

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA AGRÍCOLA

EFECTOS DE LA ALTITUD SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS
Y ORGANOLÉPTICAS DEL CAFÉ DE LA ZONA DE LOS SANTOS.

Trabajo Final de Graduación para optar por el grado y título de
Licenciatura en Ingeniería Agrícola.

VERÓNICA ALFARO VARGAS

Ciudad Universitaria Rodrigo Facio

San José, Costa Rica

2015

DEDICATORIA

A mi madre,

Regalo máspreciado desde entonces, te agradezco por tu incomparable amor y tus palabras de aliento en todo momento, me has enseñado a esforzarme y a creer en mí misma sin importar el reto que se avecine.

A mi padre,

Chispa de humor y alegría, te agradezco por tu amor, tu continua provisión para llegar hasta aquí, por tus constantes consejos que me han llevado a perseverar y a nunca perder la fe.

Les honro concluyendo mis estudios y anhelo que Dios los llene de salud, amor y sabiduría todos los días de sus vidas. Les amo con todo mi ser!

AGRADECIMIENTOS

Primeramente a mi Creador por su eterno amor, por ser la fuente de mi vida y por brindarme constantes oportunidades para surgir.

A mi director de tesis, *don Alberto Miranda* por su apoyo incondicional, entrega y dedicación durante el desarrollo de esta investigación, y por impartirme de su conocimiento siempre de una manera atenta y responsable.

A mis lectores, *don Carlos Soto* y *don Geovanni Carmona* sus valiosas contribuciones ayudaron para que este trabajo culminara exitosamente.

Al profesor, *don Guillermo Vargas* por su interés, aporte innovador y orientación durante las pruebas realizadas en el CIGRAS.

A *don Carlos Rojas*, por su colaboración en el análisis estadístico.

A los *encargados de los beneficios* por brindarme gratuitamente las muestras de café y la información necesaria para llevar a cabo la investigación.

A los *encargados del laboratorio del CIGRAS, CICAPE y VOLCAFÉ (San Diego)* por poner a mi disposición el equipo necesario para realizar las distintas pruebas.

A don *José Solís*, de la Asociación de Cafés Finos de Costa Rica, a *Stefan Wille L, César Rodríguez A., Geovanni Mora* y *Kattia Morales* catadores QGrade por su colaboración e interés en las pruebas sensoriales.

A mis hermanos por siempre estar presentes.

Y a mis amigos que alguna u otra forma me ayudaron durante este proceso.

Dios les recompense a todos su sincera cooperación!

Esta tesis fue aprobada por el Tribunal Examinador, como requisito parcial para optar al grado y título de Licenciatura en Ingeniería Agrícola.

Ing. Alberto Miranda Chavarría, MBA.
Director de Tesis

Ing. Ricardo Radulovich Ramírez Ph.D.
Miembro del Tribunal

Ing. Carlos Manuel Soto Víquez
Asesor de Tesis

Ing. Guillermo A. Vargas Elías, D.Sc.
Miembro del Tribunal

Ing. Geovanni Carmona Villalobos
Asesor de Tesis

Ing. Verónica Alfaro Vargas
Sustentante

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE FIGURAS	7
ÍNDICE DE CUADROS.....	9
ÍNDICE DE GRÁFICOS	11
RESUMEN	13
CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN.....	15
CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO.....	18
2.1 Origen y taxonomía.....	18
2.2 Especies.....	19
2.3 Variedades.....	20
2.4 Estructura del grano de café.....	22
2.5 Condiciones agroecológicas adecuadas para el cultivo de café.....	23
2.6 Manejo de prácticas agronómicas en plantaciones	25
2.7 Cosecha	28
2.8 Manejo Post cosecha.....	28
2.9 Calidad del café.....	31
2.10 Zonificación cafetalera de Costa Rica.....	39
2.11 Estudios similares realizados en otros países.....	44
CAPÍTULO 3: METODOLOGÍA	49
3.1 Selección de Beneficios	49
3.2 Datos meteorológicos.....	50
3.3 Encuesta realizada a los técnicos del beneficio.....	50

3.4 Despergaminado.....	52
3.5 Prueba de Granulometría.....	52
3.6 Prueba de Contenido de humedad.....	56
3.7 Prueba de Densidad Aparente	58
3.8 Prueba de Densidad Real	60
3.9 Prueba de Catación.....	63
CAPÍTULO 4: RESULTADOS.....	67
4.1 Selección de Beneficios	67
4.2 Datos meteorológicos.....	73
4.3 Encuesta realizada a los técnicos de los beneficios	77
4.4 Despergaminado de las muestras	97
4.5 Prueba de Granulometría.....	99
4.6 Prueba de Humedad	104
4.7 Prueba de Densidad Aparente	105
4.8 Prueba de Densidad Real	107
4.9 Prueba de Catación.....	111
4.10 Resumen de pruebas realizadas.....	115
CONCLUSIONES	119
RECOMENDACIONES	121
BIBLIOGRAFÍA	122
ANEXO A: Zonificación Cafetalera de Costa Rica del ICAFE	128
ANEXO B: Fechas registradas de cada estación meteorológica.	132
ANEXO C: Encuesta realizada a los Beneficios de la zona de Los Santos.....	133

ANEXO D: Formulario de evaluación utilizado por catadores en prueba de catación.	140
ANEXO E: Nombres científicos de especies, plagas y enfermedades.	141
ANEXO F: Resultados del proceso de despergaminado y de la prueba de humedad para cada muestra.	142
ANEXO G: Resultados promedio de granulometría para cada muestra.	143
ANEXO H: Resultados promedio de densidades (aparente y real) para cada muestra.	144
ANEXO I: Resultados promedio de catación para cada muestra.	145
ANEXO J: Rueda de sabores para la prueba de Catación	146

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. ESTRUCTURA DEL FRUTO DE CAFÉ.....	22
FIGURA 2. PORCENTAJE POR PESO DE LOS COMPONENTES DEL FRUTO DE CAFÉ.....	30
FIGURA 3. MAPA DE LA ZONA DE LOS SANTOS Y LA DELIMITACIÓN DEL CAFÉ TARRAZÚ EN ROJO.....	42
FIGURA 4. PROCESO DE DESPERGAMINADO.....	52
FIGURA 5. MÁQUINA DE CRIBADO DEL CICAFAE.....	53
FIGURA 6. PERFORACIÓN REDONDA Y OBLONGA RESPECTIVAMENTE.....	54
FIGURA 7. HORNO VENTICELL DEL CIGRAS.....	56
FIGURA 8. DESECADOR UTILIZADO.....	57
FIGURA 9. TANQUE ALIMENTADOR CON MUESTRA EN PERGAMINO Y ORO RESPECTIVAMENTE.....	59
FIGURA 10. PICNÓMETRO LLENO DE ACEITE CON 25 GRANOS DE CAFÉ ADENTRO.....	62
FIGURA 11. MUESTRAS DE CATACIÓN.....	64
FIGURA 12. PRUEBA DE CATACIÓN CON CATADORES QGRADE EN EL CICAFAE.....	65
FIGURA 13. UBICACIÓN DE LOS BENEFICIOS VISITADOS DE LA ZONA DE LOS SANTOS.....	68
FIGURA 14. BENEFICIOS VISITADOS EN LA ZONA DE LOS SANTOS.....	69
FIGURA 15. UBICACIÓN DE ESTACIONES METEOROLÓGICAS CONSULTADAS EN LA ZONA DE LOS SANTOS.....	74
FIGURA 16. BROCA EN CAFÉ (<i>HYPOTHENEMUS HAMPEI</i>).....	82
FIGURA 17. NEMÁTODOS FORMADORES DE NÓDULOS Y LESIONES EN LAS RAÍCES.....	83
FIGURA 18. OJO DE GALLO EN CAFÉ (<i>MYCENA CITRICOLOR</i>).....	84
FIGURA 19. ROYA DEL CAFÉ (<i>HEMILEIA VASTATRIX</i>).....	85
FIGURA 20. PRODUCTIVIDAD PROMEDIO CONTRA LOS GRUPOS DE RANGO DE ALTITUD.....	88
FIGURA 21. PROCESO PREDOMINANTE EN EL MANEJO POSCOSECHA DE LA ZONA DE ESTUDIO.....	96
FIGURA 22. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL PORCENTAJE DE GRANO VERDE DESPUÉS DEL DESPERGAMINADO PARA CADA GRUPO DE RANGO DE ALTITUD.....	98
FIGURA 23. DISTRIBUCIÓN DE GRANULOMETRÍA SEGÚN EL GRUPO DE RANGO DE ALTITUD.....	100
FIGURA 24. VARIACIÓN DE LOS TAMICES N°19, N°18, N°17 Y N°16 CON RESPECTO AL RANGO DE ALTITUD..	101
FIGURA 25. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA DENSIDAD APARENTE EN PERGAMINO POR GRUPO DE RANGO DE ALTITUD.....	106
FIGURA 26. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA DENSIDAD APARENTE EN CAFÉ ORO CONTRA EL GRUPO DE RANGO DE ALTITUD.....	106
FIGURA 27. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA DENSIDAD REAL EN CAFÉ ORO CONTRA EL GRUPO DE RANGO DE ALTITUD.....	110

FIGURA 28. PROMEDIO DE RESULTADOS DE PRUEBA DE CATACIÓN PARA CADA RANGO DE ALTITUD.....	114
FIGURA 29. RUEDA DE SABORES DEL CATADOR DE CAFÉ.....	146

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO 1. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DEL CULTIVO DE CAFÉ.....	19
CUADRO 2. PUNTAJES DE CALIDAD DEL CAFÉ DE ACUERDO CON SU NOTA FINAL	39
CUADRO 3. ZONIFICACIÓN CAFETALERA DE COSTA RICA DEL ICAFE, PARA EL TIPO DE CAFÉ <i>STRICTLY HARD BEAN</i>	41
CUADRO 4. PRODUCCIÓN DE CAFÉ FRUTA. COSECHAS 2011-2012 A 2013-2014.	43
CUADRO 5. IDENTIFICACIÓN DE MUESTRAS POR RANGO DE ALTITUD.	49
CUADRO 6. SECUENCIA DE TAMICES PARA PRUEBA DE GRANULOMETRÍA CON SU PERFORACIÓN CORRESPONDIENTE.	54
CUADRO 7. ESCALA DE LA EVALUACIÓN INDIVIDUAL PARA CADA UNO DE LOS DESCRIPTORES DE CAFÉS ESPECIALES.	66
CUADRO 8. BENEFICIOS DE CAFÉ QUE FACILITARON MUESTRA(S) Y SU RESPECTIVA ALTITUD Y CAPACIDAD PROMEDIO ANUAL.	67
CUADRO 9. ESTRATIFICACIÓN DE BENEFICIOS CON BASE EN EL VOLUMEN DE CAFÉ FRUTA PROCESADO.	70
CUADRO 10. CLASIFICACIÓN DE BENEFICIOS POR RANGO DE ALTITUD, SU ALTITUD DE CAFÉ RECIBIDO Y LA ALTITUD PROMEDIO DE LA MUESTRA FACILITADA.	72
CUADRO 11. ESTACIONES METEOROLÓGICAS DEL ICAFE EN LA ZONA DE LOS SANTOS.	73
CUADRO 12. ESTACIONES METEOROLÓGICAS DEL ICE EN LA ZONA DE LOS SANTOS.	73
CUADRO 13. PROMEDIOS MENSUALES DE TEMPERATURA Y HUMEDAD RELATIVA DE LA ZONA DE LOS SANTOS, CON SU RESPECTIVA DESVIACIÓN ESTÁNDAR.	75
CUADRO 14. VALORES OBTENIDOS DE TEMPERATURA, HUMEDAD RELATIVA Y PRECIPITACIÓN DE LA ZONA DE LOS SANTOS.	76
CUADRO 15. FACTORES CLIMÁTICOS PROMEDIO SEGÚN EL GRUPO DE RANGO DE ALTITUD.	77
CUADRO 16. PERFIL PREDOMINANTE EN EL MANEJO DE PLANTACIONES EN LA ZONA DE ESTUDIO.....	94
CUADRO 17. PERFIL PREDOMINANTE EN EL MANEJO POSCOSECHA EN LA ZONA DE ESTUDIO.	95
CUADRO 18. BALANCE DE MASA DE LA OPERACIÓN DE DESPERGAMINADO PARA CAFÉ ORO, CASCARILLA Y PÉRDIDAS, SEGÚN EL RANGO DE ALTITUD.	97
CUADRO 19. DISTRIBUCIÓN DE LA GRANULOMETRÍA SEGÚN EL GRUPO DE ALTITUD.	99
CUADRO 20. DESVIACIONES ESTÁNDAR DE GRANULOMETRÍA SEGÚN EL GRUPO DE ALTITUD.....	99
CUADRO 21. PORCENTAJE PROMEDIO RETENIDO EN LOS TAMICES REDONDOS Y EN LOS TAMICES OBLONGOS PARA CADA RANGO DE ALTITUD, CON SU RESPECTIVA DESVIACIÓN ESTÁNDAR.	102
CUADRO 22. DENSIDAD APARENTE DE CAFÉ PERGAMINO Y DEL CAFÉ ORO PARA CADA RANGO DE ALTITUD... 105	105

CUADRO 23. DENSIDADES REALES EN BASE HÚMEDA PARA CADA UNO DE LOS TAMICES SEGÚN SU RANGO DE ALTITUD.....	108
CUADRO 24. VALORES PROMEDIO DE DENSIDAD REAL EN BASE SECA.	109
CUADRO 25. PUNTAJES OBTENIDOS EN PRUEBAS DE CATACIÓN POR RANGOS DE ALTITUD.	111
CUADRO 26. PROMEDIO DE LOS DESCRIPTORES Y DEL PUNTAJE FINAL PARA CADA UNO DE LOS GRUPOS.	113
CUADRO 27. CUADRO RESUMEN DEL RESULTADO DE LAS PRUEBAS REALIZADAS PARA CADA RANGO DE ALTITUD.....	116
CUADRO 28. PERFIL DEL CAFÉ SHB SUB TIPO SHB SUR DE LA ZONA DE ESTUDIO. (CONDICIONES AGROECOLÓGICAS).....	117
CUADRO 29. PERFIL DEL CAFÉ SHB SUB TIPO SHB SUR DE LA ZONA DE ESTUDIO. (CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL GRANO).....	118
CUADRO 30. PERFIL DEL CAFÉ SHB SUB TIPO SHB SUR DE LA ZONA DE ESTUDIO. (CARACTERÍSTICAS DE LA TAZA).....	118
CUADRO 31. ZONIFICACIÓN CAFETALERA DE COSTA RICA DEL ICAFE PARA LOS OTROS TIPOS DE CAFÉ.	128
CUADRO 32. FECHAS REGISTRADAS CON DATOS METEOROLÓGICOS DE TEMPERATURA, PRECIPITACIÓN Y HUMEDAD RELATIVA PARA CADA UNA DE LAS ESTACIONES.....	132
CUADRO 33. NOMBRES CIENTÍFICOS DE ESPECIES, PLAGAS Y ENFERMEDADES MENCIONADOS EN LA ENCUESTA.	141
CUADRO 34. RESULTADOS DEL PROCESO DE DESPERGAMINADO Y DE LA PRUEBA DE HUMEDAD PARA CADA MUESTRA.	142
CUADRO 35. RESULTADOS PROMEDIO DE GRANULOMETRÍA PARA CADA MUESTRA.....	143
CUADRO 36. RESULTADOS PROMEDIO DE DENSIDADES (APARENTE Y REAL) PARA CADA MUESTRA.	144
CUADRO 37. RESULTADOS PROMEDIO DE CATACIÓN PARA CADA MUESTRA.	145

ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1. CLASIFICACIÓN DE LOS BENEFICIOS DEL ESTUDIO SEGÚN LA ESTRATIFICACIÓN DEL ICAFE.....	70
GRÁFICO 2. CLASIFICACIÓN DE LOS BENEFICIOS DEL ESTUDIO POR ESTRATOS DEL NIVEL 2 SEGÚN LA ESTRATIFICACIÓN DEL ICAFE.	71
GRÁFICO 3. DISTRIBUCIÓN DE LAS VARIEDADES DE CAFÉ PROCESADAS EN LOS BENEFICIOS ENCUESTADOS DE LA ZONA DE ESTUDIO.	78
GRÁFICO 4. DISTRIBUCIÓN DE ESPECIES UTILIZADAS PARA DAR SOMBRA EN LOS CAFETALES SEGÚN BENEFICIOS ENCUESTADOS.....	79
GRÁFICO 5. DISTRIBUCIÓN DE ESPECIES UTILIZADAS COMO ROMPEVIENTOS EN LOS CAFETALES SEGÚN BENEFICIOS ENCUESTADOS.	79
GRÁFICO 6. DISTRIBUCIÓN DE LOS TIPOS DE SISTEMA DE PODA UTILIZADOS SEGÚN BENEFICIOS ENCUESTADOS.	80
GRÁFICO 7. DISTRIBUCIÓN DE LOS TIPOS DE MANEJO DE DESHIJAS UTILIZADOS SEGÚN BENEFICIOS ENCUESTADOS.....	80
GRÁFICO 8. DISTRIBUCIÓN DE LAS PRÁCTICAS DE CONSERVACIÓN DE SUELOS UTILIZADAS SEGÚN BENEFICIOS ENCUESTADOS.....	81
GRÁFICO 9. DISTRIBUCIÓN DE LOS TIPOS DE CONTROL DE BROCA SEGÚN BENEFICIOS ENCUESTADOS.....	82
GRÁFICO 10. DISTRIBUCIÓN DE LOS TIPOS DE CONTROL DE NEMATODOS SEGÚN BENEFICIOS ENCUESTADOS...	83
GRÁFICO 11. DISTRIBUCIÓN DE LOS TIPOS DE CONTROL DE OJO DE GALLO SEGÚN BENEFICIOS ENCUESTADOS.	84
GRÁFICO 12. DISTRIBUCIÓN DE LOS TIPOS DE CONTROL DE ROYA SEGÚN BENEFICIOS ENCUESTADOS.....	85
GRÁFICO 13. DISTRIBUCIÓN DE LOS PRODUCTOS UTILIZADOS PARA EL ENCALADO SEGÚN BENEFICIOS ENCUESTADOS.....	86
GRÁFICO 14. DISTRIBUCIÓN DE LOS TIPOS DE FERTILIZANTES UTILIZADOS SEGÚN BENEFICIOS ENCUESTADOS.	87
GRÁFICO 15. DISTRIBUCIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD PROMEDIO DE CADA BENEFICIO.	87
GRÁFICO 16. TIPO DE RECIBO UTILIZADO DE LA FRUTA EN BENEFICIOS ENCUESTADOS.	88
GRÁFICO 17. USO DE LOS TIPOS DE RECIBO DE CAFÉ EN BENEFICIOS ENCUESTADOS.	89
GRÁFICO 18. USO DE LOS TIPOS DE DESPULPADORES DE CAFÉ EN BENEFICIOS ENCUESTADOS.....	89
GRÁFICO 19. USO DE LOS TIPOS DE CRIBAS EN BENEFICIOS ENCUESTADOS.	90
GRÁFICO 20. USO DE LOS DISPOSITIVOS PARA EL ESCURRIDO DE CAFÉ EN BENEFICIOS ENCUESTADOS.....	90
GRÁFICO 21. USO DE LOS TIPOS DE OREADO Y PRESECADO EN BENEFICIOS ENCUESTADOS.	91
GRÁFICO 22. USO DE TIPOS DE SECADO EN BENEFICIOS ENCUESTADOS.	91
GRÁFICO 23. USO DE TIPOS DE ALMACENAMIENTO DEL CAFÉ EN BENEFICIOS ENCUESTADOS.....	92

GRÁFICO 24. USO DE LOS TIPOS DE DESPERGAMINADORA EN BENEFICIOS ENCUESTADOS.	92
GRÁFICO 25. CLASIFICACIONES PRACTICADAS AL GRANO ORO EN LOS BENEFICIOS ENCUESTADOS.	93
GRÁFICO 26. PORCENTAJE PROMEDIO DE MASAS DE TODAS LAS MUESTRAS DESPUÉS DEL PROCESO DE DESPERGAMINADO.	98
GRÁFICO 27. VARIACIÓN DE GRANOS PLANO- CONVEXO CON RESPECTO A LA ALTITUD.	102
GRÁFICO 28. VARIACIÓN DE LOS GRANOS ELIPSOIDES CON RESPECTO A LA ALTITUD.	103
GRÁFICO 29. OJIVA DE LOS TAMICES ACUMULADOS PARA CADA GRUPO.	103
GRÁFICO 30. PROMEDIO DEL CONTENIDO DE HUMEDAD Y SU RESPECTIVA DESVIACIÓN ESTÁNDAR CON RESPECTO AL RANGO DE ALTITUD.	104
GRÁFICO 31. DENSIDAD APARENTE EN CAFÉ ORO EN FUNCIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DEL GRANO. ...	107
GRÁFICO 32. DENSIDAD REAL EN CAFÉ ORO CONTRA EL CONTENIDO DE HUMEDAD.	110
GRÁFICO 33. DENSIDAD REAL EN BASE SECA DEL CAFÉ ORO CONTRA EL RANGO DE ALTITUD.	111
GRÁFICO 34. PROMEDIO DE NOTA FINAL DE CATACIÓN SEGÚN LOS RANGOS DE ALTITUD.	112

RESUMEN

Se analizó la influencia de la altitud en la variación de las características físicas y organolépticas del café Sub Tipo *Strictly Hard Bean* (SHB) Sur producido en la zona de Los Santos, en el rango de 1200 a 2000 msnm, con el fin de caracterizar la calidad del café de acuerdo con parámetros cuantitativos y cualitativos. Para este estudio se tomaron en consideración las condiciones agroecológicas de la zona de estudio a partir de los datos meteorológicos de estaciones del Instituto del Café de Costa Rica (ICAFE) y del Instituto Costarricense de Electricidad (ICE), según los cuales la temperatura diaria promedio es de 18,3°C, la humedad relativa promedio diaria es de 85,6%, la precipitación promedio mensual es de 179,1 mm y la precipitación promedio anual es de 2149,1 mm. Además se realizó una encuesta sobre el sistema de producción y el proceso de beneficiado que permitió establecer que en ambos casos existe un perfil predominante. Para el estudio se establecieron 4 rangos de altitud, con una amplitud de 200 m cada uno: rango A de 1200 a 1400 msnm, rango B de 1400 a 1600 msnm, rango C de 1600 a 1800 msnm y rango D de 1800 a 2000 msnm. Para cada rango se obtuvieron 5 muestras de café pergamino facilitadas por 12 beneficios de café seleccionados al azar (20 muestras en total). Todas las muestras fueron despergaminadas bajo las mismas condiciones de equipo y procedimiento para obtener la condición de café oro, para luego realizar pruebas de granulometría, contenido de humedad, densidad aparente (para las condiciones de pergamino y oro), densidad real y catación. Todas estas pruebas fueron realizadas siguiendo las normas respectivas. Del proceso de despergaminado se obtuvo un promedio de 83% de café oro y un 16% de pergamino o cascarilla. En la prueba de granulometría los tamices predominantes fueron el N°19, N°18, N°17 y N°16, en los cuales se retuvo el 83,7% del grano; se determinó que conforme aumenta la altitud el tamaño del grano tiende a disminuir. El contenido de humedad de las muestras osciló entre el 10,9% y el 12,6%. La densidad aparente para el grano en pergamino no muestra diferencias significativas que demuestren una relación de incremento con la altitud, por su parte la densidad aparente del café oro muestra un incremento conforme aumenta la altitud. La densidad real del café oro tiende a aumentar

mientras aumenta al altitud. El café utilizado para las pruebas de catación no fueron sometidas a ningún proceso de clasificación previa, finalmente los resultados del análisis organoléptico mostraron una relación tal que a mayor altitud se obtuvo una mayor calidad de taza.

