



# **INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE HUATUSCO**

---

---

## **EVALUACIÓN DE PARÁMETROS FÍSICOS DEL GRANO, QUE INFLUYEN EN LA CALIDAD DEL CAFÉ**

### **I. TESIS**

PARA OBTENER EL TÍTULO DE:  
**INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**

PRESENTA:  
**C. ANAYELI HERNÁNDEZ COLORADO**

DIRECTOR DE TESIS:  
**DR. OSCAR ANDRÉS DEL ÁNGEL CORONEL**

CODIRECTOR DE TESIS:  
**DR. JOSÉ GERVASIO PARTIDA SEDAS**

HUATUSCO, VER.

**FEBRERO 2020.**

Huatusco, Ver., a 07 de febrero de 2020.

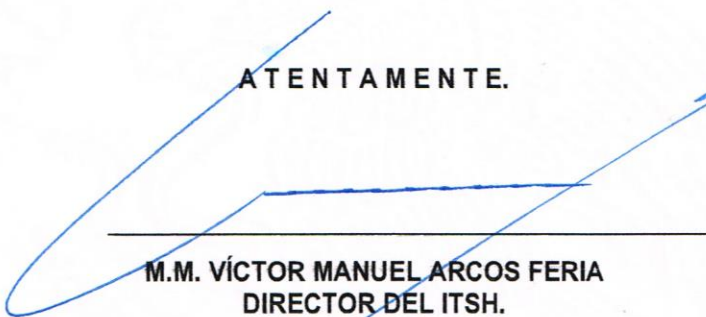
**C. ANAYELI HERNÁNDEZ COLORADO**  
PASANTE DE LA CARRERA DE  
INGENIERÍA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS  
P R E S E N T E.

En relación a su solicitud relativa, me es grato transcribir a usted a continuación que después de haber sido analizado exhaustivamente la **TESIS** titulada:

**“EVALUACIÓN DE PARÁMETROS FÍSICOS DEL GRANO, QUE INFLUYEN EN LA CALIDAD  
DEL CAFÉ”**

Se le notifica que a mi juicio este cumple con los requisitos señalados por las disposiciones reglamentarias vigentes de la **TESIS**, por lo que se autoriza su impresión.

**ATENTAMENTE.**

  
**M.M. VÍCTOR MANUEL ARCOS FERIA**  
**DIRECTOR DEL ITSH.**

**SOP**



**INSTITUTO TECNOLÓGICO  
SUPERIOR DE HUATUSCO  
CLAVE 30EIT0813Z  
DIRECCIÓN GENERAL**



Huatusco, Ver., a 04 de febrero de 2020.  
Asunto: **Liberación del Informe final**

**ING. CARINA ACOSTA SÁNCHEZ**  
JEFA DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES  
**P R E S E N T E.**

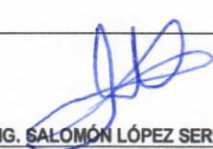
Por este medio les informo que ha sido liberado el siguiente proyecto para la Titulación Integral.

|                              |                                                                                        |
|------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Nombre de la egresada</b> | <b>C. ANAYELI HERNÁNDEZ COLORADO</b>                                                   |
| <b>Carrera:</b>              | <b>INGENIERÍA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS</b>                                           |
| <b>No. de Control:</b>       | <b>143Z0069</b>                                                                        |
| <b>Nombre del Proyecto:</b>  | <b>EVALUACIÓN DE PARÁMETROS FÍSICOS DEL GRANO, QUE INFLUYEN EN LA CALIDAD DEL CAFÉ</b> |
| <b>Producto:</b>             | <b>I. TESIS</b>                                                                        |

Agradezco de antemano su valioso apoyo en esta actividad para la formación profesional de nuestros(as) egresados(as).

**ATENTAMENTE**

**ING. SALOMÓN LÓPEZ SERRANO**  
**JEFE DE CARRERA DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**

|                                                                                     |                                                                                     |                                                                                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
|  |  |  |
| <b>DR. OSCAR ANDRÉS DEL ÁNGEL CORONEL</b>                                           | <b>ING. SALOMÓN LÓPEZ SERRANO</b>                                                   | <b>M.C. MAGDALENA JIMÉNEZ HERNÁNDEZ</b>                                               |
| <b>Nombre y Firma del Asesor (a)</b>                                                | <b>Nombre y Firma del Revisor(a)</b>                                                | <b>Nombre y Firma del Revisor(a)</b>                                                  |

C.C.P.- División de ingeniería en industrias alimentarias- para su conocimiento.  
Archivo.



## ***AGRADECIMIENTOS***

*Agradezco a Dios, por haberme dado la fuerza, la voluntad, paciencia y perseverancia necesaria para concluir este trabajo, porque su amor y bondad no tienen fin, me ha permitido sonreír ante todos mis logros, que son resultados de su ayuda y cuando caigo y me pone a prueba, aprendo de mis errores y me doy cuenta de que los pone frente a mí para que mejore como ser humano.*

*A mi director de tesis Dr. Oscar Andrés del Ángel Coronel, por la orientación, por compartir sus conocimientos para poder realizar el presente trabajo, por el tiempo y compromiso.*

*A mi codirector de tesis Dr. José Gervasio Partida Sedas, por sus aportaciones a este trabajo, por sus atenciones y compromiso.*

*A mi comité revisor M.C. Magdalena Jiménez Hernández, por el tiempo dedicado a la revisión de mi tesis, así como también el ing. Salomón López Serrano, por sus aportaciones.*

*Al Instituto Tecnológico Superior de Huatusco por formarme profesionalmente, así como también a los docentes que me ayudaron a llegar al punto en que estoy.*

*Al Centro Regional Universitario Oriente de la Universidad Autónoma Chapingo por abrirme las puertas para poder realizar mis prácticas profesionales, por todos los conocimientos adquiridos y atenciones que tuvieron para conmigo durante mi estancia.*

*A Rosalba Fuentes Gallardo y Ángeles Fuentes Gallardo quienes me otorgaron su tiempo y compromiso en este trabajo de tesis.*

*Nunca consideres el estudio como una obligación, sí no como una oportunidad para penetrar en el bello y maravilloso mundo del saber.*

*Albert Einstein*

## **DEDICATORIAS**

*He pasado por mucho a lo largo de mi formación, hoy eh llegado hasta aquí gracias a ustedes que me han brindado su apoyo incondicional, es por ustedes que hoy estoy aquí.*

*A mi madre Rocío Colorado Zapata por haberme acompañado a lo largo de este camino, por el apoyo y todos los sacrificios. Esta tesis es un logro más que llevo a cabo y sin lugar a dudas ha sido en gran parte gracias a tí.*

*A mi padre Honorato Hernández Suárez por todos los consejos, por el esfuerzo y sacrificios para darme lo mejor, por enseñarme el valor de la perseverancia a pesar de los momentos difíciles y por motivarme a cumplir mis metas.*

*A mi hermana Yessica Hernández Colorado, por su motivación, por ser mi amiga, por estar conmigo en los momentos difíciles y por haber estado para apoyarme a lo largo de mi carrera.*

*A mi hermana Guadalupe Hernández Colorado quien en vida fue como mi hija y que ahora le ha tocado ser un angelito más allá en el cielo. Ella me apoyo en este largo camino al igual que Yessi estuvo en los momentos difíciles, ahora ella ya no puede leer lo que aquí le escribo, pero sé que desde el cielo ella ve mis logros y aunque no físicamente ella me acompaña y ahora me seguirá guiando para hacer bien las cosas. Descansa en paz mi niña.*

*A mi pareja Juan Alberto Muñoz González por el apoyo que me ha brindado en los momentos difíciles y a lo largo de mi carrera.*

*Con mucho cariño y respeto a todos ustedes.*

***Gracias***

*Que nadie te menosprecie por ser joven. Al contrario, que los creyentes vean en tí un ejemplo a seguir en la manera de hablar, en la conducta, en amor, fe y pureza.*

*-1 Timoteo 4:12*

# **EVALUACIÓN DE PARÁMETROS FÍSICOS DEL GRANO, QUE INFLUYEN EN LA CALIDAD DEL CAFÉ**

Anayeli Hernández Colorado<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Tecnológico Nacional de México – Instituto Tecnológico Superior de Huatusco. División de Ingeniería en Industrias Alimentarias. Av. 25 Poniente No. 100, Col. Reserva Territorial, Huatusco, Ver. México. C.P. 94100.  
Correo-e: anayeli\_h\_c@outlook.es

## **RESUMEN**

La presente investigación evaluó los criterios físicos del grano de café, por medio del método de evaluación física para la determinación de calidad, ya que en ella se evalúa la variedad de café determinando los criterios de olor y color de pergamino, olor y color de café verde o café oro, su humedad, su total de defectos y formas por número de zarandas, así como también se identifica su rendimiento por quintal. Cabe mencionar que existen otros formatos más sencillos de evaluación física que se pueden formular como un modelo de comprensión más prácticos por su facilidad de usarlos en caso de que no se cuente con el equipo adecuado, solo que en estos formatos su información es básica y en el formato de la SCAA viene más detallado, es por esto que se recomienda usar el formato de acuerdo a esta norma de la SCAA (Specialty Coffee Association of America), para tener mejores resultados, sustentados bajo este protocolo.

Este método tiene como objetivo la caracterización de 5 variedades de café. Por esto se realizarán análisis de calidad o catación en verde por medio de la evaluación física.

Para que de esta manera los productores tengan en cuenta los criterios que se evalúan de su café en cuanto a calidad física y puedan tomar las medidas correctivas y preventivas necesarias en su proceso de siembra, cosecha y proceso de beneficiado, como: disminuir el uso de fertilizantes y plaguicidas en los cafetos, dejar en claro durante la colecta del café cereza, que solo se colectan las cerezas rojas, las cuales indican por su color rojo la madurez perfecta para su corte, o también que durante el proceso de beneficiado, revisen la calibración de sus máquinas para que no quiebren el grano y que se lleve un buen proceso de almacenaje.

Se realizaron pruebas de normalidad y análisis de varianza (ANOVA) de un solo factor, usando la comparación de medias de Tukey ( $P \leq 0.05$ ), donde se evaluó la calidad por tamaño, calidad por contenido de humedad, calidad por color de café verde o café oro y calidad por planchuela sana, con un muestreo de tres repeticiones por cada variedad, tomando como variable independiente cada variedad de café y como variables dependientes cada criterio a evaluar para la caracterización de la muestra.

Los resultados estadísticos arrojaron que en cuanto a calidad por planchuela sana la mezcla Caturra-Bourbon-Typica seguida de la variedad Caturra Roja tienen el mejor resultado atribuido a que su porcentaje en defectos primarios y secundarios es mínimo.

En cuanto a calidad por tamaño, en general las cinco variedades evaluadas son de grano mediano. La mezcla Bourbon-Arabe seguida de la variedad Caturra Roja son las que tienen el mayor porcentaje retenido en las zarandas 16 y 15.

De acuerdo a lo especificado por SCFI. (2001), llevando a cabo el proceso de evaluación física por medio de la escala de Pantone® con respecto a la calidad por color de café verde se concluye que en general las variedades y las mezclas contienen un café de “color muy fino”, por lo tanto, todas entran en el rango estándar de calidad por color.

En cuanto a la calidad por contenido de humedad de acuerdo a lo especificado en la SCAA (2013) marca que el intervalo de humedad para cafés lavados es de 10% al 12% por lo que la variedad Caturra Roja no entra en este intervalo.

Aquí es donde radica la importancia de la evaluación física del café, ya que tomando en cuenta estos resultados los cafeticultores podrían tener una nueva opción para aumentar sus ingresos y formar un café de especialidad.

**Palabras clave:** *Coffea arábica*, evaluación física, calidad del café.

# **EVALUATION OF PHYSICAL PARAMETERS OF THE GRAIN, WHICH INFLUENCE COFFEE QUALITY**

Anayeli Hernández Colorado<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Tecnológico Nacional de México – Instituto Tecnológico Superior de Huatusco. División de Ingeniería en Industrias Alimentarias. Av. 25 Poniente No. 100, Col. Reserva Territorial, Huatusco, Ver. México. C.P. 94100.  
Correo-e: anayeli\_h\_c@outlook.es

## **ABSTRACT**

The present investigation evaluated the physical criteria of the coffee bean, by means of the physical evaluation method for the determination of quality, since in it the variety of coffee is evaluated by determining the criteria of smell and color of parchment, smell and color of coffee green or gold coffee, its humidity, its total defects and shapes per number of screens, as well as its performance per quintal. It is worth mentioning that there are other simpler physical evaluation formats that can be formulated as a more practical model of understanding due to their ease of use in case of not having the right equipment, only that in these formats your information is basic and in The format of the SCAA is more detailed, which is why it is recommended to use the format according to this standard of the SCAA (Specialty Coffee Association of America), to have better results, supported by this protocol.

This method aims to characterize 5 varieties of coffee. Therefore, quality analysis or cupping in green will be carried out through physical evaluation.

So that in this way the producers take into account the criteria that are evaluated for their coffee in terms of fiscal quality and can take the necessary corrective and preventive measures in their sowing, harvesting and beneficiation process, such as: reducing the use of fertilizers and pesticides in coffee trees, make clear during the collection of cherry coffee, that only red cherries are collected, which indicate by their red color the perfect maturity for their cut, or also that during the beneficiary process, review the Calibration of their machines so that they do not break the grain and that a good storage process is carried out.

Normality tests and analysis of variance (ANOVA) of a single factor were performed, using the comparison of Tukey averages ( $P \leq 0.05$ ), where quality was evaluated by size, quality by moisture content, quality by color of green coffee o Gold and quality coffee per healthy flat, with a sampling of three repetitions for each variety, taking as an independent variable each coffee variety and as dependent variables each criterion to evaluate for the characterization of the sample.

The statistical results showed that in terms of quality per flat slab the Caturra-Bourbon-Typica mixture followed by the Red Caturra variety has the best result attributed to the fact that its percentage in primary and secondary defects is minimal.

In terms of quality by size, in general the five varieties evaluated are medium grain. The Bourbon-Arab mix followed by the Red Caturra variety are those with the highest percentage retained in screens 16 and 15.

As specified by SCFI. (2001), carrying out the physical evaluation process by means of the Pantone® scale with respect to the quality by color of green coffee, it is concluded that in general the varieties and mixtures contain a “very fine color” coffee, therefore, they all fall into the standard range of quality by color.

Regarding the quality by moisture content according to what is specified in the SCAA (2013), it indicates that the humidity range for washed cafes is 10% to 12%, so the Red Caturra variety does not enter this range.

This is where the importance of the physical evaluation of coffee lies, since taking these results into account coffee growers could have a new option to increase their income and form a specialty coffee.

Keywords: Arabic coffea, physical evaluation, coffee quality.

# ÍNDICE

## CONTENIDO

|                                                                                               |      |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| <b>RESUMEN</b> .....                                                                          | v    |
| <b>ABSTRACT</b> .....                                                                         | viii |
| <b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....                                                                  | 1    |
| <b>II. ESTADO DEL ARTE</b> .....                                                              | 3    |
| <b>III. MARCO TEÓRICO</b> .....                                                               | 5    |
| 3.1. EL café .....                                                                            | 5    |
| 3.2. características de <i>Coffea arabica</i> L. y <i>coffea Canephora</i> p. ....            | 6    |
| 3.2.1. <i>Coffea arabica</i> L. ....                                                          | 6    |
| 3.2.2. <i>Coffea canephora</i> P. ....                                                        | 7    |
| 3.3. Variedades de café .....                                                                 | 7    |
| 3.3.1. CAFÉ TYPICA .....                                                                      | 8    |
| 3.3.2. Pluma Hidalgo (ecotipo de la variedad ( <i>Coffea arábica</i> L. var. 'Typica')) ..... | 10   |
| 3.3.3. BLUE MOUNTAIN .....                                                                    | 10   |
| 3.3.4. BOURBON ROJO .....                                                                     | 11   |
| 3.3.5. BOURBÓN AMARILLO .....                                                                 | 11   |
| 3.3.6. CATUAÍ AMARILLO .....                                                                  | 12   |
| 3.3.7. GEISHA .....                                                                           | 12   |
| 3.3.8. MARAGOGIPE .....                                                                       | 13   |
| 4.1. EVALUACION DE LA CALIDAD FISICA DEL café .....                                           | 13   |
| 4.1.1. Por su especie .....                                                                   | 13   |
| 4.1.2. Por el tipo de beneficiado .....                                                       | 14   |

|         |                                                                  |    |
|---------|------------------------------------------------------------------|----|
| 4.1.3.  | Por la variedad botánica.....                                    | 15 |
| 4.1.4.  | Por tamaño.....                                                  | 15 |
| 4.1.5.  | Por su procedencia.....                                          | 15 |
| 4.1.6.  | Por su preparación .....                                         | 16 |
| 4.2.    | HUMEDAD .....                                                    | 18 |
| 4.3.    | COLOR .....                                                      | 22 |
| 4.4.    | FORMA. ....                                                      | 23 |
| 4.5.    | TAMAÑO.....                                                      | 23 |
| 4.6.    | DEFECTOS E IMPUREZAS .....                                       | 25 |
| 4.7.    | RENDIMIENTO DE CEREZA A PERGAMINO.....                           | 27 |
| 4.8.    | FACTORES QUE INFLUYEN EN LA CALIDAD DEL CAFÉ HASTA LA TAZA ..... | 28 |
| 4.9.    | DEFINICIÓN BREVE DE LAS CALIDADES .....                          | 30 |
| 4.10.   | CONCEPTOS DE LA EVALUACIÓN FÍSICA. ....                          | 33 |
| 4.11.   | CRITERIOS DE LA SCAA PARA EVALUACION FISICA .....                | 36 |
| 4.11.1. | CLASIFICACION .....                                              | 36 |
| IV.     | JUSTIFICACIÓN Y PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....                 | 40 |
| V.      | OBJETIVOS (GENERAL Y ESPECÍFICOS) .....                          | 42 |
| 6.1.    | OBJETIVO GENERAL:.....                                           | 42 |
| 6.2.    | OBJETIVOS ESPECIFICOS.....                                       | 42 |
| VI.     | METODOLOGIA DE EVALUACION FISICA .....                           | 43 |
| 4.12.   | CAPACITACIÓN PARA HACER ANÁLISIS DE CALIDAD.....                 | 43 |
| 4.13.   | FORMULARIO PARA EVALUACIÓN FÍSICA DEL GRANO DE CAFÉ.....         | 43 |
| 4.14.   | PROCESO DE EVALUACION FISICA.....                                | 46 |
| VII.    | RESULTADOS .....                                                 | 55 |
| 8.1.    | EVALUACIÓN FÍSICA. ....                                          | 55 |
| 8.1.1.  | RENDIMIENTO POR QUINTAL DE CAFÉ ORO .....                        | 56 |
| 8.1.2.  | DEFECTOS PRIMARIOS.....                                          | 57 |
| 8.1.3.  | DEFECTOS SECUNDARIOS.....                                        | 58 |
| 8.1.4.  | PLANCHUELA .....                                                 | 59 |
| 8.1.5.  | PLANCHUELA SANA .....                                            | 60 |
| 8.1.6.  | HUMEDAD .....                                                    | 61 |
| 8.1.7.  | Zarandas .....                                                   | 62 |
|         | Zaranda 19.....                                                  | 63 |

|                                |           |
|--------------------------------|-----------|
| Zaranda 18.....                | 64        |
| Zaranda 17.....                | 65        |
| Zaranda 16.....                | 66        |
| Zaranda 15.....                | 67        |
| Zaranda 0.....                 | 67        |
| Color por variedad.....        | 68        |
| VIII. CONCLUSIONES .....       | 70        |
| IX. RECOMENDACIONES .....      | 73        |
| X. FUENTES DE INFORMACIÓN..... | 74        |
| <b>ANEXOS.....</b>             | <b>78</b> |

