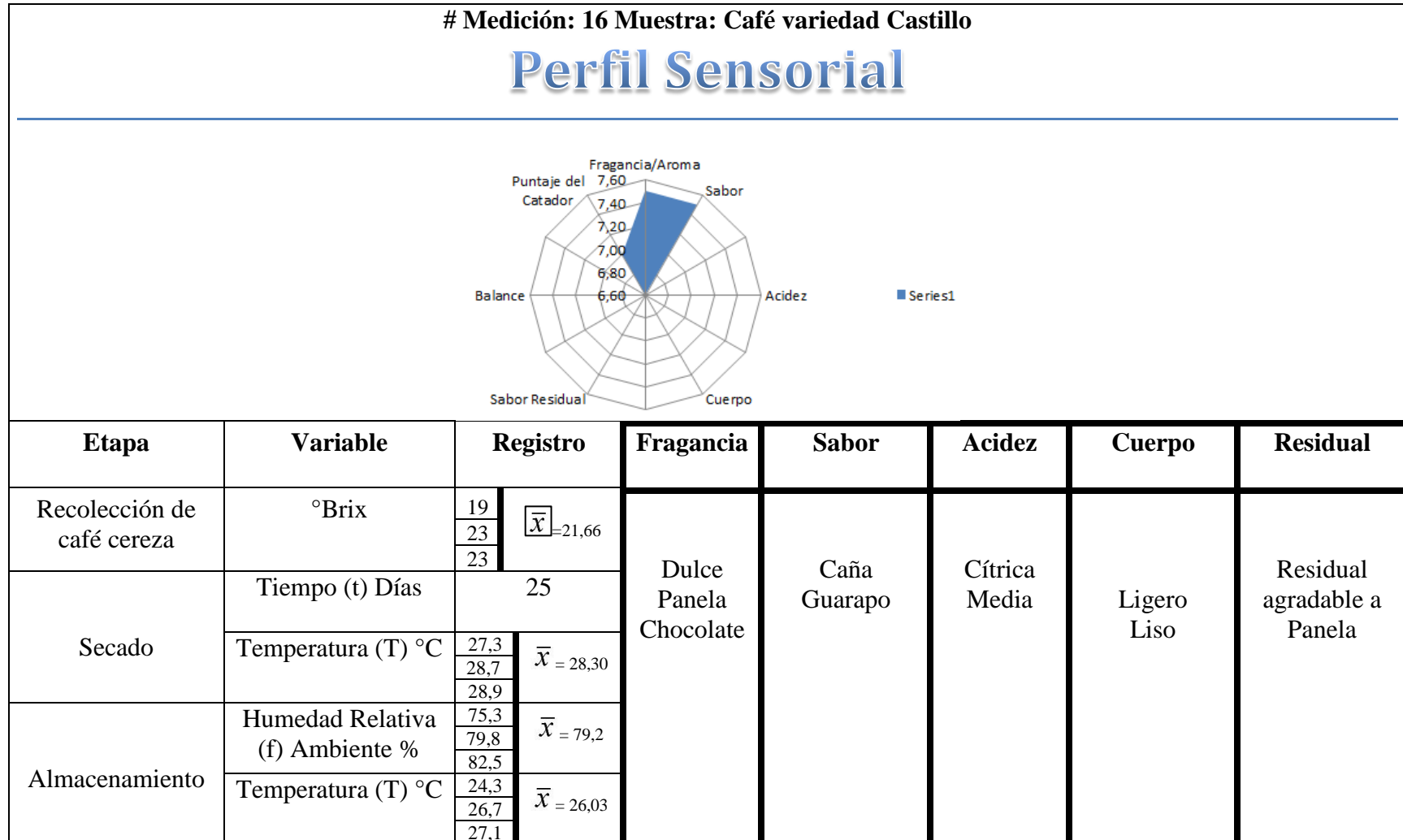
**Tabla 15. Beneficio húmedo medición # 15 Variedad Castillo Rosario – Traviesa**

# Medición: 15 Muestra: Café Variedad Castillo				<h2 style="text-align: center; color: orange;">Perfil Sensorial</h2>				
Etapa	Variable	Registro						
Recolección de café cereza	°Brix	18	$\bar{x} = 21,33$	<b>Fragancia</b>	<b>Sabor</b>	<b>Acidez</b>	<b>Cuerpo</b>	<b>Residual</b>
		22						
		24						
Despulpado	Tiempo(t) Horas	9						
Fermentación	pH	5,0	$\bar{x} = 4,16$					
		4,0						
		3,5						
	Tiempo (t) Horas	20						
	Humedad Relativa (f) Ambiente %	69,5	$\bar{x} = 75,93$					
76,9								
81,4								
Temperatura (T) °C	19,3	$\bar{x} = 22,46$						
	22,9							
	25,2							
Secado	Tiempo (t) Días	12		Caña Dulce Panela	Dulce Notas a caña leves	Cítrica Alta	Bajo Suave	Un poco a mancha
	Temperatura (T) °C	24,6	$\bar{x} = 25,7$					
		25,1						
27,4								
Almacenamiento	Humedad Relativa (f) Ambiente %	67,3	$\bar{x} = 73,73$					
		73,7						
		80,2						
	Temperatura (T) °C	27,3	$\bar{x} = 28,23$					
		28,1						
29,3								

Puntaje  
Total  
**81**

Seguidamente se proponen las tablas de la 16 – 18 que contienen la información recolectada para el proceso de beneficio en seco para la misma variedad Castillo Rosario, durante la travesía con el correspondiente perfil sensorial obtenido en taza mediante la técnica descrita.

**Tabla 16. Beneficio Seco medición #16 Variedad Castillo Rosario – Traviesa**



Puntaje  
Total  
**80**

**Tabla 17. Beneficio Seco medición #17 Variedad Castillo Rosario – Traviesa**

# Medición: 17 Muestra: Café variedad Castillo										
<b>Perfil Sensorial</b>										
Etapa	Variable	Registro	Fragancia	Sabor	Acidez	Cuerpo	Residual			
Recolección de café cereza	°Brix	<table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"> <tr><td>21</td></tr> <tr><td>17</td></tr> <tr><td>15</td></tr> </table> $\bar{x} = 17,66$	21	17	15	Dulce Panela Chocolate	Dulce a panela Astringente	Cítrica Alta	Ligero Liso	Residual Manchoso y seco
21										
17										
15										
Secado	Tiempo (t) Días	23								
	Temperatura (T) °C	<table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"> <tr><td>26,2</td></tr> <tr><td>27,8</td></tr> <tr><td>28</td></tr> </table> $\bar{x} = 27,33$	26,2	27,8	28					
26,2										
27,8										
28										
Almacenamiento	Humedad Relativa (f) Ambiente %	<table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"> <tr><td>68,9</td></tr> <tr><td>77,2</td></tr> <tr><td>81,9</td></tr> </table> $\bar{x} = 76$	68,9	77,2	81,9					
		68,9								
	77,2									
81,9										
Temperatura (T) °C	<table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"> <tr><td>23,4</td></tr> <tr><td>26</td></tr> <tr><td>28,2</td></tr> </table> $\bar{x} = 25,86$	23,4	26	28,2						
23,4										
26										
28,2										

Puntaje  
Total  
**78**

**Tabla 18. Beneficio Seco medición #18 Variedad Castillo Rosario – Traviesa**

# Medición: 18 Muestra: Café variedad Castillo								
<b>Perfil Sensorial</b>								
Etapa	Variable	Registro		Fragancia	Sabor	Acidez	Cuerpo	Residual
Recolección de café cereza	°Brix	22 21 20	$\bar{x} = 21$	Dulce Panala Chocolate Fruto rojo leve	Caña Guarapo	Cítrica Media Brillante	Suave Medio Redondo Liso	Residual agradable a Panala y chocolate oscuro
Secado	Tiempo (t) Días	18						
	Temperatura (T) °C	25,1 26,8 28,9	$\bar{x} = 26,93$					
Almacenamiento	Humedad Relativa (f) Ambiente %	69,1 77,5 83,1	$\bar{x} = 76,56$					
		Temperatura (T) °C	24,9 25,1 25,8	$\bar{x} = 25,26$				

Puntaje  
Total  
**83**

Una vez obtenidos los registros para el café variedad Castillo Rosario en ambos procesos de beneficio propuestos, durante la travesía, se consigna en las tablas de la 19 a la 24, la información necesaria para rastrear la misma variedad de café (Castillo Rosario), durante la cosecha principal, para los dos procesos de beneficio, tanto por vía húmeda, como por vía seca, para luego, una vez obtenidas las muestras, realizar el proceso de catación según los protocolos de la SCA y así obtener el perfil sensorial.

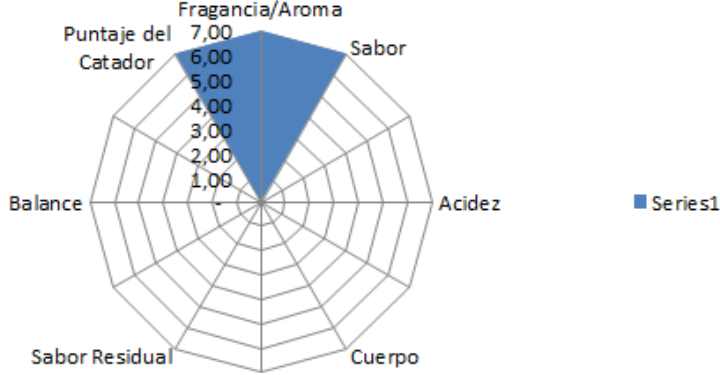
**Tabla 19. Beneficio Húmedo medición #19 Variedad Castillo Rosario – Cosecha Principal**

# Medición: 19 Muestra: Café variedad Castillo			<h2 style="text-align: center; color: #D9534F;">Perfil Sensorial</h2>						
Etapa	Variable	Registro							
Recolección de café cereza	°Brix	22	$\bar{x} = 22$	Fragancia	Sabor	Acidez	Cuerpo	Residual	
		21							
		23							
Despulpado	Tiempo(t) Horas	9		Fragancia	Sabor	Acidez	Cuerpo	Residual	
Fermentación	pH	5,0	$\bar{x} = 4,33$						
		4,5							
		3,5							
	Tiempo (t) horas	16							
Fermentación	Humedad Relativa (f) Ambiente %	65,1	$\bar{x} = 73,53$	Fragancia	Sabor	Acidez	Cuerpo	Residual	
		74,3							
		81,2							
	Temperatura (T) °C	20,2	$\bar{x} = 22,06$						
22,6									
23,4									
Secado	Tiempo (t) Días	9		Caña Dulce Panela	Dulce Notas a caña moderadas	Cítrica Media	Bajo Suave	Limpio a panela	
		Temperatura (T) °C	22						$\bar{x} = 23,3$
			23,4						
Almacenamiento	Humedad Relativa (f) Ambiente %	68,9	$\bar{x} = 76,4$	Fragancia	Sabor	Acidez	Cuerpo	Residual	
		76,2							
		84,1							
	Temperatura (T) °C	23,5	$\bar{x} = 25,76$						
		26,7							
27,1									

Puntaje  
Total  
**80**

Los resultados de la medición 19 consignados en la tabla 19 corresponden a las muestras obtenidas de la llamada cosecha Principal en el mes de noviembre de 2017.