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN

El café no es solamente una de las bebidas más degustadas en las mesas costarricenses, sino que es el segundo producto tradicional de exportación superado por el banano; y se ha destacado en el desarrollo social y económico a nivel nacional. Según el ICAFE (2014a) para las cosechas del 2007-2008 a 2012-2013 la producción nacional se distribuyó en promedio anual en un 16% para el consumo nacional y un 84% destinado a la exportación. El área total destinada al cultivo para la cosecha 2012-2013 fue de 93 774 ha.

De acuerdo con la Promotora del Comercio Exterior de Costa Rica (PROCOMER) el café en oro es uno de los principales productos de exportación del sector agrícola costarricense. Los principales destinos de exportación son Estados Unidos, Bélgica/ Luxemburgo y Alemania que representan el 72,4% de las exportaciones. En términos del aporte económico al país éste representa el 2,60% de las exportaciones totales y el 12% de las exportaciones del sector agropecuario. (ICAFE, 2014a)

Por otra parte, la actividad cafetalera genera alrededor de 87 000 empleos durante la época de cosecha y 34 000 empleos anuales en promedio. (M. Araya, ICAFE, comunicación personal, correo-e, 26 de junio, 2015).

Inicialmente en 1964, Acosta y Cleves desarrollaron un estudio acerca de la zonificación agroecológica del café de Costa Rica en el cual se definen ocho tipos de café y dieciséis subtipos. En 1975, Cleves realizó una revisión de dicha clasificación donde determinó los tipos de café por regiones y el estado de maduración. (Alpízar, 2014). Rojas (1987) retomó el estudio señalando que este tuvo como limitación el no incluir una expresión cartográfica ni análisis de las variables fisioedáficas.

Esta tipología de café se basa en la ubicación geográfica que define las zonas de producción y la altitud. Para las condiciones climáticas los parámetros utilizados fueron: la precipitación, temperatura, brillo solar y humedad relativa. Las características físicas del

grano se establecieron con base en la dureza física, fisura y tamaño. Finalmente las características organolépticas se basaron en la evaluación de la acidez, cuerpo y aroma.

En el presente trabajo se analiza la variación de características físicas y organolépticas del Sub Tipo de café *Strictly Hard Bean* Sur (SHB Sur) en la zona cafetalera de Los Santos a diferentes rangos de altitud desde 1200 hasta 2000 msnm. La metodología empleada y los resultados obtenidos podrían ser replicados para posteriores análisis en otras zonas productoras.

1.1 Planteamiento del Problema

Como lo evidencian los estudios de Rojas (1987) y Alpízar (2014) la tipología del café de Costa Rica establecida por el ICAFE data de casi 40 años (1975) y no se registra una actualización de la tipología documentada.

Para el Sub Tipo *Strictly Hard Bean* Sur (SHB Sur) se ha dado una extensión de la frontera agrícola hasta los 2000 msnm, es decir 300 metros más de los referidos en dicha tipología. La caracterización física del grano y la caracterización de taza de la bebida han sido descritas de forma cualitativa sin incorporar parámetros cuantitativos. Además no se reportan las metodologías empleadas para realizar los análisis de los parámetros estudiados.

Actualmente hay normas, procedimientos, medios e instrumentos que permiten valorar las características físicas del grano y protocolos para el análisis organoléptico que define la calidad de taza, de acuerdo con un mayor número de descriptores cuya evaluación se refleja de forma cuantitativa.

Por lo tanto cabe plantear una revisión de la tipología considerando las condiciones de producción y las posibilidades metodológicas actuales para la valoración de calidad de café.

1.2 Objetivo General

Analizar la influencia de la altitud en la variación de las características físicas y organolépticas del café del Sub Tipo *Strictly Hard Bean* (SHB) Sur producido en la zona de Los Santos, en el rango de altitud de 1200 a 2000 msnm con el fin de caracterizar la calidad del café de acuerdo con los parámetros cuantitativos y cualitativos.

1.3 Objetivos Específicos

- I. Hacer una recopilación de información sobre las condiciones agroecológicas de la zona de estudio.
- II. Determinar el proceso productivo y el proceso de beneficiado mayormente utilizado en la zona de estudio.
- III. Determinar las características físicas de tamaño, densidad aparente del grano de café oro (verde) para cada rango de altitud utilizando metodologías de la normativa técnica ISO- INTECO, y densidad real utilizando una metodología empleada en investigaciones recientes.
- IV. Establecer el perfil de taza para cada rango de altitud por medio de pruebas de catación utilizando la norma técnica para calidad de taza oficial de Costa Rica.
- V. Establecer las características físicas y organolépticas promedio que reflejen el perfil de la calidad del café de la zona de estudio.

CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO

2.1 Origen y taxonomía

El origen del cultivo del café se ubica en Etiopía, África y se expandió durante la Edad Media a Arabia. A finales del siglo XVIII se introdujo a Java desde Yemen y se cultivó en jardines botánicos de Amsterdam y París dando el material de siembra para el Nuevo Mundo. Se plantó inicialmente en Surinam y Antillas francesas, luego se expandió al resto de América tropical a inicios del siglo XIX (León, 2000).

Después se fue distribuyendo a otras regiones con el pasar de los años, se introdujo a Costa Rica entre 1796 y 1798; y se consolidó la comercialización de nuestro café en el exterior a partir de 1860. (Hall, 1976; Alvarado & Rojas, 2007; Campos & Cisneros, 2013)

La literatura sobre el café es abundante en referir que la especie *Coffea arabica* sobresale porque presenta los aspectos organolépticos de mejor calidad en la bebida, además es la más cultivada en el mundo y la única que se cultiva en el país. “La bebida de calidad se obtiene de Arábica, especie que se cultiva a mayor altitud y de la cual se han derivado las variedades comerciales de mayor calidad y aceptación en el mercado mundial.” (Burgos, 2003).

Alvarado y Rojas (2007) indican que el café pertenece al género *Coffea* con 100 especies aproximadamente. En el cuadro **1** se presenta la taxonomía de dicho cultivo.

Cuadro 1. Clasificación taxonómica del cultivo de café.

Reino	Plantae
Tipo	Espermatofitas
Sub-tipo	Angiospermas
Clase	Dicotiledóneas
Sub-clase	Gamopétalas inferiovariadas
Orden	Rubiales
Familia	Rubiáceas
Género	<i>Coffea</i>
Sub-género	Eucoffea
Especies	<i>arabica, canephora, liberica</i>

Fuente: (Monroig, 2015)

2.2 Especies

De acuerdo con Illy y Viani (2005) el 99% de la producción de café comercial es de dos especies, *Coffea arabica L* y *C. canephora*, y como tercera especie *C. liberica* la cual contribuye con menos de un 1% a la producción mundial de café. Se estima que el área total de cultivo de café es de 10,3 millones de hectáreas, de las cuales la especie Arábica representa un 64% y Robusta un 35%. (Pohlan y Janssesn, s.f)

Según Cortez (2010) y Alvarado y Rojas (2007) las tres especies tienen las siguientes características:

2.2.1 *Coffea arabica*

Su origen es de Etiopía, las ventajas que presentan son: mayor tamaño de sus granos, superioridad en la calidad de la bebida, soporta condiciones adversas de baja fertilidad y sequía de los suelos, posee ramas resistentes, el contenido de cafeína está entre 0,9% y 1,5% y en taza destaca por tener más acidez, aroma refinado y un sabor residual caramélico, es decir tiene buenas propiedades degustativas de la bebida.

2.2.2 *Coffea canephora*

Su origen es de Guinea, Angola y posee un crecimiento más vigoroso y una mayor productividad, es menos sensible a las enfermedades, presenta un mayor contenido de sólidos solubles en el grano molido, sus granos son menos perfumados y su contenido de cafeína está entre 2% y 4,5%; sin embargo es inferior en calidad de la bebida comparado con el *C.arabica*.

2.2.3 *Coffea liberica*

Su origen es de África Oriental, crece en regiones húmedas y semiáridas y la calidad de la bebida se considera bastante mediocre.

2.3 Variedades

Según el ICAFE mencionado por Miranda (2007) el total de área nacional sembrada, es 60% Caturra y 30% corresponde a Catuaí; y de acuerdo con Illy y Viani (2005) estas dos son las variedades más comunes del país.

Según el ICAFE, Campos y Cisneros (2013) y García (s.f) las principales variedades cultivadas en el país y sus características son las siguientes:

2.3.1 Variedad Caturra

Variedad encontrada en Minas Gerais, Brasil; originada como una mutación del café Bourbon. Caracterizada por ser de porte bajo, posee entrenudos cortos, tronco grueso, poco ramificado, ramas laterales abundantes y cortas, con ramificación secundaria, la planta es de un aspecto vigoroso y compacto. Tiene hojas grandes, anchas y oscuras; los frutos son de gran tamaño, posee un sistema radical muy bien desarrollado y es de mayor extensión y densidad. Excelente productor y resistente al viento.

Además tiene una adaptabilidad muy amplia, en cuanto a altitud y su potencial productivo es muy sobresaliente (hasta 5 kg granos por cafeto) (Lara, 2005). Actualmente es la más sembrada en el país y se puede sembrar a una densidad de 5000 plantas por hectárea (2m entre hileras por 1m entre plantas).

2.3.2 Variedad Catuaí

Originario de Brasil, es el resultado del cruce de Caturra por Mundo Novo, es de porte pequeño, entrenudos cortos, aunque es más alto y ancho que el Caturra. Presenta una gran uniformidad genética y un potencial de muy alta producción. El Catuaí rojo es el de más amplia distribución en el país, pero también hay Catuaí amarillo, ambos tienen características similares. Se recomienda sembrar con una densidad de 5000 plantas por hectárea. Es resistente al viento y excelente productor.

2.3.3 Variedad Typica

Fue introducida al país desde Cuba o Colombia. Es de porte alto, con entrenudos largos, hojas o brotes nuevos de color café-rojizo, el fruto es grande y alargado y tiene alto rendimiento peso/volumen aunque baja producción pero buena calidad en la bebida.

2.3.4 Variedad Bourbon

Introducido en el país desde El Salvador, variedad de porte alto, entrenudos más cortos que el Typica, tiene una alta producción pero es poco resistente al viento, posee condiciones morfológicas y organolépticas similares al Typica, aunque es más productivo debido a que tiene un mayor número de yemas florales. Su cruce natural con el Typica dio origen al Híbrido Tico.

2.3.5 Variedad Villa Sarchí

Nativo de Costa Rica. Tiene entrenudos cortos, buen vigor, alta precocidad y alta producción mayor número de plantas por hectárea.

2.3.6 Variedad Híbrido F1

Es un cruce entre las plantas silvestres de África con variedades como Caturra y Catuaí, con el fin de obtener resistencia a la roya, alta productividad y mejores características en la calidad de taza. En la producción promedio supera en un 27% al Caturra y el Catuaí. Tiene un tronco grueso, tallo de porte medio, entrenudos cortos y follaje abundante, el fruto es rojo de maduración media. Se recomienda mantener una densidad de 4000 plantas por hectárea (2,2 m entre hileras y 1,1 m entre plantas) debido a que son plantas muy vigorosas.

2.4 Estructura del grano de café

Ospina (2002) menciona que el fruto del café está formado de afuera hacia adentro por las siguientes partes (Ver Figura 1):

- Epicarpio o pulpa: cubierta roja o amarilla, de superficie lisa y brillante.
- Mesocarpio o mucílago.
- Endocarpio o pergamino: envoltura cartilaginosa que cubre por separado cada semilla.
- Espermodermo o película plateada que cubre la semilla.
- Endospermo o grano (semilla) y el embrión.



Figura 1. Estructura del fruto de café.

Fuente: (Alvarado y Gilberto; 2007)

Las distintas variedades de café pueden mostrar diferencias en el tamaño y forma del café en grano, pero en promedio son de 10 mm de largo y 6 mm de ancho. Para el café arábica el peso del grano en pergamino a un 18% de contenido de humedad va de 0,45- 0,5 g, y el peso del grano oro a un 12-13% varía de 0,17- 0,40 g. Las diferencias en el tamaño se deben a la genética, pero también están influenciados por las condiciones ambientales y la agricultura. (Wintgens, 2004).

2.5 Condiciones agroecológicas adecuadas para el cultivo de café

Para una producción adecuada y eficiente del café se deben tomar en consideración distintas condiciones de clima, ambiente y suelo; las cuales tienen una influencia en el desarrollo del cultivo y su crecimiento. De acuerdo con Alvarado y Rojas (2007), ICAFE (2011) y Campos y Cisneros (2013) a continuación se describen las condiciones apropiadas para el cultivo de café:

2.5.1 Altitud

Este factor incide directamente sobre la temperatura e indirectamente sobre la precipitación, el rango óptimo es entre los 500 a 1700 metros sobre el nivel del mar aunque se ha propiciado ir ganando altitud hasta los 2000 msnm. En estas alturas hay una correlación entre la altitud y la calidad, la bebida tiene un buen cuerpo, acidez y aroma dando como resultado una excelente taza. La altitud interfiere en las características físicas del grano, los cafés ubicados en zonas bajas presentan un color verde pálido, con ranura abierta y regular, y son de menor densidad; mientras que los de zonas altas tienen un color verde-gris-azulado, son de mayor tamaño y densidad, la hendidura es irregular y más cerrada.

2.5.2 Temperatura

Es el factor climático más relacionado con el crecimiento del cafeto, las bajas temperaturas propician un desarrollo y maduración más lenta y en las zonas bajas, donde la temperatura es mayor, se dan anomalías en la flor y en el fruto además que favorece la propagación de plagas. La temperatura anual promedio que favorece el cultivo oscila entre los 17°C y 23°C, con un cambio diario máximo de 10°C. En la mayoría de las regiones caficultoras la fluctuación de la temperatura no ha sido un problema, gracias a la evolución de la especie. Según Lara (2005) por encima de los 25°C la tasa fotosintética es reducida y las hojas son dañadas por la continua exposición a altas temperaturas (mayor que 30°C).

2.5.3 Precipitación

La planta de café posee cierta tolerancia a la sequía y se puede adaptar varias condiciones de lluvia. Los rangos van desde 1600 mm a 1800 mm al año, con un mínimo absoluto de

1000 mm y de haber precipitaciones superiores a los 3000 mm se consideran condiciones inapropiadas para el café. Lo recomendable es que la distribución de precipitación se dé con un mínimo de 145 días y un máximo de 245 días, y que el periodo seco esté bien definido. Existe una correlación entre la lluvia del año anterior y la cosecha del año siguiente.

2.5.4 Humedad relativa

Lo adecuado es una humedad relativa entre 70% y 85%, ya que si sobrepasa el 85% afecta la calidad del café en oro y en la taza, además de favorecer algunas enfermedades.

2.5.5 Suelos

Deben ser adecuados para que el cafeto tenga un desarrollo apropiado, las raíces deben tener la disponibilidad de absorber los nutrientes necesarios y favorecer su desarrollo. El suelo debe tener una buena fertilidad, no ser arcilloso, con bastante materia orgánica y evitar pendientes mayores al 25%. Según Rojas (1987) en Costa Rica los mejores suelos para el cultivo de café son los derivados de cenizas volcánicas y los aluviales.

2.5.6 Brillo solar

La intensidad lumínica afecta al cultivo debido a su duración e intensidad, tiene influencia sobre los procesos de fotosíntesis, transpiración, crecimiento y producción de la planta. Debido a que este factor ha incrementado con los años es recomendable el manejo de plantaciones con el uso de sombrero regulado.

“En Costa Rica la precipitación, la humedad relativa y la temperatura tienden a disminuir con la altura y también hay diferencias entre vertientes. La altitud relacionada con factores climáticos afectan el tamaño y dureza de la semilla, así como la acidez muy importante en la calidad de la bebida, unida a las características que da la especie arábica base de nuestra producción nacional.” (Campos y Cisneros, 2013).

2.6 Manejo de prácticas agronómicas en plantaciones

El manejo en las plantaciones es de suma importancia para asegurar un crecimiento adecuado y vigoroso en el desarrollo de las plantas, para esto se promueve la siembra con sombra, la aplicación de fertilizantes, la poda y deshija juntamente con el control de plagas y enfermedades. La calidad del grano de café es influenciada por estas prácticas agronómicas durante su producción.

2.6.1 Uso de sombra

De acuerdo con el ICAFE (2011), Aguilar (2012) de la Asociación Nacional del Café (ANACAFÉ) de Guatemala y con la Fundación Hondureña de Investigación Agrícola (FHIA, 2004), el uso de sombra en el cultivo de café tiene numerosas ventajas, entre ellas están:

- Protección a la planta de café, la sombra actúa como un filtro a la luz solar debido a que el exceso de radiación solar puede dificultar una producción sostenida.
- Regulación del microclima (la planta es sensible a cambios bruscos de temperatura).
- Reducción de la erosión por el amarre del suelo.
- Aumento en el aporte de nutrientes como el nitrógeno y materia orgánica con la caída de hojas y ramas. (Fertilidad de suelos).
- Protección de suelos y recursos hídricos, ya que se propicia una mayor infiltración de lluvia en el suelo, reduciendo la evaporación (aumenta la humedad relativa dentro del cafetal).
- Conservación de la flora y fauna.
- Fijación de CO₂ como forma de mitigar el efecto invernadero.
- Regula el desarrollo fisiológico de la planta (mayor productividad).

Las especies más utilizadas son: guaba, musáceas, poró, cítricos, aguacate, laurel y cedro. (Coocafé R.L., 2007). No se debe abusar de la sombra ya que provoca bajos rendimientos en el cafeto. (Vásquez, 1983).

Como indica Ramírez (2015a) el género *Erythrina* es utilizado como sombra para cultivos perennes como el café, debido a que es de rápido crecimiento, altas producciones de biomasa, fácil propagación como medio vegetativo y fijador de nitrógeno. La especie más empleada es el poró, sus ramas de madera suave permiten el fácil manejo para favorecer el paso de luz. Lo más recomendable es sembrar los árboles en la misma hilera del café y realizar podas cada año o cada dos años dependiendo la densidad de sombra.

2.6.2 Fertilización

De acuerdo con Ramírez (2015b) para evitar una deficiencia en el crecimiento y desarrollo de los cultivos, se requiere brindar un suministro constante de elementos nutritivos dirigido a lograr altos rendimientos del cultivo. Si la deficiencia es severa, se presentan síntomas como clorosis, deformación de las hojas, crecimiento raquítico y muerte regresiva. Para una fertilización más ajustada a los requerimientos del cultivo se debe analizar el contenido de elementos y fertilidad a partir del muestreo de suelos.

Independientemente de la región, las fórmulas completas de fertilización deben contener como mínimo un 15% de Nitrógeno (N), 0,33% de Boro (B), 3% de Fósforo (P_2O_5), 4% de Magnesio (MgO) y entre 10-15% de Potasio (K_2O); a menos que con un análisis de suelo se indique lo contrario. (ICAFE, 2011)

Según Campos y Cisneros (2013) los principales elementos nutricionales requeridos para una producción sostenida y de calidad son:

- Nitrógeno (N): requerido en gran cantidad niveles entre 200 a 300 kg N/ha en plantaciones de alta producción.
- Fósforo (P): requerido en niveles de 50 a 75 kg P/ ha; asociado a la formación y maduración de la fruta.
- Potasio (K): elemento de mucha demanda, niveles de 100 a 150 kg K/ha; asociado con el tamaño del fruto y su deficiencia favorece la propagación de enfermedades.
- Magnesio (Mg): de 40 a 80 kg Mg/ha.

- Boro y Zinc (B y Zn): favorece al crecimiento de entrenudos y brotes florales, y crecimiento del fruto. Se requiere en poca cantidad.

2.6.3 Poda y Deshija

El café después de una primera cosecha pequeña y dos buenas o “fuertes” se agotan en su tejido productivo, por lo que debe ser renovado mediante la poda. Su objetivo primordial es la renovación del tejido productivo, reanudando buenas producciones. (Campos y Cisneros, 2013) Los principales sistemas utilizados son:

- Selectiva por planta: se hace de forma individual y la altura dependerá del grado de agotamiento.
- Poda sistemática: se conoce como poda cíclica, se toman grupo de 3, 4 o 5 calles y se podan totalmente siguiendo un orden estricto.
- Total por lote: la poda se realiza en lotes independientemente del tamaño del lote o la condición de la planta. Y se recomienda después de la poda realizar una buena deshija.

2.6.4 Control de plagas y enfermedades

Durante el proceso productivo existe una serie de organismos que se ven favorecidos por la condición climática o por el mal manejo agronómico, por lo que se deben controlar malezas, plagas (broca, nematodos, jobotos o abejones de mayo, cochinillas) hongos y enfermedades (ojo de gallo, roya del café, llaga macana)(Campos y Cisneros, 2013).

Según lo recomendado por el ICAFE (2011) para el control de plagas se utilizan trampas, métodos culturales, biológicos y químicos, este último en caso de que el cultivo tenga un ataque mayor del 5%; además debe ir acompañado de una buena fertilización. Para reducir los daños por enfermedades se establecen densidades de siembra no mayores a 5000 plantas/ha, podar las plantas con lesiones, deshijar 2 veces al año y aplicar fungicidas recomendados 3 veces al año en los momentos y dosis establecidos. Esto permite proteger la cosecha presente en la planta y asegurar un potencial productivo para el año siguiente.

El control de malezas es esencial para bajar la competencia del cultivo sin caer en el extremo de suelos limpios expuestos a la erosión, se puede realizar de forma mecánica o por medio de herbicidas.

2.7 Cosecha

La cosecha es recolectar los frutos maduros o cerezas. (COFENAC, 2010) Consiste en cortar solo el grano que esté en su punto óptimo de madurez ya que si se corta grano verde producirá una bebida con el típico sabor a verde; la cosecha es una labor que demanda mucha mano de obra en un período de tiempo corto (Wintgens, 2004). En nuestro país se realiza de forma manual, lo que se distingue en la calidad final al realizarse de manera oportuna y apropiada. (Campos y Cisneros, 2013)

De acuerdo con Miranda (2014) las zonas altas arriba de los 1200 msnm tienen una maduración tardía, que inicia en los meses de noviembre y diciembre, prolongándose hasta por 5 meses. El comportamiento de la cosecha del café es similar a una campana debido a que inicia con volúmenes bajos que van aumentando hasta alcanzar un pico máximo y luego vuelven a descender.

2.8 Manejo Post cosecha

El productor debe entregar su café dentro de las siguientes 24 horas después de haberlo cosechado a una empresa beneficiadora, directamente en la planta de beneficiado o en un centro de acopio (recibidor). (Miranda, 2014). Según Wilboux (1963) y Miranda (2014) existen dos formas de beneficiado vía húmeda y vía seca, los cuales se describen a continuación:

2.8.1 Beneficiado vía húmeda

Inicia con el despulpado de las cerezas, donde se elimina la pulpa y parte del mucílago, luego se trata de eliminar la parte del mesocarpio adherida al pergamino mediante fermentación o por abrasión mecánica. Finalmente los granos se lavan para quitarles bien el mesocarpio, y se procede a efectuar clasificaciones o separaciones por flote.