## INDICE DE TABLAS

|                                                                                            |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabla 1. Descriptores de la variedad Typica. ....                                          | 9  |
| Tabla 2. Requisitos de specialty coffee association of america. (SCAA) .....               | 17 |
| Tabla 3. Requisitos de la green coffee association of New York. (GCA).....                 | 18 |
| Tabla 4. Color por contenido de humedad. ....                                              | 21 |
| Tabla 5. Colores utilizados en el café oro (Escala de Pantone). ....                       | 22 |
| Tabla 6. Tamaño de mallas para tamaño de café oro. ....                                    | 24 |
| Tabla 7. Valoración de los defectos físicos en los diferentes mercados y normas....        | 26 |
| Tabla 8. Tabla de conversión de defectos de categoría 1. ....                              | 37 |
| Tabla 9. Tabla de conversión de defectos de categoría 2. ....                              | 37 |
| Tabla 10. Quakers permitidos. ....                                                         | 38 |
| Tabla 11. Comparación de media de rendimiento por quintal entre variedades. ....           | 56 |
| Tabla 12. Comparación de media en defectos primarios entre variedades. ....                | 57 |
| Tabla 13. Comparación de media de defectos secundarios entre variedades. ....              | 58 |
| Tabla 14. Comparación de media de planchuela entre variedades.....                         | 59 |
| Tabla 15. Comparación de medias de planchuela sana entre variedades. ....                  | 60 |
| Tabla 16. Comparación de media de humedad entre variedades. ....                           | 61 |
| Tabla 17. Prueba de normalidad de zarandas y clasificación de calidad por tamaño.<br>..... | 63 |
| Tabla 18. Comparación de media de zaranda 19 entre variedades. ....                        | 64 |
| Tabla 19. Comparación de media de zaranda 18 entre variedades. ....                        | 65 |
| Tabla 20. Comparación de media de zaranda 17 entre variedades. ....                        | 66 |
| Tabla 21. Comparación de media de zaranda 16 entre variedades. ....                        | 66 |
| Tabla 22. Comparación de media de zaranda 15 entre variedades. ....                        | 67 |
| Tabla 23. Comparación de media de zaranda 0 entre variedades. ....                         | 68 |
| Tabla 24. Color por variedad con uso de la escala de Pantone®. ....                        | 69 |
| Tabla 25. Formato sencillo de evaluación física. ....                                      | 88 |

## INDICE DE ILUSTRACIONES

|                                                                   |    |
|-------------------------------------------------------------------|----|
| Ilustración 1 Apariencia del café verde.....                      | 21 |
| Ilustración 2 Calidad del café en taza.....                       | 28 |
| Ilustración 3 Zarandas o cribas. ....                             | 33 |
| Ilustración 4 Café pergamino.....                                 | 34 |
| Ilustración 5 Café verde u oro. ....                              | 35 |
| Ilustración 6 Se pesa la muestra inicial. ....                    | 46 |
| Ilustración 7 Se pesan 500 g. ....                                | 46 |
| Ilustración 8 Se determina olor del pergamino. ....               | 47 |
| Ilustración 9 Se determina color del pergamino. ....              | 47 |
| Ilustración 10 Se pasa a la morteadora. ....                      | 48 |
| Ilustración 11 Se le quitan las impurezas. ....                   | 48 |
| Ilustración 12 Se determina humedad.....                          | 49 |
| Ilustración 13 Se le determina olor a café verde. ....            | 49 |
| Ilustración 14 Se determina color a café verde. ....              | 50 |
| Ilustración 15 Se pesan 350 g. ....                               | 50 |
| Ilustración 16 Se pasan por las zarandas y se pesan cada una..... | 51 |
| Ilustración 17 Defectos totales y parciales. ....                 | 51 |
| Ilustración 18 Formas: triángulos, caracoles y elefantes.....     | 52 |
| Ilustración 19 Se determinan planchuelas y totales. ....          | 53 |

## I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad el café verde o café oro es clasificado para la exportación con el objetivo de producir una infusión de mejor calidad y conseguir que sea mejor pagado. Cabe mencionar que cada productor clasifica de diversas maneras su café ya que todos los productores con la evaluación física buscan mejorar la calidad de su café o estandarizar sus procesos y de esta manera el comprador vea en el café las características que a él le convengan y el cafeticultor tenga una idea clara para mejorar o destacar los atributos de su café.

La evaluación física o catación en verde es un diagnóstico previo a una evaluación sensorial, ya que en ella se caracteriza la variedad de café determinada en la cual se determinan como puntos principales el tamaño de los granos por medio de zarandas o cribas con escala de (0, 15, 16, 17, 18, 19) y los defectos encontrados en estas mismas. (Díaz, 2016).

En el presente trabajo se destacaran los siguientes descriptores físicos para *Coffea arábica* como: la humedad, color, forma, tamaño, defectos e impurezas y tamaño del grano, citados en la Specialty Coffee Association Of America (SCAA, 2013).

Por esto se realizarán análisis de calidad del café antes de la evaluación sensorial por medio de la Evaluación Física como método de diferenciación con otras muestras. De esta manera en un futuro los cafeticultores podrían tener una nueva opción para

aumentar sus ingresos y formar un café de especialidad, cuidando los descriptores físicos antes mencionados.

En base a los resultados arrojados por medio de las evaluaciones físicas y llevando a cabo el proceso adecuado de acuerdo a lo especificado en la norma de Specialty Coffee Association Of America se obtendrá la calidad por tamaño de grano, calidad por contenido de humedad, calidad por color y calidad por planchuela sana (SCAA, 2013).

## II. ESTADO DEL ARTE

Las cualidades físicas que se evalúan en “café verde o café oro” son las siguientes: la humedad, el color, la forma, el tamaño y los defectos (Díaz, 2016).

La calidad del café depende de numerosos factores como la especie *Coffea Arábica* (Arábica) o *Coffea Canephora* (Robusta), la variedad, las condiciones climáticas y el manejo agronómico del cultivo. (Puertas, 2008).

Cabe mencionar que, en el formato de evaluación física, los datos obtenidos son resultado de los procesos de toda la cadena productiva del café.

De acuerdo con Puertas (2008), cuando se obtiene un café de buena calidad, es porque el café ha presentado características de inocuidad, buena calidad física y buena calidad sensorial.

La clasificación tomada para el café de primera, es el retenido en la criba 18 y que equivale a la preparación europea tradicional. El café de grano mediano, se retiene en la criba 15 y se aproxima a la preparación americana convencional y; grano pequeño planchuela o caracol, además de granos quebrados y pedazos de grano o granza (Díaz, 2016).

La inocuidad del café garantiza la calidad higiénica tanto de los frutos y los granos como de la bebida, es decir que no deben contener sustancias de origen químico o microbiano en cantidades que puedan causar daño a la salud como, por ejemplo: los residuos de plaguicidas, combustibles, mohos, humos y mico toxinas que además de

originar defectos en el grano inciden en el aroma y sabor de la bebida. La calidad física del café mediante la observación de los granos de café pergamino seco (CPS): como la apariencia homogénea, presencia de un color amarillo del pergamino y verde oliva de la almendra, tamaño según las especificaciones del mercado y un contenido de humedad entre el 10% y 12 %, por el contrario, cuando los granos presentan granos dañados severamente por la broca, aspecto mohoso, vinagres, y los granos no despulpados y muy decolorados no son aceptables, ya que una vez que son procesados causan en la bebida sabores como fermento, fenólico, terroso, mohoso, contaminado, notas no muy deseables para el consumidor. (Salamanca, 2015).

De acuerdo con SCAA (2013), define el café de especialidad como el que se encuentra libre de defectos primarios, tiene tamaño y humedad adecuados, produce una bebida libre de defectos y contaminantes; muestra atributos distintivos de aroma, sabor, acidez y cuerpo; características que son acordadas entre el comprador y el vendedor. La diferencia entre el café convencional y el de especialidad consiste principalmente en lo destacado de los atributos sensoriales del café de especialidad definidos por la SCAA.

### III. MARCO TEÓRICO

#### 3.1. EL CAFÉ

El cafeto es un arbusto perenne que pertenece a la familia de las rubiáceas y del género *Coffea*. Son arbustos que tienen una altura entre los 10 y 12 metros, pero para facilitar su manejo, se poda entre los 2 y 4 metros, además son plantas que requieren de climas y suelos tropicales. La primera cosecha del café ocurre a los dos años, pero solo después de los 4 o 5 años comienzan a recogerse las cosechas óptimas. El fruto del café es una cereza que cuando nace es de un color verde y luego cambia a amarillo o hasta tomar un color rojo lo que significa que ha alcanzado su plena madurez, en el interior de cada cereza, hay dos semillas separadas por un surco y rodeadas de una pulpa amarilla. Estos granos están protegidos por una película plateada llamada mucilago y recubiertos por una piel de color amarillo (Arcilla, 2007).

La calidad del café depende de numerosos factores como la especie *Coffea Arábica* (Arábica) o *Coffea Canephora* (Robusta), la variedad, las condiciones climáticas y el manejo agronómico del cultivo. (Puertas, 2008).

Cabe mencionar que, en el formato de evaluación física, los datos obtenidos son resultado de los procesos de toda la cadena productiva del café.

De acuerdo con Puertas (2008), cuando se obtiene un café de buena calidad, es porque el café ha presentado características de inocuidad, buena calidad física y buena calidad sensorial.

La inocuidad del café garantiza la calidad higiénica tanto de los frutos y los granos como de la bebida, es decir que no deben contener sustancias de origen químico o microbiano en cantidades que puedan causar daño a la salud como, por ejemplo: los residuos de plaguicidas, combustibles, mohos, humos y mico toxinas que además de originar defectos en el grano inciden en el aroma y sabor de la bebida. La calidad física del café mediante la observación de los granos de café pergamino seco (CPS): como la apariencia homogénea, presencia de un color amarillo del pergamino y verde oliva de la almendra, tamaño según las especificaciones del mercado y un contenido de humedad entre el 10% y 12 %, por el contrario, cuando los granos presentan granos dañados severamente por la broca, aspecto mohoso, vinagres, y los granos no despulpados y muy decolorados no son aceptables, ya que una vez que son procesados causan en la bebida sabores como fermento, fenólico, terroso, mohoso, contaminado, notas no muy deseables para el consumidor. (Salamanca, 2015)

## **3.2. CARACTERISTICAS DE COFFEA ARABICA L. Y COFFEA CANEPHORA P.**

### **3.2.1. Coffea arabica L.**

Es actualmente la principal especie del género, y constituye más del 60% del café que se comercializa en el mercado internacional. Se considera un café de altura, que se cultiva bien en temperaturas de 18° C a 23° C. en altitudes que oscilan entre los 1200 y los 1800 msnm, en el contenido de cafeína de los granos esta entre 1.0 % y 1.4 % en base a materia seca y es menos amargo que la otra especie cultivada. De acuerdo con lo citado por Escamilla (2016), su centro de origen se encuentra en el Sudeste de

Etiopia, el Sur de Sudan y el Norte de Kenya. Es el café más apreciado por la calidad física del grano y sensorial de la bebida.

### **3.2.2. *Coffea canephora* P.**

Esta especie tiene una amplia distribución geográfica y se encuentra silvestre en el África, como en Congo, Sudan, Uganda y el Noreste de Tanzania y Angola. Aproximadamente, el 35 % del café que se comercializa en el mundo es de esta especie, conocida como Robusta. Los frutos, flores y granos tienden a ser más pequeños que en las variables de *C. arabica* (Escamilla et al., 2016).

De acuerdo con Escamilla et al., (2016), las zonas bajas tropicales de África, permitieron que esta especie desarrollara con el paso de los siglos resistencia a numerosas plagas y enfermedades. Es en consecuencia más resistente a muchas de las enfermedades del café, especialmente a la roya (*Hemileia vastatrix* Berk & Br.), es así como esta característica determinó su cultivo en el mundo a comienzos del siglo pasado.

Se cultiva generalmente en altitudes por debajo de 1000 m. su contenido de cafeína es mayor al 2% su taza es más amarga y con sabor a cereal. Se ha determinado que la especie Robusta es una de las más antiguas al originarse hace más de 5 millones de años; incluso hay quienes consideran que puede tener cerca de 25 millones de años (Escamilla et al., 2016).

## **3.3. VARIEDADES DE CAFÉ**

Existen 123 especies silvestres del género *Coffea* encontradas a nivel mundial, de las cuales 112 son nativas de África y de las Islas del Océano Índico. *Coffea arabica* y *Coffea Canephora* son las especies más importantes, desde el punto de vista

económico. El 10 % del grano se produce en África. EL 56 % se produce en el continente americano del cual México produce el 4%.

### **3.3.1. CAFÉ TYPICA**

Esta variedad es originaria de Etiopia se introdujo en América en la Guayana Francesa en 1715, fue la primera variedad cultivada en América. En 1790, el español Juan Antonio Gómez de Guevara, importó cafetos de Cuba y los plantó en Córdoba, Veracruz (Zamarripa y Escamilla, 2002).

La planta es de porte alto y en libre crecimiento puede alcanzar los 4 a 6 metros de altura considerándose una planta alta y de forma piramidal. La ramificación no es abundante, los tallos son cónicos y flexibles; los entrenudos son largos (Zamarripa y Escamilla, 2002).

El ángulo de inserción del tallo con las ramas primarias varía de 50° a 70°. Las hojas jóvenes son de color bronce, las hojas maduras son de forma lanceoladas de color verde oscuro, lisas y brillosas con nervaduras poco definidas, sus ramas destacan por su gran resistencia y flexibilidad. (Zamarripa y Escamilla, 2002).

El tamaño del grano es relativamente mediano y de forma ovalada. Las ramas son largas al igual que la distancia entre nudos (Zamarripa y Escamilla, 2002).

Esta variedad ha desaparecido del cultivo en la mayoría de los países productores, sin embargo, en México todavía es importante. Es todavía muy susceptible a las enfermedades como la roya (*Hemileia vastatrix*) y requemo (*Phoma Costarricensis*), tolera condiciones adversas de baja fertilidad y sequía (Zamarripa y Escamilla, 2002).

Su productividad se considera baja. Sin embargo, la selección Typica produce de 2.7 a 4.9 kilogramos de café cereza por planta en Huatusco, Veracruz Figueroa (2002), y en Valle Nacional, Oaxaca, su producción es de 2.7 a 5.9 kilogramos (Carrion, 2002).

La variedad Typica es apreciada por su calidad, tiene una buena bebida destacando por su limpieza, dulzura y buen cuerpo. El peso promedio del fruto es de 1.60 – 1.62 gramos, rendimiento agroindustrial de cereza a pergamino, de 246 gramos, de pergamino a oro, de 55.7 % y 91 % de granos normales. Las notas aromáticas son diversas, caramelos, chocolates, nueces, flores, café tostado, frutales, pirolíticos, humo y especias (Escamilla, 2007).

A continuación, en la Tabla 1, se muestran los principales descriptores de la variedad Typica.

**Tabla 1. Descriptores de la variedad Typica.**

| <b>Descriptores</b>                                    | <b>Valores promedio</b> |
|--------------------------------------------------------|-------------------------|
| Altura (m)                                             | 4.02                    |
| Longitud de hoja (cm)                                  | 15.09                   |
| Ancho de hoja (cm)                                     | 6.30                    |
| Relación longitud/ancho                                | 2.40                    |
| Longitud de peciolo (cm)                               | 1.03                    |
| Numero de axilas por rama                              | 13 – 14                 |
| Numero de flores por fascículo                         | 2 – 4                   |
| Numero de fascículos por nudo                          | 3 – 4                   |
| Angulo de inserción de la rama                         | 67.49                   |
| Longitud del fruto (cm)                                | 1.71                    |
| Ancho del fruto (cm)                                   | 1.52                    |
| Relación longitud/ancho del fruto                      | 1.13                    |
| Longitud de entrenudos (cm)                            | 7.11                    |
| Rendimiento 2012 y 2014 (kg por planta) BAGEM          | 0.47 – 1.85             |
| Rendimiento en parcelas experimentales (kg por planta) | 2.7 – 5.9               |

Fuente: Escamilla, 2012.

### **3.3.2. Pluma Hidalgo (ecotipo de la variedad (*Coffea arábica* L. var. 'Typica')**

Es una selección de Typica que se realizó en Pluma Hidalgo, Oaxaca, es de alta productividad y es el único material cultivado en México reconocido por su alta calidad organoléptica (Leon, 1962).

Plantas de porte alto, las hojas jóvenes son de color bronce, y verde oscuro al madurar. El limbo es elíptico con nervaduras marcadas. La ondulación en los bordes es leve. El fruto es de tamaño mediano de color rojo y redondeado (Leon, 1962).

En relación a la calidad, el peso del fruto maduro es de 1.79 gramos, 22.7 % con granos de tamaño mayor a la zaranda 19, con rendimiento de pergamino a oro de 55.1 k y el 83.5 % de granos normales. Se encuentran notas aromáticas a chocolates, caramelos frutales (limón), terroso y especias (Escamilla, 2007).

Esta variedad está incrementando su área cultivada y siendo mejorada en cuanto a calidad por muchos cafecultores medianos y grandes de Pluma Hidalgo, Oaxaca para obtener un mejor precio en el mercado (Carrion, 2002).