**Tabla 20. Beneficio Húmedo medición # 20 Variedad Castillo Rosario – Cosecha Principal**

# Medición: 20 Muestra: Café Variedad Castillo				<h2 style="text-align: center; color: orange;">Perfil Sensorial</h2> 				
Etapa	Variable	Registro						
Recolección de café cereza	°Brix	16	$\bar{x} = 15,66$	Fragancia	Sabor	Acidez	Cuerpo	Residual
		14						
		17						
Despulpado	Tiempo(t) Horas	8						
Fermentación	pH	5,5	$\bar{x} = 4,33$					
		4,0						
		3,5						
	Tiempo (t) horas	20						
Fermentación	Humedad Relativa (f) Ambiente %	68,7	$\bar{x} = 74,73$					
		74,3						
		81,2						
Fermentación	Temperatura (T) °C	19,1	$\bar{x} = 21,86$					
		21,8						
		24,7						
Secado	Tiempo (t) Días	9						
		Temperatura (T) °C	20,2	$\bar{x} = 22,5$				
			22,5					
24,8								
Almacenamiento	Humedad Relativa (f) Ambiente %	72,3	$\bar{x} = 77,53$					
		76,1						
		84,2						
	Almacenamiento	Temperatura (T) °C	18,3	$\bar{x} = 20,73$				
20,7								
23,2								
				Dulce Panela	Dulce Notas a panela y chocolate	Cítrica Media	Liso suave y redondo	Perdurable a chocolate y panela

Puntaje  
Total  
**79**

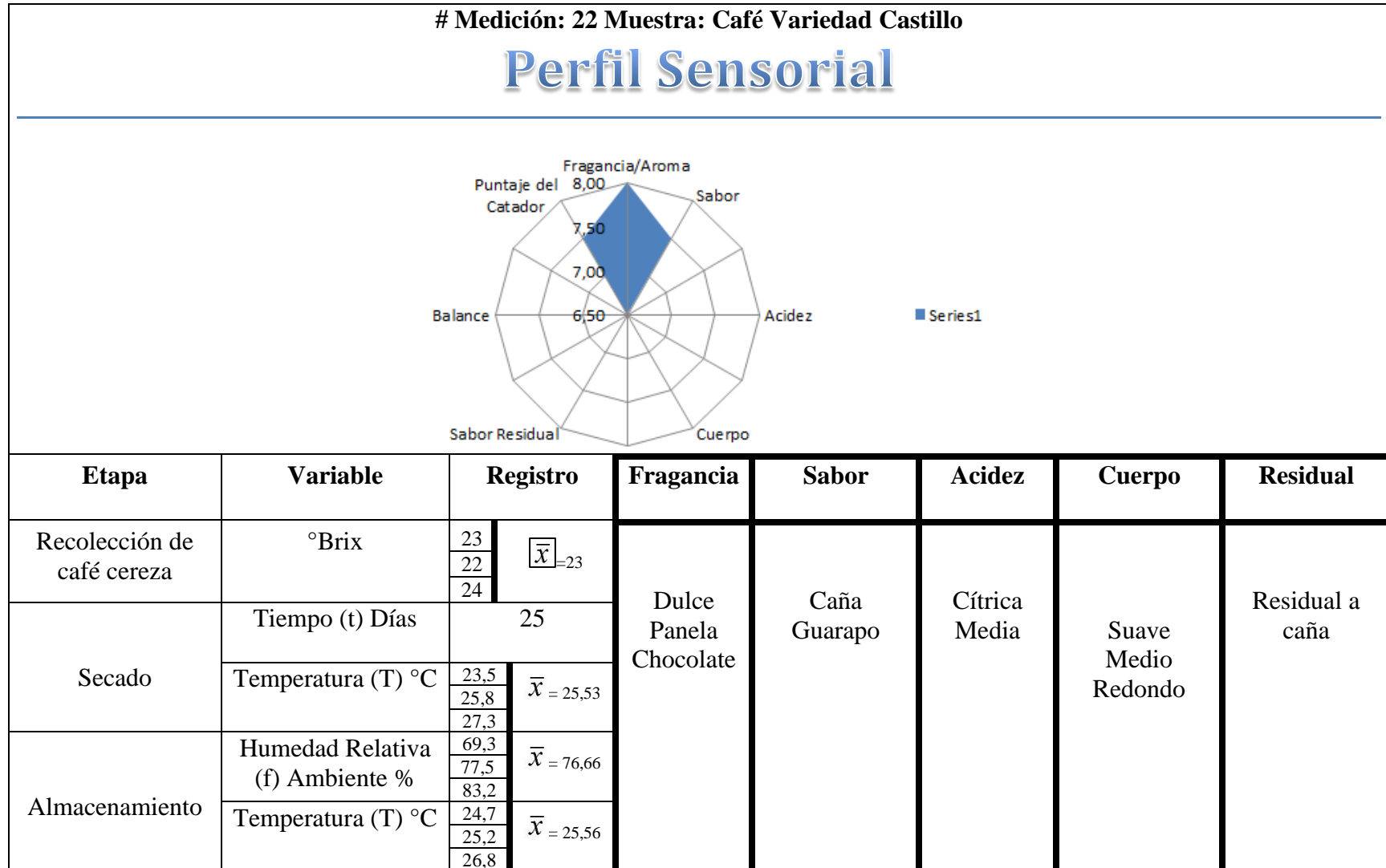
**Tabla 21. Beneficio húmedo medición # 21 Variedad Castillo Rosario – Cosecha Principal**

# Medición: 21 Muestra: Café Variedad Castillo			<h2 style="text-align: center; color: orange;">Perfil Sensorial</h2>					
Etapa	Variable	Registro						
Recolección de café cereza	°Brix	22	$\bar{x} = 22$	Fragancia	Sabor	Acidez	Cuerpo	Residual
		21						
		23						
Despulpado	Tiempo(t) Horas	9						
Fermentación	pH	5,0	$\bar{x} = 4,33$					
		4,5						
		3,5						
	Tiempo (t) horas	18						
	Humedad Relativa (f) Ambiente %	69,6	$\bar{x} = 75,73$					
74,5								
83,1								
Temperatura (T) °C	19,1	$\bar{x} = 21,96$						
	22,3							
	24,5							
Secado	Tiempo (t) Días	12						
	Temperatura (T) °C	23,2	$\bar{x} = 24,76$					
		24,6						
26,5								
Almacenamiento	Humedad Relativa (f) Ambiente %	72,3	$\bar{x} = 78,66$					
		79,6						
		84,1						
	Temperatura (T) °C	19,7	$\bar{x} = 25,53$					
		23,8						
24,1								
				Dulce Panela Tamarindo	Dulce Notas a panela y chocolate Frutas cítricas	Cítrica Alta	Liso suave y redondo Medio	Perdurable a chocolate y panela Tamarindo y uva

Puntaje  
Total  
**82**

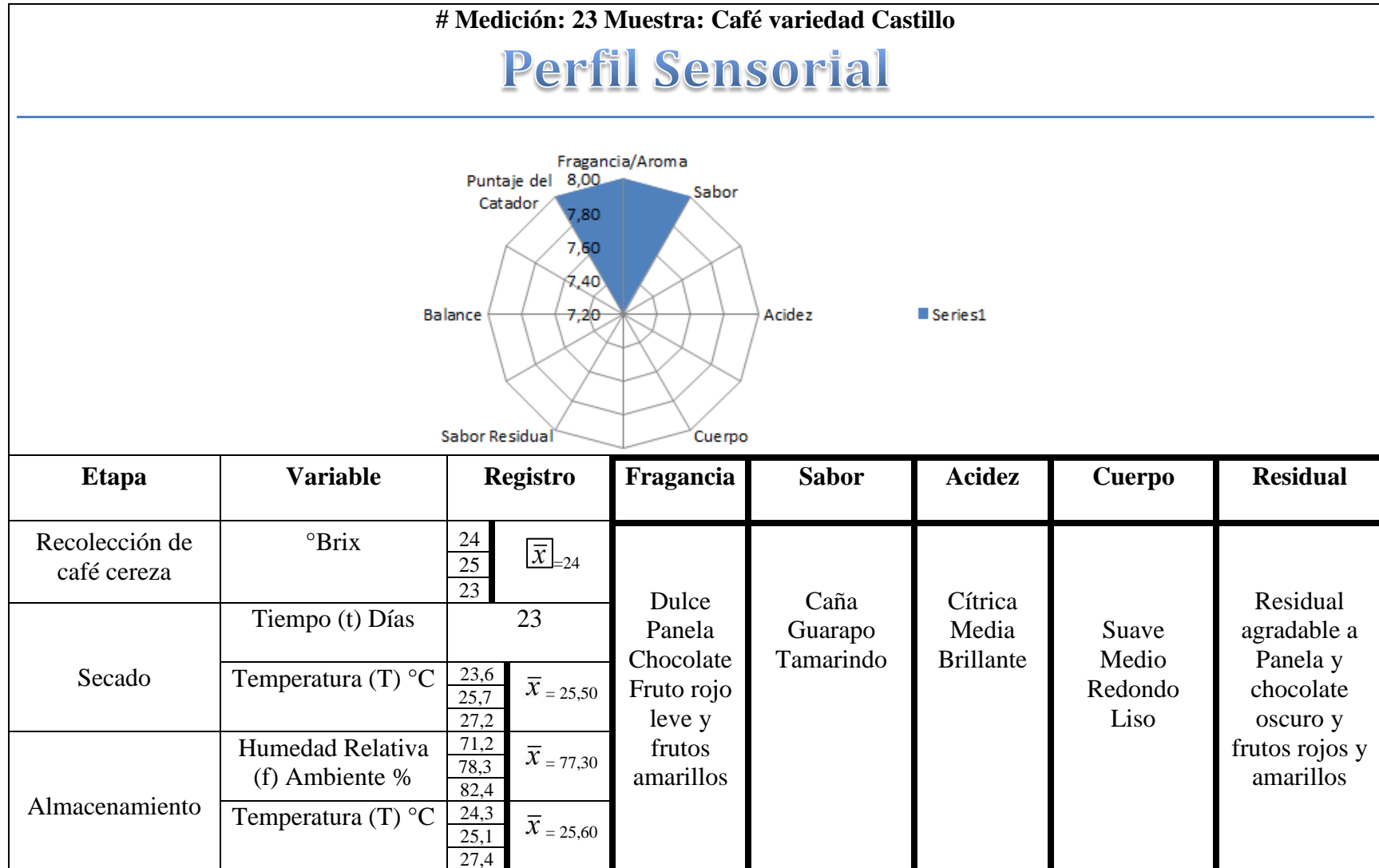
Seguidamente se proponen las tablas de la 22 – 24 que contienen la información recolectada para el proceso de beneficio en seco para la misma variedad Castillo Rosario, durante la cosecha principal con el correspondiente perfil sensorial obtenido en taza mediante la técnica descrita propuesta por la SCA.