El agua utilizada funciona como medio de transporte, lavado y clasificación. En el proceso se generan tres residuos: la pulpa, el mucílago y las aguas residuales. Cortez (2010).

- **Despulpado:** Consiste en separar la pulpa y una fracción del mesocarpio, para esto se utiliza una despulpadora (equipo mecánico); y debe realizarse durante las primeras 24 horas después de la cosecha.
- **Desmucilaginado:** Consiste en separar el mucílago del pergamino; se puede realizar por fermentación, se descompone el mucílago y luego se procede a eliminar con el lavado. La fermentación puede durar entre 12 horas en clima cálido y 30 horas en clima frío; pero a nivel nacional es poco utilizada. En su lugar se utiliza la desmucilagadora (equipo mecánico) el cual remueve rápidamente el mucílago adherido al pergamino mediante agitación y fricción. (Duicela et al., 2004)
- **Lavado:** Se realiza para completar la separación del mucílago del pergamino, consiste en la inmersión o paso de los granos por una corriente de agua.
- **Secado:** Se puede realizar utilizando la energía solar cuando se hace el secado natural o bien con otra fuente de energía como biomasa o combustibles fósiles cuando se hace mecánicamente con secadoras de aire caliente forzado, bajando el contenido de humedad inicial desde aproximadamente el 53-55% (base húmeda) hasta el rango de comercialización entre el 10-12%. Se hace con el fin de conservar la calidad física, organoléptica e inocuidad del producto, e impedir el desarrollo de hongos y bacterias en el almacenamiento. (Oliveros et al., 2010).
- **Acondicionamiento del café en oro:** El acondicionamiento es un conjunto de procesos, se inicia con el despergaminado, clasificación por tamaño, clasificación por densidad y clasificación por color. El grano oro puede almacenarse en sacos para evitar su humidificación por al menos dos o tres meses, es importante que el grano no supere el 13% de contenido de humedad para evitar la aparición de organismos que afecten la calidad del grano y la taza. El proceso correcto consiste en pelar, clasificar, ensacar y despachar en un solo trajín.

2.8.2 Beneficiado vía seca

Corresponde al proceso de transformación del café cereza a café natural, en este método no se realiza el despulpado ni el lavado. El café es secado con todas sus envolturas al sol o de manera mecánica. (COFENAC, 2010). Además este procedimiento es económico en las regiones tropicales, donde la estación seca coincide con el período de recolección. Los frutos se secan una vez que han sido recolectados, eso sí requiere más tiempo que el anterior.

El beneficiado por vía húmeda, utilizado por el sector cafetalero nacional, consiste en que el mismo día de la cosecha se remueve la pulpa del grano. Mientras que en el proceso de beneficiado por vía seca al sol dura entre 5-7 días y de forma mecánica dura entre 24-36 horas.

En la figura 2 se muestra la distribución porcentual por peso de las partes del fruto de café.

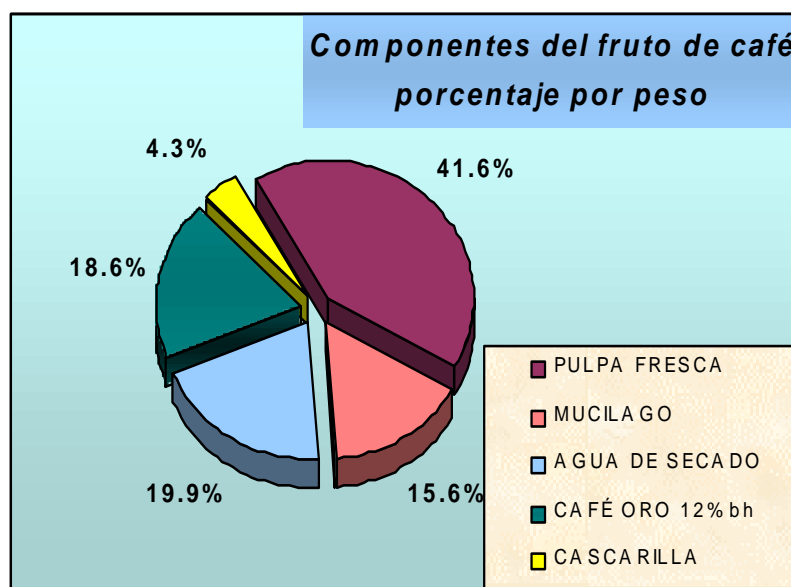


Figura 2. Porcentaje por peso de los componentes del fruto de café.

Fuente: (Cleves, 1986).

2.9 Calidad del café

En el comercio del café de Costa Rica se promueve una participación en el mercado que destaque por su calidad, en seguida se muestran algunos conceptos de calidad importantes a considerar en la investigación:

- La definición oficial de calidad es proporcionada por la Organización Internacional de Normalización (ISO siglas en inglés): “La medida en que un grupo de características intrínsecas (física, sensorial, conductual, temporal, ergonómico, funcional, etc.) cumple los requisitos, donde requisito significa necesidad o expectativa que puede ser explícita, generalmente implícita u obligatoria.” (ISO, 2000).
- La calidad del café se determina evaluando distintas características, las cuales se basan en las necesidades y gustos del mercado consumidor, y éstos pueden cambiar. Cada grano va a distinguirse por la variedad, por el peso, tamaño, color, sabor, etc. (Menchu, 1966).
- La calidad es la combinación de atributos o características de un producto, que determinan su grado de aceptación en el consumidor, debe considerarse desde la producción agrícola hasta los procesos pos cosecha, es decir abarca las características físicas y organolépticas. (Campos y Cisneros, 2013)
- La calidad del café depende de la variedad, factores ambientales (suelo, altitud), ataque de insectos u hongos, factores nutricionales, método de procesamiento, secado, descascarado y la clasificación. Es posible superar la influencia de estos factores mediante la adopción de prácticas culturales mejoradas y técnicas de procesamiento correctas para evitar el deterioro en la calidad. (Chakraverty et. al, 2003)
- La calidad implica toda la cadena productiva desde el manejo en plantación hasta los procesos requeridos para llevar el producto al consumidor, no debe tener efectos desfavorables para la salud y debe respetar el medio ambiente durante su producción (Banegas, 2009).

2.9.1 Factores que influyen la calidad del café

Hay varios factores que inciden de manera directa o indirecta en las características del grano en oro y la bebida, entre ellos están las condiciones agroecológicas en las que se desarrolla el cultivo, la especie, la variedad, la ubicación geográfica, la altitud, cuidados fitosanitarios, prácticas agronómicas empleadas en la producción, la cosecha, la tecnología de beneficiado, la clasificación final, el almacenamiento, tueste y preparación de la bebida; estos brindan aspectos especiales en las características físicas, químicas y organolépticas del café. Según Cárdenas (2007) se ha encontrado en la literatura una relación entre la calidad de la bebida y algunos factores genéticos y no genéticos.

(Burgos, 2003) destaca los siguientes factores:

2.9.1.1 Medio ambiente

La influencia de la altitud y la temperatura, una temperatura moderada va ayudar a una lenta y uniforme maduración del fruto del café. Cuando el fruto proviene de altitudes más altas produce más mucílago y es más rico en azúcares y otros sólidos solubles. (Illy y Viani, 2005)

La baja temperatura de las zonas altas provoca que los rayos ultravioleta sean más intensos, lo que favorece la calidad porque resultan ser más duros y poseen un sabor más agradable. En cambio en las zonas de baja altitud el ambiente cálido y húmedo fomentan una rápida maduración. (Burgos, 2003). Las plantas de café crecen y se producen mejor si se exponen a ciclos alternados de estaciones húmedas y secas. (Illy & Viani, 2005).

2.9.1.2 Prácticas culturales

El producto es más apreciado y con mayor tamaño cuando es cultivado en suelos fértiles. En caso de que exista un exceso de nitrógeno para que incremente la producción, puede producir que la densidad de los granos disminuya y el contenido de cafeína aumente. Igualmente si se utilizan altas concentraciones de calcio (Ca) y potasio (K) o hay deficiencias de magnesio (Mg) afecta la calidad del café. (Burgos, 2003)

Es importante también un buen control de enfermedades y pestes, ya que los granos perforados por broca pierden peso y son susceptibles al ataque de hongos provocando una indeseable fermentación y degradando la calidad de todo un lote. (Illy y Viani, 2005)

2.9.1.3 Aspectos genéticos

Se han realizado estudios sobre la influencia de la variedad sobre la calidad de taza, y hay variedades que tienen mejor taza que otras pero dependen también de la región, del clima, de las prácticas culturales y el proceso en poscosecha; por lo que se requieren rigurosos estándares para eliminar efectos confusos.

Las diferencias entre el café arábica y el café robusta son muy pronunciadas y bien documentadas. Arábica tiene niveles más bajos de cafeína, aminoácidos y ácidos clorogénicos en comparación con robusta, pero posee un 60% más del total de aceites. El perfil del aroma del café es principalmente controlado por el genotipo. Los datos de las pruebas analíticas de la composición química de los granos verdes son poco correlacionados con la percepción de la calidad de taza según lo determinado organolépticamente. (Illy y Viani, 2005)

2.9.1.4 Procesamiento en el manejo poscosecha

Miranda (1983) menciona que el objetivo principal del beneficiado de café es librar al grano de las envolturas exteriores y prepararlo para que sea un producto de alta calidad y fácil de exportar. Es necesaria una buena práctica durante el proceso de beneficiado que permita un funcionamiento eficiente de las actividades, evitando procesos inadecuados que causen defectos en la taza y así mantener la calidad del producto final para su comercialización y consumo.

2.9.2 Determinación de la calidad del café

Como indica el Consejo Cafetalero Nacional del Ecuador (COFENAC, 2010) la calidad física del grano está determinada por el tamaño, el color y la forma de los granos de café oro, así como de la cantidad de defectos y materia extraña que se encuentre. Mientras que la calidad organoléptica del café se relaciona con las propiedades intrínsecas de la bebida y los defectos de taza.

2.9.2.1 Características físicas

La forma: El grano suele ser de forma plana convexa o chata, la cual se considera de forma normal. Hay granos cortos y largos, los primeros poseen una relación largo/ancho menor que la de los granos largos que tienen una relación mayor (Anacafé, 1998). En fin hay granos plano-convexos de dimensiones variables y granos elipsoidales conocidos como caracolillo. (Wilbaux, 1963)

El tamaño: se determina por medio de zarandas o tamices medidas en sesenta y cuatroavos de pulgada con perforaciones redondas o alargadas (oblongas) de diferentes diámetros. Para las zarandas redondas el grano retenido en los números del 18 al 20 se consideran grandes, del 15 al 17 se consideran medianas y del 12 al 14 pequeños. (Menchu, 1966). Un café bien clasificado por tamaño tiene un valor superior al café con granos de diferentes dimensiones, además es evidente que el tueste es más uniforme. (Wilbaux, 1963).

El color: Según Wilbaux (1963) el color del grano puede variar dependiendo del tipo del café, origen y modo con el que ha sido beneficiado y eliminado el pergamino. Burgos (2003) menciona que los colores de grano son azules, verdes, amarillos y pardos en orden descendente de calidad; lo cual indica que los granos que poseen mayor calidad son azulados y verduzcos, mientras que los amarillos y pardos tienen una calidad pobre.

Uniformidad: un grano no es uniforme si está dañado o manchado. (Menchu, 1966).

Densidad: es la relación entre la masa y el volumen del grano, particularmente tiene una relación directa con el contenido de humedad del grano, es decir que la densidad aumenta cuando el contenido de humedad aumenta.

- ***Densidad aparente:*** sí considera los vacíos (espacio intergranular) y se determina mediante la prueba de caída libre (g/L). El contenido de humedad posee un efecto importante en la densidad de los granos.
- ***Densidad real:*** se conoce también como peso específico, no considera los vacíos y se puede determinar mediante la prueba de desplazamiento de tolueno o de aceite vegetal. Según Liny (2013) el tolueno se utiliza en lugar del agua para evitar la absorción durante la medición, además de tener una baja tensión superficial. El tolueno es una sustancia tóxica (cancerígena) por lo que es más recomendable el uso de aceite vegetal.

2.9.2.2 Características del tueste

El grano durante el proceso de tostado cambia gradualmente su color e intensidad, hay varias señales que facilitan determinar la procedencia del grano y la calidad del proceso de beneficiado (conocido como “Carácter”) y son: el aspecto físico de la superficie, la abertura de la hendidura, el color de la película en la hendidura, entre otros. Cabe mencionar que los cafés inferiores o de zonas bajas se tuestan más rápido, revientan más, su hendidura se abre más, con una superficie más lisa y el color final es más claro y sin brillo comparado con los cafés finos o de altura. (Acevedo, 1994).

El grado de tostado se evalúa por el color, y puede ser ligero, medio u oscuro. (Clarke, 1985). El tostado ligero (pierde un 3-5% de materia seca) y suele realzar la acidez; el medio (pierde 5-8%) y el oscuro (pierde de 8-14%), este realza el cuerpo pero disminuye los atributos del sabor. (CCI, 1992)

2.9.2.3 Catación y características organolépticas

La catación es una prueba que consiste en analizar de formas sistemática y cuantificada las particularidades organolépticas y sensoriales del café. Esta evaluación la realiza un catador, que es una persona con amplios conocimientos, tiene experiencia y habilidades para percibir los atributos y defectos del café. Sin omitir que los aspectos evaluados son subjetivos ya que se fundamentan en la opinión y preferencias del catador. (Barrios et al., 1998). Un alto contenido de humedad del grano puede repercutir en las pruebas de análisis sensorial.

De acuerdo con el Instituto de Normas Técnicas de Costa Rica (INTECO, 2009) la prueba sensorial se hace para determinar:

1. Diferencias actuales sensoriales de las muestras.
2. El sabor de las muestras.
3. La preferencia del producto.

Según la norma INTECO, que es una adaptación del protocolo de la Asociación Americana de Cafés Especiales (SCAA por sus siglas en inglés), las muestras son evaluadas en una escala numérica considerando los siguientes parámetros:

Fragancia: Los compuestos volátiles del café producen cierta intensidad, cuando por el sentido del olfato son percibidos sin la adición del agua. Algunos defectos o notas particulares se pueden destacar. No se valora en extractos de café.

Aroma de la bebida: Definición idéntica a la anterior que se percibe en la infusión al agregar agua a una temperatura mayor a 95°C.

Sabor: Es la característica principal del café, es una combinación de la impresión de todas las sensaciones gustativas (papila gustativa) y aromas que van de la boca a la nariz. Dentro de la calificación se debe considerar la intensidad, calidad y complejidad del sabor y aroma combinado. El café es sorbido con ruido en la boca para que el paladar entero se involucre en la evaluación.

Sabor residual o resabio: Es la duración de las calidades positivas del sabor que provienen de la espalda del paladar y se quedan después del café se expectore o es tragado. Entre menos dure y más desagradable sea, la nota será más baja.

Acidez: En su mejor forma, ésta contribuye a una vivacidad del café, el dulzor, y al carácter de fruta fresca; se experimenta inmediatamente que es sorbido, y cuando es favorable se describe como “un brillo”; o “agria” cuando es desfavorable. La nota final se ve reflejada por la preferencia del catador.

Cuerpo: Es la sensación táctil del líquido en la boca, percibido entre la lengua y el cuello de la boca. Si el cuerpo es pesado, la nota en calidad es alta debido a la presencia de coloides (de infusión); aunque de igual forma muestras con cuerpo ligero pueden tener un sentimiento agradable en la boca. Nuevamente la nota se basa en la preferencia del catador.

Uniformidad: Se refiere a la consistencia del sabor de diferentes tazas de la muestra. Si el sabor de las tazas es distinto, la calificación no va ser muy alta. Cada taza se evalúa para que demuestre este atributo y se dan dos puntos por taza, con un máximo de 10 puntos si 5 tazas tienen el mismo criterio.

Balance: Se refiere a la manera en que el sabor, resabio, la acidez y el cuerpo se complementan y trabajan juntos en la muestra; la manera en que se contrastan uno al otro. Si en la muestra no destacan ciertos atributos, la nota se reducirá.

Taza limpia: Hace mención a la falta de impresiones negativas desde la primera ingestión hasta el resabio final. Se debe evaluar el sabor total del tiempo de la ingestión inicial a tragar o la expectoración final. Dos puntos se dan a cada taza que demuestre el atributo.

Dulce: El dulzor hace referencia a un sabor agradable, el cual es resultado de la presencia de carbohidratos. Lo contrario sería un sabor agrio, astringencia o sabores

“verdes”. Se dan dos puntos para cada taza que demuestre este atributo con un máximo de 10 puntos.

Puntaje del catador: Es donde los catadores hacen su evaluación personal, es el puntaje total percibido por cada catador de manera integral. Una muestra puede tener aspectos agradables pero no llegar a la medida, lo que significa una nota baja. En caso de que un café cumpla con las calidades particulares del sabor de su origen, recibirá una nota alta.

Defectos: Son los sabores malos o negativos que bajan la calidad del café. Éstos se clasifican en dos maneras: un defecto o una mancha. Una mancha es un “des-sabor” notable pero que no abruma, que destaca en los aspectos aromáticos (se le da un “2” en la intensidad). Un defecto es un “des-sabor” en los aspectos del sabor que es abrumante o deja la muestra no “tomable” recibe un “4” en la escala de intensidad. Primero se debe reconocer cuál de los dos es el que predomina y describirlo (“agrio”, “huloso”, “fermentado”, “phenolic”, etc.). Además se debe anotar el número de tazas en las que se encontró el defecto y registrar la intensidad como un 2 o 4. La cuenta del defecto se multiplica y es restada de la cuenta total según las direcciones en la forma de catación.

Puntaje Final: Se calcula sumando las notas individuales dadas para cada uno de los atributos primarios primero, especificada como “Nota Total”; después se restan los defectos para obtener la “Nota Final”. El cuadro 2 muestra la descripción de la especialidad y la calificación según el puntaje o nota final.

Cuadro 2. Puntajes de calidad del café de acuerdo con su Nota Final

Puntaje Total	Descripción de la Especialidad	Clasificación
95 – 100	Ejemplar o único	Especialidad Súper Premio
90 – 94	Extraordinario	Premio a la Especialidad
85- 89	Excelente	Especialidad
80 – 84	Muy Bueno	Premio
75 – 79	Bueno	Calidad Usual Buena
70 – 74	Pasable	Calidad Media
60 – 70	-	Grado de Cambio
50 – 60	-	Comercial
40 – 50	-	Abajo del Grado
< 40	-	Fuera de Grado

Fuente: (INTECO, 2009a)

2.10 Zonificación cafetalera de Costa Rica

A partir de 1964 se intentó fijar los límites climáticos de las distintas zonas cafetaleras y establecer una zonificación ecológica a nivel nacional; la cual tomó validez debido a estudios realizados por el Departamento de Estudios Agrícolas y Económicos de la Oficina del Café. (Acosta y Cleves, 1964) (Rojas, 1987).

Como se mencionó anteriormente, Acosta y Cleves (1964) realizaron un estudio donde se definen ocho tipos de café y dieciséis subtipos tomando en cuenta la ubicación geográfica, altitud, variables climáticas, características físicas del grano y características organolépticas de la bebida. Cleves (1975) caracterizó las principales regiones cafetaleras e incluyó para cada tipo la región y estado de maduración, a pesar de sus limitantes, como la falta de expresión cartográfica y variables fisioedáficas descritas por Rojas (1987), es la tipología oficial del país por parte del ICAFE. (Alpízar, 2014).

Rojas (1987) realizó un estudio titulado “Zonificación agroecológica para el cultivo del café (*Coffea arabica*) en Costa Rica”, utilizando la estructura metodológica del IICA. La primera etapa consistió en definir los requerimientos agroecológicos de los cultivos (temperatura, radiación, agua, etc) para determinar el agroclima y los requerimientos fisiológicos del cafeto. La segunda etapa fue la constitución de un banco de datos meteorológicos y estimación de los elementos climáticos faltantes. En la tercera etapa se definió el período de cultivo por medio del análisis frecuencial de lluvias, para estudiar la disponibilidad de agua para el cultivo a lo largo del año y su evapotranspiración. En la cuarta etapa se definieron las potencialidades de producción para el cafeto (relación cultivo-clima), en la quinta etapa se realizó un análisis de variables fisiológicas, en la sexta etapa destacó una síntesis cartográfica y la séptima etapa presentó los resultados finales en mapas de estudios de zonificación.

2.10.1 Zonificación cafetalera para tipo de café *Strictly Hard Bean*

En el cuadro 3 se observa la zonificación agroecológica para el tipo de café *Strictly Hard Bean* (S.H.B.). Para los otros tipos de café se puede consultar el Anexo A.

Cuadro 3. Zonificación Cafetalera de Costa Rica del ICAFE, para el tipo de café *Strictly Hard Bean*.

Tipo de café	<i>Strictly Hard Bean (S.H.B.)</i>		
Regiones	Vertiente del Pacífico (Estaciones húmeda y seca bien definidas)		
Maduración	Tardía		
Subtipos	S.H.B. Norte	S.H.B. Central	S.H.B. Sur
Zonas de Producción	Alajuela y Heredia (Por semejanza también el S.H.B. de Coto Brus y El General)	Zona Central del Valle Central (Moravia, Tres Ríos, etc.)	Sur de San José y Cartago (Aserrí, Dota, Tarrazú)
Altitud	1200- 1600 msnm	1200- 1650 msnm	1200- 1700 msnm
Precipitación	3000 mm (anual)	2250 mm (anual)	2000 mm (anual)
	155 mm (mensual)		
Temperatura	19 °C		
Brillo Solar	44- 54% (2150 horas)		
Humedad Relativa	84%		No hay datos
Características del grano	Dureza física, fisura cerrada como en los "Hard Beans".		
Características de la taza	Alta acidez, buen cuerpo y aroma. (Estrictamente alturas)		

Fuente: (Cleves, 1975)

Según Wintgens (2004) el café arábica de nuestro país está clasificado de acuerdo con la altitud del área de producción; el café de mejor calidad proviene de altas altitudes (1200-1650 msnm) y es clasificado como *Strictly Hard Bean* (SHB).

El sub tipo *Strictly Hard Bean* Sur corresponde a la zona de Los Santos (Aserrí, Dota, Tarrazú). Valenciano (2008) menciona que el café tipo *Strictly Hard Bean* se cultiva entre 1200 y 1650 m de altitud y que corresponde a un 85,28% de las hectáreas sembradas de café en la Zona de los Santos.