### **3.3.3. BLUE MOUNTAIN**

Esta variedad descendiente de Typica, encuentra su lugar de procedencia en la región de Blue Mountain, en las montañas de Jamaica, localidad que se distingue por la alta calidad de su café. El fruto presenta resistencia a ataques de *Colletotrichum*. Sin embargo, su resistencia a roya *Hemileia vastatrix* es muy baja (Leon, 1962).

Es uno de los cafés más famosos y caros del mundo, por su reconocida calidad y escasa producción. Entre sus cualidades sensoriales destacan su perfumado aroma, su ligera acidez, su cuerpo de medio a alto y excelente aroma. Su sabor achocolatado (intenso y refinado) es pleno, equilibrado y con un toque frutal muy apreciado. Además de su escaso contenido en cafeína. Mercadeo perfecto y un aspecto excelente con granos grandes (exclusivamente de la variedad Typica) y sin defecto (Escamilla et al., 2016).

#### **3.3.4. BOURBON ROJO**

Esta variedad es originaria de la Isla de la Reunión, anteriormente denominada Isla Bourbon, en África. Es considerada una mutación recesiva de la variedad Typica. Presenta amplia adaptación, sin embargo, se reporta que se desarrolla mejor en condiciones de altura a más de 1000 msnm. Es sensible al viento, tolera la insolación y es susceptible a la roya (Zamarripa y Escamilla, 2002).

#### **3.3.5. BOURBÓN AMARILLO**

Esta variedad originaria de Brasil es de buen rendimiento, sin embargo, es susceptible a la antracnosis o “paloteo” (*Colletotrichum coffeanum*) y a la roya (*Hemileia vastatrix*). (Leon, 1962).

Los frutos maduros son medianos, redondeados y se caracterizan por ser de color amarillo. La variedad Bourbon amarillo tiene alta calidad física del grano y sensorial en taza (Escamilla et al., 2016).

### **3.3.6. CATUAÍ AMARILLO**

Esta variedad se obtuvo en Brasil, se adapta a diferentes condiciones ecológicas, principalmente en regiones a menos de 1000 msnm. En relación a la calidad se reporta peso de fruto maduro 1.76 g, rendimiento agroindustrial, 256 k de cereza a pergamino y 55.9 k de pergamino a oro, con 86.7 % de granos normales. Las notas aromáticas que presenta son: caramelos, chocolates, nueces, frutales, especias, resinosas y pirolíticas (Escamilla, 2007).

### **3.3.7. GEISHA**

Material seleccionado por Sylvain en 1952, cuando exploraban Etiopía buscando materiales con resistencia a la roya. Esta variedad es resistente a la raza II de la roya, es una planta vigorosa con abundante ramificación. Geisha destaca por su gran dulzura y sabor limpio con notas que van desde frutas rojas a cítricos, también es frecuente encontrar notas a cacao y canela, y aromas florales a jazmín. Se describe con “acidez cítrica que se percibe desde su fragancia y aroma, con un cuerpo y una acidez balanceada resaltando los sabores frutales que tiene la taza como papaya, melocotón y un toque de piña” (Escamilla et al., 2016).

### **3.3.8. MARAGOGIPE**

Esta variedad se originó en Maragogipe, Bahía de Brasil, hacia 1870. Se le considera “el gigante entre los cafés arábigos”. Plantas más altas y vigorosas que Typica. (Leon, 1962).

La calidad es buena y tiene amplia aceptación en los mercados de especialidad. Produce poco, el número de flores por axila es inferior al de Typica. Así mismo reportan que tiene menor contenido de cafeína que las variedades arábigas.

## **4.1. EVALUACION DE LA CALIDAD FISICA DEL CAFÉ**

De acuerdo con la SCAA (2013), la graduación y la clasificación del café suele basarse en algunos de los criterios que se muestran a continuación:

- ❖ Altitud y/o región
- ❖ Variedad botánica
- ❖ Tipo de proceso (vía húmeda o seca = lavado o natural)
- ❖ Tamaño del grano (calibre de la criba), a veces también forma y color del grano
- ❖ Numero de defectos (imperfecciones)
- ❖ Aspecto del tostado y calidad de la bebida (sabor, características y limpieza)
- ❖ Densidad de los granos

Clasificaciones básicas:

### **4.1.1. Por su especie**

La clasificación por especie es la primera requerida e indica que se puede esperar de un café. De todas las especies de planta del genero *Coffea*, solo cuatro son de mayor interés, de las cuales las dos primeras son las más importantes a nivel comercial (SCAA, 2013)

❖ Café arabica (*Coffea arabica*):

La de mejor calidad y sabor, y de menor contenido de cafeína (de .75% a 1.5 %) del peso del grano.

❖ Café robusta (*Coffea canephora*):

Comparada con la Arabica, es de menor calidad, sabor más burdo y de mayor contenido de cafeína (de 2% a 3% del peso del grano).

❖ Café liberica (*Coffea liberica*):

Es de baja calidad.

❖ Café excelso (*Coffea excelsa*):

Es de baja calidad.

#### **4.1.2. Por el tipo de beneficiado**

En esta clasificación se define el tipo de procesamiento al cual ha sido sometido el café y al igual que en la anterior clasificación nos indica que se puede esperar en el sabor (SCAA, 2013).

Aquí encontramos:

- ❖ Arabicas lavados o suaves.
- ❖ Arabicas no lavados y naturales.
- ❖ Arabicas semi lavados o naturales despulpados.
- ❖ Robustas lavados.
- ❖ Robustas no lavados.

#### **4.1.3. Por la variedad botánica**

Se refiere a la variedad a la cual pertenece el café que se está ofreciendo al mercado. Obedeciendo a determinados perfiles de sabor o a cierta forma o tamaño de los granos, por ejemplo. Typica, Bourbon, Mundo Novo y Caturra en caso de Arabicas; Indenie, Kouillou, Niaouili, en el caso de robusta (SCAA, 2013).

#### **4.1.4. Por tamaño**

De acuerdo con la SCAA (2013), a mejor forma de determinar el tamaño de un grano es por medio de una serie de láminas con orificios graduados en unidades en unidades denominadas zarandas. La medida del grano se determina según pase o no por los orificios de cada lamina. Algunos países utilizan el tamaño de grano para clasificar su producto en el mercado, por ejemplo:

- ❖ Kenia AA (Zaranda 17-18), AB (Zaranda 15 -16), C (Zaranda 14), PB (Caracolillo).
- ❖ Colombia Supremo (Zaranda 17) Y Excelso (Zaranda 16).

#### **4.1.5. Por su procedencia**

Los cafés Arabicas lavados africanos se caracterizan por su olor y sabor de frutas cítricas, así como también de flores. Por su lado los cafés de Sumatra se definen como de sabor fuerte, terroso, ligeramente dulces y de buen cuerpo. Vietnam produce primordialmente café Robusta utilizando, principalmente, para la producción de café instantáneo. El café vietnamita se considera de acidez suave y de cuerpo ligero (SCAA, 2013).

A pesar del relativamente poco tiempo (100 años) de haber comenzado a cultivar café, China se está posicionando como país productor de grano Arabica de buena calidad.

En la categoría del Pacífico, básicamente están los de Hawái, único estado de Norte America productor de café. Uno de los más reconocidos y apreciados es el Kona cultivado en las laderas del volcán Mauna-Loa (SCAA, 2013).

#### **4.1.6. Por su preparación**

De acuerdo a SCAA (2013), la clasificación incluye valoraciones tales como aspecto físico, color, olor, tamaño, % de humedad y numero de imperfecciones completas. Algunas de las clasificaciones por preparaciones son:

- ❖ Preparación europea

De 5 a 8 imperfecciones completas, con tamaño de zaranda sobre la 15 (SCAA, 2013).

- ❖ Preparación americana

Máximo 23 imperfecciones completas, con tamaño de zaranda arriba de la 14 (SCAA, 2013).

- ❖ Preparación speciality

Máximo 5 imperfecciones secundarias completas, sin defectos primarios, con tamaño de zaranda no mayor ni menor al 5 % de lo pactado en el contrato (SCAA, 2013).

En la determinación de la calidad del café por tradición se han venido usando dos criterios como: las características físicas del grano y las cualidades sensoriales de la bebida (Diaz, 2016).

Las cualidades físicas que se evalúan en “verde” son las siguientes: la humedad, el color, el tamaño y los defectos. Generalmente los procedimientos para evaluar estas características difieren muy poco entre la normatividad a nivel internacional, buscando correspondencia en la calidad determinada (Díaz, 2016).

A continuación, se muestra en la Tabla 2 los requisitos de la Specialty Coffee Association of America. (SCAA) y en la Tabla 3. Requisitos de la Green Coffee Association of New York. (GCA)

**Tabla 2. Requisitos de specialty coffee association of america. (SCAA)**

| Requisitos de la Specialty Coffee Association of America. (SCAA)<br>Válidos para los contratos de cafés especiales. |                                                                                                                                          |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| REQUISITOS FISICOS DEL CAFÉ VERDE                                                                                   |                                                                                                                                          |
| Color                                                                                                               | Verde uniforme                                                                                                                           |
| Olor                                                                                                                | Libre de olores extraños                                                                                                                 |
| Humedad                                                                                                             | Café lavado 10% a 12% Café natural 10% a 13%                                                                                             |
| Tamaño                                                                                                              | No más del 5% de variación en las especificaciones del contrato medido por la retención en las zarandas tradicionales de agujero redondo |
| Imperfecciones                                                                                                      | No más de 5 defectos secundarios completos. No se permiten defectos primarios                                                            |
| Muestreo                                                                                                            | Café verde: 350 gramos de muestra.                                                                                                       |

Fuente: (SCAA, 2013).

**Tabla 3. Requisitos de la green coffee association of New York. (GCA)**

| Requisitos de la Green Coffee Association of New York. (GCA)<br>Válidos para los contratos para café genérico (Contrato C) |                                                                                                                             |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| REQUISITOS FISICOS DEL CAFÉ VERDE                                                                                          |                                                                                                                             |
| Color                                                                                                                      | Verde uniforme                                                                                                              |
| Olor                                                                                                                       | Libre de olores extraños                                                                                                    |
| Humedad                                                                                                                    | 9% a 13%                                                                                                                    |
| Tamaño                                                                                                                     | 50% mínimo arriba de zaranda 15<br>5% máximo bajo zaranda 14                                                                |
| Imperfecciones                                                                                                             | Hasta 23<br>Hasta 8 imperfecciones no hay castigo, de 9 hasta 23 por cada imperfección se castiga con 0.01 centavo de dólar |
| Muestreo                                                                                                                   | Café verde: 350 gramos de muestra                                                                                           |

Fuente: (SCAA, 2013).

## **4.2. HUMEDAD**

Para determinar la humedad el procedimiento que marca la norma es mediante secado en estufa hasta obtener peso constante, sin embargo, el procedimiento es muy tardado por lo que generalmente en los beneficios se determina la humedad en los higrómetros que funcionan correlacionando la conductividad eléctrica con el porcentaje de humedad, este es el procedimiento de rutina que se usa ampliamente (Díaz, 2016).

En algunos casos, la experiencia del personal que se dedica a la evaluación, determina la humedad con base en el color y la dureza del grano. La humedad del grano debe ser la humedad de equilibrio, que aproximadamente es de 12%, aun cuando puede variar de acuerdo a la humedad relativa del lugar de origen del café (Díaz, 2016).

El café con un contenido de humedad adecuado en un rango de (10% - 12 %), preserva mejor y por más tiempo las características de calidad en taza (hasta por 6 meses después de su elaboración). Al contrario, un café con un contenido de humedad alto, pierde su calidad original rápidamente (alrededor de 2 meses). (Díaz, 2016).

**Contenido de humedad:** El nivel ideal de humedad en el café verde para la exportación debe estar entre 10% y 12%. Esta medición debe ser exacta, ya que el contenido de humedad de los granos es determinante para mantener la calidad del producto y para un buen desarrollo del tueste. Durante el proceso de tostado, los granos absorben calor, soltando el agua libre en forma de vapor (agua superficial) y luego el agua de composición contenida en la materia sólida que se verá afectada primero, por la cantidad de calor del equipo de tueste y segundo, por el porcentaje de humedad de la semilla. A continuación de acuerdo con SCAA (2013), se muestra una relación de cómo el calor y la humedad de los granos afectan el proceso de tueste:

- **Baja temperatura y alta humedad de grano**

Tueste lento, sabor a pan horneado, baja acidez, cuerpo acuoso, sabor plano (SCAA, 2013).

- **Baja temperatura y baja humedad de grano**

Tueste rápido, el grano se tuesta más por encima que por adentro, sabores inconsistentes, acidez y cuerpo bajos, textura rugosa de los granos, con sabores metálicos (SCAA, 2013).

- **Alta temperatura y alta humedad de grano**

Tueste rápido, el grano se tuesta más por encima que por adentro, sabores inconsistentes, acidez y cuerpo moderados, textura esponjosa de los granos, con sabores quemados o amargos (SCAA, 2013).

- **Alta temperatura y baja humedad de grano**

Tueste agresivo, el grano tiende a quemarse rápidamente, sabores inconsistentes, acidez aguda y cuerpo arenoso, textura frágil de los granos, con sabores quemados o amargos (SCAA, 2013).

Para la medición de la humedad del café se utiliza equipos medidores o evaluadores de humedad. Pero debido a que los equipos de medición no siempre están al alcance de los productores, existen algunos métodos físicos de comprobación de la humedad tradicional: (Diaz, 2016).

- ✓ A través del color
- ✓ A través de la consistencia del grano
- ✓ El método de la navaja
- ✓ El método del martillo

En la Tabla 4 se muestra una relación del color de los granos de café verde con el contenido de humedad.

**Tabla 4. Color por contenido de humedad.**

| COLOR              | PORCENTAJE   |
|--------------------|--------------|
| Gris oscuro        | 16 % -20 %   |
| Blanco             | 14 % -15 %   |
| Verde gris azulado | 12 % -13 %   |
| Verde              | 10 % -11 %   |
| Verde claro        | 9 %          |
| Pálido             | 7 % -8 %     |
| Pálido amarillento | menor de 7 % |

Fuente:(Martínez, 2010).

A continuación, se muestra en la ilustración 1 la apariencia del café en verde. Así como también una muestra limpia y una sucia.



Ilustración 1 Apariencia del café verde.

### 4.3. COLOR

El color es un indicador de la homogeneidad de un lote de café, así como de la calidad del grano. Es por esto que se determina el color predominante mediante una comparación con una escala de colores, la más común es la de Pantone®, así como también se determina el porcentaje de granos del mismo color. En la tabla 5 se muestran los colores para café oro en la escala Pantone® (Dia, 2016).

**Tabla 5. Colores utilizados en el café oro (Escala de Pantone).**

| COLOR PREDOMINATE                         | COLOR PANTONE | CLASIFICACION   |
|-------------------------------------------|---------------|-----------------|
| De verde optimo a verde oscuro.           | 5753 C        | Color muy fino. |
|                                           | 5763 C        |                 |
| De verde aceituna claro a verde aceituna. | 5773 C        | Color fino.     |
|                                           | 5783 C        |                 |
| De verde muy claro a verde claro.         | 5793 C        | Color claro.    |
|                                           | 5803 C        |                 |

Fuente: Norma de café Veracruz. (SCFI., 2001)

La uniformidad de color para las categorías más altas de calidad, debe ser de por lo menos 90% del mismo color. Las tonalidades más oscuras de color se prefieren y se establecen en las categorías más altas de calidad. La determinación del color con éste procedimiento tiene algo de subjetividad por lo que no se indica cual es la iluminación más adecuada para determinar el color. (Diaz, 2016).

Existen procedimientos analíticos que son más caros como los colorímetros o procedimientos más complejos de espectro fotometría, sin embargo, sólo se circunscriben a los proyectos de investigación (Diaz, 2016).

#### **4.4. FORMA.**

La forma de los granos es un criterio que busca la uniformidad del lote y sea agradable a la vista del comprador; así como, para facilitar el tostado del grano de tal manera que la transferencia del calor en los tostadores sea eficiente y no queme o les falte tueste a los granos. Por ello se prefieren granos con forma homogénea, siendo considerada como normal, la forma plano convexa o “planchuela” que es la de mayor proporción en las cosechas de café (Díaz, 2016).

Las formas de menor proporción son los defectos como triángulos, los elefantes y las conchas, que provienen de granos gigantes, otra forma que tiene demanda en el mercado es la de caracol, que es producto de la formación de un solo grano por fruto. Sin embargo, se produce en menor proporción. Para determinar la forma, se separa de la muestra las formas diferentes y se reporta el porcentaje en peso de cada una (Díaz, 2016).

#### **4.5. TAMAÑO.**

El tamaño como criterio de calidad busca la homogeneidad de un lote de café que posteriormente será tostado, de tal suerte que se requiere la uniformidad del tamaño de los granos para evitar granos quemados o faltos de tueste que influyan en la calidad sensorial de la bebida. La determinación del tamaño consiste en hacer pasar los granos por un juego de mallas perforadas en 1/16”, los granos retenidos en cada malla son pesados y se reporta el porcentaje retenido en cada una. Las dimensiones de los orificios en las mallas o cribas utilizadas, se indican en el cuadro 4 y se aproximan a los dieciseisavos de pulgada internacionales (Díaz, 2016).

En establecimientos, cafeterías y empresas pequeñas que compren café pergamino para su proceso, sólo deben disponer de una morteadora y clasificadora de café en tres tamaños básicos: café de primera, el retenido en la criba 18 y que equivale a la preparación europea tradicional (Díaz, 2016).

Café de grano mediano, que se retiene en la criba 15 y se aproxima a la preparación americana convencional y; grano pequeño planchuela o caracol, además de granos quebrados y pedazos de grano o granza. A partir del grano grande de primera, con una clasificación por color, principalmente en forma manual, ya que por el tamaño de las empresas no les es posible adquirir seleccionadora por color; se obtiene un café de alta calidad, que puede ser de nominado como un gourmet verdadero, de acuerdo a las condiciones regionales de producción (Díaz, 2016).