**Tabla 22. Beneficio Seco medición # 22 Variedad Castillo Rosario – Cosecha Principal**



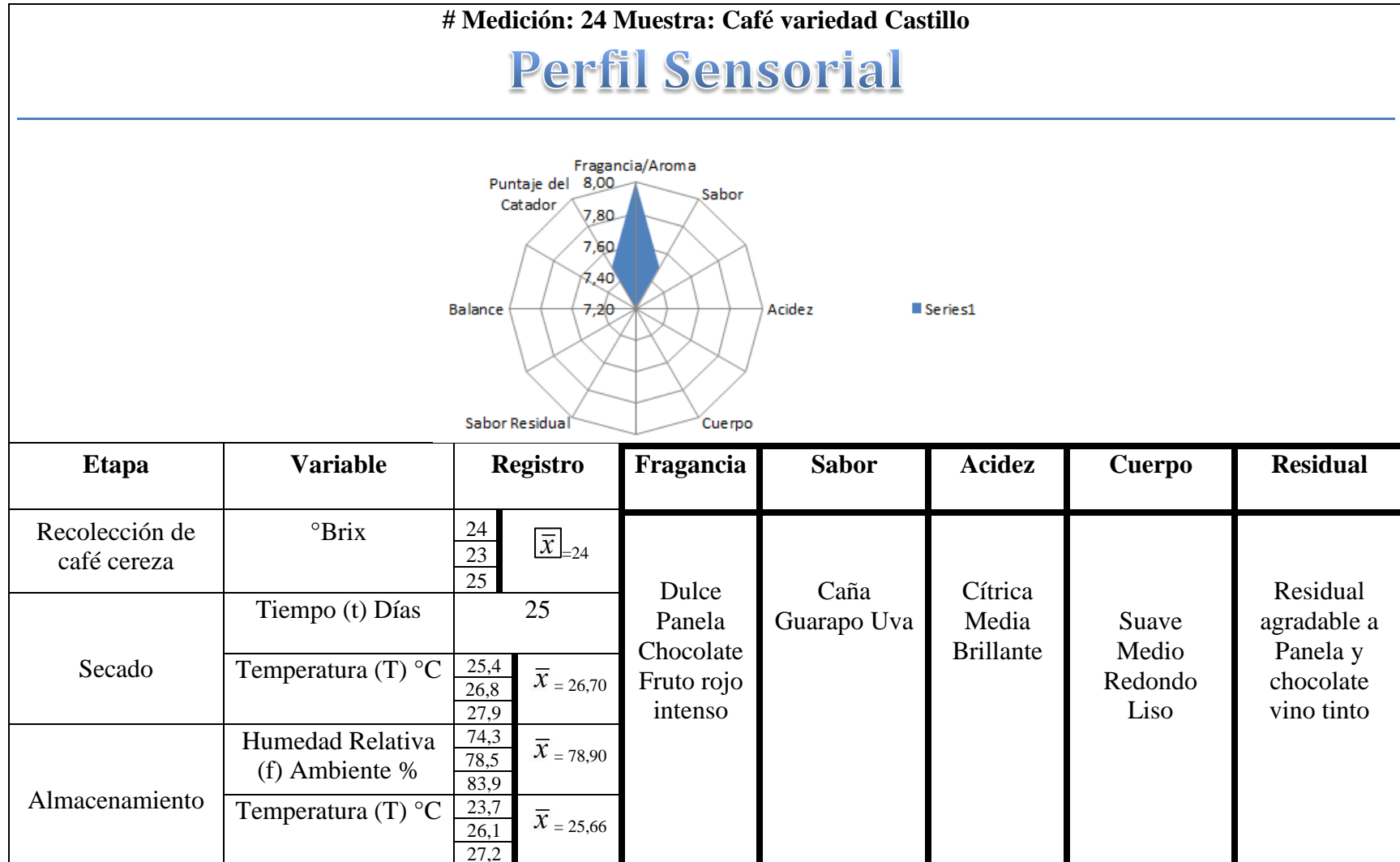
Puntaje  
Total  
**82**

**Tabla 23. Beneficio Seco medición # 23 variedad Castillo Rosario – Cosecha Principal**



Puntaje  
Total  
**84**

**Tabla 24. Beneficio Seco medición # 24 Variedad Castillo Rosario – Cosecha Principal**



Puntaje  
Total  
**83**

## 6. Análisis de resultados y discusión

Con base en los datos obtenidos y recopilados en las tablas descritas anteriormente, y haciendo la correlación con la valoración sensorial, es posible analizar algunos criterios que luego deben ser soportados a través del análisis estadístico que se planteó en la metodología como modelo para el soporte matemático de la investigación.

Se observa entonces que para la variedad Caturra en ambos tipos de beneficio tanto húmedo como en seco, para la travesía, se obtuvieron resultados en taza cuyo perfil sensorial fue mejor valorado de acuerdo a los puntajes de catación obtenidos. Se verifican puntuaciones de 82 y hasta 84 puntos en la escala de valoración de la SCA. Esto nos permitiría tomar decisiones en cuanto a la trazabilidad del proceso de beneficio y a su control de variables, en cuanto que al obtener estos resultados sensoriales, seguramente van de la mano con las prácticas de beneficio y recolección apropiados que fueron traceadas y posibles de replicar en el tiempo.

De otro lado, también se observan calificaciones de 77 puntos en la cosecha principal para la misma variedad de café, pero a su vez también existen muestreos que arrojaron resultados muy bien valorados en taza, con puntajes de 83 y 84 puntos, aunque es necesario dejar en claro que se obtuvo para uno de los muestreos un valor altamente significativo, pero que no fue la constante durante la evaluación de las muestras de la misma variedad Caturra para la cosecha principal.

Otro criterio concluyente que arroja la valoración en taza de las muestras en las dos cosechas, para las dos variedades y en los dos diferentes procesos (húmedo y seco), es que la variedad Castillo Rosario reportó mejores resultados en cosecha principal que en travesía para el beneficio en seco, presentando como atributo sensorial tazas con sabores afrutados y vinosos, lo cual es altamente positivo y valorado y corrobora el hecho de que los cafés naturales expresan

mucho mejor este tipo de sensaciones en taza que tienen una importancia significativa en cuanto al gusto y grado de aceptación en mercados asiáticos.(Pérez, 2007)

Teniendo en cuenta las valoraciones sensoriales realizadas a las muestras objeto del presente estudio, se puede afirmar que la variedad Caturra en ambas cosechas y los dos tipos de beneficio elegidos, ofrece una mejor valoración por los catadores en taza. Sin embargo también se observa que la variedad Castillo Rosario recibió valoraciones importantes en la muestra 2 y 3 del beneficio en seco obteniendo respectivamente 84 y 83 puntos. Esto permite resaltar que el proceso traceado para la obtención de estas muestras en la variedad mencionada es muy útil para ser replicado y obtener un perfil de taza con diferencial.

Los resultados obtenidos y su correspondiente análisis, se relacionan a continuación.

Con base en el análisis estadístico realizado, los datos obtenidos se establecen como resultados de variables asociadas a los dos procesos de beneficio seleccionados para el presente estudio (húmedo y seco) para las dos variedades de café Caturra y Castillo Rosario, durante las cosechas traviesa y principal. . En la primera, mediante pruebas t-student se evaluó si las variables asociadas al proceso de beneficio sufrían cambios significativos entre los dos tipos de cosecha (Traviesa y Principal) en cada una de las variedades. En segundo lugar, se realizaron Análisis de Componentes Principales (PCA). Finalmente, para cada proceso de beneficio, se realizó un análisis de regresión lineal múltiple para determinar cuáles de las variables del proceso se relacionaban significativamente con la calificación de la taza, dada por un panel sensorial. Todas las inferencias fueron realizadas a un nivel de significancia ( $\alpha$ ) 0.05 usando el software R 3.5.0.

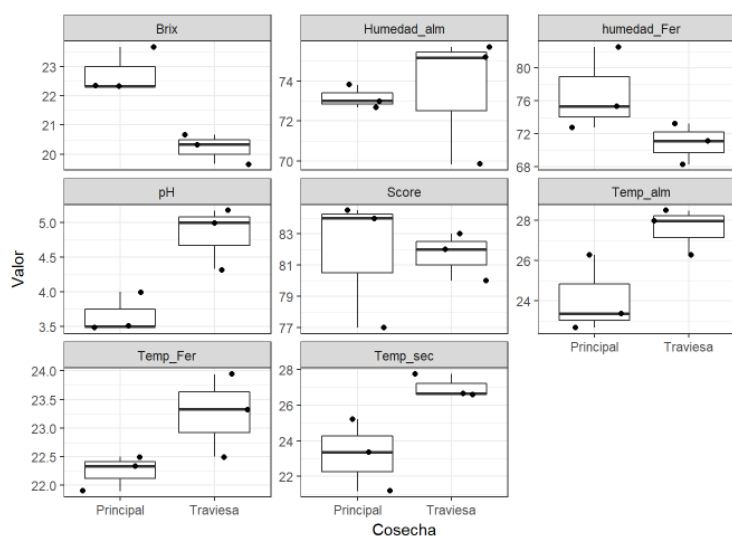
El análisis estadístico fue dividido en tres etapas:

## 6.1 Proceso de beneficio húmedo

### 6.1.1 Comparación de las variables asociadas al beneficio para la variedad

#### Caturra

**Gráfico 3. Proceso de beneficio húmedo variedad Caturra**



El gráfico 3 muestra que para el proceso de beneficio húmedo en la variedad Caturra para ambas cosechas (traviesa y principal), las variables que más se asocian con el mejor perfil de taza son los °Brix y la humedad relativa durante el proceso de fermentación. Con algún margen de error en el que seguro se involucran variables extrínsecas, el análisis de resultados nos lleva a pensar que a mejor grado de madurez, mayor expresión de atributos en taza, lo que se demuestra con un score más alto. La variable de humedad relativa en el proceso de fermentación también juega un papel fundamental en este sentido. Caso contrario sucede cuando dicha variable, reporta valores altos en el proceso de almacenamiento, lo cual puede verse reflejado en un score menor para la taza.

Para la variedad Caturra, se encontraron diferencias significativas entre la cosecha Traviesa y Principal para las variables pH ( $P=0.024$ ) y °Brix ( $P=0.012$ ). La Tabla 25 ilustra esta afirmación y el análisis de componentes principales mostrado en la Figura 6 lo corrobora.