2.10.2 Región cafetalera de la zona de Los Santos (Zona de estudio)

Se ubica en la región central del país, a unos 70 km al sur-suroeste de la capital y pertenece a la Vertiente del Pacífico. La figura 3 muestra el mapa de la zona de estudio, indicando la delimitación geográfica de la producción del café catalogado como “Tarrazú”. La época de cosecha en la región se presenta entre los meses de diciembre a marzo. La actividad cafetalera abarca aproximadamente el 50% del uso del suelo; los suelos de esta región presentan un alto grado de acidez (pH muy bajo: 4,6 promedio) además de ser clasificados como Ultisoles, los cuales en su mayoría se forman a partir de rocas sedimentarias. (Valenciano, 2008 y Oviedo, 2011)

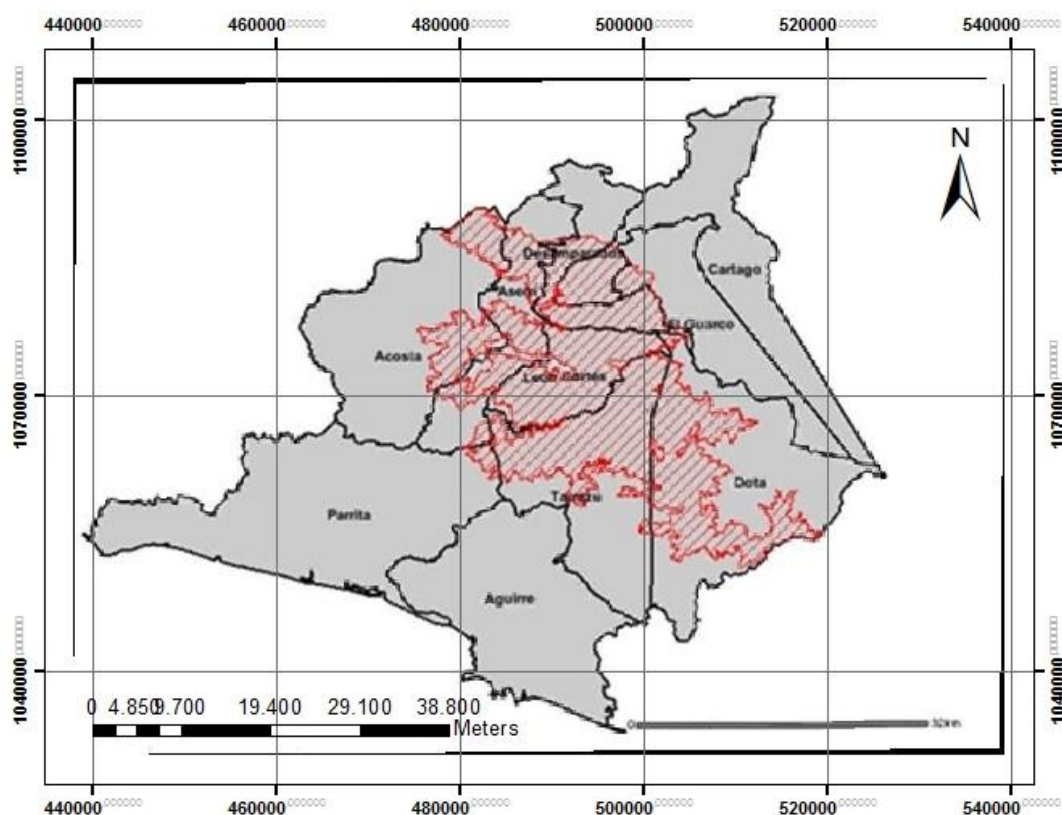


Figura 3. Mapa de la zona de Los Santos y la delimitación del café Tarrazú en rojo.

Fuente: (ICAFE, 2014)

Según Valenciano (2008), las presiones más sufridas por las familias cafetaleras de esta zona son las plagas, el clima y los precios; para enfrentar esta última, los beneficios han buscado alternativas de comercialización como la denominación de origen, explotando la calidad del café de la zona. Según el censo cafetalero mencionado por Valenciano (2008), el 30% de las personas pertenecientes a hogares cafetaleros dedican su trabajo dentro de cafetal.

El cuadro 4 muestra el comportamiento de la producción de café en la región de Los Santos de las tres últimas cosechas 2011-2012 a 2013-2014, en relación con la producción nacional, observándose un incremento del aporte de la zona a la producción nacional.

Cuadro 4. Producción de café fruta. Cosechas 2011-2012 a 2013-2014.

Región Cafetalera	2011-2012		2012- 2013		2013- 2014	
	Fanegas	Porcentaje	Fanegas	Porcentaje	Fanegas	Porcentaje
Los Santos	703 688	29,5%	678 636	30,2%	782 250	40,2%
Producción Nacional	2 382 965	100%	2 245 543	100%	1 946 641	100%

Fuente: (ICAFE, 2014)

2.10.2.1 Competencia nacional de taza

La “Taza de la Excelencia” es un concurso de la *Alliance for Coffee Excellence* (ACE), el cual a nivel nacional es organizado por la Asociación de Cafés Finos de Costa Rica (SCACR, por sus siglas en inglés), con el respaldo del Instituto de Café de Costa Rica (ICAFE). En el año 2014, al ganador se le cotizó el quintal (46 kilos) en \$4.120; siendo la cotización en la bolsa de Nueva York alrededor de \$175 por quintal; es decir que el grano ganador se vendió 23 veces más caro que el promedio internacional, dicho café proviene de la región de Dota, Tarrazú (1900 msnm). (Rodríguez, 2014).

2.10.2.2 Caracterización de los suelos de la zona

El ICAFE (2009) realizó un estudio para caracterizar la fertilidad de los suelos dedicados al cultivo de café en Costa Rica; se tomaron 2553 muestras en la región de Los Santos de la época seca (Diciembre- Abril) de los años 2007-2008. Se obtuvieron suelos con alta acidez, solo el 18% del área cafetalera no requerirá corrección con carbonato de calcio mientras que un 56,9% demandan niveles superiores a 2 TM/ha.

El área de estudio presentó valores de Capacidad de Intercambio Catiónica Efectiva (CICE), suma de las bases Ca, Mg, K y acidez intercambiable, que se relacionan con potenciales de fertilidad medios. El calcio y el magnesio se presentaron en contenidos bajos, mientras que el potasio se encontró en niveles más favorables.

Se encontraron niveles bajos de fósforo y zinc, niveles medios de cobre, niveles medios y altos de manganeso y niveles altos de hierro.

De acuerdo con Chinchilla (2010) en la zona de Los Santos, los parámetros que más limitan la capacidad de uso del suelo son la pendiente, erosión, profundidad efectiva y fertilidad actual. Por otra parte, según indica Oviedo (2011) el 96% de las tierras de esta zona se encuentran en relieves ondulados, a fuertemente ondulados y escarpados. El 63% de la tierra es para vocación de cultivos permanentes, es decir de clase IV y VI y un 32% de vocación forestal o de conservación, es decir de clase VII y VIII.

2.11 Estudios similares realizados en otros países

2.11.1 Guatemala

Burgos (2003) realizó un estudio de investigación acerca de las condiciones ecológicas de producción, así como de las características físicas y organolépticas para determinar los tipos de café que se producen en la región del Trifinio, Guatemala. Para esto se estratificaron las zonas de producción de acuerdo con las condiciones de altitud y se utilizaron muestras representativas de café para el análisis de catación. Inicialmente se tomaron listados de fincas del área de estudio y se geo referenciaron; luego se realizaron

encuestas a los productores para datos generales de la finca, datos de producción, el manejo agronómico, el manejo postcosecha y sobre la contaminación generada en el proceso. Y finalmente se realizaron pruebas de catación para determinar las características organolépticas de los granos de café.

Se encontró que la variedad Catuaí es la más utilizada en el área de estudio. La distancia de siembra utilizada es de 2 m entre hileras y de 1 m entre plantas. Burgos concluye que existe una influencia de la altitud sobre el tipo que se produce en las muestras analizadas. Por su parte, el manejo agronómico es muy similar en toda el área estudiada, no así en el manejo de post cosecha, pues la mayoría de muestras presentó defectos de taza, procedentes de un mal beneficiado del café.

2.11.2 Nicaragua

Lara (2005) valoró los efectos de los factores altitud, sombra, rendimiento y fertilización sobre la calidad del café, con base en un total de 67 muestras de la Región Cafetalera Norcentral de Nicaragua.

Según los resultados que obtuvo la altitud fue el factor que influyó de manera decisiva en los parámetros de calidad como las características físicas, organolépticas y los compuestos bioquímicos.

Finalmente la altitud fue el factor con mayor influencia sobre la calidad del café; la sombra, fertilización y rendimiento ejercieron un efecto positivo pero en menor intensidad. La sombra, la fertilización y la altitud beneficiaron la producción de granos de mayor tamaño y peso, y con ello el aumento en la intensidad de las características organolépticas.

2.11.3 Honduras

Banegas (2009) evaluó variables relacionadas con factores ambientales y factores de manejo como la altitud, variedad, sombra, productividad, fertilización y la exposición de la vertiente, sobre las características físicas y organolépticas del café. El estudio se basó en el análisis de 89 muestras procedentes de los municipios El Paraíso y Alauca. Se evaluaron

tres rangos de altitud ≤ 1060 , 1060- 1328 y ≥ 1329 msnm, tres variedades, a saber, Lempira (Catimor T8667), Pacas y Typica; y se realizaron encuestas a los productores para caracterizar el manejo de producción.

El análisis estadístico mostró que no hay interacción entre las tres variedades y la altitud, pero sí hay efectos de la altitud y de la variedad sobre la calidad. Banegas determinó que al incrementar la altitud las características organolépticas mejoraron; tradicionalmente se ha mencionado que la calidad de la bebida depende en gran medida de la altitud en donde se encuentren las zonas de producción. La variedad es el factor que tiene mayor efecto sobre la calidad física del café (tamaño de grano y forma) y no se encontró un efecto de la altitud sobre estas variables de estudio.

La sombra no afectó la calidad de la bebida pero sí favoreció la formación de frutos de mayor tamaño. Se encontró un efecto de la productividad sobre las características organolépticas, es decir que a mayor productividad menor calidad de taza. Finalmente se evidenció que la calidad va acompañada de la productividad y de la variedad.

2.11.4 Colombia

Puerta (1998) evaluó la calidad de la bebida de las siguientes variedades de café: Típica, Caturra, Borbón y Colombia de fruto rojo y amarillo de la zona de Chinchiná, a 1400 msnm, con una temperatura media de 21,3°C, una humedad relativa promedio de 78%, una precipitación anual de 2634 mm y un brillo solar de 1690 horas. Las muestras fueron procesadas mediante el método de beneficio húmedo con fermentación natural y secado solar, los valores de contenido de humedad obtenidos fueron entre el 10,7% y el 11,4%.

El proceso de tostado se realizó a 230°C variando entre 9 y 10 minutos. El panel de catación realizó 1100 evaluaciones sensoriales descriptivas cuantitativas, a las cuales se les calificó: intensidad de aroma del café tostado y molido, aroma de la bebida, amargor, cuerpo, acidez e impresión global de la bebida. El aroma se determinó como muy bueno, varió entre 7,2 y 7,4; el Borbón fue la variedad que obtuvo la mejor calificación para el

amargor, varió entre 6,5 y 7,3; el cuerpo fue similar en todas las muestras varió entre 6,9 y 7,4; la intensidad del aroma varió entre 7 y 7,5; y la acidez varió entre 7 y 7,6.

“Las mejores características de la variedad Colombia son su alta acidez, sabor, cuerpo y aroma. El café Borbón presenta el amargor más equilibrado y excelentes características organolépticas. Para el café Caturra predomina la acidez, amargor, cuerpo y aroma. La variedad Típica presenta características muy suaves y equilibradas en todas las cualidades.” (Puerta, 1998) Dichas variedades son muy homogéneas y destacan por su alta acidez.

Díaz (2014) realizó otro estudio donde menciona que la torrefacción tiene una influencia directa en la calidad del café, la cual depende del tiempo y la temperatura. En esta investigación se analizó el café torrefactado proveniente de dos zonas de cultivo La Unión (1931 msnm) y Buesaco (2100 msnm) de la región de Nariño. Los factores de altitud, edafológicos y el agroclimático aportan atributos al grano de café.

Se realizó una limpieza de las muestras (eliminación de defectos e impurezas) y se zarandó, se obtuvo un aprovechamiento del 50% en la retención del tamiz N°16 y N°17. Además se determinó la densidad por caída libre y finalmente el proceso de torrefacción se realizó a 3 intervalos de tiempo. La humedad de los granos rondó entre un 10% y un 12%.

También se realizaron análisis físicos de densidad por compactación, reducción de tamaño, colorimetría, medición de humedad en café tostado y molido; y pruebas químicas como acidez titulable, extracción de lípidos, de digestión, de determinación de fibra cruda y determinación de carbohidratos.

Finalmente se obtuvo que a menor altitud la planta sufre cambios más drásticos por lo que su vida productiva es más corta y el grano del café es más pequeño y de menor calidad. Según lo descrito la temperatura óptima de torrefacción del café debe ser de 210°C, ya que genera una reducción en el peso acuoso del grano y se desarrolla a plenitud el sabor y el aroma. La densidad del grano disminuye a medida que aumenta la temperatura, y mientras aumenta la temperatura, el porcentaje de humedad disminuye. A mayor altitud el grano es

más denso y tiene una menor pérdida de humedad. El contenido de lípidos y proteínas incide en gran manera sobre la calidad del café y la estructura del grano una vez torrefactado.

CAPÍTULO 3: METODOLOGÍA

3.1 Selección de Beneficios

Inicialmente se consultó la lista de beneficios de la región cafetalera de Tarrazú del ICAFE que contiene 49 beneficios y micro beneficios, los cuales se contactaron vía telefónica para consultar acerca del rango de altitud de café recibido.

Con dicha información se procedió a organizarlos en rangos de altitud de producción cada 200 msnm; siendo un total de 4 rangos, el rango A corresponde a la franja de 1200-1400 msnm, el rango B corresponde a la franja de 1400-1600 msnm, el rango C corresponde a la franja de 1600-1800 msnm y el rango D corresponde a la franja de 1800-2000 msnm.

De los beneficios escogidos al azar y que estuvieron de acuerdo en colaborar con la investigación, se coordinó con los encargados una visita para la recolección de muestras. Se seleccionaron 5 beneficios por franja y en cada beneficio se recolectó una muestra de café de aproximadamente 2 kg de calidad del primer pergamino cada una; obteniéndose finalmente un total de 20 muestras que abarcaron toda la zona de Los Santos, como se muestra en el cuadro 5. En total se obtuvieron muestras facilitadas por 12 beneficios, ya que algunos tenían a su disposición muestras a diferentes altitudes (cubriendo varios grupos).

Cuadro 5. Identificación de muestras por rango de altitud.

N° Muestra	Rango de Altitud			
	A	B	C	D
1	MA1	MB1	MC1	MD1
2	MA2	MB2	MC2	MD2
3	MA3	MB3	MC3	MD3
4	MA4	MB4	MC4	MD4
5	MA5	MB5	MC5	MD5

Cada uno de los beneficios fue ubicado de acuerdo con sus coordenadas geográficas en un modelo de elevación digital del software ArcGis. Los días en los que se realizó visita a los beneficios para recoger las muestras fueron: 27 de mayo, 30 de mayo, 24 de junio y 8 de julio del 2014.

3.2 Datos meteorológicos

Se solicitó información climática de temperatura, precipitación y humedad relativa de las estaciones meteorológicas ubicadas en la zona de Los Santos del Instituto del Café de Costa Rica (ICAFFE) y el Instituto Costarricense de Electricidad (ICE); y se obtuvieron promedios mensuales de temperatura y humedad relativa con su respectiva desviación estándar y para la precipitación se calculó el promedio diario y anual con su respectiva desviación estándar.

Las fechas registradas con datos meteorológicos de temperatura, precipitación y humedad relativa para cada una de las estaciones se encuentran en el Anexo B. En algunas estaciones hay datos diarios incompletos o no hay datos registrados en el mes; pero de igual forma se utilizaron los valores brindados.

Dichas estaciones fueron ubicadas de acuerdo con sus coordenadas geográficas en un modelo de elevación digital del software ArcGis, para observar la cercanía con respecto a los beneficios.

3.3 Encuesta realizada a los técnicos del beneficio

Se diseñó una encuesta para obtener información sobre el sistema de producción en finca, con base en la guía técnica para el cultivo de café (ICAFFE, 2011), y el procesamiento poscosecha del café. (Ver Anexo C). La encuesta se aplicó en cada uno de los beneficios.

En cada una de las visitas a los beneficios se encuestó a los responsables para identificar las variedades de café que se reciben, el manejo de plantaciones (distancia entre hileras y plantas, uso de sombra y rompevientos, sistemas de poda, manejo de deshojas, prácticas de conservación de suelos, control de malezas, plagas y enfermedades, fertilizantes y

encalado) que se aplica en la mayoría de las plantaciones relacionadas con cada beneficio. En relación con el proceso de beneficiado también se obtuvo información en cada uno de ellos (procesos y capacidad de equipo desde el recibo hasta el almacenamiento). Es importante tomar en cuenta que los técnicos de los beneficios y el ICAFE brindan asistencia a los productores para la aplicación del paquete tecnológico de producción de café.

Análisis estadístico

El análisis estadístico empleado fue el descriptivo y el inferencial. “La estadística descriptiva es el estudio que incluye la obtención, organización, presentación y descripción de información numérica.” (García y Matuas, 2010). Este método se usó para analizar el manejo en plantaciones y el manejo pos cosecha utilizado por los beneficios encuestados, y las variables predominantes de la zona, utilizando representaciones gráficas con ayuda de *Microsoft Excel*.

“La estadística inferencial es una técnica mediante la cual se obtienen generalizaciones o se toman decisiones en base a una información parcial o completa obtenida mediante técnicas descriptivas.” (García y Matuas, 2010). Para este análisis se utilizaron los software estadísticos *JMP v.8* y *PAST*, mediante un criterio de *prueba de hipótesis*, la cual contrasta dos hipótesis estadísticas y rechaza o no una hipótesis en favor de la otra. Para lo anterior se utilizó *el análisis de varianza ANOVA* el cual compara simultáneamente las medias poblacionales y se compara la probabilidad con un nivel de significancia alfa (en este caso un 5% con una prueba posterior de Tukey). Además se utilizó la técnica de *correlación* para medir el grado de asociación entre variables; y con ello determinar si entre ellas hay diferencias significativas tras un ANOVA de asociación aleatoria. Para medir el grado de asociación entre dos variables cualitativas (nominales) se utilizó el *análisis de contingencia*.

3.4 Despergaminado

Se realizó con una máquina despergaminadora, que desprende y separa el pergamino del café y lo deja en café oro. Para cada muestra se determinó el porcentaje de masa obtenido de café oro y de cascarilla con respecto a la masa inicial, además se determinó el promedio por rangos de altitud con su respectiva desviación estándar y el promedio total de las muestras. Además se realizó un análisis ANOVA del porcentaje promedio de café oro obtenido para cada rango de altitud.



Figura 4. Proceso de Despergaminado.

3.5 Prueba de Granulometría

Para la prueba de granulometría se utilizó como referencia la norma del Instituto de Normas Técnicas de Costa Rica (INTECO), INTE/ISO 4150:2009 Mod, que detalla el método de ensayo para realizar el análisis del tamaño del grano de café verde, mediante tamizado manual o mecánico utilizando los tamices de ensayo de laboratorio y expresando los resultados como porcentajes de masa. Esta norma toma como base la norma internacional

ISO 4150: 2005 “Standard Green Coffee. Size Analysis. Manual Sieving” con algunas modificaciones.

Dicha prueba se realizó en el laboratorio del Centro de Investigación del Café (CICAFE), mediante tamizado mecánico con un “Cribador Oscilante”, con este equipo se sustituye el movimiento manual.

3.5.1 Equipos

- Balanza electrónica capaz de pesar con una aproximación de 0,1 g.
- Máquina de cribado (Ver Figura 5).
- Tamices de ensayo.
- Tapa y receptor.



Figura 5. Máquina de cribado del CICAFE.

3.5.2 Muestreo

1. Se pesa con una precisión de 0,1 g la muestra de ensayo de aproximadamente 300 g de café oro.

3.5.3 Procedimiento

3.5.3.1 Selección de tamices

2. Se limpian los tamices y se colocan en el orden descrito en el cuadro 6. (Es importante que los tamices de abertura redonda se coloquen intercalados, es decir que los orificios no queden alineados; y en el caso de utilizar tamices con perforación oblonga se deben agitar en dirección paralela a la longitud de las aberturas).

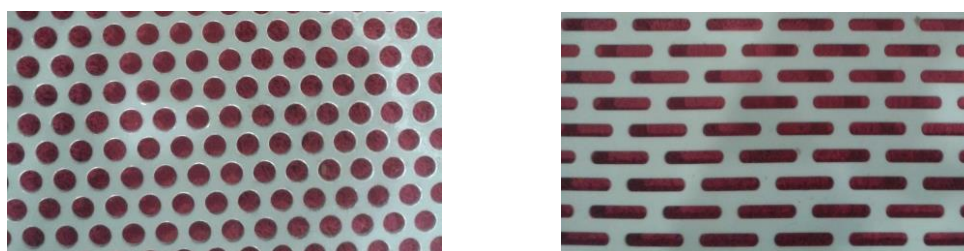


Figura 6. Perforación redonda y oblonga respectivamente.

Cuadro 6. Secuencia de tamices para prueba de granulometría con su perforación correspondiente.

Número de Tamiz	Tipo de Perforación
19	Redonda
12	Oblonga
18	Redonda
17	Redonda
11	Oblonga
16	Redonda
15	Redonda
10	Oblonga
Fondo	

Fuente: (INTECO, 2009).

3.5.3.2 Tamizado y pesaje

3. Se vierten por caída libre los 300 g de café oro sobre el tamiz superior de la máquina de cribado, se coloca la tapa para evitar la pérdida de granos y se enciende el equipo durante 3 minutos que agita uniformemente el conjunto de tamices en una sola dirección (adelante y atrás).
4. Después se procede a recolectar el grano retenido en cada tamiz por separado. Los granos que se traben en los orificios serán considerados como retenidos por el tamiz respectivo.
5. Finalmente se pesan los granos recogidos en cada uno de los tamices y en el receptor (fondo), con una aproximación a 0,1 g.

3.5.3.3 Números de ensayos

El procedimiento descrito anteriormente se repitió 2 veces más, para finalizar con 3 repeticiones de cada muestra.

3.5.4 Expresión de Resultados

1. El resultado se expresa como un porcentaje de la masa retenida sobre cada tamiz como se muestra en la siguiente ecuación:

$$w = \frac{m_1}{m_2} \quad (1)$$

Donde:

w: porcentaje de la masa retenida sobre cada tamiz (%).

m_1 : masa del grano de café en cada tamiz (g).

m_2 : masa total de la muestra para análisis (g).

2. Al sumar los tamices el porcentaje total debe ser igual a $100\% \pm 0,5\%$ de la masa del ensayo, en caso de que no se cumpla debe volver a repetirse el procedimiento con otra muestra de laboratorio.
3. El resultado para cada tamiz y para el receptor es el promedio de los resultados de las 3 repeticiones determinadas.

3.6 Prueba de Contenido de humedad

Para la prueba de humedad (contenido de agua en los granos) se utilizó como referencia la norma del Instituto de Normas Técnicas de Costa Rica (INTECO), INTE/ISO 6673:2011, que detalla el método de ensayo para determinar la pérdida de masa a 105°C de los granos enteros de café verde. Esta norma toma como base la norma internacional ISO 6673: *Green coffee- Determination of loss in mass at 105°C*. (INTECO, 2003)

Dicha prueba se realizó en el laboratorio del Centro para Investigaciones en Granos y Semillas (CIGRAS) de la Universidad de Costa Rica en un horno.

3.6.1 Equipo

- Horno con un sistema de ventilación forzada y capaz de controlar una temperatura de $105^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$, y que sea calentado eléctricamente. (Ver Figura 7)
- Recipiente de aluminio con tapa de ajuste apretado.
- Balanza analítica con precisión de 0,1 mg.
- Desecador (Ver Figura 8).



Figura 7. Horno Venticell del CIGRAS.



Figura 8. Desecador utilizado.

3.6.2 Muestreo

Se utilizó una muestra representativa de aproximadamente 10 g libre de daños o alterada durante el almacenamiento o transporte. Dichas muestras se manipularon de forma rápida para evitar cualquier pérdida o absorción de humedad al estar expuestas a la atmósfera.