**Tabla 6. Tamaño de mallas para tamaño de café oro.**

| <b>APERTURA DEL ORIFICIO<br/>(DIÁMETRO EN mm)</b> | <b>NO. DE ZARANDA O CRIBA</b> |
|---------------------------------------------------|-------------------------------|
| 8.00                                              | 20                            |
| 7.50                                              | 19                            |
| 7.10                                              | 18                            |
| 6.70                                              | 17                            |
| 6.30                                              | 16                            |
| 6.00                                              | 15                            |
| 5.60                                              | 14                            |
| 5.00                                              | 13                            |
| 4.75                                              | 12                            |
| 4.00                                              | 10                            |

Fuente: Norma de Café Verde, 1991.

Hay cribas especiales para separar granos triángulos, caracoles y no despulpados o capulines. En los beneficios secos industriales, además de la clasificación por tamaño, se tiene la mesa densimétrica o máquina “Oliver”, por su inventor, a partir de la cual se obtienen: grano superior, primera, segunda, tercera y granzas. Variación no mayor del 5 % de la especificación contractual, medida por retención del grano en malla tradicional de perforación circular. La calidad en relación con el tamaño, se relaciona con el desarrollo del grano en la planta y acumulación de nutrientes en cada fruto, sobre todo ácidos grasos; de manera que, al realizar el tostado, los granos de mayor tamaño, dan los valores más altos en las cualidades de la bebida (Díaz, 2016).

#### **4.6. DEFECTOS E IMPUREZAS**

Se consideran como defectos los granos que tienen alguna anormalidad física o impurezas ajenas al producto como piedras y palos (Díaz, 2016).

Se pueden clasificar en graves (primarios) y no muy graves (secundarios). Los defectos graves, como son los granos completamente negros y agrios, pueden tener un efecto importante en la calidad sensorial de la bebida (SCAA, 2013).

Estas imperfecciones se clasifican en:

- Primarias

Afectan el aspecto físico y la taza.

- Secundarias

Afectan el aspecto físico.

Los defectos se determinan en número de granos en un volumen o peso conocido. En la tabla 6 se muestran los defectos más comúnmente observados en los diferentes países productores y consumidores, así como su determinación en una muestra de 300 g de café oro (Díaz, 2016).

**Tabla 7. Valoración de los defectos físicos en los diferentes mercados y normas.**

| DEFECTO                     | VERACRUZ<br>(MEXICO) | LONDRES     | FRANCIA | BRASIL      | ETIOPIA | COLOMBIA    |
|-----------------------------|----------------------|-------------|---------|-------------|---------|-------------|
| Capulín                     | 1                    | 1           | 1       | 1           | 2       | 1           |
| Negro                       | 1                    | 1           | 1       | 1           | 2       | 1           |
| Parcialmente negro          | 1/3<br>1/5           | 1/ 2        | -       | -           | 1/ 2    | 1/ 2<br>1/5 |
| Agrio                       | 1                    | 1/ 2        | 1       | 1/ 2        | -       | 1           |
| Dañado por insecto          | 1/3<br>1/5           | 1/ 2<br>1/5 | 1/10    | 1/ 2<br>1/5 | 1/ 2    | -           |
| OTROS                       |                      |             |         |             |         |             |
| Inmaduros                   | 1/5                  | 1/5         | 1/5     | 1/5         | 1/5     | -           |
| Flotes                      | 1/5                  | 1/5         | 1/3     | -           | 1/5     | 1/5         |
| Pergaminos                  | 1/5                  | 1/5         | 1/ 2    | 1/ 2        | -       | -           |
| Quebrados más de la mitad   | 1/5                  | 1/5         | -       | 1/5         | 1/10    | 1/5         |
| Quebrados menos de la mitad | 1/5                  | 1/5         | 1/5     | 1/5         | 1/5     | 1/5         |
| Conchas                     | 1/5                  | 1/5         | 1/5     | 1/3         | -       | 1/5         |

Fuete: SCFI. 2001. Café Veracruz, especificaciones y métodos de prueba.

La calidad del café es el resultado de un conjunto de procesos que permiten la expresión, desarrollo y conservación de las características físico –químicas propias del café hasta el momento de su transformación y consumo.

Las practicas más comunes que preservan la calidad de la bebida del café son:

- ✓ Siembra de semilla seleccionada
- ✓ Utilización de variedades que produzcan frutos y bebidas suaves

- ✓ Hacer buenos germinaderos y almácigos
- ✓ Sembrar en suelos y climas óptimos
- ✓ Fertilizar adecuadamente los suelos
- ✓ Controlar las plagas y enfermedades y desyerbar adecuadamente
- ✓ Realizar cosecha selectiva
- ✓ Hacer un óptimo beneficio y almacenamiento del café.

Ciertas actividades fisiológicas de post cosecha (como la respiración) se realizan con mayor intensidad y el grano consume energía propia de su materia seca liberando calor.

#### **4.7. RENDIMIENTO DE CEREZA A PERGAMINO**

Uno de los aspectos fundamentales en el beneficiado y transformación del café es el relacionado a los rendimientos en cada una de las etapas del proceso. En general se aceptan como rendimientos promedio para tener un quintal (Qq) de café: 250 kg de café cereza, 57.5 de café pergamino y 46 kg de café oro (Díaz, 2016).

Un beneficiado con calidad conserva los rendimientos, los cuales oscilan de 230 kg a 260 kg de café cereza para obtener 57.5 kg por quintal de café pergamino, con un rendimiento promedio aceptado de 250 kg de cereza por quintal (Díaz, 2016).

Antes de almacenar el café pergamino se realiza el análisis físico y la catación para clasificarlo y estibarlo. Este resultado deberá de ser café con un rendimiento no menor a 57.5 kg, con un porcentaje de mancha no mayor a 5% y una humedad de 12% para que el grano pueda ser conservado. Se deben separar los costales o lotes por calidades, procedencia y destino del grano (Díaz, 2016).

De ahí en adelante dependiendo del nivel del daño, se puede tener café blanqueado o añejo, mancha por humedecimiento (más de 13 % de humedad), hasta desarrollo de hongos y presencia de aflatoxinas (Díaz, 2016).

#### 4.8. FACTORES QUE INFLUYEN EN LA CALIDAD DEL CAFÉ HASTA LA TAZA

Se han encontrado que fertilizaciones muy elevadas de nitrógeno y deficiencias de fósforo pueden provocar disminuciones en la calidad del café; mientras que, la deficiencia de hierro en el suelo causa baja acidez en la bebida. (Avendaño, 2011).

Typica en cuanto a fragancia, acidez y sabor. En relación a los cinco factores que influyen en la calidad del café desde el campo, Avendaño (2011) señala los aspectos siguientes (Figura 1).

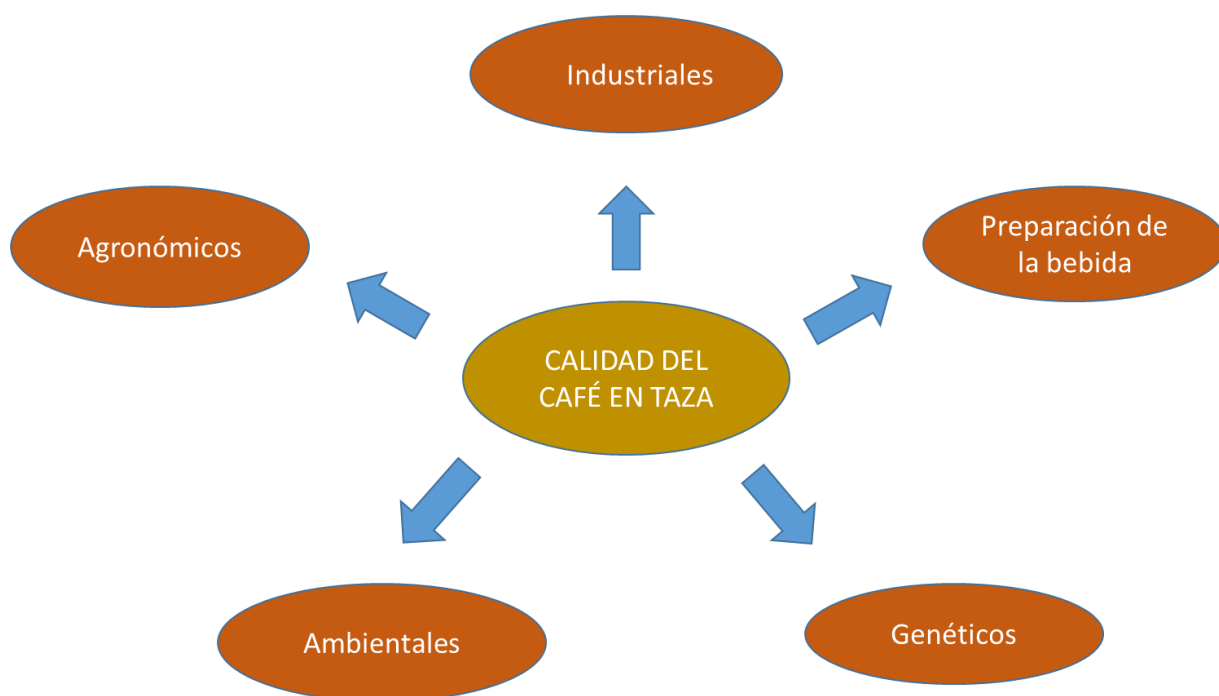


Ilustración 2 Calidad del café en taza.

Fuente: Adaptado de Martínez P., D., *et al.* 2006.

- a) El tipo de variedad plantado o la genética: aunque existe todavía discusión al respecto, hay una tendencia a revalorar las variedades de porte alto como Typica, Blue Mountain y Bourbon y revisar algunas más recientes como las provenientes de la línea Catimor (Costa Rica 95, Colombia, Oro Azteca); de los cuales no se obtiene una alta calidad diferenciada (Díaz, 2016).
- b) Entre las prácticas agronómicas, el uso de la sombra promueve una maduración más lenta y uniforme de los frutos, lo que permite la formación de los compuestos químicos que otorgan las mejores características en taza. El estado nutricional del suelo: excesos en fertilización y deficiencias por agotamiento de los suelos están afectando varias propiedades de la calidad. La falta de renovación de tejido de las plantas o la existencia de plantaciones viejas, demeritan la calidad del grano. El bajo control de la broca del café en zonas bajas (menos de 900 msnm) da una mayor proporción de granos brocados y el ataque de roya del cafeto, ha propiciado mayor presencia de granos secos de mata, en los lotes de café. En cuanto a la cosecha, ésta tiene alto impacto en la calidad del café, principalmente por la presencia de granos verdes y secos, en el corte inicial y final respectivamente (Díaz, 2016).
- c) Además de lo señalado para el suelo, entre los factores ambientales, se ha encontrado que no sólo es la altitud la que más influye y como es la creencia generalizada; sino que es más directamente la temperatura asociada a las condiciones de microclima local (Díaz, 2016).
- d) La industrialización, desde la vía de beneficiado utilizada proporciona tres calidades: si es la vía seca, se obtiene el café natural más astringente y con más cuerpo; la vía semiseca, da lugar al café semilavado o meloso y la vía húmeda para la obtención del café lavado o suave (Díaz, 2016).

- e) La preparación de la bebida es fundamental para obtener la calidad en taza característica del café preparado obtenido en el campo y preparado en la industria, hasta el tostado del grano, sea de un lote individual o aquí es el momento de la preparación de las mezclas o marcas de “blends” café (Díaz, 2016).

#### **4.9. DEFINICIÓN BREVE DE LAS CALIDADES**

- a) Estrictamente altura.

Altura mayor a 900 msnm; bouquet (aroma) rico; acidez completa; cuerpo completo; sabor completo o redondo (SCAA, 2013).

- b) Altura.

Altura mayor a 900 msnm; bouquet de completo a rico; acidez de pronunciada a completa; cuerpo de fuerte a completo; sabor de pronunciado a completo o redondo (SCAA, 2013).

- c) Extra prima lavado.

Altura de 700 a 900 msnm; bouquet completo; acidez de pronunciada a completa; cuerpo de bueno a fuerte o hasta completo; sabor de medio a pronunciado (SCAA, 2013).

- d) Prima lavado.

Altura de 600 a 900 msnm; bouquet de notorio a completo, sin llegar a rico; acidez de media a pronunciada, sin llegar a completa; cuerpo regular, bueno o hasta fuerte, sin llegar a ser completo; sabor medio (SCAA, 2013).

e) Buen lavado.

Altura de 600 a 900 msnm; bouquet de débil o flojo a notorio, sin llegar a completo; acidez de débil a ligera; cuerpo de ligero a regular; sabor de débil a medio (SCAA, 2013).

f) Lavado.

Sin referencia sobre altitud; bouquet de dañado hasta rico; acidez de ausente a completa; cuerpo de ligero a completo; sabor de impuro a completo (SCAA, 2013).

g) Desmanche.

Sin referencia sobre altitud; bouquet de dañado hasta rico; acidez de ausente a completa; cuerpo de ligero a completo; sabor de impuro a completo (SCAA, 2013).

h) Natural tipo A.

Sin referencia sobre altitud; bouquet de dañado hasta rico; acidez de ausente a completa; cuerpo de ligero a completo; sabor de impuro a completo (SCAA, 2013).

i) Natural tipo B.

Sin referencia sobre altitud; bouquet de dañado hasta rico; acidez de ausente a completa; cuerpo de ligero a completo; sabor de impuro a completo (SCAA, 2013).

j) Robusta lavado.

Sin referencia sobre altitud; bouquet de dañado hasta rico; acidez de ausente a completa; cuerpo de ligero a completo; sabor de impuro a completo (SCAA, 2013).

k) Robusta natural.

Sin referencia sobre altitud; bouquet de dañado hasta rico; acidez de ausente a completa; cuerpo de ligero a completo; sabor de impuro a completo (SCAA, 2013).

De acuerdo con Diaz (2016) sugiere algunos puntos para el cuidado de la calidad del café desde la planta hasta la taza.

1. Selección de las variedades de cafetos, es decir la genética de las plantas, de acuerdo a las cualidades preferidas y que presenten la menor proporción de defectos físicos. Las variedades con diferente grado de cruza con robustas, no alcanzan niveles de calidad diferenciada o de especialidad.
2. Cuidar la tecnología de producción: mejoramiento y renovación de cafetales, evitando cafetales de edad avanzada y descuidados, manteniendo tejido nuevo durante todas las cosechas; cuidar la nutrición de los cafetos, en su caso la regulación de sombra y el control de plagas y enfermedades, en particular la broca del grano.
3. Cosechar cereza madura, la cual junto con los semimaduros deben representar por lo menos el 90% de los granos y evitar granos verdes, en el café a procesar.
4. Clasificar la cereza separando granos que floten (tiernos, secos y vanos) e impurezas.
5. Evitar daños al grano (mordidos, pelados, quebrados) en el despulpa do de la cereza, regulando y proporcionar el mantenimiento adecuado a las máquinas.

6. Realizar la remoción del mucílago, con el adecuado punto de fermento o el desmucilaginado mecánico eficiente, sin daños al grano, evitando que quede mucílago en la ranura de la planchuela y usar agua limpia en el lavado.
7. Almacenar el café pergamino facilitando la aireación del local, evitando goteras o humedad; así como el contacto con sustancias y olores extraños.

#### **4.10. CONCEPTOS DE LA EVALUACIÓN FÍSICA.**

➤ Zarandas o Cribas:

La criba es un utensilio que se emplea para limpiar el grano (principalmente del trigo) de la paja, el polvo y otros sólidos no deseados con que se haya mezclado. A esta operación se la llama ahechar. (Regalado, 2013).

La criba sencilla, que también se denomina harnero, zaranda, cribo y juera, se compone de un aro ancho y delgado de madera y de un fondo diversamente agujereado y de diferentes materiales, según la operación y la especie de grano a que se destina. (Regalado, 2013).



Ilustración 3 Zarandas o cribas.

Fuente: (Regalado, 2013).

➤ Café pergamino:

El café pergamino es el producto resultante del proceso de lavado en el beneficio del café. Por su alto contenido de humedad, 53%, es un producto muy perecedero, por ser un medio apropiado para el desarrollo de microorganismos que pueden alterar la calidad e inocuidad. (Regalado, 2013).



Ilustración 4 Café pergamino.

Fuente: (Regalado, 2013).

➤ Café verde o café oro:

El término café verde u oro es el nombre que recibe el grano de café posterior a que se le haya separado las distintas envolturas a través del proceso de descascarillado o morteadado. (Carrión, 2012).

Este es tipo de café que se encuentra listo para ser tostado y posteriormente molido.



Ilustración 5 Café verde u oro.

Fuente: (Carrión, 2012).

➤ Espermodermo:

Hace referencia (en botánica) a un conjunto de envoltura, capa o tegumento que son característicos o propios del grano, simiente o semilla de las plantas o los vegetales espermatofitas o fanerógamas (Carrión, 2012).

## **4.11. CRITERIOS DE LA SCAA PARA EVALUACION FISICA**

### **4.11.1. CLASIFICACION**

#### **Peso de la muestra.**

Café Verde            350 gramos

Café Tostado        100 gramos

(SCAA, 2013)

#### **Contenido de humedad del café verde.**

Cafés lavados deben contener del 10% - 12%.

Cafés naturales deben contener de 10% - 13%.

(SCAA, 2013)

#### **Olor del café verde.**

El café debe de estar libre de cualquier olor extraño (SCAA, 2013).

#### **Tamaño del grano.**

Variación no mayor de 5% de la especificación contractual, medida por la retención del grano en zaranda tradicional de perforación circular (SCAA, 2013).

## Equivalencias de los defectos.

**Tabla 8. Tabla de conversión de defectos de categoría 1.**

| <b>Defectos Categoría 1.</b>   | <b>Total, de Defectos<br/>Equivalentes</b> |
|--------------------------------|--------------------------------------------|
| Grano negro                    | 1                                          |
| Grano agrio o sobre fermentado | 1                                          |
| Cereza seca/ cascara           | 1                                          |
| Dañado por hongo               | 1                                          |
| Daño severo de insectos        | 5                                          |
| Materia extraña                | 1                                          |

Fuente: (SCAA, 2013).

**Tabla 9. Tabla de conversión de defectos de categoría 2.**

| <b>Defectos Categoría 2.</b> | <b>Total, de Defectos<br/>Equivalentes</b> |
|------------------------------|--------------------------------------------|
| Negro parcial                | 3                                          |
| Agrio parcial                | 3                                          |
| Pergamino                    | 5                                          |
| Flotador                     | 5                                          |
| Inmaduro                     | 5                                          |
| Averanado o arrugado         | 5                                          |
| Conchas                      | 5                                          |
| Partido / mordido / cortado  | 5                                          |
| Cascara o pulpa seca         | 5                                          |
| Grano brocado leve           | 10                                         |

Fuente: (SCAA, 2013).