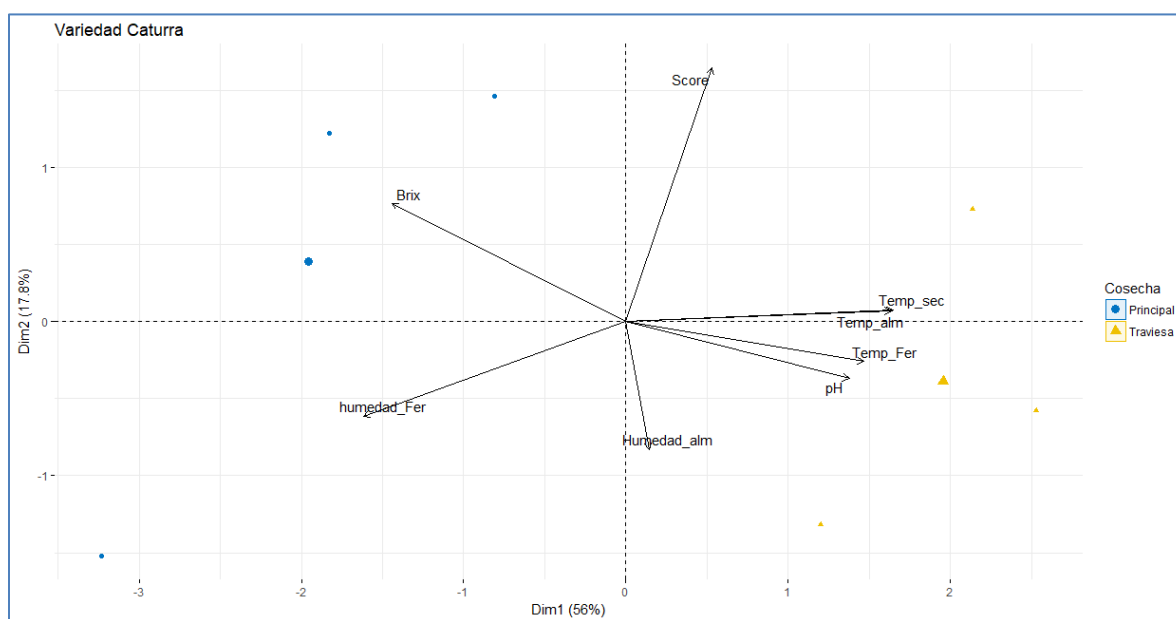
**Tabla 25. Cálculos para el proceso de beneficio húmedo variedad Caturra**

<b>Variable</b>	<b>Principal</b>	<b>Traviesa</b>	<b>Norm</b>	<b>Prueba_T</b>
<b>Brix</b>	c(23.66666667, 22.33333333, 22.33333333)	c(20.33333333, 19.66666667, 20.66666667)	0.6250957	0.0122823
<b>Humedad_alm</b>	c(73.8, 73, 72.66666667)	c(69.83333333, 75.16666667, 75.7)	0.6556223	0.8479078
<b>Humedad_Fer</b>	c(72.8, 82.53333333, 75.36666667)	c(71.16666667, 68.33333333, 73.23333333)	0.4819085	0.1648628
<b>pH</b>	c(3.5, 3.5, 4)	c(5, 4.33333333, 5.16666667)	0.3289679	0.0243691
<b>Score<sup>19</sup></b>	c(84, 77, 84.5)	c(83, 82, 80)	0.4557255	0.9532010
<b>Temp_alm</b>	c(26.26666667, 23.36666667, 22.66666667)	c(28.46666667, 27.96666667, 26.26666667)	0.3802066	0.0672499

<sup>19</sup> Score hace referencia a la calificación en taza

Variable	Principal	Travesía	Norm	Prueba_T
Temp_Fer	c(22.5, 22.33333333, 21.9)	c(23.33333333, 23.93333333, 22.5)	0.4579464	0.1207628
Temp_sec	c(25.2, 21.16666667, 23.36666667)	c(26.6, 26.66666667, 27.76666667)	0.5413518	0.0721281

**Figura 6. Análisis de componentes principales (PCA) variedad Caturra beneficio húmedo**



A partir, del PCA se observa la formación de dos grupos conformados por las tres muestras de cada cosecha. En la sobre posición de las variables del proceso, se observa que las temperaturas de secado, fermentación, almacenamiento y el pH contribuyen en mayor medida a la ordenación de las muestras obtenidas en la cosecha de travesía. En contraste, las muestras de la cosecha principal se caracterizaron por altos °Brix y alto porcentaje de humedad relativa durante

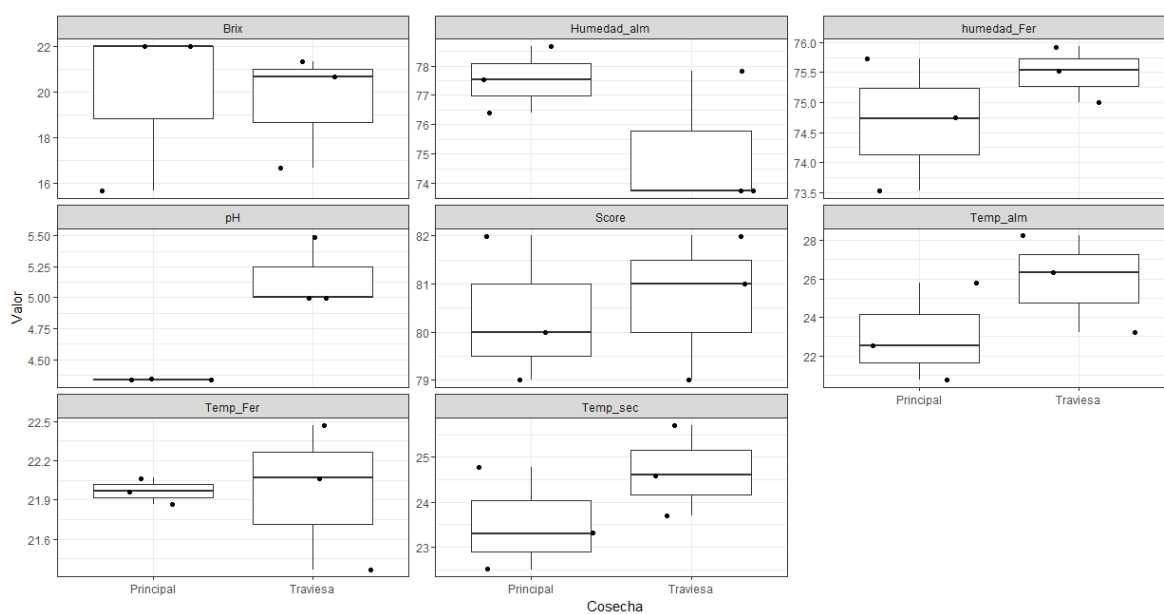
la etapa de fermentación.

## 6.1.2 Comparación de las variables asociadas al beneficio para la variedad

### Castillo

El análisis para la variedad Castillo Rosario en ambas cosechas arroja según lo observado en el Gráfico 4 y la Tabla 26 en relación al proceso de beneficio húmedo, que se encontraron diferencias significativas entre la cosecha Travesía y Principal sólo para la variable pH ( $P=0.037$ )

**Gráfico 4. Proceso de beneficio húmedo variedad Castillo**

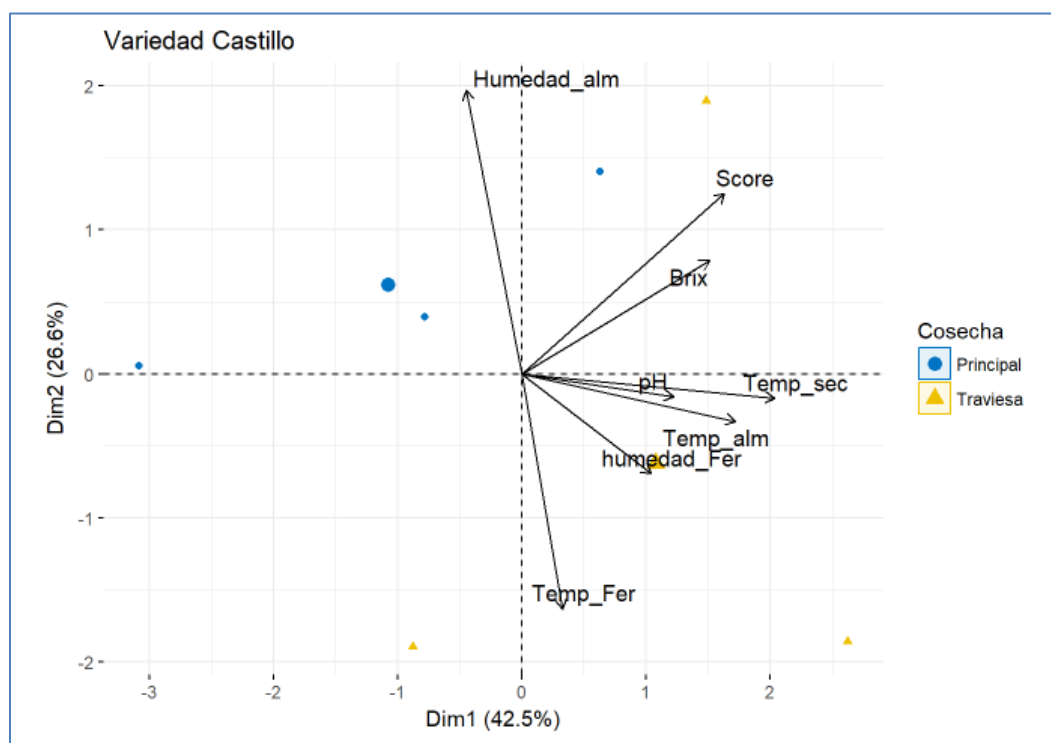


**Tabla 26. Cálculos para el proceso de beneficio húmedo variedad Castillo**

<b>Variable</b>	<b>Principal</b>	<b>Traviesa</b>	<b>Norm</b>	<b>Prueba_T</b>
<b>Brix</b>	c(22, 15.66666667, 22)	c(16.66666667, 20.66666667, 21.33333333)	0.0574733	0.9036279
<b>Humedad_alm</b>	c(76.4, 77.53333333, 78.66666667)	c(73.73333333, 77.83333333, 73.73333333)	0.2011525	0.2106700
<b>humedad_Fer</b>	c(73.53333333, 74.73333333, 75.73333333)	c(75.53333333, 75, 75.93333333)	0.3877879	0.3281512
<b>pH</b>	c(4.333333333, 4.333333333, 4.333333333)	c(5, 5.5, 5)	0.0903132	0.0377496
<b>Score</b>	c(80, 79, 82)	c(79, 82, 81)	0.1912039	0.8024820
<b>Temp_alm</b>	c(25.76666667, 20.73333333, 22.53333333)	c(23.2, 26.33333333, 28.23333333)	0.8776105	0.2340104
<b>Temp_Fer</b>	c(22.06666667, 21.86666667, 21.96666667)	c(22.06666667, 21.36666667, 22.46666667)	0.5940309	1.0000000
<b>Temp_sec</b>	c(23.3, 22.5, 24.76666667)	c(23.7, 24.6, 25.7)	0.9613281	0.2646456

La Figura 7 ilustra el PCA para la Variedad Castillo durante el beneficio húmedo. No se observan significancias mayores en ella a las del pH anteriormente expuesta.