3.6.3 Procedimiento

1. Identificar y pesar cada una de las placas vacías con su respectiva tapa.
2. Colocar aproximadamente una muestra de 10g de café oro en cada placa y esparcir los granos de manera uniforme.
3. Tapar la placa y volverla a pesar.
4. Colocar la placa destapada (la tapa abajo) con la muestra en el horno ajustado a 105°C y secar durante $16\text{ h} \pm 0,5\text{ h}$.
5. Después colocar la tapa a cada placa, ponerlas en el desecador y dejar enfriar a temperatura ambiente.
6. Se toma el peso final de cada placa cubierta con la muestra seca.

3.6.3.1 Número de ensayos

Se realizaron en total 3 repeticiones por cada una de las muestras brindadas por los beneficios.

3.6.4 Expresión de Resultados

La pérdida de masa a 105°C se expresa como porcentaje en masa y es igual a:

$$CH = \frac{m_1 - m_2}{m_1 - m_0} * 100 \quad (2)$$

Donde:

CH: contenido de humedad (%).

m_0 : masa de la placa y tapa. (g)

m_1 : masa de la placa, la porción de ensayo y la tapa antes del secado. (g).

m_2 : masa de la placa, la porción de ensayo y la tapa después del secado. (g).

Finalmente se obtiene un promedio de las 3 repeticiones determinadas.

3.7 Prueba de Densidad Aparente

Para la prueba de densidad aparente se utilizó como referencia la norma del Instituto de Normas Técnicas de Costa Rica (INTECO), INTE/ISO 6669:2009, que detalla el método de ensayo para determinar la densidad a granel de los granos enteros de café verde, bajo la condición de caída libre desde un contenedor a otro. Esta norma toma como base la norma internacional ISO 6669: 1995 *Determination of free-flow bulk density of whole beans (Routine method)*.

Dicha prueba se realizó en el laboratorio del CIGRAS de la Universidad de Costa Rica con un densímetro.

3.7.1 Equipos

- Balanza analítica capaz de pesar con una exactitud de $\pm 0,1g$.
- Tanque alimentador con forma de embudo con puerta corrediza en el extremo inferior. (Ver Figura 9)
- Recipiente para medición con una capacidad de 1 litro.
- Espátula con borde recto para nivelar.

3.7.2 Procedimiento

1. Se cierra la puerta corrediza del tanque alimentador.
2. El tanque alimentador (embudo) se llena con la muestra de ensayo hasta 2,5 mm antes del borde superior del mismo.
3. Bajo la descarga del tanque de alimentación se coloca centrado el recipiente de medición y se abre la puerta corrediza. Se deja vaciar el tanque hasta que los granos de café se desborden del recipiente de medición sin forzarlos, los granos de más caen sobre una bandeja.
4. Con la espátula en posición horizontal se retiran rápidamente el exceso de granos para nivelar la superficie.
5. Se realiza la medición del peso de los granos de café que cupieron en el recipiente de 1ℓ.



Figura 9. Tanque alimentador con muestra en pergamino y oro respectivamente.

*Este procedimiento se utilizó para granos de café en pergamino y granos de café verde (oro).

3.7.2.1 Número de ensayos

El procedimiento descrito anteriormente se repitió 2 veces más, para finalizar con 3 repeticiones de cada muestra.

3.7.3 Expresión de Resultados

1. El resultado de densidad bajo condiciones de caída libre, se expresa en gramos por litro. Primero se calcula el promedio de las 3 repeticiones y luego el valor de densidad aparente de la muestra mediante las siguientes ecuaciones:

$$P = \frac{(d_1+d_2+d_3)}{3} \quad (3)$$

$$D = P/V \quad (4)$$

Donde:

P: promedio de la masa de las tres repeticiones (g).

d₁: masa del contenido del recipiente de medición, en la primera repetición (g).

d₂: masa del contenido del recipiente de medición, en la segunda repetición (g).

d₃: masa del contenido del recipiente de medición, en la tercera repetición (g).

V: capacidad del recipiente de medición. (ℓ).

D: densidad aparente (g/ ℓ).

3.8 Prueba de Densidad Real

En la prueba de densidad real se determina el volumen de los granos mediante el desplazamiento de aceite vegetal producido al introducir 25 granos en el picnómetro por muestra. (Moreira et al., 1985; Mohsenin, 1986; Pittia et al., 2001; Vargas, 2011).

3.8.1 Equipo

- Termómetro.
- Balanza analítica con precisión de 0,1 mg.
- Picnómetro (Ver Figura 10).
- Aceite vegetal (soya).

- Recipiente de aluminio con tapa de ajuste apretado.

3.8.2 Calibración del picnómetro con agua destilada

Se tomó la temperatura del agua, la masa del picnómetro vacío, la masa del picnómetro lleno de agua destilada y se determinó la masa de agua destilada (restando estas dos últimas). Este procedimiento se repitió 6 veces y se obtuvo el promedio de temperaturas y el promedio de masa de agua destilada. Finalmente se determinó el volumen del picnómetro dividiendo el promedio de la masa del agua destilada entre la densidad del agua a la temperatura promedio calculada.

3.8.3 Procedimiento

Por cada muestra obtenida en los beneficios se escogieron los primeros tres tamices con mayor porcentaje de granos en las pruebas de granulometría (75,4%), y por cada tamiz se obtuvieron 3 repeticiones, siendo un total de 9 evaluaciones por muestra.

1. Tomar la temperatura del aceite vegetal y pesar del picnómetro vacío (m_{pv}) antes de comenzar con las muestras de cada tamiz.
2. Pesar una muestra de 25 granos del primer tamiz (m_g). (Repetir dos veces más para el mismo tamiz y luego repetir procedimiento para los otros dos tamices).
3. Llenar completamente el picnómetro de aceite vegetal y pesarlo (m_{pl}).
4. Para determinar la masa de aceite total se utilizó la siguiente ecuación:

$$m_a = m_{pl} - m_{pv} \quad (5)$$

Donde:

m_a : masa total del aceite (g).

m_{pl} : masa del picnómetro lleno de aceite vegetal (g).

m_{pv} : masa del picnómetro vacío (g).

5. Para conocer la masa del aceite desplazado al colocarse los 25 granos se utilizó la siguiente ecuación:

$$m_{ad} = m_{pm} - m_{pg} \quad (6)$$

Donde:

m_{ad} : masa del aceite desplazado (g).

m_{pm} : masa del picnómetro lleno de aceite más la masa de los 25 granos (g).

m_{pg} : masa del picnómetro con aceite y granos adentro (el aceite derramado se debe limpiar) (g).



Figura 10. Picnómetro lleno de aceite con 25 granos de café adentro.

6. La densidad del aceite (ρ_a) se obtuvo dividiendo la masa del aceite total (m_a) entre el volumen del picnómetro calculado en la calibración.
7. Finalmente la densidad del grano se obtuvo con la siguiente ecuación:

$$\rho_g = \rho_a * \left(\frac{m_g}{m_{ad}} \right) \quad (7)$$

Donde:

ρ_g : densidad del grano (g/mL)

ρ_a : densidad del aceite (g/mL)

m_g : masa de 25 granos (g).

m_{ad} : masa de aceite desplazado (g).

La densidad puede pasarse a kg/m^3 , multiplicando por 1000 el valor obtenido en g/L.

3.9 Prueba de Catación

3.9.1 Muestras para el análisis sensorial

Es importante destacar que las muestras utilizadas para esta prueba fueron obtenidas “a chorro” es decir que las muestras corresponden a una mezcla de variedades y sin clasificación de tamaños ni densidades; no corresponden a ninguna preparación comercial ni para competencia, pero si se desecharon defectos e impurezas.

Dicha prueba se realizó en el CICAFFE con 4 catadores *QGrade* (catadores profesionales certificados por el *Coffee Quality Institute* y reconocidos a nivel mundial). Se llevó al tostador a una temperatura de 210°C y se introdujo una muestra de 150 g de café oro, el tiempo de tueste fue entre 8- 12 minutos hasta obtener una muestra con un color medio de tueste y la molienda fue media, según el procedimiento estándar aplicado por el ICAFFE.

3.9.2 Procedimiento

Para la prueba de catación se utilizó como referencia la norma del Instituto de Normas Técnicas de Costa Rica (INTECO), INTE 24-01-03-09, que detalla la metodología para el análisis sensorial cuantitativo descriptivo del café.

Inicialmente se observan las muestras para inspeccionar el color del tostado, ya que puede ser una referencia para la calificación de atributos.

Paso 1: Preparación de la muestra

Se colocan 5 tazas por cada muestra a analizar.



Figura 11. Muestras de catación.

Paso 2: Fragancia/ aroma

- Quince minutos después de que las muestras han sido molidas, se evalúa la fragancia seca, levantando la tapa y oliendo la muestra seca.
- Se coloca agua a una temperatura de 95°C en cada una de las tazas con café molido.
- Después de aplicar el agua, la espuma se deja intacta durante 3-5 minutos. Se rompe la espuma removiendo 3 veces mientras se huele suavemente. La calificación de la fragancia/ aroma es con base en su evaluación seca y mojada.

Paso 3: Sabor, Resabio, Acidez, Cuerpo, Balance, Uniformidad, Taza Limpia y Dulzor.

- Se deja enfriar la muestra durante 10-12 minutos hasta llegar a 70°C (160°F) para comenzar con las evaluaciones. El café se aspira en la boca procurando que cubra la mayor cantidad de área en la lengua y en el paladar superior. El sabor y el resabio se

valoran a temperaturas elevadas debido a que los vapores retro nasales están en su máxima intensidad.

- El catador indica la nota individual y resta los puntos por defectos (si existen) y se suman las notas para indicar el puntaje final.



Figura 12. Prueba de catación con catadores QGrade en el CICAFFE.

Cada catador utilizó un formulario de catación (Ver Anexo D) en la que anotaba individualmente la calificación de cada parámetro evaluado. En el cuadro 7 se presenta la escala de calificaciones empleada por los catadores para evaluar cada descriptor.

Cuadro 7. Escala de la evaluación individual para cada uno de los descriptores de cafés especiales.

Bueno	Muy Bueno	Excelente	Extraordinario
6,00	7,00	8,00	9,00
6,25	7,25	8,25	9,25
6,50	7,50	8,50	9,50
6,75	7,75	8,75	9,75

Fuente: (INTECO, 2009)

Análisis estadístico

Para las pruebas de despergaminado, granulometría, humedad, densidad (aparente y real) y catación se realizó un análisis de varianza con un valor alfa al 5% y una prueba posterior de Tukey en el caso de variables normalizadas. Cuando el requerimiento anterior no se cumplió se utilizó en su defecto la prueba de Kruskal-Wallis (análisis de datos no paramétricos) que ayudó a determinar si entre las variables había diferencias significativas. Para lo anterior se utilizó el software estadístico *PAST*.

CAPÍTULO 4: RESULTADOS

4.1 Selección de Beneficios

En el cuadro 8 se observan los 12 beneficios de café visitados que facilitaron muestra(s) para el desarrollo del trabajo, con su altitud y capacidad promedio anual correspondiente. En la figura 13 se muestra la ubicación geográfica de los beneficios y en la figura 14 se muestran los beneficios visitados.

Cuadro 8. Beneficios de café que facilitaron muestra(s) y su respectiva altitud y capacidad promedio anual.

N°	Beneficio	Altitud del Beneficio (msnm)	Capacidad promedio (ff/anual)*
1	Río Tarrazú	1000	32 500
2	Afaorca	1250	2000
3	Río Jorco	1300	6000
4	Asoproaaa	950	9000
5	Puente de Tarrazú de León Cortés	1550	1200
6	Altos del Abejonal	1820	275
7	Coopedota	1545	65 000
8	Los Ángeles Café de Altura	1650	3000
9	Montañas del Diamante	1600	10 625
10	Maticas de Altura	1700	1200
11	La Pira de Dota	1700	300
12	Coopetarrazú	1430	200 000

*ff: fanega, unidad de medición tradicional que equivale a 2 dobles hectolitros (DHL) o 400 l.

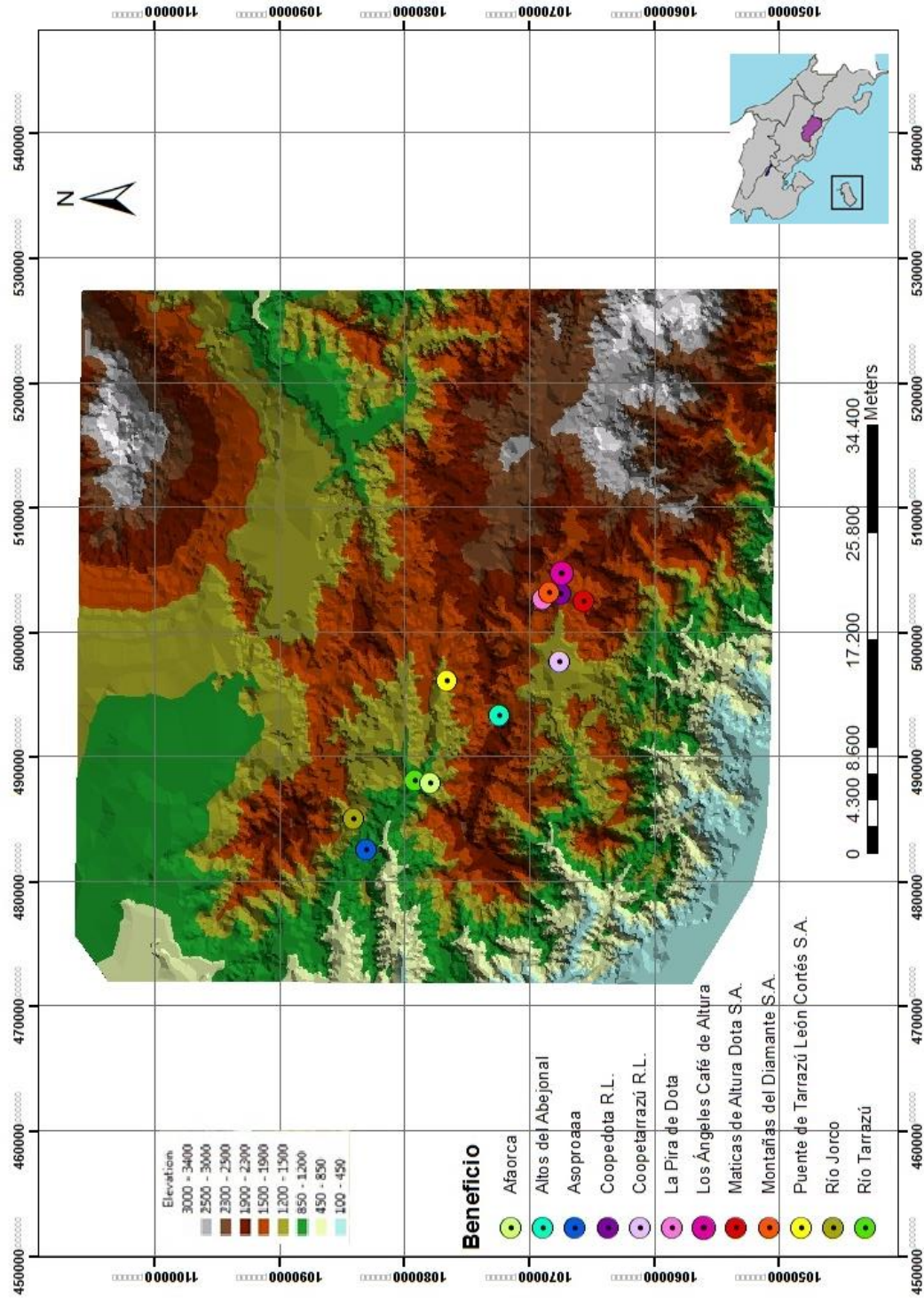


Figura 13. Ubicación de los beneficios visitados de la zona de Los Santos.

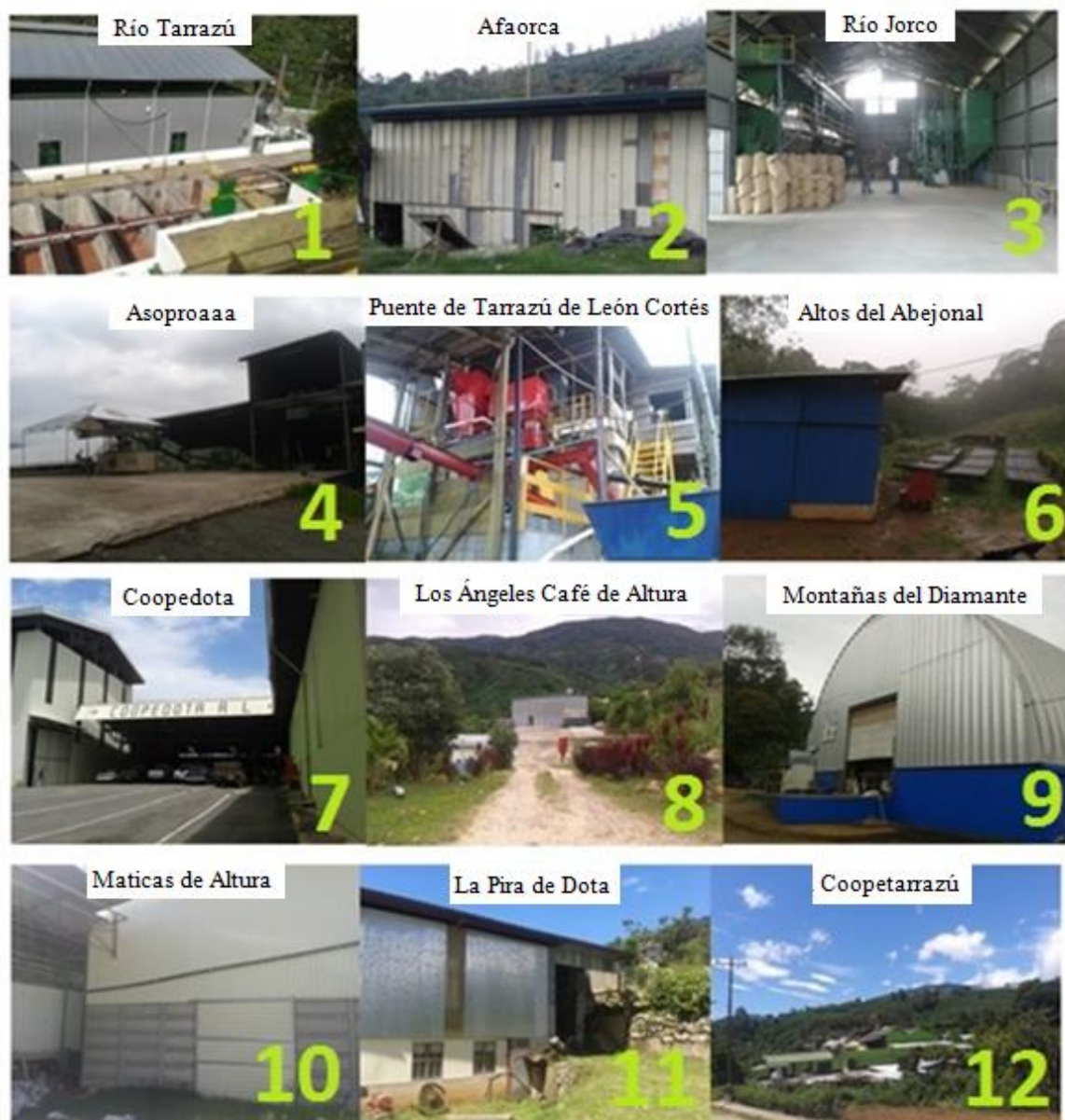


Figura 14. Beneficios visitados en la zona de Los Santos.

Según Araya (2013) el ICAFE agrupa las plantas beneficiadoras según el volumen de café que procesan, como se presenta en el cuadro 9.

Cuadro 9. Estratificación de beneficios con base en el volumen de café fruta procesado.

Estrato	Nivel 1 (DHL)	Estrato	Nivel 2 (DHL)
1	< 4 000	1a	< 1 000
		1b	$\geq 1\ 000 - < 4\ 000$
2	$\geq 4\ 000 - < 25\ 000$	2a	$\geq 4\ 000 - < 9\ 000$
		2b	$\geq 9\ 000 - < 25\ 000$
3	$\geq 25\ 000$	3a	$\geq 25\ 000 - < 70\ 000$
		3b	$\geq 70\ 000$

*La unidad de capacidad corresponde a dos dobles hectolitros (DHL) (400 L), conocida como “fanega”, la cual equivale entre 44.5 – 45.5 kg de café oro.

Fuente: (Araya, 2013)

De acuerdo con la capacidad anual promedio de cada beneficio (mostrada en el cuadro 8), y con base en la estratificación realizada por el ICAFE, el gráfico 1 muestra que en el estrato del nivel 1, se ubica el 50% de los beneficios, el 33% se ubica en el estrato 2 y el 17% en el estrato 3.

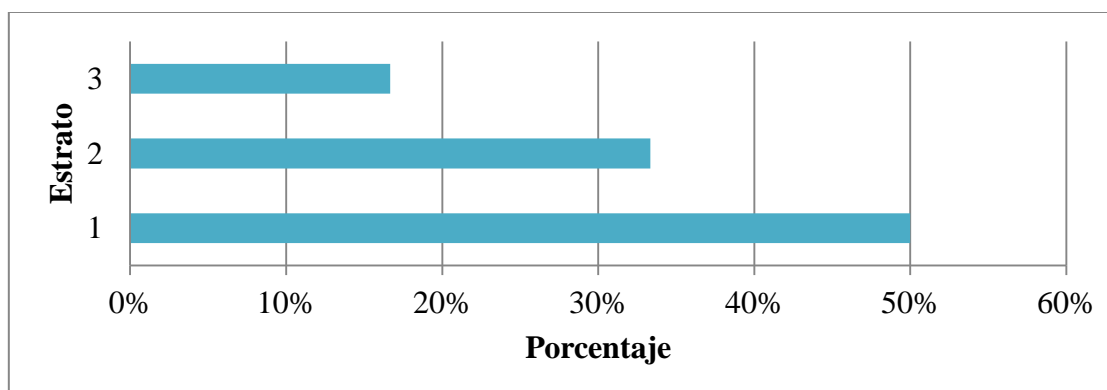


Gráfico 1. Clasificación de los beneficios del estudio según la estratificación del ICAFE.

En el gráfico 2 se observa la clasificación en relación con la estratificación del nivel 2, donde un 17% de los beneficios tienen una capacidad anual menor a las 1 000 fanegas, un 33% tiene una capacidad de 1 000 a menos de 4 000, un 8% de 4 000 a menos de 9 000, un 17% de 9 000 a menos de 25 000, un 17% de 25 000 a menos de 70 000 y un 8% mayor a 70 000 fanegas.