## **Uniformidad del tostado.**

De acuerdo con (SCAA, 2013), define el café de especialidad como el que se encuentra libre de defectos primarios, tiene tamaño y humedad adecuados, produce una bebida libre de defectos y contaminantes; muestra atributos distintivos de aroma, sabor, acidez y cuerpo; características que son acordadas entre el comprador y el vendedor. La diferencia entre el café convencional y el de especialidad consiste principalmente en lo destacado de los atributos sensoriales del café de especialidad definidos por la SCAA.

**Tabla 10. Quakers permitidos.**

|                |                               |
|----------------|-------------------------------|
| Grado especial | No se permiten “quakers”      |
| Grado premium  | Máximo 3 “quakers” permitidos |

Fuente: (SCAA, 2013).

## **Metodología de catación.**

La catación es una técnica profesional para la evaluación de la fragancia, aroma y sabor del café. Se aplican 150 mililitros de agua caliente directamente en 7.25 a 9 gramos de café tostado y molido para realizar la infusión. Utilizando una cuchara grande se rompe la nata acumulada en la superficie para evaluar el aroma y luego se deja sedimentar. Posteriormente el café es degustado vigorosamente por sorbos a varias temperaturas para evaluar las características de sabor (SCAA, 2013).

### **Características del sabor.**

En taza, la muestra debe mostrar distintos atributos de sabor, acidez, cuerpo y aroma acordados por el comprador y el vendedor. Debe de estar libre de cualquier defecto o contaminación (SCAA, 2013).

#### **IV. JUSTIFICACIÓN Y PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

En la actualidad en México la cafecultura pasa por una situación notoriamente difícil, ya que sus costos de producción se han elevado a causa de la presencia de plagas y enfermedades del café como la roya, entre otras, esto afecta la calidad del grano y por supuesto de la bebida, sumado a esto los precios del café son sumamente bajos, es por esto que productores de café han sustituido la plantación de café por otros cultivos.

La presente investigación tiene como objetivo principal determinar la calidad de las variedades de café: Pluma Hidalgo, Caturra Roja, Catimor y de las mezclas Caturra–Bourbon–Typica y Bourbon-Arabe de acuerdo a los resultados obtenidos por medio de la evaluación física. Esto puede ser útil para que se tenga un análisis previo en cuanto a calidad de la variedad o mezcla a evaluar, antes de llegar a una evaluación sensorial, así como también ayudara a que los productores se informen en cuanto a los criterios que se califican de su café, de esta forma ellos podrían estandarizar su proceso y tomar medidas correctivas para mejorar su calidad de café.

La importancia de esta investigación radica en que se tendrá un informe previo con más información de acuerdo a los criterios a evaluar, siguiendo un protocolo en el laboratorio de calidad de café, además se reduce el margen de error ya que se especifica y defiende basándose en un análisis de calidad cada uno de los criterios físicos evaluados.

Por esto se realizaron análisis de calidad del café antes de la evaluación sensorial por medio de la Evaluación Física para que se evalúe la calidad del grano, determinando su calidad respecto a humedad, tamaño, color y planchuela sana, mediante estos parámetros físicos los productores puedan tomar medidas correctivas y preventivas para mejorar en los criterios en base a los cuales se califica su café. De esta manera en un futuro los cafeticultores podrían tener una nueva opción para aumentar sus ingresos y formar un café de especialidad con características sobresalientes como aroma, sabor y acidez, lo cual se debería al cuidado de su proceso tomando las medidas necesarias para el cuidado del grano, obteniendo mejores resultados en las evaluaciones físicas y en catación de su café.

## **V. OBJETIVOS (GENERAL Y ESPECÍFICOS)**

### **6.1. OBJETIVO GENERAL:**

Identificar mediante análisis físicos la calidad del café verde o café oro antes de llegar a una evaluación sensorial del café por medio del método de evaluación física.

### **6.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS**

Llevar a cabo el proceso de evaluación física para la caracterización de la muestra.

Tomando en cuenta el objetivo anterior determinar la calidad de esta variedad respecto a la calidad por tamaño, calidad por contenido de humedad, calidad por color y calidad por planchuela sana, en base a los resultados obtenidos.

## **VI. METODOLOGIA DE EVALUACION FISICA**

### **4.12. CAPACITACIÓN PARA HACER ANÁLISIS DE CALIDAD.**

Se recibió una capacitación para comprender que es un análisis de calidad de café, revisando bajo que norma mexicana se lleva a cabo en este caso se usó para las evaluaciones físicas la norma de la SCAA (Specialty Coffee Association of America.) se siguió el protocolo requerido para aprender a aplicarlo a la evaluación de la calidad de café.

### **4.13. FORMULARIO PARA EVALUACIÓN FÍSICA DEL GRANO DE CAFÉ.**

Este es un formulario que ayudara a determinar en orden los datos más importantes de la evaluación física (ver ANEXO D).

#### **Descripción de fórmulas:**

- Rendimiento por quintal (Kg)

Esta fórmula nos sirve para determinar cuántos kilogramos de café en pergamino necesitamos para hacer 46 kilogramos en oro.

$$1) \text{ Rendimiento por quintal} = \frac{\text{Peso de pergamino (g)} \times \text{Factor de rendimiento (46 kg)}}{\text{Peso de café verde u oro (g)}}$$

➤ Rendimiento porcentual (%)

En esta fórmula se determina en una escala del 1 % al 100 % el rendimiento del café en pergamino.

$$2) \text{ Rendimiento porcentual} = \frac{\text{Peso de café verde u oro (g)}}{\text{Peso de pergamino (g)}} \times 100$$

➤ Forma de planchuela (%)

Se determina que porcentaje del café se encuentra sin formas, pero contando la planchuela con defecto.

$$3) \text{ Forma de planchuela} = \frac{\text{Planchuela total (g)}}{2 \text{ submuestra de pergamino (g)}} \times 100$$

➤ Planchuela sana (%)

Mediante esta fórmula se determina que porcentaje del café es planchuela sana, es decir sin formas y sin defectos totales y parciales.

$$4) \text{ Planchuela sana} = \frac{\text{Planchuela sana (g)}}{\text{Planchuela total (g)}} \times 100$$

➤ Peso color uniforme

De acuerdo a la norma de la SCAA el café sano total es igual al peso color uniforme, es decir es café sano sin defectos, pero aun con formas.

$$5) \text{ Café sano} = \text{Peso color uniforme}$$

➤ Uniformidad de color (%)

Esta fórmula es parecida a la anterior y nos ayuda a determinar en porcentaje el café sano, que como se mencionó anteriormente es el café sin defectos, pero aun con formas

$$6) \text{ Uniformidad de color} = \frac{\text{Cafe sano (g)}}{\text{Submuestra de pergamino}} \times 100$$

#### 4.14. PROCESO DE EVALUACION FISICA

1. Se pesa la muestra de café pergamino inicialmente y se registra en el formato.



Ilustración 6 Se pesa la muestra inicial.

Fuente: Elaboración propia.

2. Se pesan 500 gramos de pergamino, para iniciar con el llenado del formato de evaluación física.



Ilustración 7 Se pesan 500 g.

Fuente: Elaboración propia.

3. Mediante el olfato se determina el olor en pergamino (paja, vainilla, pulpa, polvo, tamarindo).



Ilustración 8 Se determina olor del pergamino.

Fuente: Elaboración propia.

4. Se determina el color de la muestra de pergamino con ayuda de la escala de Pantone.



Ilustración 9 Se determina color del pergamino.

Fuente: Elaboración propia.

5. Se mortea el pergamino, para retirar la cascarilla y pasar a café verde.



Ilustración 10 Se pasa a la morteadora.

Fuente: Elaboración propia.

6. Se le quitan las impurezas, es decir, restos de cascarilla, piedras u otros elementos ajenos al café.



Ilustración 11 Se le quitan las impurezas.

Fuente: Elaboración propia.

7. Se pesa el café verde resultante y se registra, para poder determinar el rendimiento por quintal y porcentual, el cual nos ayudara para saber cuántos kilos en pergamino necesitamos para hacer 46 kilogramos en café oro.

8. Se le hace prueba de humedad con ayuda del Higrómetro.



Ilustración 12 Se determina humedad.

Fuente: Elaboración propia.

9. Mediante el olfato se determina el olor del café verde (pepino, pulpa, tamarindo, arándanos, pasas, pasto, pasto recién cortado).



Ilustración 13 Se le determina olor a café verde.

Fuente: Elaboración propia.

10. Se determina color en café verde de acuerdo a la escala de Pantone.

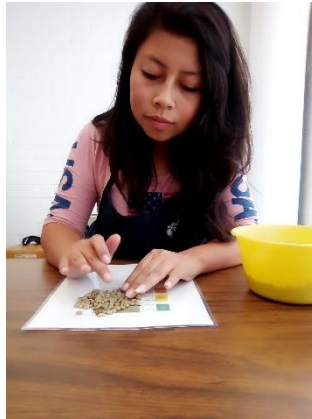


Ilustración 14 Se determina color a café verde.

Fuente: Elaboración propia.

11. Se pesan 350 gramos de café verde y se pasan por las zarandas con escalas (19, 18, 17, 16, 15, 0), donde la zaranda 19 es la cual tendrá los granos más grandes e ira disminuyendo el tamaño del grano hasta llegar a la zaranda 0 la cual tendrá los granos más pequeños.



Ilustración 15 Se pesan 350 g.

Fuente: Elaboración propia.

12. Una vez realizado el proceso de zarandeo se pesa cada una de las zarandas y se registra en el formato, los pesos independientes de cada una deben sumar aproximadamente los 350 gramos pesados anteriormente.



Ilustración 16 Se pasan por las zarandas y se pesan cada una.

Fuente: Elaboración propia.

13. Una vez separada y pesada la muestra por zaranda, se buscan defectos totales: grano negro, agrio, cereza seca, daño por hongos, materia extraña, grano brocado severo, así como defectos parciales: negro o agrio parcial, flotador, inmaduro, averanado, conchas, partidos por despulpadora, quebrados por morteadora y grano brocado leve.



Ilustración 17 Defectos totales y parciales.

Fuente: Elaboración propia.

14. Defectos categoría 1. Se pesan los granos de defectos totales, primero por separado y después todos juntos, para tener conteo uno por uno, peso individual y peso total.
15. Defectos categoría 2. Se cuentan cuantos granos con defectos parciales se tienen y se pesan conchas y quebrados, posteriormente se pesan todos juntos.
16. Se pesa el café sano y se registra. La suma del café sano con el peso de los defectos de categoría 1 y categoría 2, debe cuadrar con el peso de la zaranda.

**Café sano + Defectos categoría 1 + Defectos categoría 2 = Peso de zaranda**

17. Se buscarán las diferentes formas: triángulos, caracoles y elefantes, se pesan y se registran en el formato.



Ilustración 18 Formas: triángulos, caracoles y elefantes.

Fuente: Elaboración propia.

18. Se pesan de nuevo los defectos sin las conchas y sin las formas en caso de que se hayan encontrado, el resultado de esto es nuestra planchuela con defecto.
19. Se pesa la planchuela sana y se le suma planchuela con defectos, este resultado es la planchuela.

20. Se suman planchuela, triángulos, elefantes, conchas y caracoles, esto debe de cuadrar con el peso de la zaranda.
21. Esto se hará con cada una de las zarandas (0, 15, 16, 17, 18, 19).
22. Al final se suma en horizontal todo para sacar los totales.
23. Los totales de café sano, peso de defectos totales y parciales deben sumar los 350 gramos o aproximadamente de preferencia 4 o 2 décimas arriba. Así como también los totales de planchuela, triángulos, elefantes, conchas y caracoles deben sumar los 350 gramos aproximadamente para que cuadre con la suma anterior.
24. Posteriormente se sacan las equivalencias de los defectos con ayuda del cuadro de la SCAA, estos se registran en: total de defectos primarios, total de defectos secundarios y total de defectos.
25. Se determina forma de planchuela, planchuela sana, café sano que es el peso color uniforme y la uniformidad de color.



Ilustración 19 Se determinan planchuelas y totales.

Fuente: Elaboración propia.

26. Posteriormente se capturaron todos los datos obtenidos en Excel.

27. Los datos obtenidos fueron sometidos a pruebas de normalidad, análisis de varianza de un solo factor y prueba de comparación de medias de Tukey con un nivel de significancia ( $P \leq 0.05$ ). Todo esto con ayuda del programa estadístico de computo Minitab® 16 (Statiscal Software).

## **VII. RESULTADOS**

### **8.1. EVALUACIÓN FÍSICA.**

A continuación, se muestran los resultados obtenidos durante la evaluación física de las variedades de café:

- a) Pluma Hidalgo
- b) Caturra–Bourbon–Typica
- c) Caturra Roja
- d) Catimor
- e) Bourbon-Arabe

Las variables medidas fueron: rendimiento por quintal K/Q, promedio en zaranda 19,18, 17, 16, 15 y 0, promedio en defectos primarios, promedio en defectos secundarios, promedio de planchuela y promedio de planchuela sana. Todos los promedios fueron obtenidos de muestreos con tres repeticiones. Evaluando de esta forma: calidad por tamaño, calidad por contenido de humedad, calidad por color de café verde o café oro y calidad por planchuela sana.

Los datos obtenidos fueron sometidos a pruebas de normalidad, análisis de varianza de un solo factor con prueba de comparación de medias de Tukey con un nivel de significancia  $P \leq 0.05$ . Todo esto con ayuda del programa estadístico de computo Minitab versión 16.

### 8.1.1. RENDIMIENTO POR QUINTAL DE CAFÉ ORO

Conforme a la prueba de normalidad aplicada a rendimiento por quintal (ver Anexo A1) se encontró que los datos se ajustan a una distribución normal, donde el rendimiento promedio por quintal de las cinco variedades y/o mezclas examinadas fue de 57.62 kg. Este resultado es congruente con lo reportado por Diaz-Cardenas (2016) quien especifica que un beneficiado de calidad mantiene rendimientos alrededor de 57.5 kg por quintal de café pergamino.

Los resultados del análisis varianza arrojaron diferencias estadísticas significativas ( $P \leq 0.05$ ) obteniendo el mejor rendimiento la variedad Pluma Hidalgo con un porcentaje promedio alrededor del 54% lo que significa que: se necesitan 54.72 kilogramos de café pergamino para hacer 46 kilogramos de café oro. mientras que la mezcla Bourbon-Arabe tuvo el rendimiento más deficiente con un porcentaje del 65% por lo cual: se necesitan 65.26 kilogramos de café pergamino para hacer 46 kilogramos de café oro. Con respecto a las variedades Catimor, Caturra roja y la mezcla Caturra-Burbon-Typica se registraron valores estadísticamente iguales. (Tabla 11).

**Tabla 11. Comparación de media de rendimiento por quintal entre variedades.**

| Variedad               | Media (%)           |
|------------------------|---------------------|
| Bourbon–Arabe          | 65.267 <sup>a</sup> |
| Catimor                | 56.267 <sup>b</sup> |
| Caturra–Bourbon–Typica | 56.000 <sup>b</sup> |
| Caturra Roja           | 55.833 <sup>b</sup> |
| Pluma Hidalgo          | 54.727 <sup>c</sup> |

\* Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Es interesante resaltar que el valor más alto no se relaciona con el mejor porcentaje, la manera de interpretarlo es la siguiente: mientras menor sea el porcentaje en

kilogramos de café pergamino el rendimiento es mejor, pues se usara menos café en pergamino para hacer un quintal de café oro (46 kg).

De acuerdo a lo reportado por Escamilla P (2007), variedad Pluma Hidalgo es una variedad que ha sido reportada con un alto índice de rendimiento en café pergamino a oro (ver Tabla 11).

### 8.1.2. DEFECTOS PRIMARIOS

De acuerdo a la prueba de normalidad realizada (ver Anexo A2), se encontró que los datos se ajustan a una distribución normal, donde la media en defectos primarios de las cinco variedades evaluadas es de 0.3539 %.

En base a los resultados obtenidos en el análisis de varianza, se obtuvo que si existen diferencias estadísticamente significativas ( $P \leq 0.05$ ) entre las variedades evaluadas. Los resultados del análisis muestran que la variedad Pluma Hidalgo obtuvo el mayor porcentaje en defectos primarios con un promedio de alrededor de 1.5% como se muestra en (Tabla 12). Con respecto a las variedades Catimor, Caturra Roja, así como también las mezclas Caturra-Bourbon-Typica y Bourbon-Arabe registraron valores estadísticamente iguales.

**Tabla 12. Comparación de media en defectos primarios entre variedades.**

| <b>Variedad</b>        | <b>Media (%)</b>    |
|------------------------|---------------------|
| Pluma Hidalgo          | 1.6698 <sup>a</sup> |
| Catimor                | 0.0995 <sup>b</sup> |
| Caturra Roja           | 0.0000 <sup>b</sup> |
| Caturra-Bourbon-Typica | 0.0000 <sup>b</sup> |
| Bourbon-Arabe          | 0.0000 <sup>b</sup> |

\* Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

### 8.1.3. DEFECTOS SECUNDARIOS

De acuerdo con la prueba de normalidad realizada (ver Anexo A3) se encontró que los datos se ajustan a una distribución normal, donde la media de defectos secundarios de 5 variedades evaluadas es de 5.821 %.

Después de la prueba de normalidad se realizó un análisis de varianza los resultados arrojaron diferencias estadísticamente significativas ( $P \leq 0.05$ ) entre las variedades evaluadas. Los resultados muestran un alto porcentaje en defectos secundarios en la variedad Pluma Hidalgo puesto que obtuvo un porcentaje del 17% aproximadamente, seguida de Catimor con un 5%, esto significa que son las dos variedades más sucias. Con respecto a las mezclas Bourbon-Arabe, Caturra-Bourbon-Typica y la variedad Caturra Roja muestran valores estadísticamente iguales (Tabla 13).

**Tabla 13. Comparación de media de defectos secundarios entre variedades.**

| Variedad               | Media (%)           |
|------------------------|---------------------|
| Pluma Hidalgo          | 17.394 <sup>a</sup> |
| Catimor                | 5.143 <sup>b</sup>  |
| Bourbon-Arabe          | 2.687 <sup>c</sup>  |
| Caturra Roja           | 2.156 <sup>c</sup>  |
| Caturra-Bourbon-Typica | 1.725 <sup>c</sup>  |

\* Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Es interesante resaltar que de las cinco variedades evaluadas la variedad Pluma Hidalgo presento el más alto porcentaje en defectos secundarios y primarios

#### 8.1.4. PLANCHUELA

En base a la prueba de normalidad realizada (ver Anexo A4) se encontró que los datos no se ajustan a una distribución normal (valor  $P = 0.461$ ), esto se puede atribuirse a que el criterio planchuela varía de acuerdo al contenido de defectos primarios y secundarios. En la prueba de normalidad la media de la planchuela de cinco variedades evaluadas es de 91.94 %.