**Figura 7. Análisis de componentes principales (PCA) variedad Castillo beneficio húmedo**

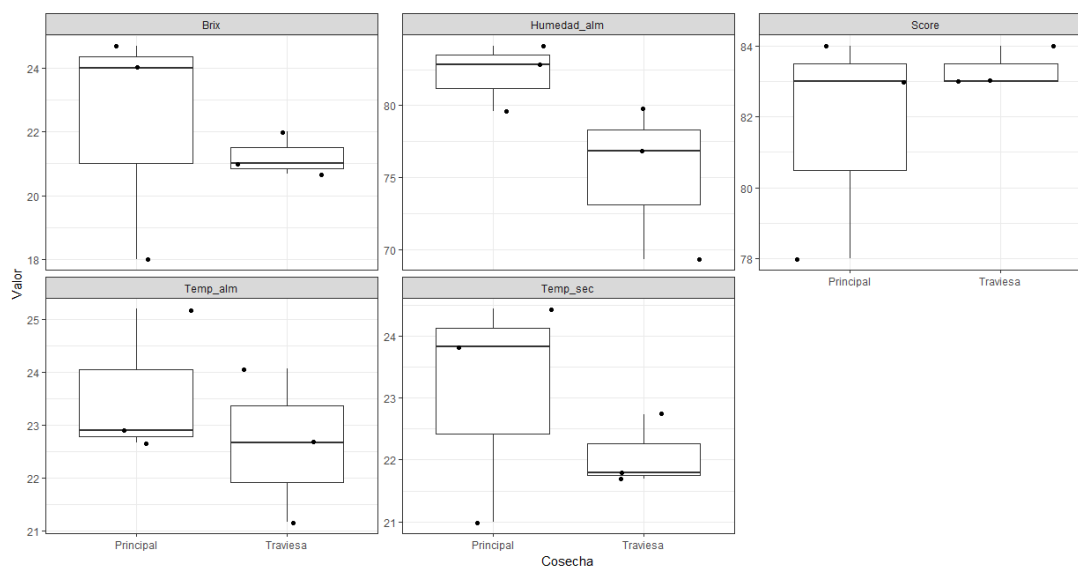


## 6.2 Proceso de beneficio en seco

### 6.2.1 Comparación de las variables asociadas al beneficio para la variedad

#### Caturra

Para la variedad Caturra se encontró que no hubo diferencias significativas para ninguna de las variables asociadas al proceso entre la cosecha traviesa y principal y asociada al proceso de beneficio en seco. La Tabla 27 y el Gráfico 5 confirman esta afirmación.

**Gráfico 5. Proceso de beneficio seco variedad Caturra****Tabla 27. Cálculos para el proceso de beneficio seco variedad Caturra**

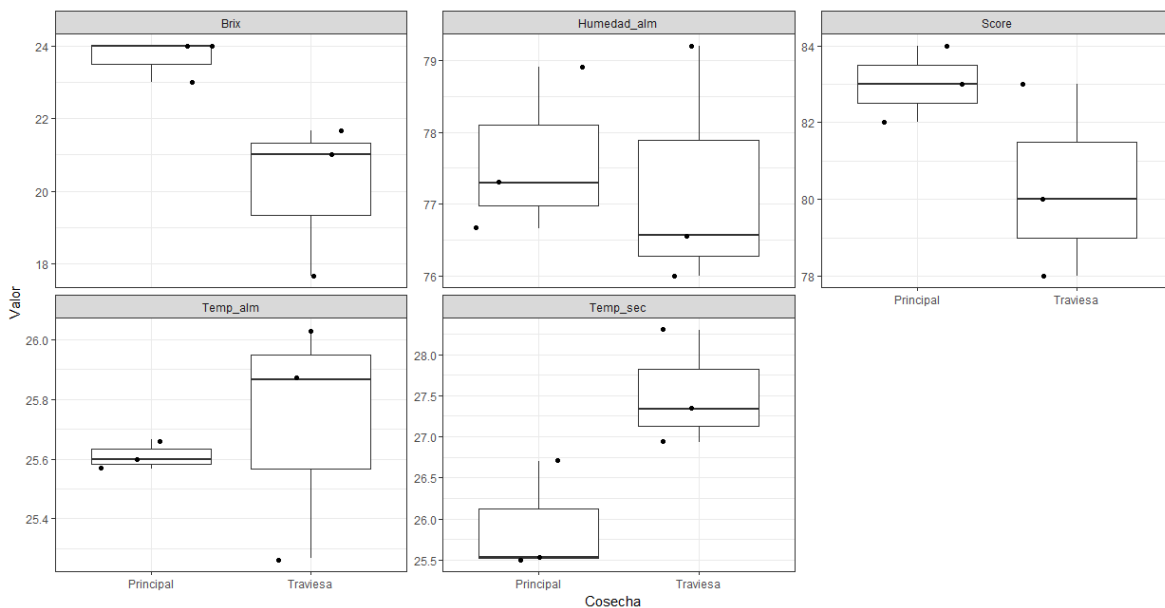
Variable	Principal	Travesa	Norm	Prueba_T	wilcox
<b>Brix</b>	c(24, 18, 24.66666667)	c(20.66666667, 21, 22)	0.8070416	0.6858450	0.7000000
<b>Humedad_alm</b>	c(82.83333333, 84.13333333, 79.56666667)	c(79.76666667, 69.3, 76.86666667)	0.3709454	0.1458459	0.2000000
<b>Score</b>	c(84, 78, 83)	c(83, 83, 84)	0.0030657	0.4650985	0.8136637
<b>Temp_alm</b>	c(25.2, 22.66666667,	c(22.66666667, 24.06666667,	0.7567081	0.4577994	0.5065552

Variable	Principal	Travesia	Norm	Prueba_T	wilcox
	22.9)	21.16666667)			
<b>Temp_sec</b>	c(23.83333333, 21, 24.43333333)	c(22.73333333, 21.8, 21.7)	0.6331685	0.4444162	0.7000000

## 6.2.2. Comparación de las variables asociadas al beneficio para la variedad

### Castillo

**Gráfico 6. *Proceso de beneficio seco variedad Castillo***



**Tabla 28. Cálculos para el proceso de beneficio seco variedad Castillo**

<b>Variable</b>	<b>Principal</b>	<b>Travesía</b>	<b>Norm</b>	<b>Prueba_T</b>
<b>Brix</b>	c(23, 24, 24)	c(21.66666667, 17.66666667, 21)	0.2633013	0.0939514
<b>Humedad_alm</b>	c(76.66666667, 77.3, 78.9)	c(79.2, 76, 76.56666667)	0.2813615	0.7752154
<b>Score</b>	c(82, 84, 83)	c(80, 78, 83)	0.4044155	0.1998440
<b>Temp_alm</b>	c(25.56666667, 25.6, 25.66666667)	c(26.03333333, 25.86666667, 25.26666667)	0.9202397	0.6812246
<b>Temp_sec</b>	c(25.53333333, 25.5, 26.7)	c(28.3, 27.33333333, 26.93333333)	0.5843973	0.0465801

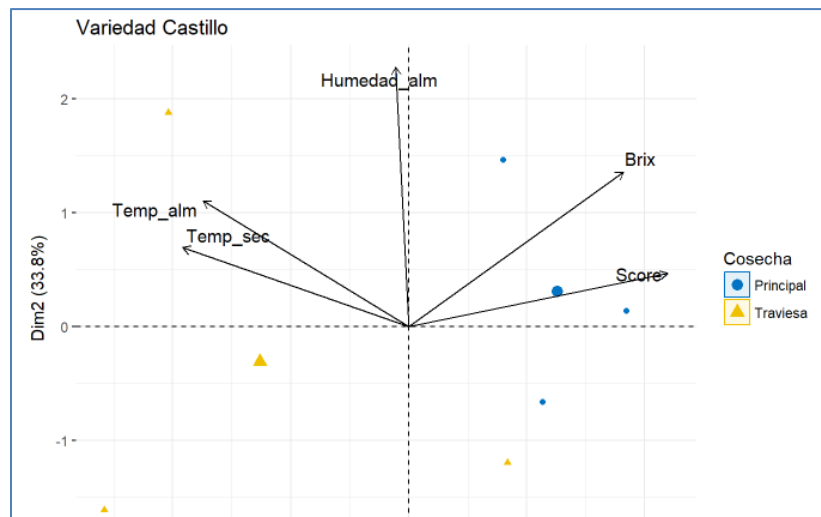
Del mismo modo que ocurre con la variedad Caturra, las cosechas de travesía y principal no mostraron diferencias significativas para ningunas de las variables del proceso de beneficio para la variedad Castillo Rosario.

Finalmente, se determinó, mediante regresión múltiple, el efecto de las variables del proceso de beneficio sobre la calidad de la taza. Para este caso, se observa que los grados brix se relacionaron positivamente con la calificación, es decir, a mayores grados brix se obtuvieron

mayores puntuaciones de la taza por el panel sensorial (Score). Así mismo, la humedad relativa durante la etapa de fermentación resultó ser significativa, reduciéndose la calidad de la taza conforme se aumenta la humedad, tal y como se observa en la Figura 9.

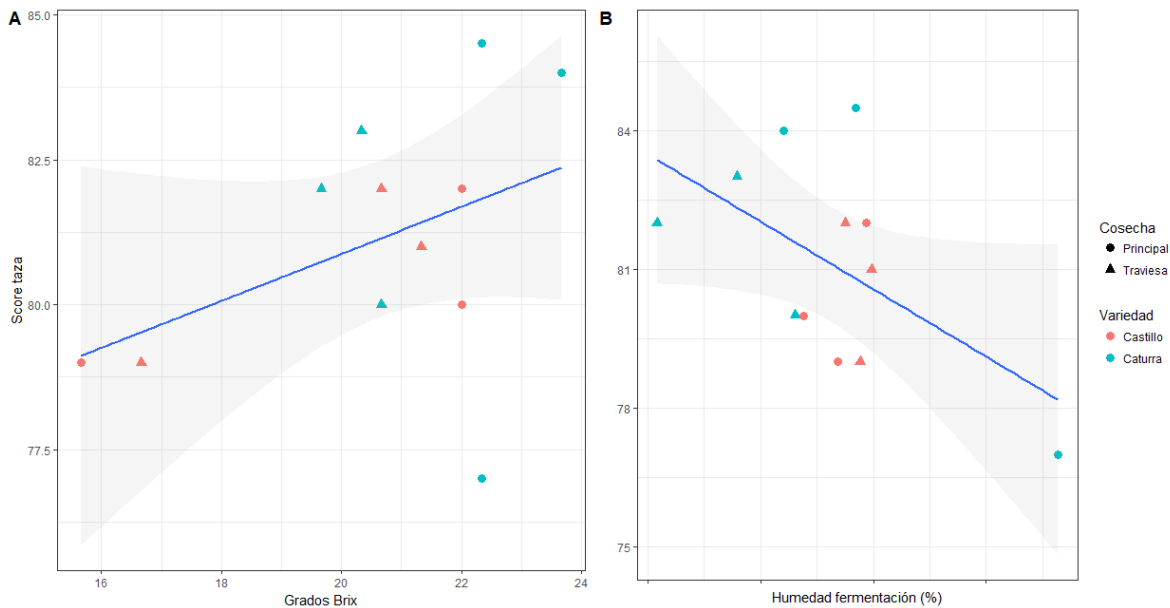
En el PCA para la variedad Castillo Rosario durante el beneficio seco, tal y como lo muestra la Figura 8, se puede apreciar como el aumento en los °Brix es significativo a la hora de establecer la calidad en taza.