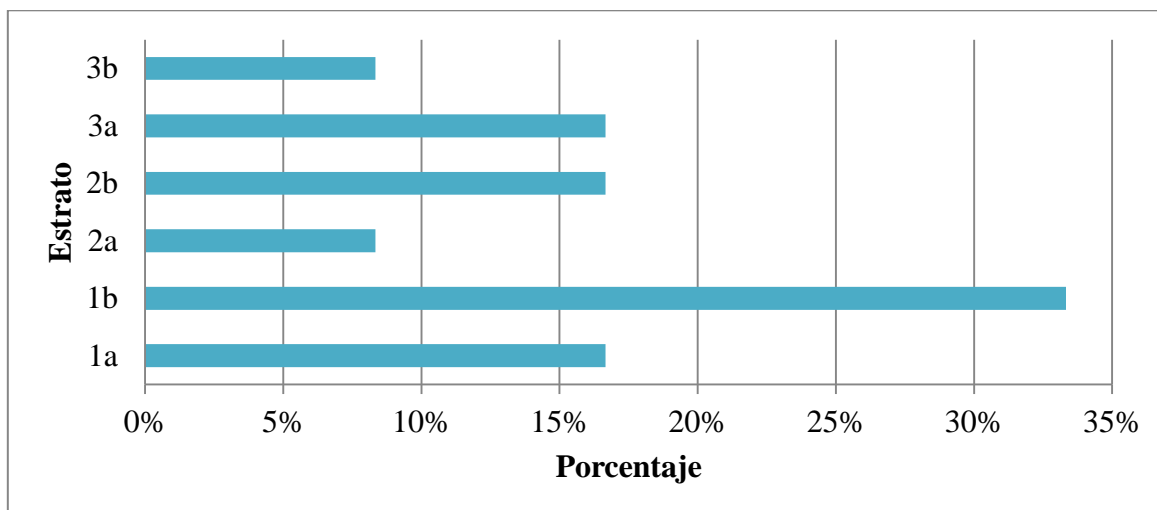


Gráfico 2. Clasificación de los beneficios del estudio por estratos del nivel 2 según la estratificación del ICAFE.

En el cuadro 10 se observa los beneficios que facilitaron las muestras de distintas altitudes, su respectivo grupo, el rango de altitud correspondiente y la altitud promedio de la muestra suministrada.

Cuadro 10. Clasificación de beneficios por rango de altitud, su altitud de café recibido y la altitud promedio de la muestra facilitada.

Grupo	Rango de Altitud	Muestra	Procedencia (Beneficio)	Altitud de Café Recibido (msnm)	Altitud Prom Muestra (msnm)
A	1200-1400	A1	Río Tarrazú	1000-1800	1375
		A2	Afaorca	1200-200	1300
		A3	Río Jorco	1300-2000	1400
		A4	Asoproaaa	1400-1800	1300
		A5	Coopedota (San Lorenzo)	1300-1600	1400
B	1400-1600	B1	Coopetarrazú (Guadalupe)	600-1800	1500
		B2	Asoproaaa	1400-1800	1500
		B3	Puente de Tarrazú de León Cortés	1450-1650	1550
		B4	Coopedota (Llano de la Piedra)	1300-1600	1500
		B5	Coopetarrazú (San Calletano)	600-1800	1600
C	1600-1800	C1	Coopedota (Las Nubes)	1300-1900	1750
		C2	Maticas de Altura	1700-1900	1750
		C3	La Pira de Dota	1650-1700	1675
		C4	Coopetarrazú (Pastora)	600-1800	1750
		C5	Coopetarrazú (Carrizal)	600-1800	1650
D	1800-2000	D1	Afaorca	1200-2000	1800
		D2	Altos del Abejonal	1815-1915	1865
		D3	Coopedota (Copey)	1300-1900	1900
		D4	Los Ángeles Café de Altura	1700-2020	1850
		D5	Montañas del Diamante	1850-1900	1875

Las muestras fueron almacenadas en una de las cámaras de refrigeración del CIGRAS de la Universidad de Costa Rica, con una temperatura promedio de $15^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$.

4.2 Datos meteorológicos

Para identificar las condiciones climáticas de la zona, se analizó información de las estaciones meteorológicas del ICAFE (utiliza coordenadas geográficas internacionales) y del ICE (utiliza la proyección oficial de Costa Rica CRTM05 para precisar la localización de sus estaciones), como se muestra en los cuadros a continuación. En la figura 13 se observa la ubicación de las estaciones meteorológicas cercanas a los beneficios.

Cuadro 11. Estaciones meteorológicas del ICAFE en la zona de Los Santos.

N°	Estación	Elevación (msnm):	Latitud	Longitud
1	Limal, Aserrí	1106	09°46.722' N	84°07.148' O
2	Santa María, Dota	1688	09°39'2" N	83°57'27" O
3	Frailles	1553	09°45'00" N	84°3'11" O
4	San Carlos, Tarrazú	1516	09°37'48.11" N	84°5'47.36" O
5	San Pedro de Carrizal, León Cortés	1746	09°40'57.22" N	84°03'13.26" O
6	San Lorenzo, Tarrazú	1460	09°38'29.0" N	84°01'24.8" O

Fuente: (ICAFE, 2015)

Cuadro 12. Estaciones meteorológicas del ICE en la zona de Los Santos.

N°	Estación	Elevación (msnm)	Norte (CRTM 05)	Este (CRTM 05)
1	El Jardín	2170	1074491	501098
2	Santa María de Dota	1600	1066729	503712
3	Copey	1898	1066543	509554
4	Tabacales	1508	1067110	488909
5	Carrizales	1684	1069623	493730
6	S. P. Pirrís	1320	1065970	488786
7	San Pedro	1831	1068904	501281
8	Cerro Calera	2151	1065998	505891
9	Cerro Abejonal	1945	1073039	493964
10	Santa Rosa	1791	1071148	488964

Fuente: (ICE, 2014)

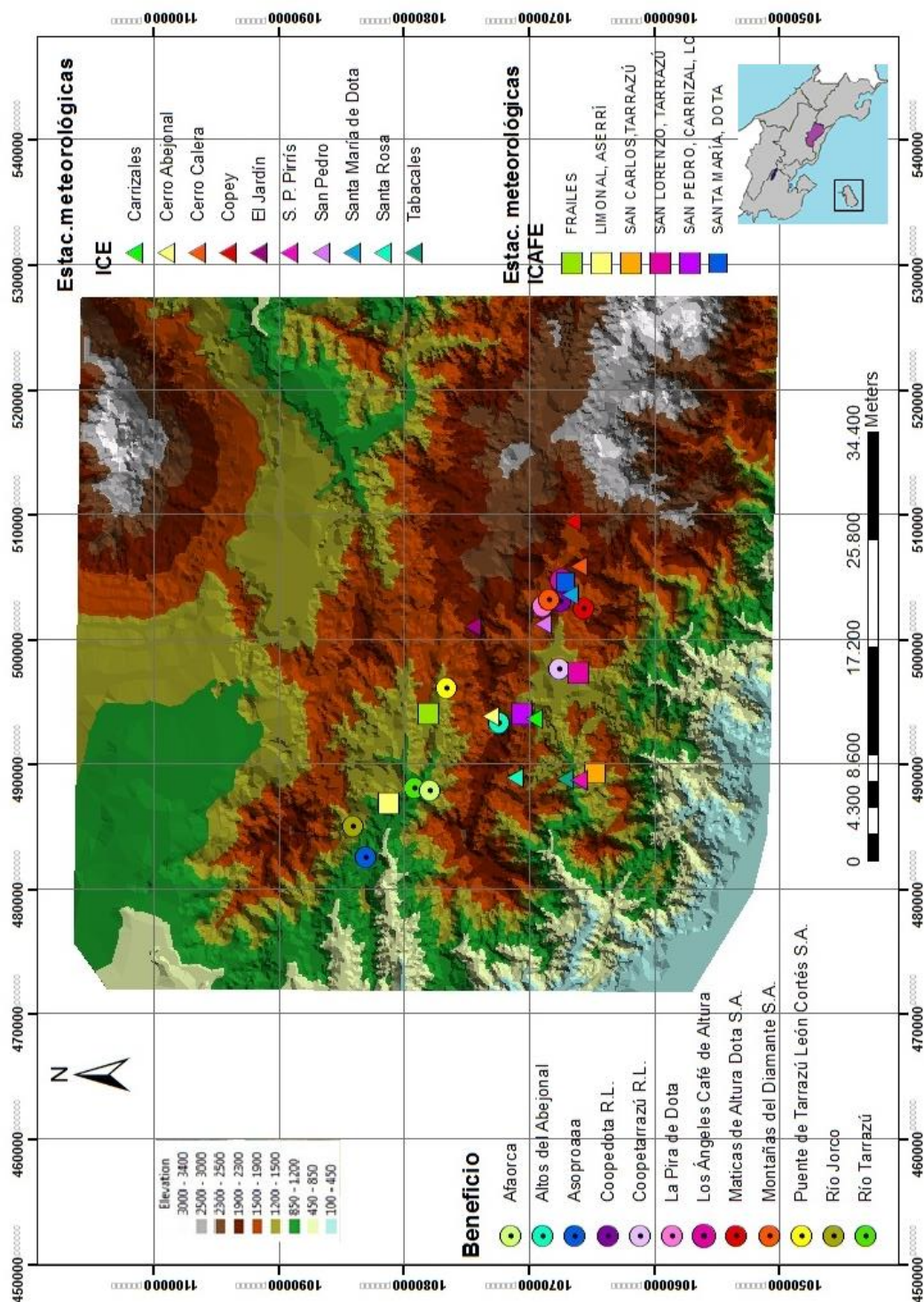


Figura 15. Ubicación de estaciones meteorológicas consultadas en la zona de Los Santos.

En el cuadro 13 se presentan los valores promedios obtenidos para cada uno de los factores meteorológicos de temperatura y humedad relativa, con su respectiva desviación estándar. Se observa que hay poca diferencia en la temperatura promedio mensual durante todo el año y que la humedad relativa varía según la estación seca (de diciembre a abril) y lluviosa (de mayo a noviembre aproximadamente).

Cuadro 13. Promedios mensuales de temperatura y humedad relativa de la zona de Los Santos, con su respectiva desviación estándar.

Mes	Temperatura promedio (°C)	Humedad relativa promedio (%)
Enero	18,4 ± 1,7	76,7 ± 5,3
Febrero	18,6 ± 1,6	76,2 ± 4,4
Marzo	19,0 ± 1,6	75,6 ± 4,8
Abril	19,1 ± 1,7	82,8 ± 5,9
Mayo	18,6 ± 1,5	88,8 ± 4,3
Junio	18,5 ± 1,5	90,5 ± 3,9
Julio	18,7 ± 1,7	87,6 ± 5,5
Agosto	18,1 ± 1,5	90,4 ± 4,3
Setiembre	17,8 ± 1,4	92,5 ± 2,9
Octubre	17,4 ± 1,0	90,9 ± 7,8
Noviembre	18,0 ± 1,4	89,8 ± 3,8
Diciembre	18,0 ± 1,6	85,0 ± 5,2

En el cuadro 14 se muestran los valores promedio obtenidos de las estaciones meteorológicas en el récord señalado, además de los valores de la tipología realizada por Cleves (1975) y los valores recomendados en la literatura consultada (Alvarado & Rojas, 2007; ICAFE, 2011 y Campos & Cisneros, 2013).

Cuadro 14. Valores obtenidos de temperatura, humedad relativa y precipitación de la zona de Los Santos.

Factor	Valores obtenidos de las estaciones meteorológicas	Valores de la tipología del ICAFE (1975)	Valores adecuados según la literatura
Temperatura (°C)	18,3 ± 0,5	19	17-23
Humedad Relativa (%)	85,6 ± 6,3	84	70-85
Precipitación mensual (mm)	179,1 ± 37,8	155	-
Precipitación anual (mm)	2149,1 ± 453,8	2000	1600- 1800

Según como se muestra los valores obtenidos de las estaciones y de la tipología realizada hace casi 40 años son similares entre sí; y ambos son cercanos a lo recomendado en la literatura, solamente los valores de precipitación en la zona son mayores a los recomendados.

Las estaciones meteorológicas se agruparon de acuerdo con los rangos de altitud definidos y se obtuvieron los promedios con su respectiva desviación estándar (σ), como se muestra en el cuadro 15.

Cuadro 15. Factores climáticos promedio según el grupo de rango de altitud.

Factor climático	Grupo			
	A	B	C	D
Temperatura anual (°C)	20,4 ± 0,7	18,2 ± 0,4	17,8 ± 0,5	16,4 ± 0,4
Humedad Relativa anual (%)	82,2 ± 3,4	86,2 ± 5,3	86,0 ± 6,9	88,9 ± 7,0
Precipitación mensual (mm)	167,5 ± 110,3	177,0 ± 37,6	189,0 ± 45,3	175,4 ± 25,2
Precipitación anual (mm)	2010,5 ± 898,4	2124,3 ± 451,4	2268,3 ± 544,2	2105,2 ± 302,1

4.3 Encuesta realizada a los técnicos de los beneficios

Los resultados que se van a mostrar a continuación corresponden a la información brindada por los 12 beneficios participantes en el estudio.

4.3.1 Manejo en Plantaciones

Según la encuesta realizada el 100% de los beneficios encuestados procesa café de especie Arábica; con respecto a las variedades de café, un 100% procesa Catuaí, un 85% procesa Caturra y un 67% Geisha, según se muestra en el gráfico 3.

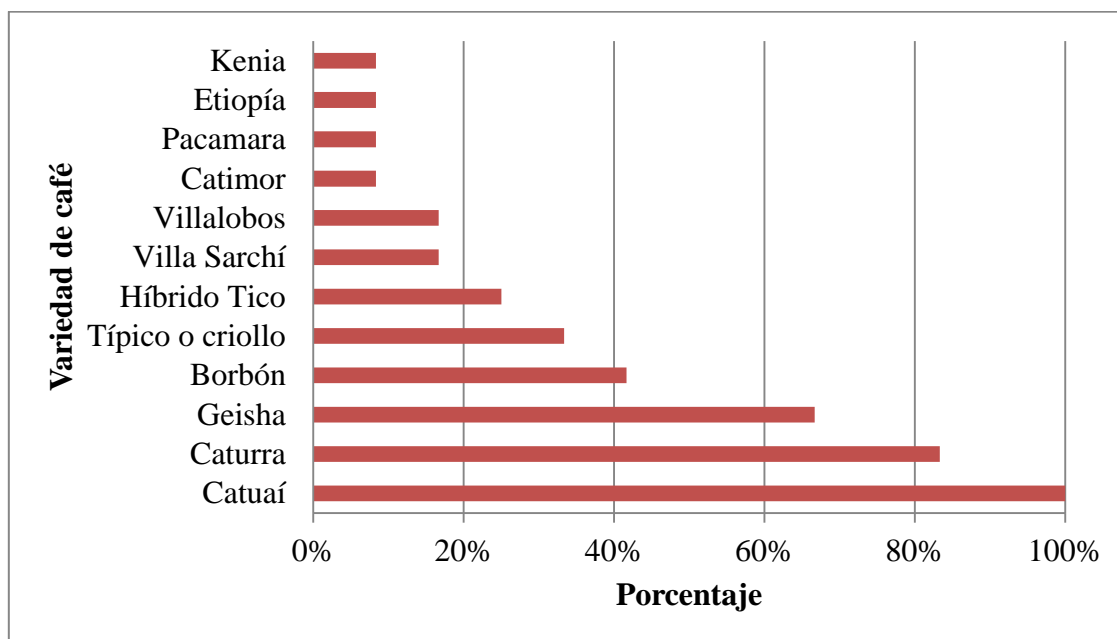


Gráfico 3. Distribución de las variedades de café procesadas en los beneficios encuestados de la zona de estudio.

Según el ICAFE (2011), la distancia recomendada entre hileras es de 2 m y entre plantas es de 1m, con un aproximado de 5000 plantas por hectárea. El 83% de los beneficios encuestados comparte dicha recomendación a los productores asociados o clientes, lo que indica que están anuentes a mantener homogeneidad en la producción y en la calidad.

Todos los beneficios encuestados reporta el uso de sombra en las áreas de producción; el 100% de los casos reporta el uso de poró y el 83% reporta el uso de musáceas (como el banano, el plátano, el guineo, etc.); ambas especies son las mayormente utilizadas. En el gráfico 4 se muestran otro tipo de especies también utilizadas.

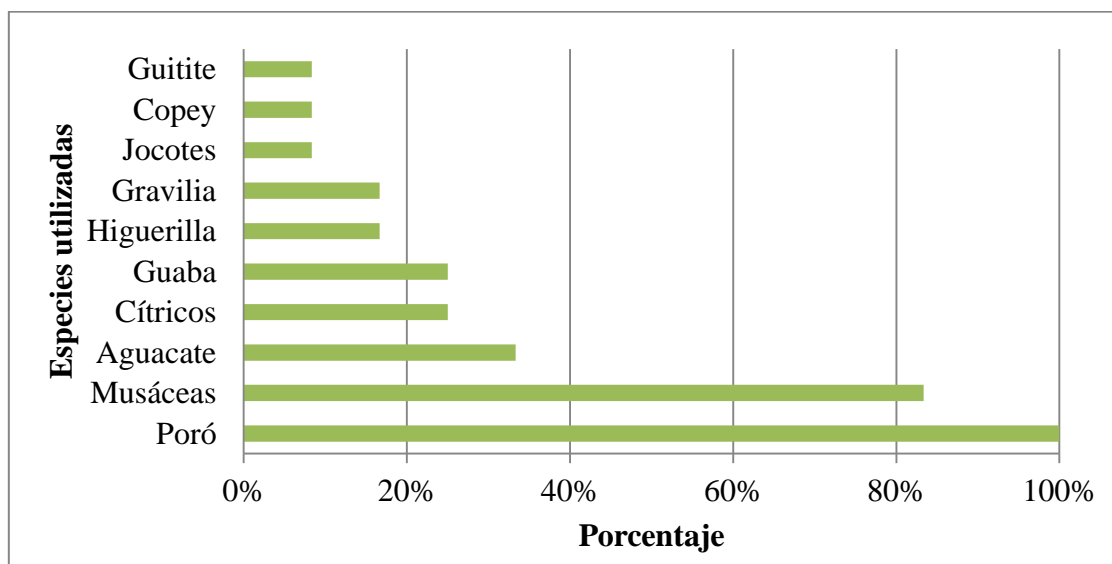


Gráfico 4. Distribución de especies utilizadas para dar sombra en los cafetales según beneficios encuestados.

De los beneficios encuestados el 67% reportó que los productores de la zona usan rompevientos en las áreas de producción; a continuación en el gráfico 5 se observan algunas de las especies utilizadas.

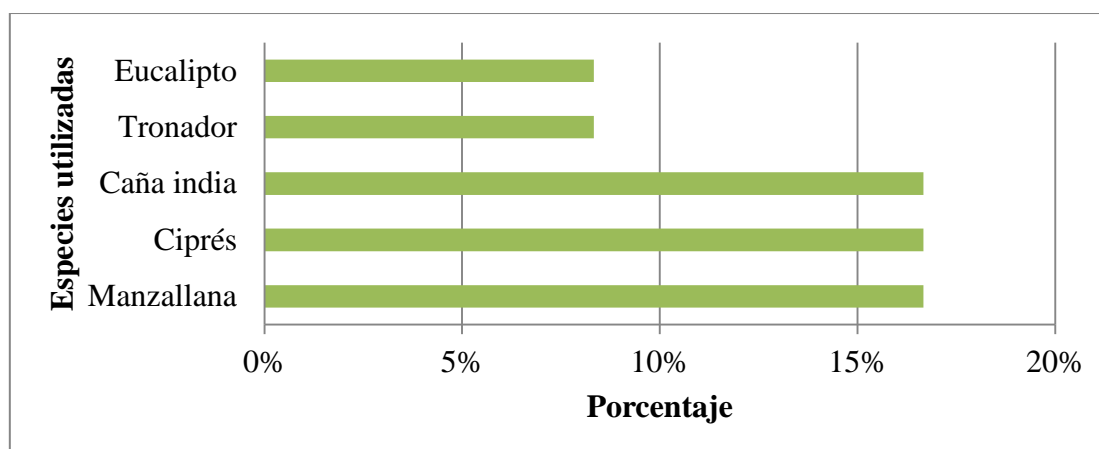


Gráfico 5. Distribución de especies utilizadas como rompevientos en los cafetales según beneficios encuestados.

El nombre científico de las especies utilizadas para sombra y rompe vientos muestra en el Anexo E.

En el gráfico 6 se observa que en todos los casos utiliza un sistema de poda de forma selectiva por planta, mientras que solo un 8% lo realiza por lote; (hay productores que combinan ambas). En ninguno de los casos se hizo mención al método sistemático con ciclos cada cierto año.

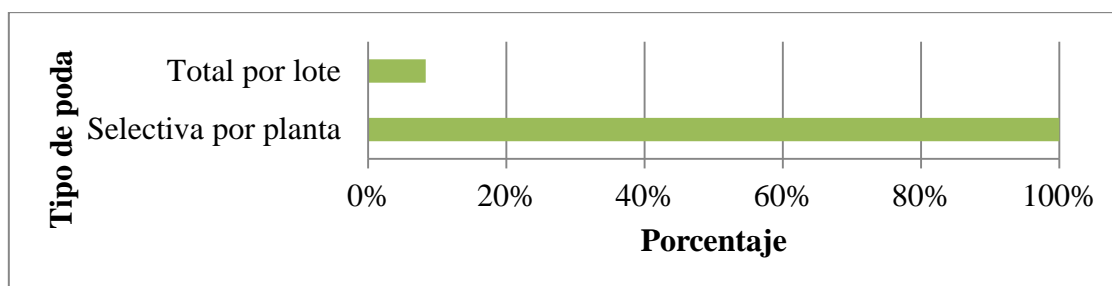


Gráfico 6. Distribución de los tipos de sistema de poda utilizados según beneficios encuestados.

En el gráfico 7 se muestra los distintos tipos del manejo de deshijas, en el 58% de los casos los productores asociados utiliza el método selectivo por planta, mientras que un 33% de los casos lo realiza de forma anual y un 17% de los casos por lote.

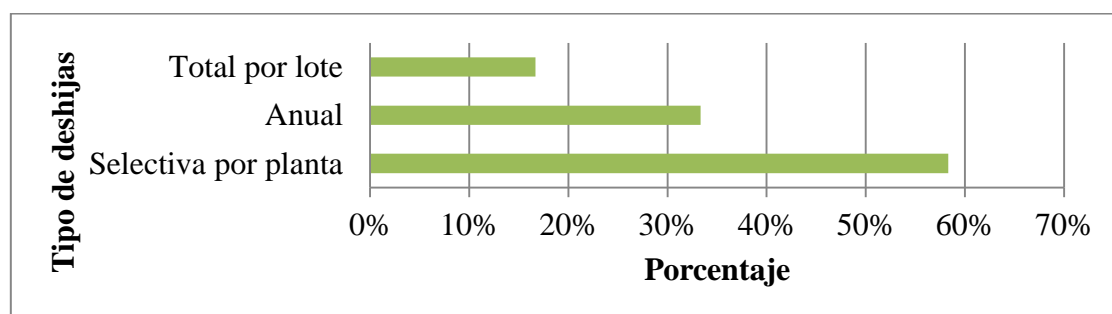


Gráfico 7. Distribución de los tipos de manejo de deshijas utilizados según beneficios encuestados.

A continuación en el gráfico 8 se muestran las prácticas de conservación que favorecen el cuidado de los suelos; el 100% de encuestados reporta el uso de siembra en contorno, el 92% de los casos utiliza terrazas y un 75% barreras vegetativas.