Posterior a la prueba de normalidad se realizó un análisis de varianza de un solo factor para determinar si existían diferencias estadísticas significativas entre las variedades evaluadas. Los resultados del análisis se muestran en la Tabla 14. De acuerdo a los resultados obtenidos se muestra que la variedad Pluma Hidalgo y la mezcla Caturra-Bourbon-Typica son estadísticamente iguales con un porcentaje aproximado del 94%, siendo este el porcentaje de planchuela más alto. Pero también se encontraron diferencias estadísticamente significativas ( $P \leq 0.05$ ) en la variedad Caturra Roja, seguida de Catimor y la mezcla Bourbon-Arabe, el porcentaje de planchuela oscila entre el 88% y el 92%, este se refiere al porcentaje de café sin formas (triángulos, elefantes y caracoles) pero que aún tiene el porcentaje de planchuela con defecto.

**Tabla 14. Comparación de media de planchuela entre variedades.**

| Variedad               | Media (%)            |
|------------------------|----------------------|
| Pluma Hidalgo          | 94.726 <sup>a</sup>  |
| Caturra-Bourbon-Typica | 94.161 <sup>a</sup>  |
| Caturra Roja           | 91.912 <sup>ab</sup> |
| Catimor                | 90.444 <sup>bc</sup> |
| Bourbon-Arabe          | 88.454 <sup>c</sup>  |

\* Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

### 8.1.5. PLANCHUELA SANA

En base a la prueba de normalidad (ver Anexo A5) se encontró que los datos se ajustan a una distribución normal, donde la media de la planchuela sana de las cinco variedades evaluadas es de 86.33 %.

Posteriormente se realizó un análisis de varianza de un solo factor para determinar si existían diferencias estadísticas significativas entre las variedades evaluadas. Los resultados obtenidos del análisis se muestran en la Tabla 15 y nos dice que si existen diferencias estadísticamente significativas ( $P \leq 0.05$ ), que la variedad Pluma Hidalgo tiene un 74% aproximadamente de planchuela sana por lo cual es la variedad con el porcentaje más bajo, es por esto que es congruente con los resultados obtenidos anteriormente en defectos parciales y totales donde Pluma Hidalgo tenía los porcentajes más altos.

También se muestra que la variedad Catimor y la mezcla Bourbon-Arabe son estadísticamente iguales, pero no lo suficientemente limpias.

En cuanto a la variedad Caturra Roja y la mezcla Caturra-Bourbon-Typica son estadísticamente iguales, pero estas son las más limpias al obtener un porcentaje del 92% - 93% siendo estas las más altas en planchuela sana.

**Tabla 15. Comparación de medias de planchuela sana entre variedades.**

| <b>Variedad</b>        | <b>Media (%)</b>    |
|------------------------|---------------------|
| Caturra-Bourbon-Typica | 93.300 <sup>a</sup> |
| Caturra Roja           | 92.203 <sup>a</sup> |
| Bourbon-Arabe          | 86.164 <sup>b</sup> |
| Catimor                | 85.600 <sup>b</sup> |
| Pluma Hidalgo          | 74.385 <sup>c</sup> |

\* Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

### 8.1.6. HUMEDAD

En base a una prueba de normalidad (ver Anexo A6), se encontró que los datos no se ajustan a una distribución normal (valor  $P = 0.390$ ), esto puede atribuirse a que la humedad del café varía puesto que es un aspecto propio del café. En esta prueba de normalidad la media de la humedad de cinco variedades evaluadas es de 11.38%.

Después de la prueba de normalidad se realizó un análisis de varianza el cual nos arrojó, que no existen diferencias estadísticas significativas entre las variedades evaluadas. Los resultados del análisis se muestran en (Tabla 16).

**Tabla 16. Comparación de media de humedad entre variedades.**

| Variedad               | Media (%)            |
|------------------------|----------------------|
| Caturra Roja           | 12.4000 <sup>a</sup> |
| Catimor                | 11.3333 <sup>a</sup> |
| Bourbon-Arabe          | 11.1667 <sup>a</sup> |
| Pluma Hidalgo          | 11.1333 <sup>a</sup> |
| Caturra-Bourbon-Typica | 10.8667 <sup>a</sup> |

\* Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

En cuanto a humedad las 5 variedades evaluadas comparten la misma letra pero de acuerdo a (SCAA, 2013) la variedad Caturra Roja no entra dentro del intervalo de Humedad ya que en esta se establece que la humedad debe de ser en un intervalo que va del 10% al 12% para cafés lavados y del 10% al 13% en cafés naturales.

De acuerdo a lo mencionado anteriormente si la variedad Caturra Roja fuera un café natural entraría dentro del intervalo marcado, sin embargo, es un lavado.

### **8.1.7. Zarandas**

La zaranda clasifica el café en categorías de acuerdo al tamaño (19, 18, 17, 16, 15, y 0), siendo la zaranda 19 la que retiene el café de mayor tamaño hasta la zaranda 0 donde se retiene el grano de café más pequeño.

La clasificación tomada para el café de primera, es el retenido en la criba 18 y que equivale a la preparación europea tradicional. El café de grano mediano, se retiene en la criba 15 y se aproxima a la preparación americana convencional y; grano pequeño planchuela o caracol, además de granos quebrados y pedazos de grano o granza (Diaz Cardenas, 2016).

Lo anterior resume que la zaranda 19 y 18 equivale al café de primera, el café de grano mediano corresponde al retenido en la zaranda 17, 16 y 15, por último, el grano más pequeño que incluye quebrados y granza son los de la zaranda 0.

Se realizó una prueba de normalidad (ver Anexo A7, A8, A9, A10, A11 y A12), de acuerdo con los datos arrojados la media de cinco variedades evaluadas en base al tamaño por zaranda se muestra en (Tabla 17).

Así como también, en base a los resultados de la prueba de normalidad aplicada a los 6 tamaños de zaranda se encontró que la mayoría de los datos no se ajustan a una distribución normal, esto puede atribuirse a que el tamaño del grano por zaranda varía de acuerdo a la variedad del café.

En base a los resultados obtenidos de las cinco variedades evaluadas el orden de acuerdo al porcentaje de café retenido sería de la siguiente forma: zaranda 17, zaranda 16, zaranda 18, zaranda 15, zaranda 0 y zaranda 19. Los datos arrojaron que la zaranda donde se encuentra retenido el mayor porcentaje de café es la 17 con un 34% aproximadamente de un 100%, mientras que el menor porcentaje se encuentra en la zaranda 19 con un 3% aproximadamente.

**Tabla 17. Prueba de normalidad de zarandas y clasificación de calidad por tamaño.**

| Zaranda    | Media (%) | Café de primera | Café de grano mediano | Café de grano pequeño |
|------------|-----------|-----------------|-----------------------|-----------------------|
| Zaranda 19 | 2.839     | 18.269          |                       |                       |
| Zaranda 18 | 15.43     |                 |                       |                       |
| Zaranda 17 | 33.94     |                 | 76.17                 |                       |
| Zaranda 16 | 31.57     |                 |                       |                       |
| Zaranda 15 | 10.66     |                 |                       |                       |
| Zaranda 0  | 5.559     |                 |                       | 5.559                 |

De acuerdo a lo reportado por Díaz (2016) y a los resultados arrojados en las pruebas de normalidad, el porcentaje del café de primera (ca. 18%) de un total del 100% de café, el grano mediano (ca. 76%) y el café de grano pequeño (ca. 6%).

El porcentaje más alto de las cinco variedades evaluadas es el retenido en las zarandas 17, 16 y 15 por lo cual en la clasificación de calidad por tamaño seria de grano medio que equivale a la preparación americana convencional.

### **Zaranda 19**

Después de la prueba de normalidad se realizó un análisis de varianza de un solo factor para determinar si existían diferencias estadísticas significativas entre las variedades evaluadas. Los resultados del análisis se muestran en la Tabla 18.

Se muestra que en la zaranda 19 no hubo diferencias estadísticamente significativas ( $P \leq 0.05$ ), en esta zaranda Pluma Hidalgo mostro el porcentaje más alto (ca. 4%), mientras que Catimor obtuvo el porcentaje más bajo (ca. 2%).

**Tabla 18. Comparación de media de zaranda 19 entre variedades.**

| <b>Variedad</b>        | <b>Media (%)</b>    |
|------------------------|---------------------|
| Pluma Hidalgo          | 4.0422 <sup>a</sup> |
| Caturra-Bourbon-Typica | 3.8143 <sup>a</sup> |
| Caturra Roja           | 2.9197 <sup>a</sup> |
| Bourbon-Arabe          | 1.7585 <sup>a</sup> |
| Catimor                | 1.6589 <sup>a</sup> |

\* Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

### **Zaranda 18**

En base a los resultados obtenidos en el análisis de varianza se determinó que si existen diferencias estadísticamente significativas ( $P \leq 0.05$ ) entre las variedades evaluadas. Los resultados del análisis se muestran en la (Tabla 19).

De acuerdo con lo arrojado en el análisis de varianza la variedad Pluma Hidalgo, Caturra Roja y la mezcla Caturra-Bourbon-Typica son estadísticamente iguales mientras que la variedad Catimor y la mezcla Bourbon-Arabe muestran diferencias estadísticamente significativas que oscilan en un rango del 6% al 12%.

En donde Pluma Hidalgo tiene el porcentaje más alto (ca. 21%), mientras que Bourbon-Arabe tiene el porcentaje más bajo (ca. 6%).

**Tabla 19. Comparación de media de zaranda 18 entre variedades.**

| <b>Variedad</b>        | <b>Media (%)</b>    |
|------------------------|---------------------|
| Pluma Hidalgo          | 21.018 <sup>a</sup> |
| Caturra-Bourbon-Typica | 19.834 <sup>a</sup> |
| Caturra Roja           | 17.518 <sup>a</sup> |
| Catimor                | 12.409 <sup>b</sup> |
| Bourbon-Arabe          | 6.370 <sup>c</sup>  |

\* Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

### **Zaranda 17**

Por medio del análisis de varianza se determinó que si existen diferencias estadísticamente significativas ( $P \leq 0.05$ ) entre las variedades evaluadas, los resultados del análisis se muestran en la Tabla 20.

En base a los resultados se obtuvo que la mezcla Caturra-Bourbon-Typica y la variedad Caturra Roja son estadísticamente iguales, siendo en un rango del 37% al 39% los porcentajes más altos en la zaranda 17. Mientras que la variedad Pluma Hidalgo seguido de Catimor y la mezcla Bourbon-Arabe muestran diferencias estadísticamente significativas (ca. 24% - 36%), siendo la mezcla Bourbon-Arabe el porcentaje más bajo (ca. 24%).

**Tabla 20. Comparación de media de zaranda 17 entre variedades.**

| <b>Variedad</b>        | <b>Media (%)</b>     |
|------------------------|----------------------|
| Caturra-Bourbon-Typica | 38.474 <sup>a</sup>  |
| Caturra Roja           | 37.757 <sup>a</sup>  |
| Pluma Hidalgo          | 35.988 <sup>ab</sup> |
| Catimor                | 32.647 <sup>b</sup>  |
| Bourbon-Arabe          | 24.817 <sup>c</sup>  |

\* Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

### **Zaranda 16**

De acuerdo a lo obtenido en el análisis de varianza se determinó que si existen diferencias estadísticas significativas entre las variedades evaluadas. Los resultados del análisis se muestran en la Tabla 21.

Se observa que la mezcla Bourbon-Arabe con el porcentaje más alto (ca. 38%), seguido en orden descendente por la variedad Catimor, la mezcla Caturra-Bourbon-Typica, la variedad Caturra Roja en un rango (ca. 19% al 35%), por último, la variedad Pluma Hidalgo con el porcentaje más bajo (ca. 25%).

**Tabla 21. Comparación de media de zaranda 16 entre variedades.**

| <b>Variedad</b>        | <b>Media (%)</b>     |
|------------------------|----------------------|
| Bourbon-Arabe          | 37.790 <sup>a</sup>  |
| Catimor                | 35.303 <sup>ab</sup> |
| Caturra-Bourbon-Typica | 30.381 <sup>bc</sup> |
| Caturra Roja           | 29.231 <sup>cd</sup> |
| Pluma Hidalgo          | 25.149 <sup>d</sup>  |

\* Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

### Zaranda 15

De acuerdo a los resultados arrojados en el análisis de varianza se determinó que si existen diferencias estadísticas significativas ( $P \leq 0.05$ ) entre las variedades evaluadas los resultados del análisis se muestran en la tabla 22.

A continuación, se observan en orden descendente la mezcla Bourbon-Arabe con el porcentaje más alto (ca. 18%) seguido de la variedad Catimor, Caturra Roja, Pluma Hidalgo en un rango (ca. 8% al 11%), por último, se encuentra la mezcla Caturra-Bourbon-Typica con el porcentaje más bajo (ca. 6%).

**Tabla 22. Comparación de media de zaranda 15 entre variedades.**

| Variedad               | Media (%)           |
|------------------------|---------------------|
| Bourbon-Arabe          | 18.614 <sup>a</sup> |
| Catimor                | 11.347 <sup>b</sup> |
| Caturra Roja           | 8.859 <sup>bc</sup> |
| Pluma Hidalgo          | 8.631 <sup>c</sup>  |
| Caturra-Bourbon-Typica | 5.837 <sup>d</sup>  |

\* Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

### Zaranda 0

De acuerdo al análisis de varianza se determinó que si existen diferencias estadísticamente significativas ( $P \leq 0.05$ ), entre las variedades evaluadas. Los resultados del análisis se muestran en la tabla 23.

Se observa que la mezcla Bourbon-Arabe arrojó el porcentaje más alto (ca. 11%), seguido en orden descendente por las variedades Catimor, Pluma Hidalgo, Caturra

Roja en un rango (ca. 3% al 7%), por último, la mezcla Caturra-Bourbon-Typica siendo el porcentaje más bajo (ca. 2%).

**Tabla 23. Comparación de media de zaranda 0 entre variedades.**

| <b>Variedad</b>        | <b>Media (%)</b>    |
|------------------------|---------------------|
| Bourbon-Arabe          | 10.650 <sup>a</sup> |
| Catimor                | 6.636 <sup>b</sup>  |
| Pluma Hidalgo          | 5.133 <sup>bc</sup> |
| Caturra Roja           | 3.716 <sup>c</sup>  |
| Caturra-Bourbon-Typica | 1.658 <sup>d</sup>  |

\* Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

De acuerdo a lo citado por Díaz (2016) esta es la zaranda donde se retiene el grano de menor tamaño incluyendo granos quebrados por morteadora o partidos por despulpadora, donde la mezcla (Bourbon-Arabe) tiene el porcentaje más alto (ca. 11%).

### **Color por variedad**

En base a los colores de la escala de Pantone® de acuerdo a lo especificado en SCFI. (2001) el color de café verde se clasifica en:

- Color muy fino
- Color fino
- Color claro

Es por esto que de acuerdo a lo anteriormente especificado y siguiendo el procedimiento de la evaluación física se obtuvieron los siguientes colores (ver Tabla 25).

**Tabla 24. Color por variedad con uso de la escala de Pantone®.**

| Variedad               | Color de café verde | Color           |
|------------------------|---------------------|-----------------|
| Pluma Hidalgo          | 5763-C              | Color muy fino. |
| Caturra-Bourbon-Typica | 5763-C              | Color muy fino. |
| Caturra Roja           | 5763-C              | Color muy fino. |
| Catimor                | 5753-C              | Color muy fino. |
| Bourbon-Arabe          | 5763-C              | Color muy fino. |

Fuente: (SCFI., 2001)

## VIII. CONCLUSIONES

En base a los resultados de la evaluación física realizada a cada una de las cinco variedades de café y de acuerdo a lo arrojado en el análisis estadístico se puede concluir lo siguiente.

### ➤ Pluma Hidalgo

En cuanto al grano de esta variedad es de grano mediano retenido su mayor porcentaje en las zarandas 17, 16 y 15, esta variedad es la de mejor rendimiento por quintal. De acuerdo con la cantidad de defectos encontrados mediante la evaluación física Pluma Hidalgo es por decirlo así la variedad más sucia por el contenido en defectos primarios y secundarios.

### ➤ Bourbon-Arabe

Esta variedad es la de menor rendimiento por quintal y opuesto a los datos de Pluma Hidalgo en cuanto a defectos y planchuela sana es de una limpieza de grado media, pues no es de las variedades más limpias, pero tampoco de las más sucias. Esta variedad tiene grano de tamaño mediano retenido en las zarandas 17, 16 y 15.

➤ Catimor

Es la segunda variedad más sucia al contener un alto número de defectos primarios y secundarios, así como también su tamaño es de grano mediano y es la segunda variedad con el menor rendimiento.

➤ Caturra-Bourbon-Typica

En cuanto a defectos su porcentaje es mínimo lo que la hace la variedad más limpia de las 5 variedades evaluadas. El tamaño del grano de café es mediano ya que se retiene en las zarandas 17,16 y 15. así como también tiene un rendimiento medio.

➤ Caturra Roja

Respecto a planchuela sana es la segunda variedad más limpia por su bajo contenido de defectos parciales como totales. En las evaluaciones físicas realizadas tiene un 12.40% de contenido de humedad lo cual la hace la variedad con el grano más húmedo y de acuerdo con lo especificado por la SCAA (2013), en cafés lavados el intervalo de humedad es de 10% al 12 %. Y en cuanto a rendimiento por quintal es la segunda variedad con mejor rendimiento.

➤ Calidad por tamaño

En base a los resultados que arrojaron los análisis de varianza en base a las cinco variedades evaluadas, en cuanto a calidad por tamaño todas las variedades serían de grano mediano, de acuerdo a esto la mezcla Bourbon-Arabe es la de mejor calidad en cuanto a tamaño seguida de la variedad Caturra Roja puesto que la mayor parte de café se retuvo en las zarandas 16 y 15.