**Figura 8. Análisis de componentes principales (PCA) variedad Castillo beneficio seco**



La figura 9 ilustra la situación que describe que a mayor cantidad de °Brix en los frutos recolectados, mayor calificación en taza por parte de los catadores. Así mismo, a través del gráfico se puede concluir que la mayor humedad relativa durante la etapa de fermentación, reporta un resultado adverso para la valoración de la calidad de taza.

**Figura 9. Descripción gráfica de los °Brix y el % humedad relativa sobre la calidad de la taza**



Dentro del análisis de los resultados obtenidos podemos destacar algunos que aparecen como importantes y que deben ser tenidos en cuenta como aporte fundamental para el logro de los objetivos propuestos.

- El pH presenta una diferencia significativa para la variedad Castillo durante la travesía que en la cosecha principal, en cuanto a lo que se refiere para el proceso de beneficio húmedo.
- El análisis del  $R^2$  nos permite establecer que alrededor de un 60 % de la variación que existe en la calidad de la taza, es explicado por las variables en conjunto a analizar para este caso en el beneficio húmedo, lo cual para datos tan abiertos, se constituye en un estadístico de bondad confiable que nos permite asociar la variación de los datos con la variación de la calidad en taza, explicado a través de las dos variables antes mencionadas, °Brix y humedad relativa durante la fermentación, lo cual nos da una idea clara de su trascendencia para el presente análisis.

- Mediante la aplicación de las pruebas t-student como método seleccionado para realizar el modelo matemático para el presente estudio, se comprueba que la recolección de variables entre una cosecha y otra y a su vez entre un tipo de beneficio y otro, puede llegar a registrar variaciones significativas en algunos casos, como los registrados para las variables de °Brix, humedad relativa y pH, que permiten establecer su criticidad en cuanto a la posibilidad de mejorar perfiles de taza y a su vez hacerlos reproducibles entre una cosecha y otra.
- Dentro del análisis de resultados, es de anotar que en la metodología propuesta para el desarrollo del presente trabajo, se propuso realizar tres mediciones de las variables objeto de estudio a mañana, tarde y noche, con el fin de modelar un proceso que luego fuese posible de llevar a cabo por el propio caficultor sin tener que tomar un número alto de mediciones en el día. Esto hace que el número de registros para cada variable sea sólo de tres datos. Con base en esto no se considera relevante establecer una desviación estándar para los promedios de las mediciones, en virtud a que de llegar a serlo alguna de las desviaciones para ser considerada como alejada, debería ser descartada y esto reduciría aún más la información que se pueda recolectar para el seguimiento de los procesos tanto en seco como en húmedo. Dicho esto, también es de anotar que en términos generales haciendo un estimativo de las desviaciones de los datos en un número considerable no se encontraron registros muy alejados y por esto y lo anotado anteriormente se establece que la desviación no se iba a utilizar, dada la importancia de contar con toda la información.

## 7. Guía: Buenas Prácticas de Beneficio

El presente trabajo investigativo pretendió aportar una guía que sirva como derrotero para implementar en la finca los pasos básicos a seguir para garantizar el cumplimiento de las Buenas Prácticas de Beneficio y que a su vez se vean reflejadas en conjunto con la trazabilidad de los procesos, en la calidad final de la taza que redunde en definitiva en procesos consistentes, reproducibles y replicables en el tiempo.

Los pasos a seguir propuestos para la implementación de las Buenas Prácticas de Beneficio surgen de la experiencia que relaciona el adecuado trabajo en la finca objeto del presente estudio y otros que la literatura propone Cenicafé (Puerta-Quintero, 2000).

Es fundamental garantizar que a lo largo de toda la cadena productiva hasta obtener el Café Pergamino Seco (CPS), o el café natural en su estado de guayaba seca, debe tenerse presente que las Buenas Prácticas de Beneficio (BPB) se implementan sin excepción alguna en todas las etapas. Esto se constituye en factor garante a su vez para la calidad de taza, basada en los criterios de inocuidad.

Los pasos clave a seguir se enmarcan en el siguiente derrotero:

- Una vez recogido el café, se debe tomar registro del tiempo que transcurre hasta el momento de ser despulpado, este aspecto aplica sólo al café lavado para el presente estudio. El caficultor debe considerar que durante este tiempo suceden procesos fermentativos en el fruto que luego se verán reflejados en el grano y que deben sumarse a los tiempos en la etapa de fermentación como tal. Esto con el fin de evitar que se presente sobre fermentación y aparezcan defectos como el vinagre total o parcial que se reflejan directamente en taza y son defectos de primer grupo.

- El café se debe entonces someter a un proceso de limpieza en agua sin contaminantes, con el fin de eliminar flotes y retirar material extraño. Los tanques en los que se lleva a cabo esta operación deben ser sometidos a un plan de limpieza diaria y se debe evitar que acumulen granos que luego puedan aparecer en lotes posteriores, con la consecuente afectación por grano vinagre que esto puede ocasionar.
- Para el proceso del café natural, se debe realizar una vez recogido un proceso de limpieza, selección de flotes y lavado, lo cual se realiza en tanques que deben cumplir con los mismos criterios de higiene que para el caso del café lavado.
- El café de proceso lavado debe ser sometido a una fermentación controlada, considerando las variables que han sido tenidas en cuenta en el presente estudio. La fermentación es un paso clave para el perfil de taza. El tiempo debe ir asociado a la temperatura y la latitud de la zona. Este proceso trae como consecuencia el desprendimiento del mucilago<sup>20</sup> pero su trascendencia más definitiva es el desarrollo de atributos en el café cuando es realizado de forma controlada y siguiendo las BPB.
- Paso seguido es necesario lavar el café para retirar el mucilago, una vez el proceso fermentativo haya concluido. Dicho lavado debe realizarse con agua limpia y en tanques que aseguren que no habrá recontaminaciones; por lo tanto deben someterse a procesos de limpieza y desinfección continuos.
- El café una vez lavado se debe secar muy bien. Este paso es crítico para la calidad ya que un mal secado puede involucrar defectos como el cardenillo, que es el hongo que además es de primer grupo y puede afectar sensiblemente la taza, o veteado decolorado que a pesar de ser defecto de segundo grupo, puede llegar a verse reflejado en una disminución de la calidad física por apariencia del grano verde. Además de lo anterior, en caso de

---

<sup>20</sup> Según la NTC 3314 *“Este tratamiento consiste en la eliminación mecánica del mesocarpio por fermentación...”*

secar el café en secador mecánico, debe garantizarse que éste no transfiera ningún tipo de olor a combustible o cualquier otro que pueda llegar a significar un deterioro de los atributos sensoriales del café.

- Una vez el café finalizó el proceso de secado, debe ser almacenado correctamente en sacos preferiblemente en bolsas que permitan que el café “respire”, pero que impidan el ingreso de humedad y la oxidación, ya que el café puede rehumedecerse y esto ocasionaría la aparición de un defecto como el reposo, que hace que el café pierda toda posibilidad comercial. En este punto es fundamental controlar la humedad relativa que debería mantenerse por debajo del 65%. En zonas muy húmedas es necesario la ubicación de extractores en las bodegas de almacenamiento con el fin de garantizar el ambiente propicio para el café.
- El café de proceso natural una vez sometido a selección debe ser secado. Las precauciones en esta etapa para este tipo de obtención de café deben ser llevadas a cabo de la misma manera que para el café lavado. El café no se debe contaminar de ser secado en secador mecánico y al sol, independientemente del método (marquesina, cama africana, guardiola u otro), debe ser llevado al % de humedad ideal (10 al 12%), teniendo en cuenta todos los criterios de higiene y limpieza para evitar el ingreso de plagas y la pérdida de condiciones debido al descenso de las temperaturas en las noches.
- Por último, cabe resaltar que a lo largo del presente texto, se establecen las condiciones en cuanto al manejo de variables adecuado en cada una de las etapas del beneficio y sus consideraciones en un proceso y otro (lavado o natural), con el fin de asegurar la calidad física y sensorial del café.

## 9. Conclusiones

- El manejo sistemático de la información, la recolección de datos de forma ordenada y aplicada en cada etapa del proceso de beneficio, contribuye a la obtención de resultados plausibles, en cuanto a la reproducibilidad de tazas en relación a su perfil de calidad, lo cual permite que entre una cosecha y otra se puedan garantizar tazas replicables y consistentes, que permitan asegurar al consumidor el sostenimiento del perfil en taza por el cual está dispuesto a pagar un precio diferenciado.
- El análisis de resultados y el tratamiento estadístico muestra que en definitiva existen variables mucho más significantes y que deben ser tenidas en cuenta con mayor preponderancia tales como los ° Brix y la humedad relativa en la etapa de fermentación, ya que su variabilidad y valores fuera de rango, pueden llegar a afectar de forma trascendente la calidad en taza del café y así mismo modificar la replicabilidad y consistencia entre una cosecha y otra.
- La recolección de datos a lo largo de ambas cosechas, traviesa y principal y su posterior análisis y discusión, proporcionan información relevante en cuanto a la posibilidad de realizar procesos traceables y reproducibles. El mayor valor agregado de dicha labor, es proporcionarle al caficultor evidencia cierta, acerca de que manteniendo un proceso dedicado de consecución de datos, junto con una serie de condiciones de manejo sistemático de factores intrínsecos en la recolección y beneficio del café, esto se verá directamente reflejado en la replicabilidad de perfiles y la calidad de los perfiles de taza.
- La genética del café, acompañada del sostenimiento en cosecha de los factores intrínsecos propios del grano, permite en cierta medida asegurar un perfil de taza que mantenga las propiedades sensoriales de la misma y asegure la satisfacción del cliente

en cuanto a que espera que el perfil de taza sea consistente.