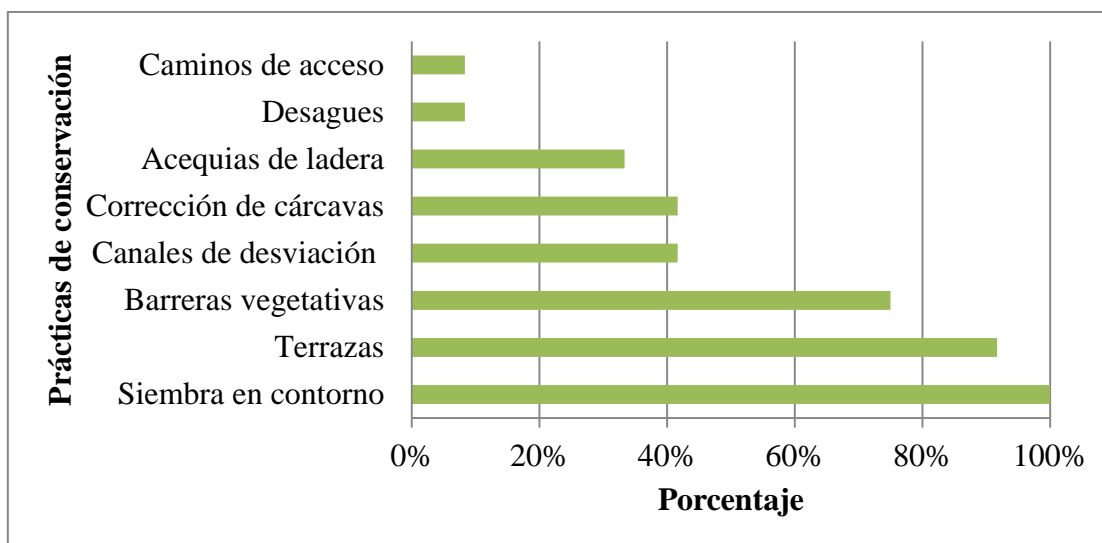


Gráfico 8. Distribución de las prácticas de conservación de suelos utilizadas según beneficios encuestados.

En el 92% de los casos el control de malezas se realiza de forma mecánica y de forma química con ayuda de herbicidas.

En cuanto a las plagas, la que más ataca el fruto del café es la broca; y las que más atacan el cafeto son los nemátodos, los jobotos o abejones de mayo y las cochinillas. En el caso de la broca (Figura 16) el 33% reporta su control con trampas y de forma preventiva recogiendo granos caídos; el resto de métodos empleados se observan en el gráfico 9.

Para el control de nematodos, el 58% reportaron la aplicación de nematicidas para contrarrestarlos; y en el gráfico 10 se observan otros métodos utilizados. (Ver Figura 17).

Con los jobotos y cochinillas no se ha tenido mucho problema en la zona; el control que más se utiliza es el biológico (uso de hongos) o el ataque focalizado con insecticidas; según reportó el 17% de los encuestados.



Figura 16. Broca en café (*Hypothenemus hampei*).

Fuente: (OIRSA, 2013).

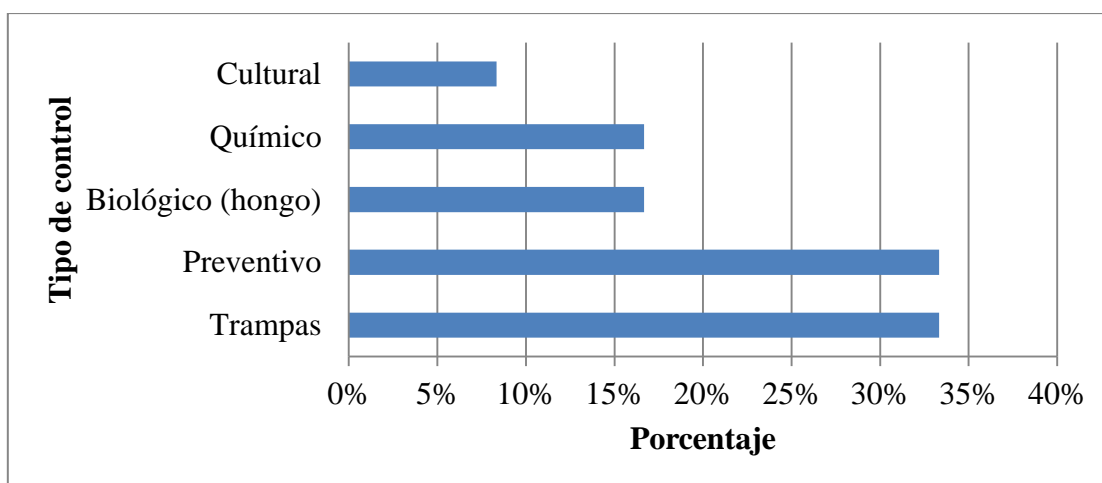


Gráfico 9. Distribución de los tipos de control de broca según beneficios encuestados.

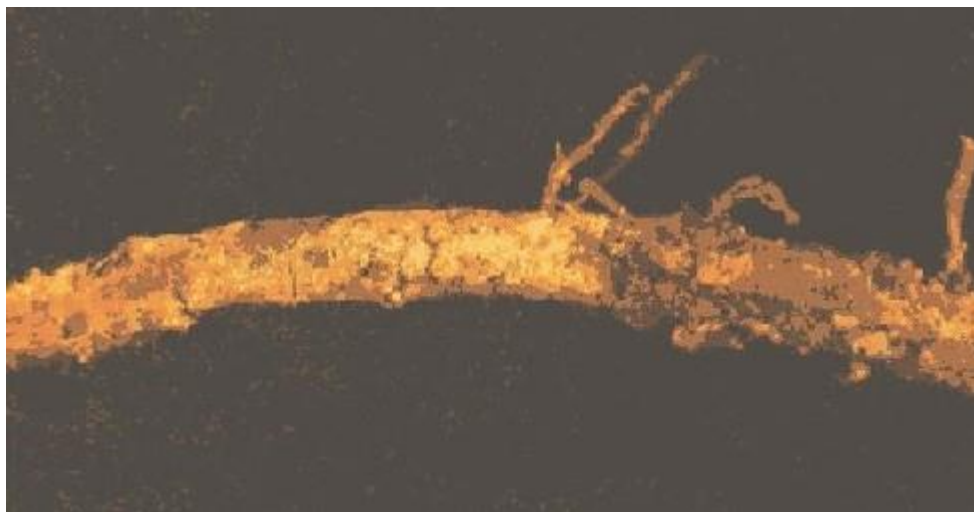


Figura 17. Nemátodos formadores de nódulos y lesiones en las raíces.

Fuente: (Guillén y Ortega, 1985).

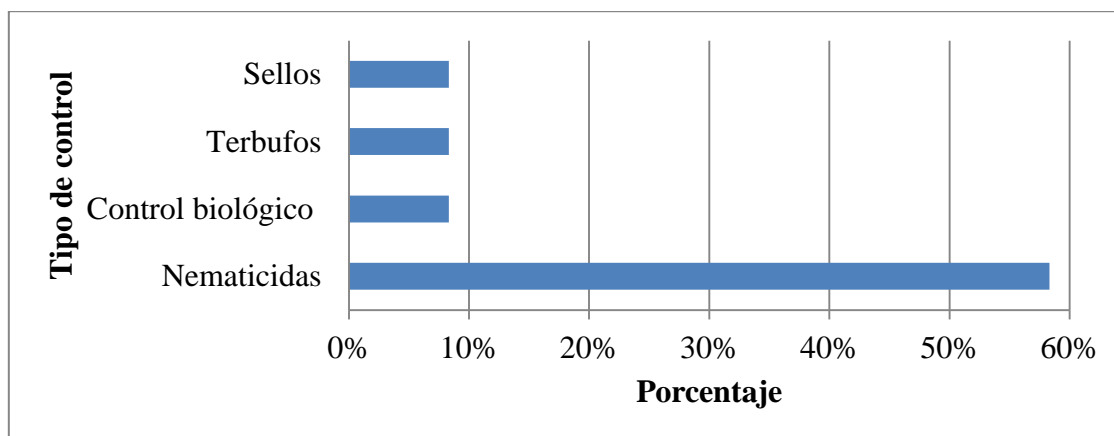


Gráfico 10. Distribución de los tipos de control de nematodos según beneficios encuestados.

De acuerdo con los resultados las enfermedades que más atacan el cafeto son el ojo de gallo, la roya y la llaga macana. Según la encuesta, el grado de incidencia del ojo de gallo (Ver Figura 18) se clasificó como medio por un 33% de los encuestados, y bajo en un 17%; el resto no manifestó tener problemas con este. El gráfico 11 muestra los fungicidas más

utilizados por los productores, según esto el 75% de los casos concuerda en que se aplica Ateni y el 50% Silvacur.



Figura 18. Ojo de Gallo en café (*Mycena citricolor*)

Fuente: (www.cafeimports.com, 2014)

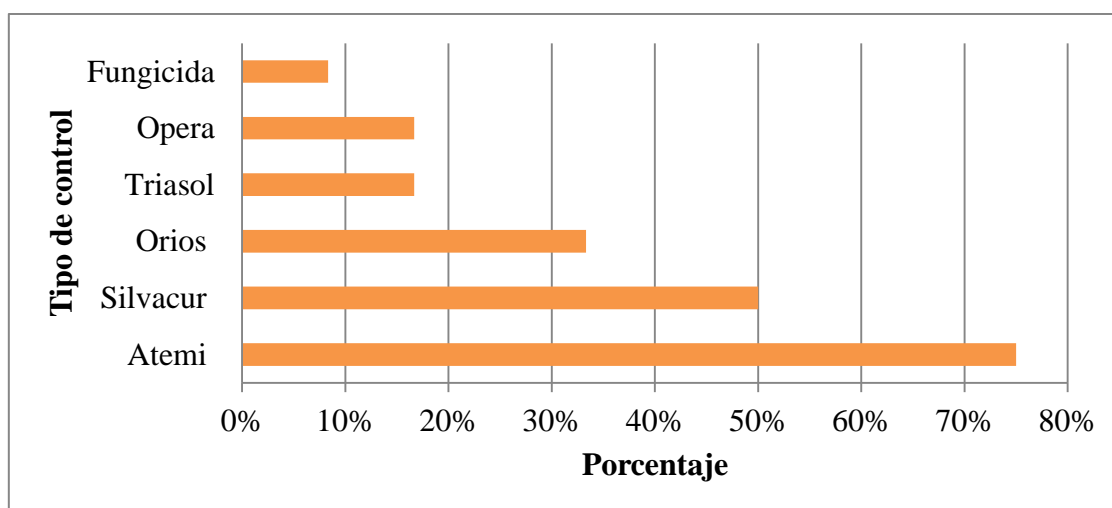


Gráfico 11. Distribución de los tipos de control de ojo de gallo según beneficiarios encuestados.

De acuerdo con la encuesta, el grado de incidencia de la roya (Ver Figura 19) se clasificó como bajo en un 25%, medio en un 50%, alto en un 17% y muy alto en un 8%. En el

gráfico 12 se observa que el 75% de los casos utiliza el fungicida Atemi y un 50% coincide en la aplicación de óxido de cobre.



Figura 19. Roya del café (*Hemileia vastatrix*).

Fuente: (Salazar, 2013)

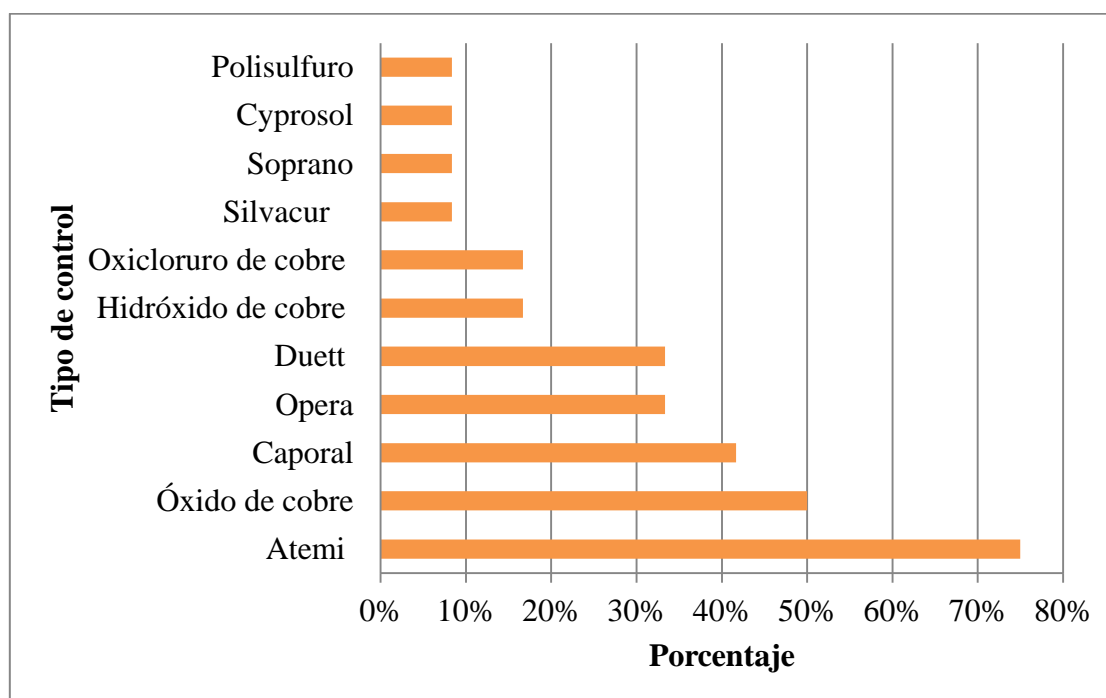


Gráfico 12. Distribución de los tipos de control de roya según beneficios encuestados.

Para controlar la llaga macana el 33% de los encuestados mencionó que se utilizan fungicidas como el Carbendazim o Butrol y el 17% utiliza métodos culturales. El nombre científico de las plagas y enfermedades se muestran en el Anexo E.

El proceso de encalado consiste en neutralizar la acidez del suelo para que el pH alcance un nivel óptimo para el crecimiento del cultivo. En el 83% de los casos reportaron el uso de dolomita como producto para encalado, mientras que un 75% utiliza carbonato de calcio y un 17% utiliza cal viva; como se observa en el gráfico 13.

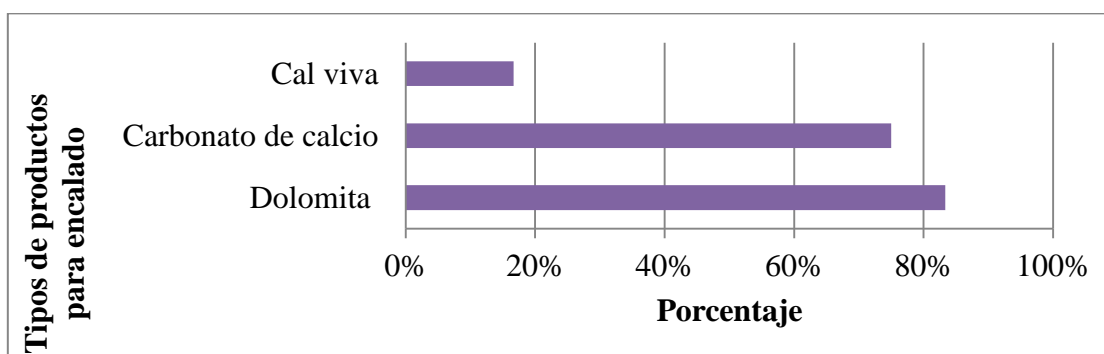


Gráfico 13. Distribución de los productos utilizados para el encalado según beneficios encuestados.

El gráfico 14 muestra los fertilizantes más utilizados en la zona de estudio, en el 92% de los casos se utiliza la fórmula completa de 18-5-15 (nitrógeno, fósforo y potasio), mientras que el 67% nombró la fórmula completa de 19-4-19 y según el 50% de los casos se utiliza magnesamón y un 42% mencionó nitramón.

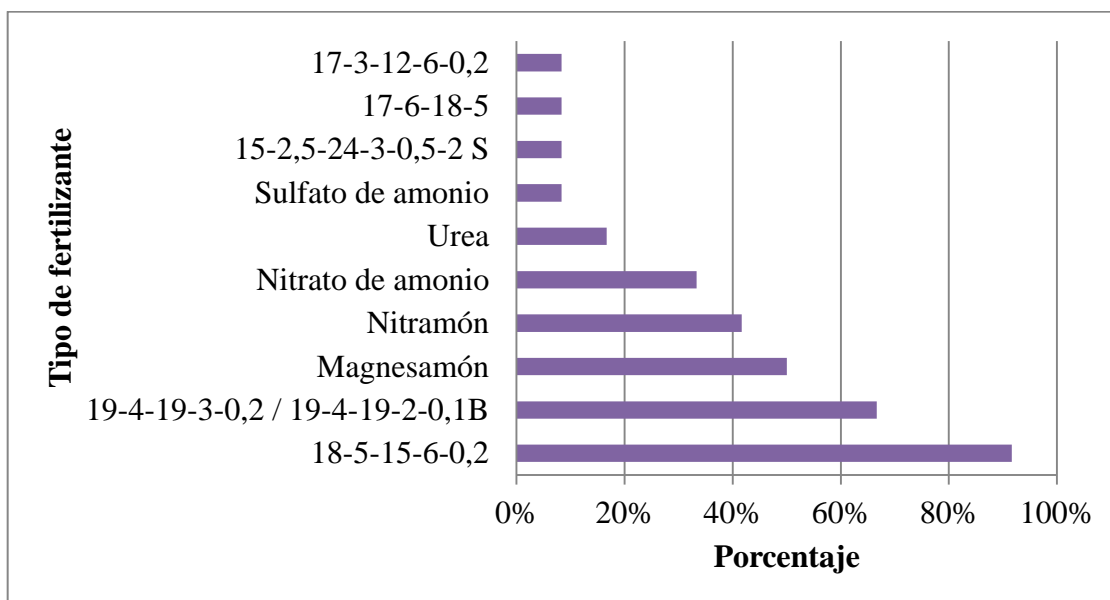


Gráfico 14. Distribución de los tipos de fertilizantes utilizados según beneficios encuestados.

En el gráfico 15 se muestra la productividad promedio en fanegas de café oro por hectárea (ff/ha) reportada por los encuestados. Según se reportó en la zona de estudio la productividad tiene un rango de 20-50 ff/ha, con un promedio de 34,4 ff/ha y una desviación estándar de 10,2.

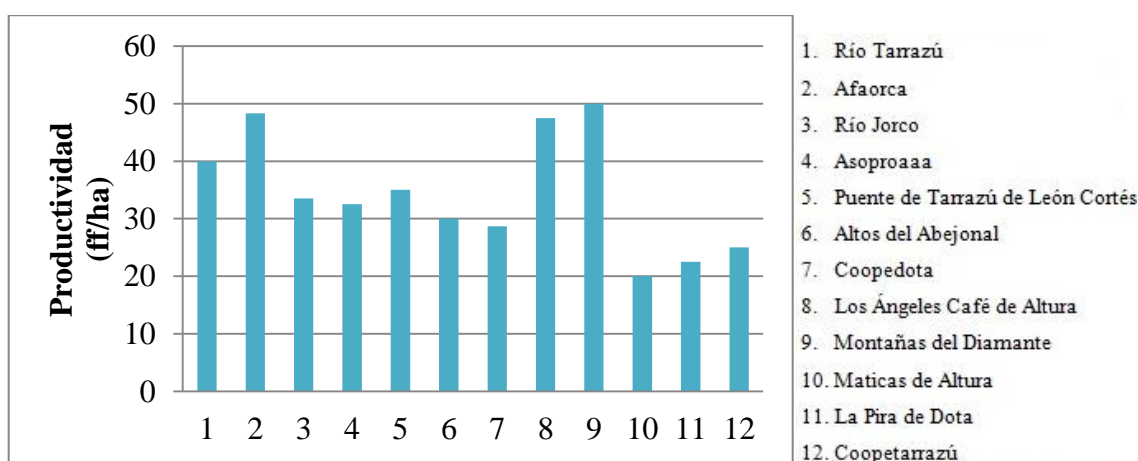


Gráfico 15. Distribución de la productividad promedio de cada beneficio.

Según el análisis ANOVA de 1200- 1800 msnm (grupos A, B y C) la productividad baja con respecto al aumento de la altitud, pero en la altitud de 1800- 2000 msnm (grupo D) aumenta y supera a todos los demás. (Ver Figura 20).

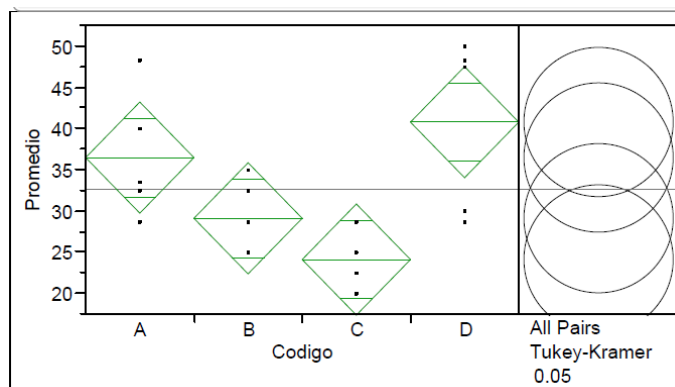


Figura 20. Productividad promedio contra los grupos de rango de altitud.

4.3.2 Manejo Poscosecha

En esta sección se hace énfasis principalmente en el proceso que se realiza dentro del beneficio desde el recibo de café hasta su almacenamiento. Según el gráfico 16, el 58% de los beneficios encuestados mencionó que utilizan recibidores en diferentes zonas donde el productor entrega la cosecha, el 42% de los beneficios reciben el producto en las mismas instalaciones y el 25% tienen sus propias áreas de producción, es decir la cosecha se procesa en su propio beneficio.

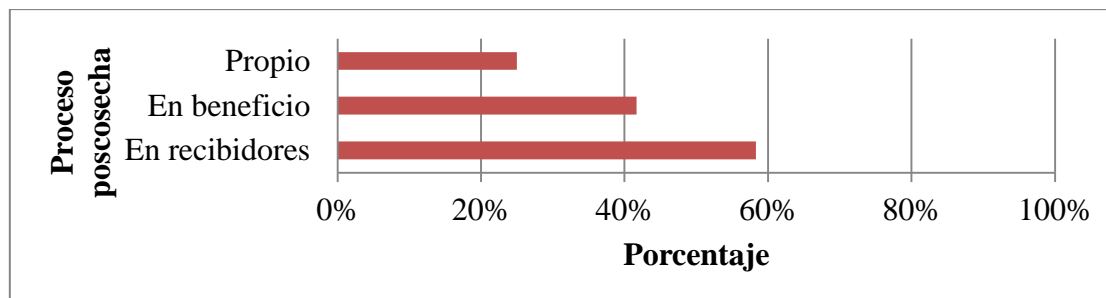


Gráfico 16. Tipo de recibo utilizado de la fruta en beneficios encuestados.

Según la encuesta realizada el 58% de los beneficios encuestados utiliza sifón seco para el recibo de café, mientras que el 33% lo realiza en pila seca y solamente un 17% utiliza sifón con agua como se muestra en el gráfico 17.

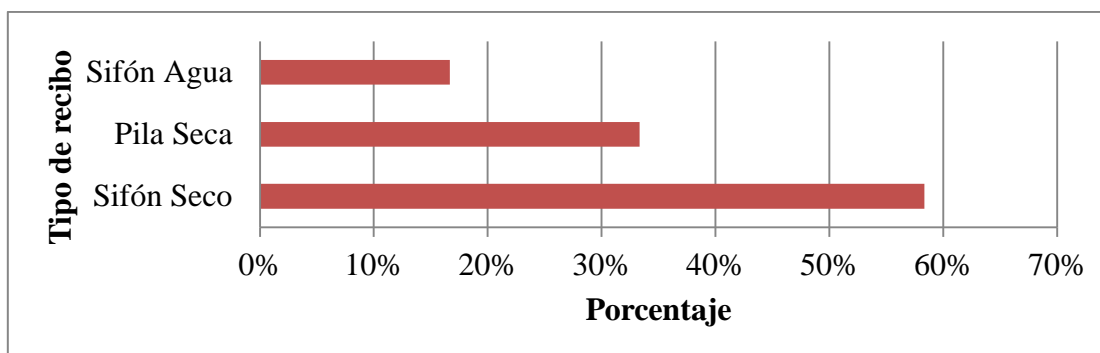


Gráfico 17. Uso de los tipos de recibo de café en beneficios encuestados.