➤ Calidad por contenido de humedad

En cuanto a la calidad por contenido de humedad de acuerdo a lo especificado en la SCAA (2013) y llevando a cabo el procedimiento de determinación de humedad durante la evaluación física por medio del Higrometro se concluye que: en general las variedades Catimor, Pluma Hidalgo así como también las mezclas Bourbon-Arabe, Caturra-Bourbon-Typica aplican de acuerdo al intervalo de humedad del 10% al 12%, pero la variedad Caturra Roja no entra en este intervalo, esto resume a que en cuanto a calidad por contenido de humedad esta última variedad no es aceptable.

➤ Calidad por color de café verde o café oro

De acuerdo a lo especificado por SCFI. (2001), llevando a cabo el proceso de evaluación física por medio de la escala de Pantone® con respecto a la calidad por color de café verde se concluye que en general las variedades y las mezclas contienen un café de “color muy fino”, por lo tanto, todas entran en el intervalo estándar de calidad por color.

➤ Calidad por planchuela sana

En base a los resultados obtenidos en el análisis de varianza de planchuela sana de las cinco variedades evaluadas, la mezcla Caturra-Bourbon-Typica y la variedad Caturra Roja son las variedades más limpias, esto se atribuye a que en la evaluación física no obtuvo defectos totales y que en cuanto a defectos parciales su porcentaje fue muy bajo, por lo tanto en calidad por planchuela sana estas son la mezcla y variedad que se recomiendan para tener una buena puntuación en taza.

## **IX. RECOMENDACIONES**

En base a las evaluaciones físicas realizadas, el análisis estadístico y lo aprendido en la literatura citada se podría decir que la causa de la mayoría de los defectos tanto primarios como secundarios que resultan en la evaluación física de café verde, son a razón de malas acciones que se hacen a lo largo del proceso de siembra, cosecha, beneficiado y almacenaje.

Para los cafeticultores y personas que lleven a cabo algún formato de evaluación física, se recomienda tomar lectura de datos lo más precisos posibles para que al final existan resultados congruentes y de esta manera tengan la certeza de que acciones se deben tomar en cuenta para disminuir este tipo de defectos en café verde.

El proceso de evaluación física del café verde debe de ser en un rango de tiempo determinado, sugiriendo (de 2-4 horas), ya que el café verde al perder la cascarilla que tenía cuando era pergamino tiende a absorber humedad con mayor facilidad junto a esto el café se blanquea, su dureza cambia y el número de defectos totales y parciales aumenta.

Así como también se recomienda tomar medidas preventivas y correctivas para la cosecha del café, el buen beneficiado, la remoción de mucilago y su almacenaje en pergamino ya que es durante este proceso en donde el café absorbe humedad o recibe un mal trillado, provocando la presencia de defectos primarios y secundarios que afectan su calidad física y por lo tanto en taza.

Cumplir con las normas de calidad de café, estandarizando el proceso para que existan mejores resultados en la catación en verde o evaluación física.

## X. FUENTES DE INFORMACIÓN

- Aguilar R., R. (1999). Tomando cafe. Manual del catador. Confederacion Mexicana de Productores de Cafe. Mexico. pp. 15-17.
- ANACAFE. (1998). Manual de caficultura. Asociacion Nacional del Café. Guatemala. pp 29-39.
- Arcilla, J. (2007). Sistemas de produccion de cafe en Colombia. Practicas de cultivo. Caficultura manejo de cafetales. CENICAFE. En F. F. Arcilla J..
- Carrion R., M. (2002). *Adaptacion de variedades de cafe (Coffea arabica L.) en Rancho Grande , Valle Nacional, Oaxaca*. Chapingo, Mexico.
- Diaz Cardenas, S. (2016). *Calidad en la cadena productiva del cafe en Mexico* (1ra ed.). Xalapa, Veracruz, Mexico: CODICE.
- Escamilla P., E. (2007). Influencia de los factores ambientales, geneticos, agronomicos y sociales en la calidad del cafe organico en Mexico. Tesis doctoral Agroecosistemas Tropicales. . Colegio de Postgraduados. Campus Veracruz. M. F. Altamirano, Veracruz, Mexico. 254 p.
- Escamilla Prado, E.; Barrera Neri, M. y. Cornejo Chavez C. (2016). *Variedades comerciales de cafe: una guia descriptiva*. Xalapa, Veracruz, Mexico: Centro Nacional de Investigacion, Innovacion y Desarrollo Tecnologico del Cafe: CODICE.

- Figuerola J., O. (2002). Evaluación de veinte variedades de café (*Coffea arabica* L.) en Maromilla y Colonia Manuel González Municipio de Zentla, Veracruz. Chapingo, Mexico. 110 p.
- Leon, J. (1962). Especies y cultivares (variedades) de café. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA. Centro Tropical de Investigación y Enseñanza para Graduados. Turrialba, Costa Rica. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA, Zona Andina, Lima, Perú. 69 p.
- Nolasco, M. (1985). Café y sociedad en México. Centro de Ecodesarrollo. México, D. F. pp.: 108-109, 148, 412-413.
- Puertas, G. (2008). Riesgos para la calidad y la inocuidad de café seco. CENICAFE. Avance Técnico 371. ISSN: 0120-0178.
- Salamanca R., C. A. (2015). Métodos estadísticos para evaluar la calidad del café. Obtenido de <http://hdl.handle.net/10803/327037>
- SCAA, 2. (2013). Protocols cupping specialty coffee. En SCAA, *Specialty Coffee Association of America* (pág. 8 ).
- SCFI. (2001). *Secretaría de comercio y fomento industrial. Norma Oficial Mexicana. NOM-149-2001. Café Veracruz, especificaciones y métodos de prueba*. D.F.
- Zamarripa, C. A.; Escamilla, P. E. (2002). Variedades de café en México. origen , características y perspectivas. Universidad Autónoma Chapingo. Centro Regional Universitario Oriente. Centro Nacional de Investigación para el Desarrollo de Regiones Cafetaleras. Huatusco, Veracruz, México. 39 p.

## GLOSARIO

**Café pergamino.** El café pergamino es el producto resultante del proceso de lavado en el beneficio del café

**Café verde o café oro.** El término café verde u oro es el nombre que recibe el grano de café posterior a que se le haya separado las distintas envolturas a través del proceso de descascarillado o morteadado.

**Color de café pergamino.** El color del café pergamino es un indicador de la homogeneidad de un lote de café, así como de la calidad del grano.

**Defectos.** Se consideran como defectos los granos que tienen alguna anomalía física o impurezas ajenas al producto como piedras y palos

**Defectos parciales o secundarios.** Los defectos parciales, como lo son los granos quebrados por morteadora o partidos por despulpadora, pueden tener un efecto en el aspecto físico.

**Defectos totales o primarios.** Los defectos graves, como son los granos completamente negros y agrios, pueden tener un efecto importante en la calidad sensorial de la bebida

**Evaluación física.** También llamada catación en verde, es utilizada para determinar la calidad de café verde.

**Forma de planchuela.** Se determina que porcentaje del café se encuentra sin formas, pero contando la planchuela con defecto.

**Formas.** La forma de los granos es un criterio que busca la uniformidad del lote y sea agradable a la vista del comprador; así como, para facilitar el tostado del grano de tal manera que la transferencia del calor en los tostadores sea eficiente y no queme o les falte tueste a los granos, existen formas como caracoles, elefantes y triángulos.

**Peso color uniforme.** El café sano total es igual al peso color uniforme, es decir es café sano sin defectos, pero aun con formas.

**Planchuela sana.** Se refiere al porcentaje del café que es planchuela sana, es decir sin formas y sin defectos totales y parciales.

**Rendimiento por quintal.** Se refiere a los kilogramos de café en pergamino que se necesitan para hacer 46 kilogramos en oro.

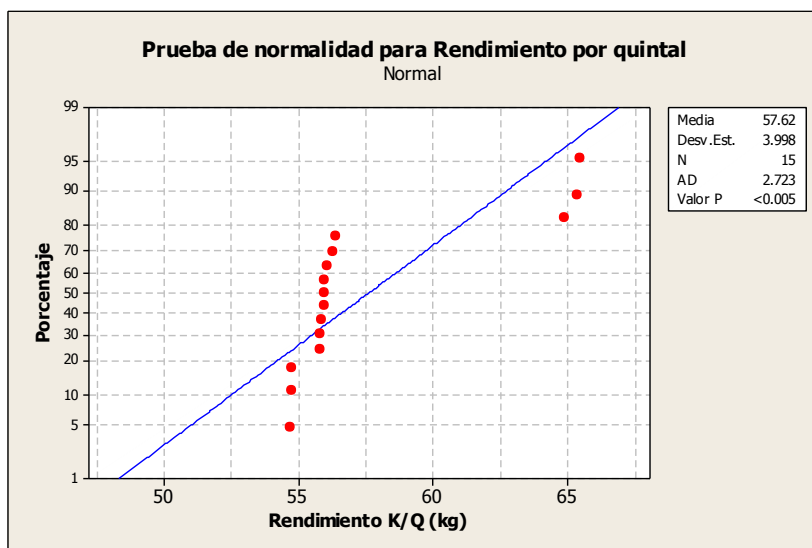
**Rendimiento porcentual.** Se mide en una escala del 1% al 100% y se refiere al peso de café verde o café oro entre el peso de café pergamino por 100.

**Uniformidad de color.** Este equivale a el porcentaje de café sano.

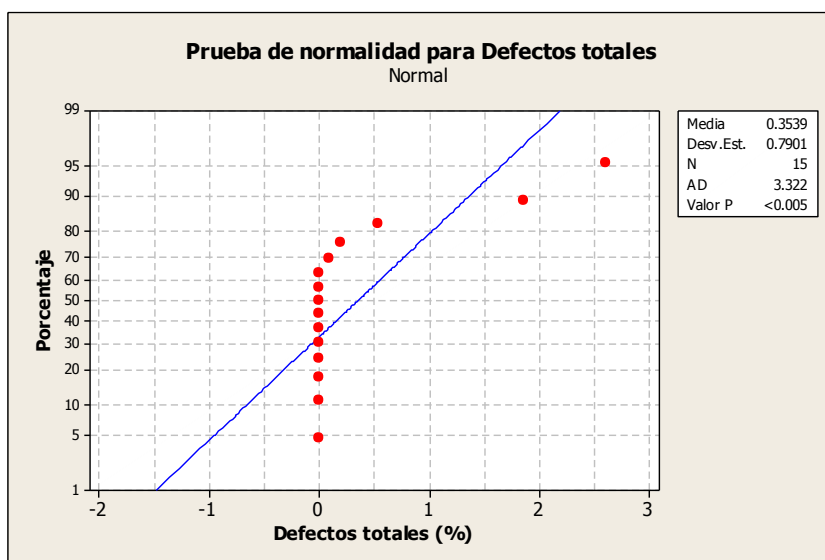
**Zarandas o cribas.** La criba sencilla, que también se denomina harnero, zaranda, cribo y juera, se compone de un aro ancho y delgado de madera y de un fondo diversamente agujereado y de diferentes materiales, según la operación y la especie de grano a que se destina.

# ANEXOS

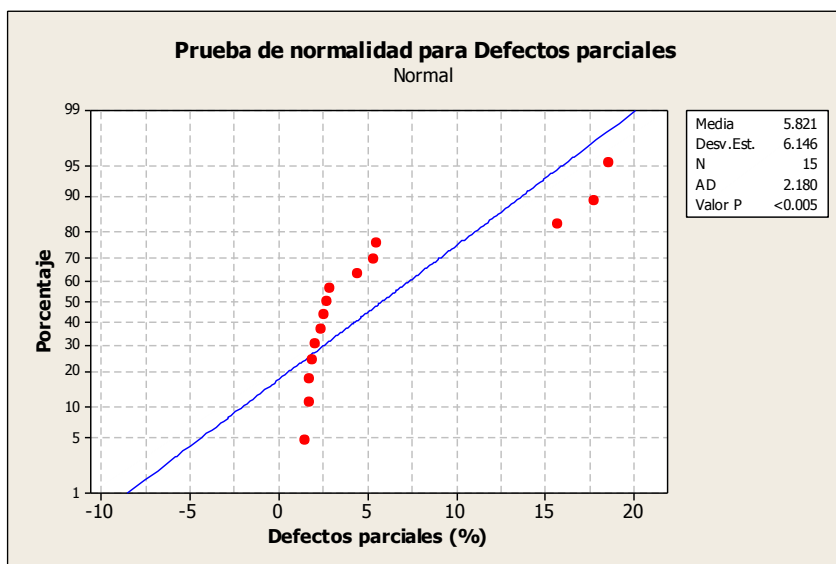
## ANEXO A1 Prueba de normalidad para rendimiento por quintal



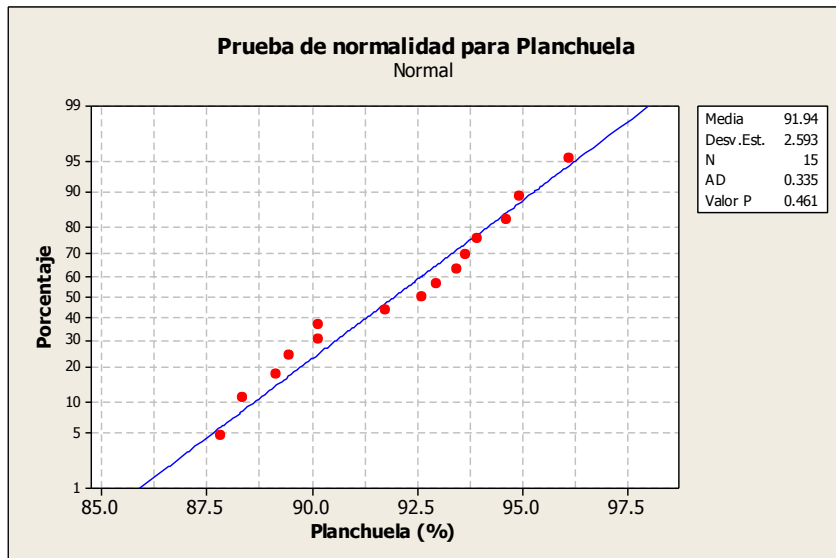
## ANEXO A2 Prueba de normalidad para defectos primarios



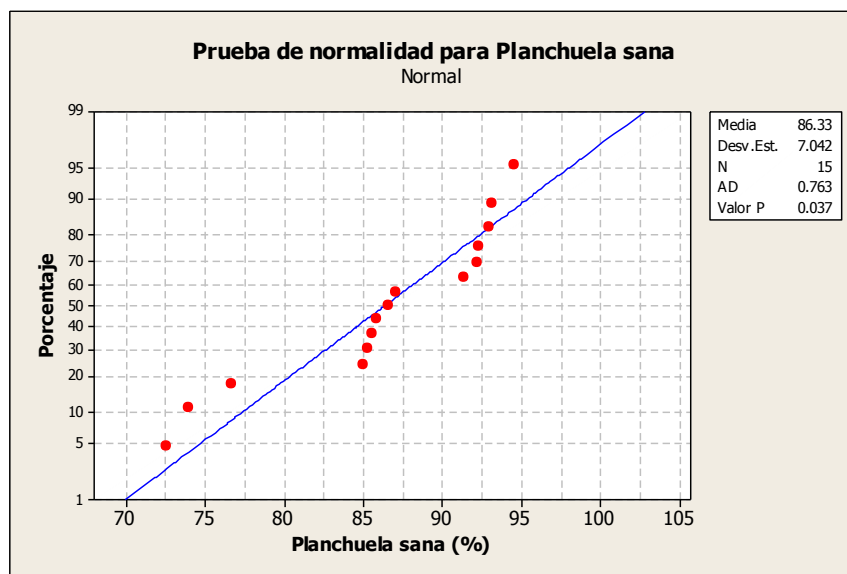
### ANEXO A3 Prueba de normalidad para defectos parciales



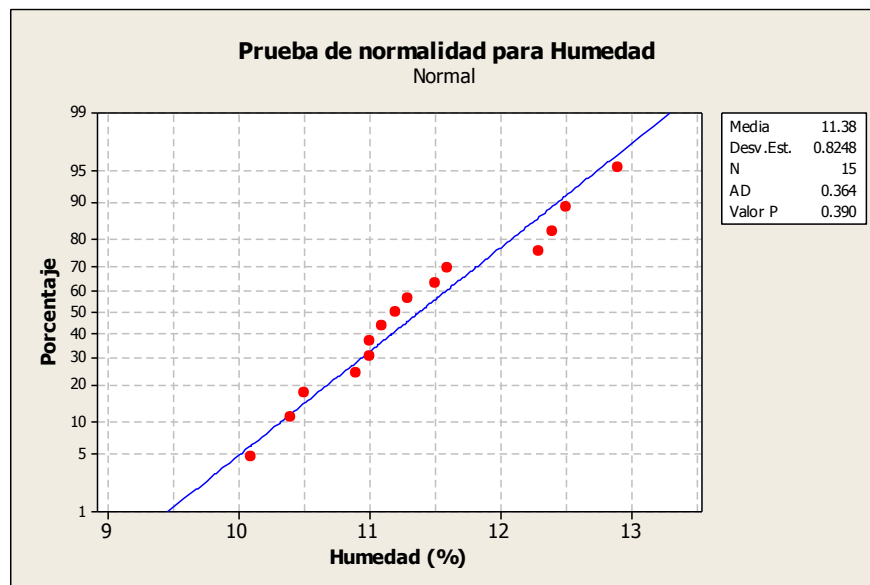
### ANEXO A4 Prueba de normalidad para planchuela



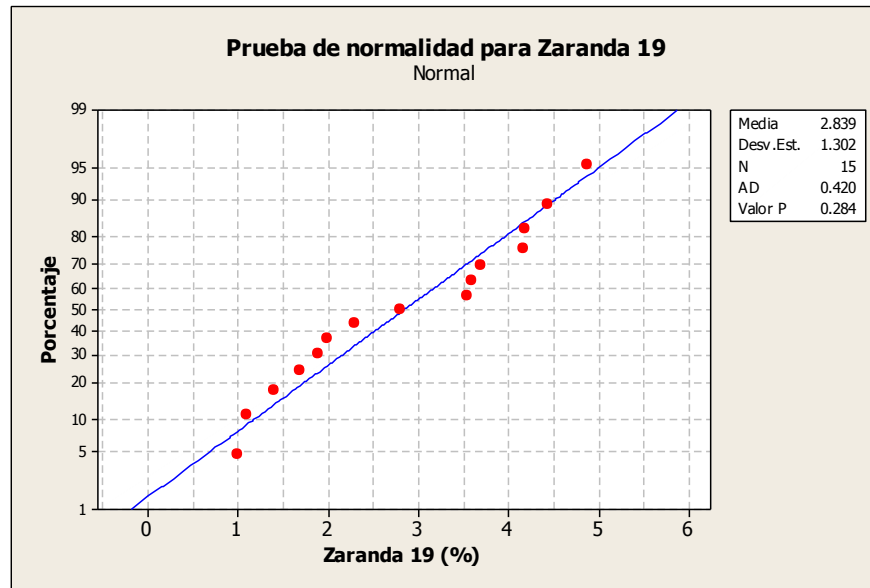
## ANEXO A5 Prueba de normalidad para planchuela sana