- El aspecto de garantizar consistencia en el sostenimiento en rangos adecuados para variables críticas en cuanto a trazabilidad, como los °Brix en la recolección, la humedad relativa en los procesos fermentativos, el pH en la misma etapa, pueden llegar a contribuir en el mejoramiento del perfil de taza y a su vez, garantizar que su esmerado registro, permite garantizar tazas reproducibles entre una cosecha y otra.
- En cuanto al análisis de componentes principales (PCA) y la aplicación del método de regresión lineal múltiple para el proceso de beneficio húmedo es posible concluir de forma definitiva que las variables que directamente se relacionan con la calidad en taza, según los datos obtenidos en el presente estudio son los °Brix y la humedad relativa. A mayor ° Brix, mejor calidad en taza; y a su vez de manera inversa, a mayor humedad relativa en la etapa de beneficio, menor calidad en taza. Este aspecto se constituye en una herramienta fundamental para el caficultor que le permite establecer los requerimientos específicos en este sentido en las etapas de recolección y beneficio para el café.
- En líneas generales se puede concluir que la variedad Castillo en ambas cosechas y en los diferentes tipos de beneficio, presente una mayor variabilidad que la variedad Caturra, lo cual puede ser reflejo de la consistencia en taza de esta última variedad e incluso puede verse relacionada con su mayor grado de aceptación en cuanto a calidad en taza se refiere.
- Para el beneficio en seco en la variedad Caturra los parámetros establecidos como preponderantes como °Brix, humedad relativa en fermentación, asociadas con la calidad en taza, no difieren entre travesía y cosecha principal, al no existir diferencias significativas.

- Para el beneficio en seco, en la variedad Castillo Rosario, la única variable que presenta una variación significativa entre una cosecha y otra es la temperatura de secado, siendo mucho mayor en la traviesa.
- El beneficio en seco proporciona atributos mejor cuantificados en el análisis sensorial, para la variedad Caturra, ya que se encuentra que el mayor porcentaje de °Brix en las cerezas como variable significativa, se puede llegar a expresar mejor en taza para el beneficio seco.
- A través del presente trabajo se puede concluir que la variedad Caturra en ambos tipos de beneficio reporta mejores calidades en taza, según la valoración hedónica que se hace a través del formato de calificación propuesto por la SCA.
- Las Buenas Prácticas de Beneficio (BPB), se constituyen en herramienta fundamental para asegurar que el café mantiene estándares de calidad que le permiten ser valorado como especial.
- La trazabilidad de los procesos, es vital para asegurar la rastreabilidad del café a lo largo del beneficio y esto a su vez se refleja en la consistencia en los perfiles, la reproducibilidad de tazas entre una cosecha y otra a través del sostenimiento consistente de factores intrínsecos y el manejo adecuado de la información, así como su correcta interpretación y aplicación en el proceso que redunde en la calidad del producto final.

## Bibliografía

- Restrepo, A. M. S. (2013). *Alimentos Hoy. Alimentos Hoy* (Vol. 22). Retrieved from <http://www.alimentoshoy.acta.org.co/index.php/hoy/article/view/157>
- Alberto Serna-Giraldo, C., Félix Trejos Pinzón, J., Cruz-Cerón, G., Andrea Calderón-Cuartas, P., & Serna, R. G. (2010). ESTUDIO ECONÓMICO DE SISTEMAS DE PRODUCCIÓN CAFETEROS CERTIFICADOS Y NO CERTIFICADOS, EN DOS REGIONES DE COLOMBIA. *Cenicafé*, 61(3), 222–240. Retrieved from <http://www.cenicafe.org/es/publications/arc061%2803%29222-2403.pdf>
- Algrano - Tendencias globales abren importantes oportunidades para cafés especiales colombianos. (n.d.). Retrieved November 28, 2017, from [https://www.federaciondecafeteros.org/algrano-fnc-es/index.php/comments/tendencias\\_globales\\_abren\\_importantes\\_oportunidades\\_para\\_cafes\\_especiales\\_c](https://www.federaciondecafeteros.org/algrano-fnc-es/index.php/comments/tendencias_globales_abren_importantes_oportunidades_para_cafes_especiales_c)
- ANÁLISIS Y EVALUACIÓN PLAN NACIONAL DE DESARROLLO 2014 – 2018 “TODOS POR UN NUEVO PAÍS.” (2014). *Contraloría General de La Nación*. Retrieved from <http://www.contraloria.gov.co/documents/463406/472376/Comentarios+al+Plan+Nacional+de+Desarrollo+2014-2018.pdf/e1781355-35fb-45da-9eea-0a12269d7778?version=1.0>
- Caficultura Sostenible. (2014). *Informe Comités Departamentales*. Retrieved from [https://www.federaciondecafeteros.org/static/files/Informe\\_Comites\\_2012.pdf](https://www.federaciondecafeteros.org/static/files/Informe_Comites_2012.pdf)
- Camilo, J., Salazar, R., Gómez, M., Carlos, E., Gómez, A., Carlos, B., ... Técnico, G. (n.d.). Capítulo 2 -Crecimiento y desarrollo de la planta de café 1. Retrieved from <http://www.cenicafe.org/es/documents/LibroSistemasProduccionCapitulo1.pdf>
- Cano, C. G., Vallejo, C., Caicedo, E., Amador, J., & Tique, E. (2012). El mercado mundial del café y su impacto en Colombia. *Revista Borradores de Economía-BanRep*, 710, 1–57. Retrieved from [http://www.banrep.gov.co/sites/default/files/publicaciones/archivos/be\\_710.pdf](http://www.banrep.gov.co/sites/default/files/publicaciones/archivos/be_710.pdf)
- Castaño-Castrillón, J. J., & Torres, M. L. (1999). CARACTERÍSTICAS DE LA TOSTIÓN DE ALGUNOS SUBPRODUCTOS DE LA TRILLA DE CAFÉ. *Cenicafé*, 50(4), 259–285. Retrieved from [https://www.cenicafe.org/es/publications/arc050\(04\)259-285.pdf](https://www.cenicafe.org/es/publications/arc050(04)259-285.pdf)
- Colombia. Servicio Nacional de Aprendizaje. Grupo de Investigación Yamboró., C. F. L., Gutiérrez, P. A. R., Macias, L. O. M., Quinayás, E. S. T., Ome, Y. R., Arcos, C. A., ... Vega, G. A. (2017). *Agroecología, ciencia e tecnología. Revista Agroecología Ciencia y Tecnología* (Vol. 3). Retrieved from <http://revistas.sena.edu.co/index.php/agroecyt/article/view/928/1017>

- de Melo Pereira, G. V., Neto, E., Soccol, V. T., Medeiros, A. B. P., Woiciechowski, A. L., & Soccol, C. R. (2015). Conducting starter culture-controlled fermentations of coffee beans during on-farm wet processing: Growth, metabolic analyses and sensorial effects. *Food Research International*, 75, 348–356. <https://doi.org/10.1016/J.FOODRES.2015.06.027>
- de Melo Pereira, G. V., Neto, E., Soccol, V. T., Medeiros, A. B. P., Woiciechowski, A. L., & Soccol, C. R. (2015). Conducting starter culture-controlled fermentations of coffee beans during on-farm wet processing: Growth, metabolic analyses and sensorial effects. *Food Research International*, 75, 348–356. <https://doi.org/10.1016/J.FOODRES.2015.06.027>
- De, R., Trazabilidad, L., Café En, D., Finca, L., Inés, G., & Quintero, P. (n.d.). Registro de la Trazabilidad del Café en la Finca. Retrieved from <http://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/375/1/avt0355.pdf>
- Díaz, F. O., León, L., & Mejía, L. F. (n.d.). Desarrollo de un modelo de curvas de tostión para café excelso producido en Chinchiná (Caldas) Development of a model for excelso curves roasting coffee produced in Chinchina (Caldas). <https://doi.org/10.15446/agron.colomb.v34n1supl.58200>
- EFFECTO DE LAS ABEJAS SILVESTRES EN LA POLINIZACIÓN DEL CAFÉ. (n.d.). Retrieved from <http://www.bdigital.unal.edu.co/6894/1/71227065.2012.pdf>
- FNC. (2015). Fermentación controlada del café: Tecnología para agregar valor a la calidad. *Cenicafé*. Retrieved from <http://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/558/1/avt0454.pdf>
- FNC. (2012). Beneficio del Café II: Secado del Café Pergamino. *Cenicafé*. Retrieved from [https://www.cenicafe.org/es/publications/cartilla\\_21.\\_Secado\\_del\\_cafe.pdf](https://www.cenicafe.org/es/publications/cartilla_21._Secado_del_cafe.pdf)
- FNC. (2010). Manejo agronómico | Café de Colombia. *Revista FNC*. Retrieved from [http://www.cafedecolombia.com/particulares/es/sobre\\_el\\_cafe/el\\_cafe/manejo\\_agronomico/](http://www.cafedecolombia.com/particulares/es/sobre_el_cafe/el_cafe/manejo_agronomico/)
- FNC. (2015). El cultivo | Café de Colombia. Retrieved November 29, 2017, from [http://www.cafedecolombia.com/particulares/es/sobre\\_el\\_cafe/el\\_cafe/el\\_cultivo/](http://www.cafedecolombia.com/particulares/es/sobre_el_cafe/el_cafe/el_cultivo/)
- FNC. (2012). Caficultura Sostenible. *Congreso Nacional de Cafeteros*. Retrieved from [https://www.federaciondefeteros.org/static/files/Informe\\_Comites\\_2012.pdf](https://www.federaciondefeteros.org/static/files/Informe_Comites_2012.pdf)
- FNC. (2005). Comité Departamental de Cafeteros de Antioquia. *COMITÉ CAFETEROS ANTIOQUIA*. Retrieved from <https://www.federaciondefeteros.org/static/files/Antioquia1.pdf>
- G ROA, CE Oliveros, J Álvarez, CA Ramírez, J. S. (1999). Beneficio Ecológico del Café. *Cenicafé*. Retrieved from [http://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/882/5/4.Secado del café.pdf](http://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/882/5/4.Secado_del_cafe.pdf)