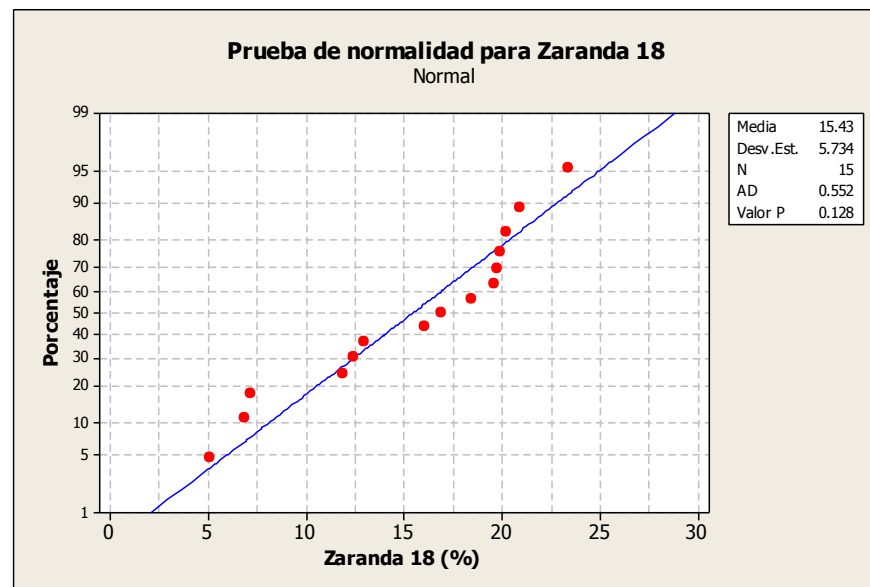
## ANEXO A6 Prueba de normalidad para humedad



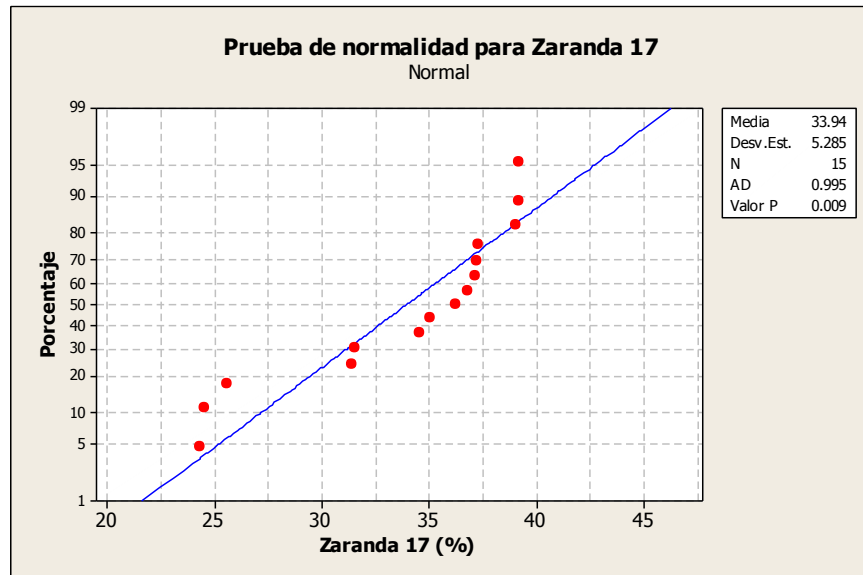
## ANEXO A7 Prueba de normalidad para zaranda 19



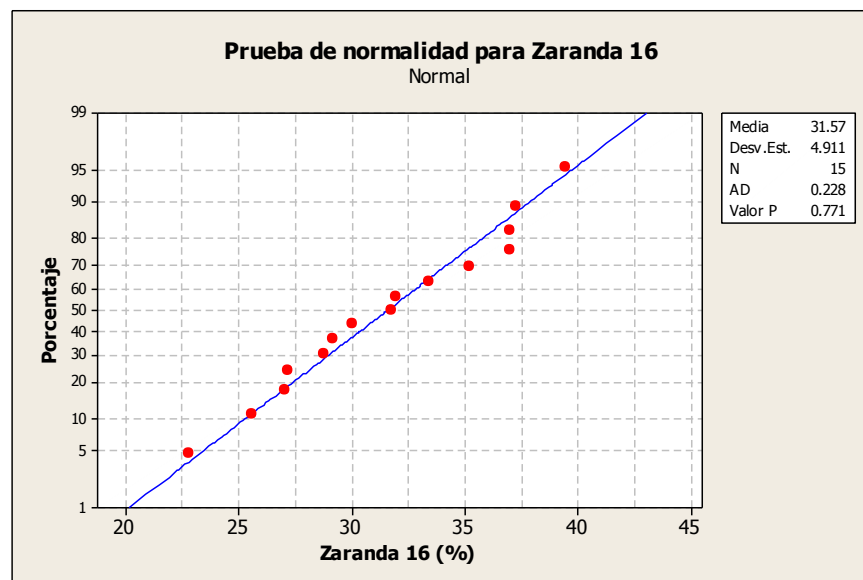
## ANEXO A8 Prueba de normalidad para zaranda 18



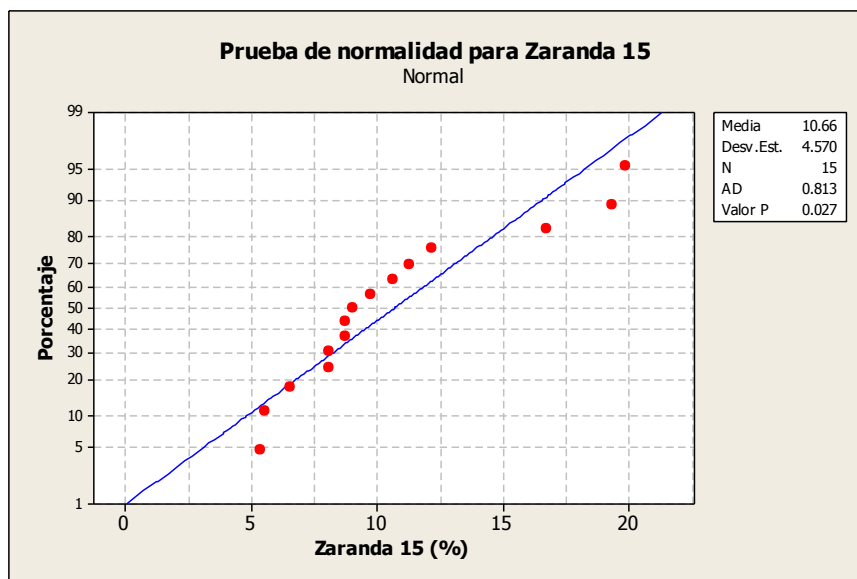
## ANEXO A9 Prueba de normalidad para zaranda 17



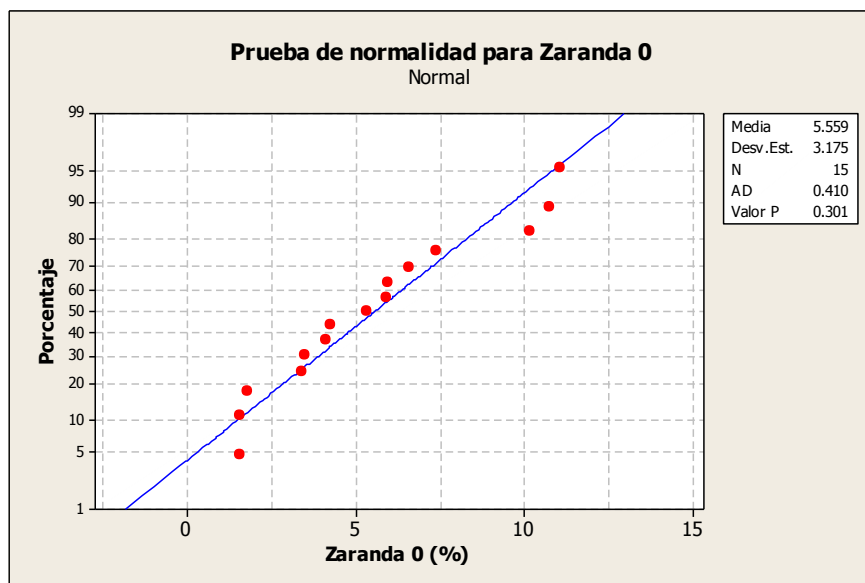
## ANEXO A10 Prueba de normalidad para zaranda 16



## ANEXO A11 Prueba de normalidad para zaranda 15



## ANEXO A12 Prueba de normalidad para zaranda 0



## **ANEXO B. NORMA MEXICANA: NMX-F-177-SCFI-2009.**

### **OBJETIVO**

Esta norma mexicana establece la definición y la clasificación que se utiliza para el café verde de especialidad, así como su método de evaluación.

### **CAMPO DE APLICACION**

Esta norma mexicana es aplicable al café verde destinado a los mercados de especialidad, independientemente del método de producción y beneficiado por el cual fue obtenido, y sin perjuicio de que pueda aplicarse al café de alta calidad vendido en otros mercados, cuando exista acuerdo entre el vendedor y el comprador.

Grano de café verde destinado a cafés de especialidad:

Grano obtenido del fruto de los árboles de la especie *Coffea Arábica*, descascarado, no descafeinado y listo para el tostado. Se denomina también café crudo o café oro.

### **CLASIFICACIÓN**

El producto objeto de esta norma se clasifica en los siguientes grados:

- ✓ Grado Especialidad
- ✓ Grado Premium

Y puede provenir de:

- ✓ Cafés lavados, cuando el mucílago ha sido retirado completamente antes del secado del café pergamino.
- ✓ Cafés no lavados, cuando el mucílago no ha sido retirado por completo antes del secado, sino sólo de manera parcial (cafés semi-lavados) o no se ha retirado en absoluto (cafés naturales o despulpados naturales).

Por definición los cafés especiales deben reunir un conjunto de requisitos que preserven sus atributos diferenciados. En primer lugar, deben ser cafés de un solo origen, no mezclas. En segundo lugar, se deben conocer la variedad y las características de proceso, así como la identidad del productor de primera instancia. Estas características de trazabilidad no son objeto de la presente norma.

#### ESPECIFICACIONES DE CALIDAD

El café verde de especialidad objeto de la presente norma debe cumplir con las especificaciones indicadas.

## ANEXO C. Formato de evaluación física de la SCAA

(Con modificaciones para mejorar la caracterización).

| FORMATO DE EVALUACION FISICA                                                      |                            |      |                           |      |      |      |     |       |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|------|---------------------------|------|------|------|-----|-------|
| Fecha:                                                                            | Hora:                      |      | Repetición:               |      |      |      |     |       |
| Muestra:                                                                          | Peso de muestra (g):       |      | Olor de café verde:       |      |      |      |     |       |
| Analista:                                                                         | Olor del pergamino:        |      | Rendimiento CP/CV:        |      |      |      |     |       |
| Color del pergamino:                                                              | Café verde resultante:     |      |                           |      |      |      |     |       |
| Submuestra del pergamino (g):                                                     | Variedad:                  |      |                           |      |      |      |     |       |
| Resumen de la evaluación de la submuestra del grano verde                         |                            |      |                           |      |      |      |     |       |
| Humedad (%):                                                                      | Forma de planchuela (%):   |      | Tamaño ≥ Z 18:            |      |      |      |     |       |
| Tamaño ≥ Z 17:                                                                    | Tamaño ≥ Z 18:             |      | Tamaño ≥ Z 15             |      |      |      |     |       |
| Color:                                                                            | Peso color uniforme:       |      | Uniformidad de color (%): |      |      |      |     |       |
| Clasificación de color:                                                           | Defectos secundarios (N°): |      | Defectos Totales(N°):     |      |      |      |     |       |
| Defectos primarios(N°):                                                           | Planchuela sana (%):       |      |                           |      |      |      |     |       |
| Determinación de numero de defectos, formas mediante la clasificación por tamaños |                            |      |                           |      |      |      |     |       |
| Tamaño                                                                            | Tamaño                     | Z 19 | Z 18                      | Z 17 | Z 16 | Z 15 | Z 0 | Total |
|                                                                                   | Peso (g)                   |      |                           |      |      |      |     |       |
| Defectos primarios                                                                | Negro agrio                |      |                           |      |      |      |     |       |
|                                                                                   | Daño por hongo             |      |                           |      |      |      |     |       |
|                                                                                   | Capulín o bola             |      |                           |      |      |      |     |       |
|                                                                                   | Total                      |      |                           |      |      |      |     |       |
|                                                                                   | Peso (g)                   |      |                           |      |      |      |     |       |
| Defectos secundarios                                                              | Concha                     |      |                           |      |      |      |     |       |
|                                                                                   | Quebrado (xM)              |      |                           |      |      |      |     |       |
|                                                                                   | Partidos (XD)              |      |                           |      |      |      |     |       |
|                                                                                   | Negros agrios parciales    |      |                           |      |      |      |     |       |
|                                                                                   | Flotes (Inmaduros)         |      |                           |      |      |      |     |       |
|                                                                                   | Averanado                  |      |                           |      |      |      |     |       |
|                                                                                   | Blanqueados                |      |                           |      |      |      |     |       |
|                                                                                   | Daño por insecto           |      |                           |      |      |      |     |       |
|                                                                                   | Total                      |      |                           |      |      |      |     |       |
|                                                                                   | Peso de defectos (g)       |      |                           |      |      |      |     |       |
| Café sano                                                                         | Café sano (g)              |      |                           |      |      |      |     |       |
| Formas NOM                                                                        | Planchuela sana (g)        |      |                           |      |      |      |     |       |
|                                                                                   | Planchuela                 |      |                           |      |      |      |     |       |
|                                                                                   | Triángulos                 |      |                           |      |      |      |     |       |
|                                                                                   | Elefante                   |      |                           |      |      |      |     |       |
|                                                                                   | Concha                     |      |                           |      |      |      |     |       |
|                                                                                   | Quebrado                   |      |                           |      |      |      |     |       |
|                                                                                   | Caracol                    |      |                           |      |      |      |     |       |

#### **ANEXO D.** Formulario para evaluación física.

$$1) \text{ Rendimiento por quintal} = \frac{\text{Peso de pergamino (g)} \times \text{Factor de rendimiento (46 kg)}}{\text{Peso de café verde u oro (g)}}$$

$$2) \text{ Rendimiento porcentual} = \frac{\text{Peso de café verde u oro (g)}}{\text{Peso de pergamino (g)}} \times 100$$

$$3) \text{ Forma de planchuela} = \frac{\text{Planchuela total (g)}}{2 \text{ submuestra de pergamino (g)}} \times 100$$

$$4) \text{ Planchuela sana} = \frac{\text{Planchuela sana (g)}}{\text{Planchuela total (g)}} \times 100$$

$$5) \text{ Café sano} = \text{Peso color uniforme}$$

$$6) \text{ Uniformidad de color} = \frac{\text{Café sano (g)}}{\text{Submuestra de pergamino}} \times 100$$

#### **ANEXO E.** Formato sencillo de evaluación física.

Este es un formato que en general clasifica los aspectos más importantes de evaluación física de café pergamino como lo son: rendimiento, mancha, humedad, grano grande (zaranda 18) y el grano mediano (zaranda 15).

**Tabla 25. Formato sencillo de evaluación física.**

| CRTERIO                                 | MUESTRA |   |   |
|-----------------------------------------|---------|---|---|
|                                         | 1       | 2 | 3 |
| <b>Rendimiento</b>                      |         |   |   |
| <b>Mancha</b>                           |         |   |   |
| <b>Humedad</b>                          |         |   |   |
| <b>Grano grande (criba 18)</b>          |         |   |   |
| <b>Grano mediano y chico (criba 15)</b> |         |   |   |

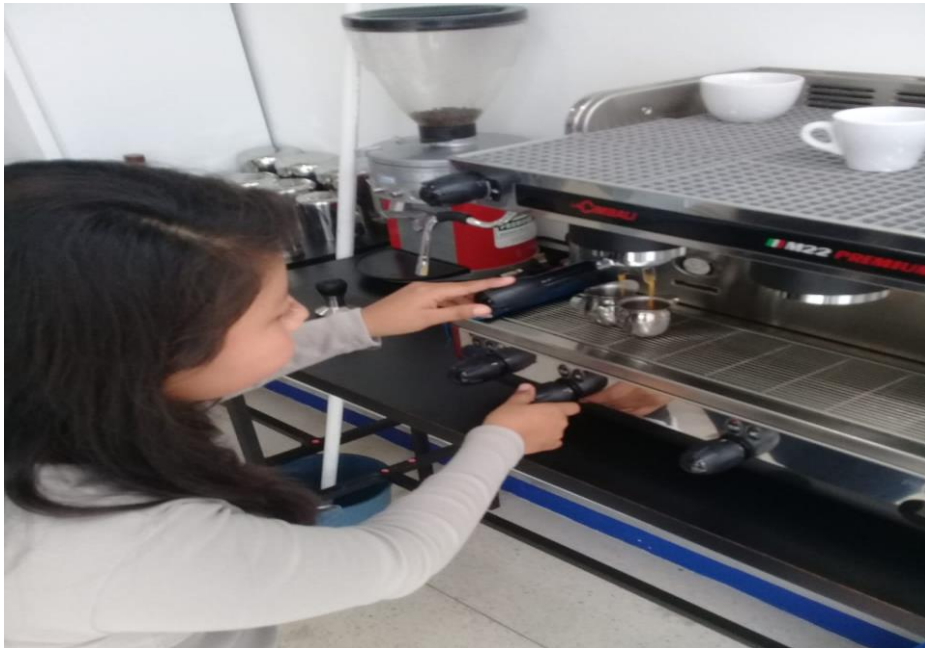
Fuente: (Diaz Cardenas, 2016)

#### **ANEXO F. Otras acitividades realizadas en el Centro Regional Universitario Oriente.**

- Participación en la implementación de preferencia.



- Capacitación para molido de café y preparación de bebidas con infusiones de café (Barismo).



- Capacitación para el tostado de café.