- Gabriel Alvarado; Huver Elías Posada; Hernando Alfonso Cortina. (2005). Castillo: Nueva variedad de café con resistencia a la roya. Retrieved from <http://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/401/1/avt0337.pdf>
- Gloria Inés Puerta Quintero. (2015). Buenas prácticas para la prevención de los defectos de la calidad del café: fermento, reposado, fenólico y mohoso, (Figura 1), 12. Retrieved from <http://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/675/1/avt0461.pdf>
- Gloria Inés Puerta Quintero. (2015). Fermentación controlada del café: Tecnología para agregar valor a la calidad, 12. Retrieved from <http://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/558/1/avt0454.pdf>
- Inés Puerta-Quintero, G. (n.d.). Gerencia Técnica / Programa de Investigación Científica / Junio de 2000 BENEFICIE CORRECTAMENTE SU CAFÉ Y CONSERVE LA CALIDAD DE LA BEBIDA. Retrieved from <http://www.cenicafe.org/es/publications/avt0276.pdf>
- ISO. (2007). ISO 22005:2007(es), Trazabilidad en la cadena de alimentos para alimentación humana y animal — Principios generales y requisitos básicos para el diseño e implementación del sistema. Retrieved December 18, 2017, from <https://www.iso.org/obp/ui#iso:std:iso:22005:ed-1:v1:es>
- Jaime Cárdenas López; Oscar Rodrigo Suárez. (n.d.). Roya del cafeto - CropLife Latin America. Retrieved December 18, 2017, from <https://www.croplifela.org/es/plagas/listado-de-plagas/roya-del-cafeto>
- Jaime Zuluaga. (n.d.). Los Factores que determinan la calidad del café verde. *Cenicafé*. Retrieved from <http://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/713/27/27 Factores calidad café verde.pdf>
- Jurado, C., & Tobasura, I. (2012). Dilema de la juventud en territorios rurales de Colombia: ¿campo o ciudad? \*. *Rev.latinoam.cienc.soc.niñez Juv*, 10(101), 63–77. Retrieved from <http://www.umanizales.edu.co/publicaciones/campos/cinde/index.html>
- La oportunidad para los cafés especiales colombianos. (n.d.). Retrieved November 28, 2017, from <http://www.dinero.com/pais/articulo/como-esta-mercado-cafes-especiales-colombiano-mundo/207530>
- Institucionales, T. (2007). Pablo Pérez Akaki \*, 38, 107–132.
- Lee, L. W., Cheong, M. W., Curran, P., Yu, B., & Liu, S. Q. (2015). Coffee fermentation and flavor – An intricate and delicate relationship. *Food Chemistry*, 185, 182–191. <https://doi.org/10.1016/J.FOODCHEM.2015.03.124>
- Manuel, V., & Castro, M. (2016). Efecto de la composición del café cosechado (*Coffea arábica* L.) sobre la calidad sensorial de la bebida en fincas con potencial de producción de cafés

especiales en el suroeste del departamento de Antioquia. Retrieved from <http://www.bdigital.unal.edu.co/51855/1/93339220.2016.pdf>

María Rincón Sotelo Liliana María Cano Pineda, L., C. B. D., & Ing Carlos Alberto Parra, C.-D. (2010). "DESARROLLO DE UN PROTOTIPO DE LABORATORIO PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA VARIABLE GRADO DE TOSTIÓN DEL CAFÉ TOSTADO MOLIDO, EMPLEANDO VISIÓN ARTIFICIAL"; Retrieved from <https://repository.javeriana.edu.co:8443/bitstream/handle/10554/7366/tesis401.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Martínez Castro, V. M. (2016). Efecto de la composición del café cosechado (*Coffea arábica* L.) sobre la calidad sensorial de la bebida en fincas con potencial de producción de cafés especiales en el suroeste del departamento de Antioquia. *Revista Universidad Nacional de Colombia*. Retrieved from <http://www.bdigital.unal.edu.co/51855/1/93339220.2016.pdf>

Milena, S., López, M., Gonzalo, F. :, Salazar, H., Hincapie, K., Diagramación, V., ... Imprenta, L. (2012). FACTORES, PROCESOS Y CONTROLES EN LA FERMENTACIÓN DEL CAFÉ. Retrieved from <http://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/327/1/avt0422.pdf>

Milena, S., López, M., Óscar, F. :, Loaiza, J., Jenny, E., Pabón, P., ... Imprenta, L. (2013). MÉTODO FERMAESTRO: Para determinar la finalización de la Fermentación del mucílago de café. Retrieved from <http://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/479/1/avt0431.pdf>

Ministerio de Salud. (2002). Decreto 60/2002. Retrieved December 18, 2017, from <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Normal.jsp?i=6005>

*NORMA TÉCNICA NTC COLOMBIANA 3314*. (1992). Retrieved from <https://tienda.icontec.org/wp-content/uploads/pdfs/NTC3314.pdf>

Nuestros Cafés Especiales | Federación Nacional de cafeteros. (n.d.). Retrieved November 28, 2017, from [https://www.federaciondecafeteros.org/clientes/es/nuestra\\_propuesta\\_de\\_valor/portafolio\\_de\\_productos/nuestro\\_cafe\\_especial/](https://www.federaciondecafeteros.org/clientes/es/nuestra_propuesta_de_valor/portafolio_de_productos/nuestro_cafe_especial/)

Pablo, J., Diaz, C., David, J., & Pinzón, P. (2014). *CARACTERIZACIÓN DE LAS ETAPAS DE FERMENTACIÓN Y SECADO DEL CAFÉ LA PRIMAVERA*. Escuela de Ingeniería Julio Garavito. Retrieved from [https://escuelaing-dspace.metabiblioteca.com.co/bitstream/001/159/1/Cárdenas\\_Díaz%2C\\_Juan\\_Pablo\\_-\\_2014.pdf](https://escuelaing-dspace.metabiblioteca.com.co/bitstream/001/159/1/Cárdenas_Díaz%2C_Juan_Pablo_-_2014.pdf)

Producción y Calidad | Federación Nacional de cafeteros. (n.d.). Retrieved November 28, 2017, from [https://www.federaciondecafeteros.org/clientes/es/nuestro\\_cafe/cafes\\_especiales/produccion\\_y\\_calidad/](https://www.federaciondecafeteros.org/clientes/es/nuestro_cafe/cafes_especiales/produccion_y_calidad/)

PROGRAMA COOPERATIVO REGIONAL PARA EL DESARROLLO TECNOLÓGICO Y MODERNIZACIÓN DE LA CAFICULTURA PROMECAFE PROTOCOLO DE ANÁLISIS DE CALIDAD DEL CAFÉ Red Regional de Catadores de PROMECAFE. (2010). Retrieved from <http://repiica.iica.int/docs/b2063e/b2063e.pdf>

Protocolo Catación SCAA. (2015). *Fórum Café*. Retrieved from [https://www.forumdelcafe.com/sites/default/files/biblioteca/f-35\\_la\\_cata\\_de\\_cafe.pdf](https://www.forumdelcafe.com/sites/default/files/biblioteca/f-35_la_cata_de_cafe.pdf)

Puerta-Quintero, G. I. (2000). Beneficie correctamente su café y conserve la calidad de la bebida. *Avances Técnicos Cenicafé*, (276), 1–8.

Puerta Q, G. I. (2012). Factores, Procesos Y Controles En La Fermentación Del Café. *Avances Técnicos Cenicafé*, 2012(8), 1–12.

Puerta, G. I. (2009). Los catadores de café. *Avances Tecnicos Cenicafé*, (381), 12. Retrieved from <http://infocafes.com/portal/wp-content/uploads/2015/12/avt0381.pdf>

Puerta, G. I., González, F. O., Correa, A., I.E., Á., Ardila, J. A., Girón, O. E., ... Montoya, D. F. (2016). Diagnóstico de la calidad del café según altitud, suelos y beneficio en varias regiones de colombia. *Revista Cenicafé*, 67(2), 15–51.

Puerta, G. (2003). Especificaciones de origen y buena calidad del café de Colombia. *Avances Técnicos Cenicafé*, (316), 7.

Puerta, G. I. (2011). Cultivemos Café, Calidad | [www.cenicafe.org](http://www.cenicafe.org). *Cenicafé*. Retrieved from [https://www.cenicafe.org/es/index.php/cultivemos\\_cafe/calidad/cultivemos\\_cafe\\_recomendaciones\\_para\\_obtener\\_cafe\\_de\\_buena\\_calidad\\_en\\_taza](https://www.cenicafe.org/es/index.php/cultivemos_cafe/calidad/cultivemos_cafe_recomendaciones_para_obtener_cafe_de_buena_calidad_en_taza)

Puerta, G. I. (2009). Los catadores de café. *Avances Tecnicos Cenicafé*, (381), 12.

Region Cafetera Antioqueña |Café Tradicional | Café Antioqueño | Las Marias Coffee. (n.d.). Retrieved November 29, 2017, from <http://lasmariascoffee.com.co/region/>

Restrepo, A.M. (2013). Actitudes y hábitos del consumo de café en Colombia. *Alimentos Hoy*. 71-75

Restrepo, A. M. S. (2013). *Alimentos Hoy*. *Alimentos Hoy* (Vol. 22). Retrieved from <http://www.alimentoshoy.acta.org.co/index.php/hoy/article/view/157>

Salazar, O. O., Orrego, H. D., & Farfán Valencia, F. (2003). ANÁLISIS ECONÓMICO DE LA PRODUCCIÓN DE FINCAS CAFETERAS CONVENCIONALES Y ORGÁNICAS EN TRANSICIÓN, EN EL DEPARTAMENTO DE CALDAS 1, 54(3), 197–207. Retrieved from <http://www.cenicafe.org/es/publications/arc054%2803%29197-207.pdf>

SANZ U., J.R.; OLIVEROS T., C.E.; RAMÍREZ G., C.A.; PEÑUELA M., A.E.; RAMOS G., P.J.OLIVEROS T., C.E.; RAMÍREZ G., C.A.; SANZ U., J.R.; PEÑUELA M., A.E.;

PABÓN U., J. OLIVEROS T., C.E.; SANZ U., J.R.; RAMIREZ G., C.A.; TIBADUIZA V., C. A. (2016). Cultivemos Café, Beneficio | [www.cenicafe.org](http://www.cenicafe.org). *Cenicafé*. Retrieved from [https://www.cenicafe.org/es/index.php/cultivemos\\_cafe/beneficio/cultivemos\\_cafe\\_beneficio\\_del\\_cafe](https://www.cenicafe.org/es/index.php/cultivemos_cafe/beneficio/cultivemos_cafe_beneficio_del_cafe)

Valencia Sandoval, K. (2016). Competitividad de las exportaciones de café de Colombia, Guatemala y México hacia el mercado estadounidense (2001-2014). *Revista Científica Multidisciplinaria de La Universidad Autónoma Del Estado de México*, 23, 239–246. Retrieved from [http://www.ssoar.info/ssoar/bitstream/handle/document/48928/ssoar-cienciaergo-2016-3-valencia\\_sandoval-Competitividad\\_de\\_las\\_exportaciones\\_de.pdf?sequence=1](http://www.ssoar.info/ssoar/bitstream/handle/document/48928/ssoar-cienciaergo-2016-3-valencia_sandoval-Competitividad_de_las_exportaciones_de.pdf?sequence=1)

Pablo, J., Diaz, C., David, J., & Pinzón, P. (2014). *CARACTERIZACIÓN DE LAS ETAPAS DE FERMENTACIÓN Y SECADO DEL CAFÉ LA PRIMAVERA*. Escuela de Ingeniería Julio Garavito. Retrieved from [https://escuelaing-dspace.metabiblioteca.com.co/bitstream/001/159/1/Cárdenas\\_Díaz%2C\\_Juan\\_Pablo\\_-\\_2014.pdf](https://escuelaing-dspace.metabiblioteca.com.co/bitstream/001/159/1/Cárdenas_Díaz%2C_Juan_Pablo_-_2014.pdf)