En el despulpado de café, el 67% de los casos utiliza el tipo de despulpador vertical y un 42% de los casos utiliza el despulpador cilíndrico aguapulpa (horizontal) como se observa en el gráfico 18.

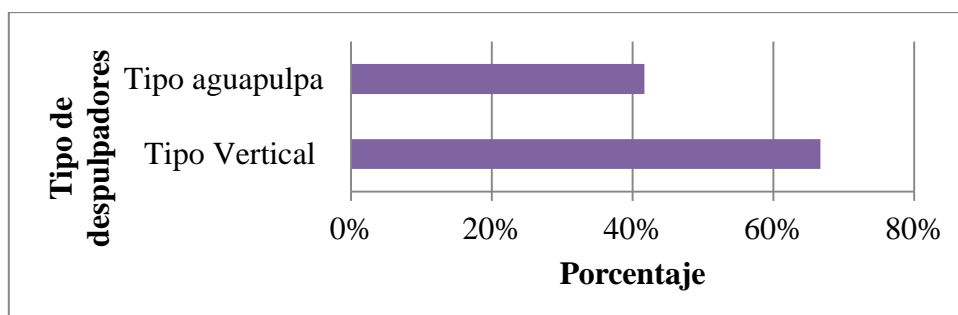


Gráfico 18. Uso de los tipos de despulpadores de café en beneficios encuestados.

El 83% de los casos emplean cribas en seco y un 8% cribas en agua, según como se muestra en el gráfico 19.

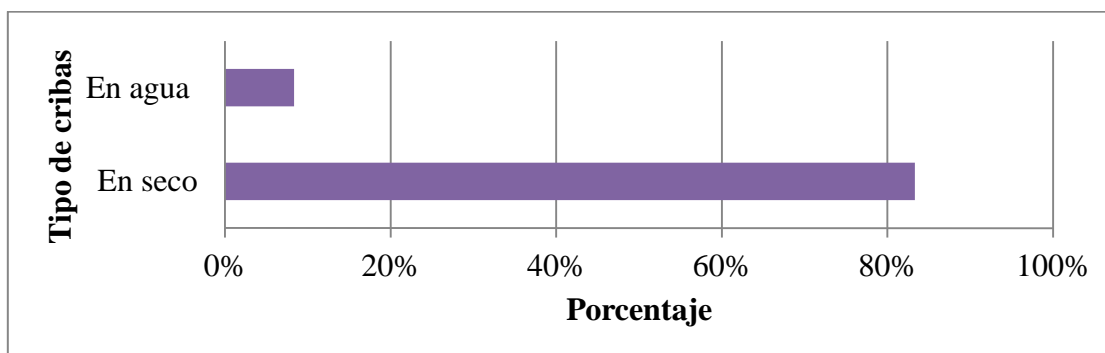


Gráfico 19. Uso de los tipos de cribas en beneficios encuestados.

El desmucilaginado se realiza por la vía de fermentación natural en el 33% de los casos, mientras que el 92% de los casos lo realiza de mecánicamente. El lavado además de realizarse de mecánicamente también se puede realizar mediante caño de correteo, el cual lo emplean el 58% de los beneficios encuestados.

El escurrido del café se puede realizar utilizando tolvas, transportadores con mallas o en patios. El dispositivo más utilizado es la tolva de fondo piramidal, como lo muestra el gráfico 20.

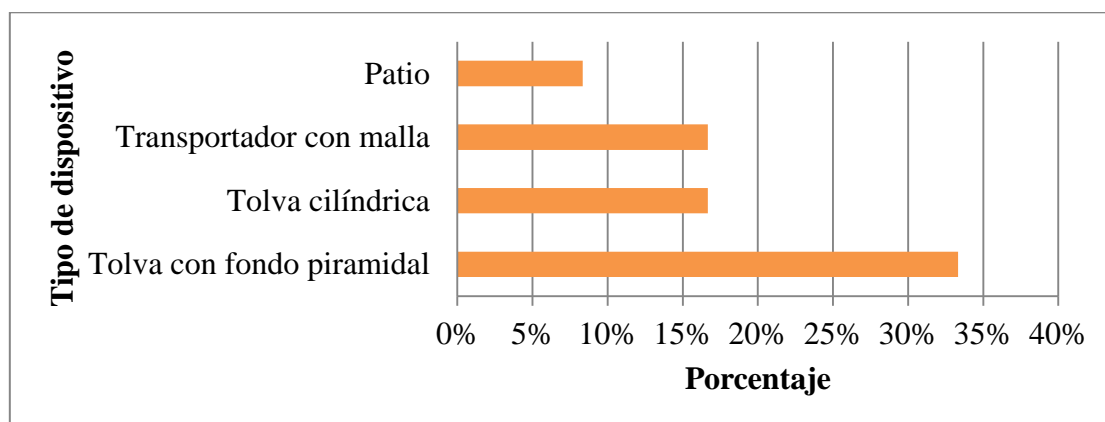


Gráfico 20. Uso de los dispositivos para el escurrido de café en beneficios encuestados.

Para el proceso de oreado y presecado en el gráfico 21 se muestra que en el 67% de los casos se realiza al sol (en patios o en camas africanas) y en el 50% de los casos en forma mecánica en oreadoras.

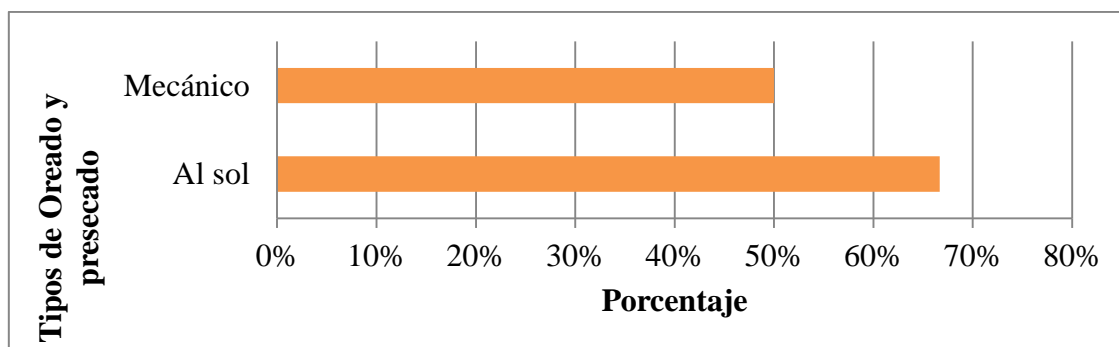


Gráfico 21. Uso de los tipos de oreado y presecado en beneficios encuestados.

En cuanto al secado, en el 83% de los casos se realiza este proceso de forma mecánica, utilizando secadoras tipo guardiolas y el 50% lo hace al sol en patios o en camas africanas, como se observa en el gráfico 22. Las fuentes de calor que usan el 83% de los beneficios, para dicho proceso, son leña y cascarilla. Según los datos obtenidos, el grano se seca hasta llegar a obtener un contenido de humedad entre 9% y 12%; su promedio es de $10,5\% \pm 2,1\%$.

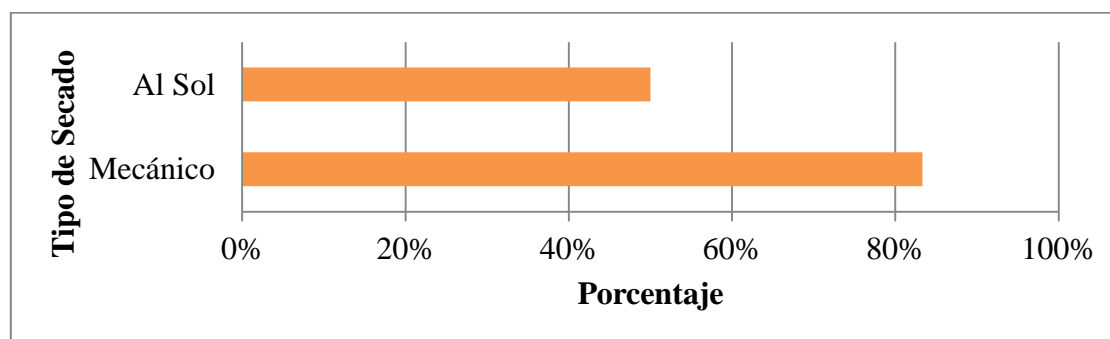


Gráfico 22. Uso de tipos de secado en beneficios encuestados.

El almacenamiento del café pergamino como se muestra en el gráfico 23, en el 100% de los casos utiliza el almacenamiento en sacos y un 25% utiliza silos.

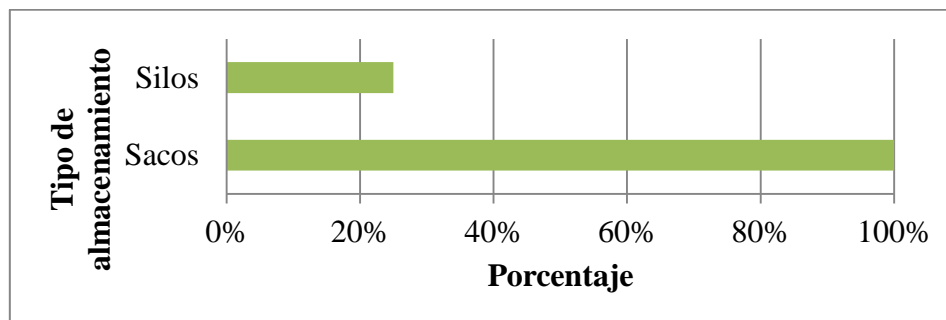


Gráfico 23. Uso de tipos de almacenamiento del café en beneficios encuestados.

Para el proceso de despergaminado el 92% utiliza la despergaminadora de tipo “*Squier*” y el 8% utiliza la tipo “*Apolo*” como se muestra en el gráfico 24.

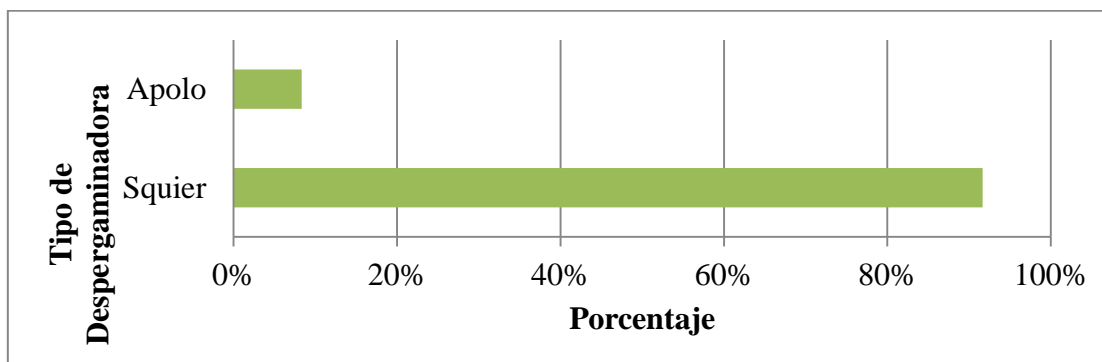


Gráfico 24. Uso de los tipos de despergaminadora en beneficios encuestados.

Finalmente en lo que se refiere a la operación de clasificación del grano en oro, el gráfico 25 muestra los tipos de clasificaciones que se utilizan en la zona, el 92% realiza clasificación densimétrica, el 75% clasificación por tamaños y 17% al escogido manual por color.

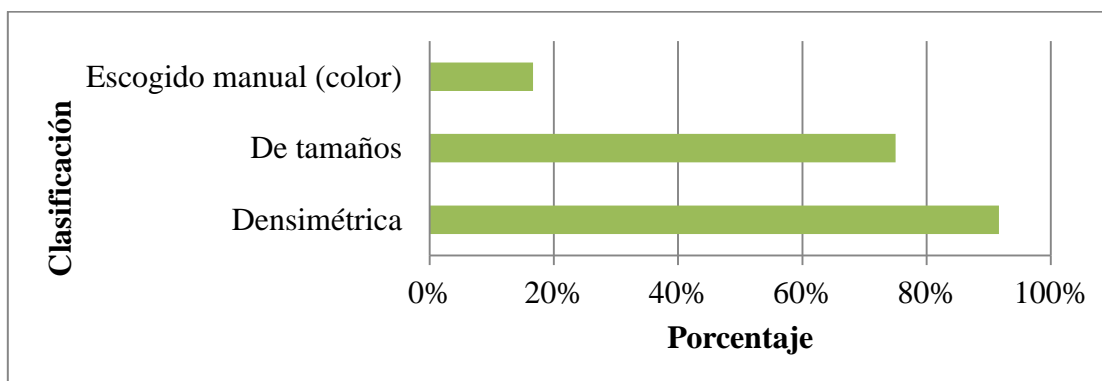


Gráfico 25. Clasificaciones practicadas al grano oro en los beneficios encuestados.

4.2.3 Perfil predominante de la zona de estudio

Con el análisis de contingencia para medir el grado de asociación entre dos variables cualitativas, se observó que entre el manejo de plantaciones, variedades, distancias de plantación, uso de sombra y rompevientos, sistemas de poda y deshijas, prácticas de conservación de suelos, control de malezas, plagas y enfermedades, fertilizantes y enmiendas, no hay diferencias significativas con respecto a la altitud; de igual forma el manejo poscosecha, desde el recibo hasta el almacenamiento, todos tienen un comportamiento similar y bastante uniforme, y tampoco se encontraron diferencias significativas entre los estratos de altitud.

En los cuadros 16 y 17 se presenta el perfil del manejo de plantaciones y el proceso poscosecha más utilizado en la zona de estudio, de acuerdo con los resultados de la encuesta. La figura 21 presenta un diagrama de flujo del proceso predominante.

Cuadro 16. Perfil predominante en el manejo de plantaciones en la zona de estudio.

Descripción	Característica predominante
<i>Variedades de café</i>	Catuaí, Caturra y Geisha.
<i>Distancia entre hileras y plantas</i>	2 m x 1m (respectivamente)
<i>Plantas por hectárea</i>	5000
<i>Uso de sombra</i>	Sí. (Especies: Poró y musáceas)
<i>Uso de rompevientos</i>	Sí
<i>Sistema de poda</i>	Selectiva por planta
<i>Manejo de deshojas</i>	Selectiva por planta o anual
<i>Prácticas de conservación de suelos</i>	Siembra en contorno, terrazas y barreras vegetativas.
<i>Control de malezas</i>	De forma mecánica y química (herbicidas).
<i>Control de broca</i>	Trampas y preventiva.
<i>Control de nemátodos</i>	Nematicidas
<i>Control de jobotos y cochinillas</i>	Biológico e insecticidas
<i>Control de ojo de gallo</i>	Grado de incidencia: Medio. Fungicidas: Atemi y Silvacur
<i>Control de roya</i>	Grado de incidencia: Medio Fungicidas: Atemi y óxido de cobre.
<i>Control de llaga macana</i>	Fungicidas: Carbendazim o Butrol
<i>Encalado</i>	Productos: Dolomita y carbonato de calcio.
<i>Fertilizantes</i>	Fórmulas: 18-5-15 y 19-4-19 Magnesamón y nitramón.
<i>Productividad promedio</i>	34,4 ff/ha

Cuadro 17. Perfil predominante en el manejo poscosecha en la zona de estudio.

Descripción	Característica predominante
<i>Manejo de la fruta</i>	En recibidores o se entrega directamente en el beneficio.
<i>Recibo de café</i>	Sifón o pila en seco
<i>Despulpado</i>	Vertical y horizontal
<i>Cribas</i>	En seco
<i>Desmucilaginado</i>	Mecánico y pilas de fermentación
<i>Lavado</i>	Mecánico y caño de correteo
<i>Ecurrido</i>	Tolvas
<i>Oreado y presecado</i>	Al sol (en patios y camas africanas) y de forma mecánica (oreadoras).
<i>Secado</i>	Al sol (en patios y camas africanas) y de forma mecánica (guardiolas).
<i>Contenido de humedad promedio del grano</i>	10,5%
<i>Almacenamiento</i>	En sacos en bodegas
<i>Despergaminado</i>	“Squier”
<i>Clasificación en oro</i>	Densimétrica, por tamaños y escogido manual por color

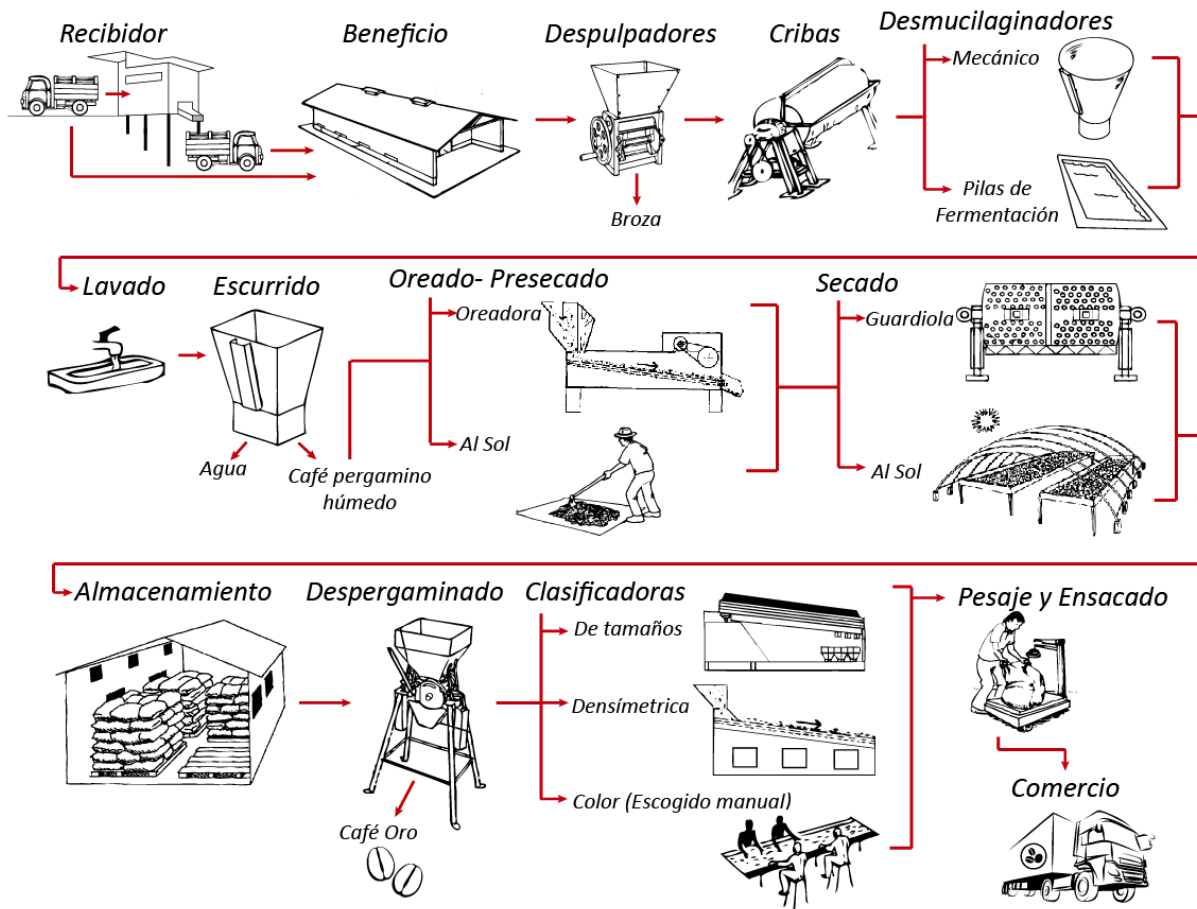


Figura 21. Proceso predominante en el manejo poscosecha de la zona de estudio.

4.4 Despergaminado de las muestras

En el cuadro 18 se muestran los porcentajes promedio de masa obtenida de café oro, de cascarilla y de pérdidas con base en la masa inicial, para cada rango de altitud; las pérdidas en la despergaminadora se dan debido a que hay granos que salen por impulso o rebote. Los resultados obtenidos de todas las muestras se muestran en el Anexo F.

Cuadro 18. Balance de masa de la operación de despergaminado para café oro, cascarilla y pérdidas, según el rango de altitud.

Grupo	Oro (%)	Cascarilla (%)	Pérdidas (%)
A	83,03 ± 0,65	16,21 ± 0,72	0,76 ± 0,12
B	83,79 ± 0,41	15,03 ± 0,35	1,18 ± 0,30
C	82,23 ± 0,82	16,68 ± 0,73	1,09 ± 0,16
D	82,71 ± 1,31	16,11 ± 0,95	0,86 ± 0,40
Promedio	82,92 ± 0,80	16,11 ± 0,69	0,98 ± 0,24

Como puede observarse, en promedio, para todas las muestras, el 83% corresponde a café oro, un 16% de pergamino y en pérdidas un 1%. (Ver gráfico 26). De acuerdo con Cleves (1986) la distribución porcentual por peso del café corresponde un 81,2% al porcentaje de café oro y un 18,8% al porcentaje de cascarilla. En los resultados obtenidos en esta investigación el porcentaje de café oro fue mayor, ya que se trata de granos de mayor densidad que el promedio nacional.

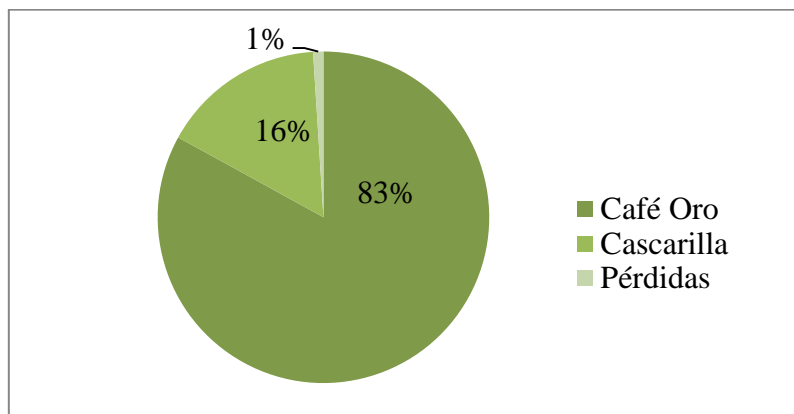


Gráfico 26. Porcentaje promedio de masas de todas las muestras después del proceso de despergaminado.

En la figura 22 se observa el porcentaje de masa de café oro para cada grupo de rango de altitud, en los grupos A y B se obtuvo un mayor rendimiento, es decir se obtuvo mayor cantidad de café oro, pero A y D son similares en la media. Por lo que únicamente hay diferencias significativas entre B y C, mediante el análisis ANOVA y Kruskal-Wallis se encontró diferencias significativas en el grupo C. Lo que quiere decir que la tendencia, no estadísticamente significativa, es a mayor altitud se obtuvo menor porcentaje de masa en café oro o mayor porcentaje de masa de cascarilla.

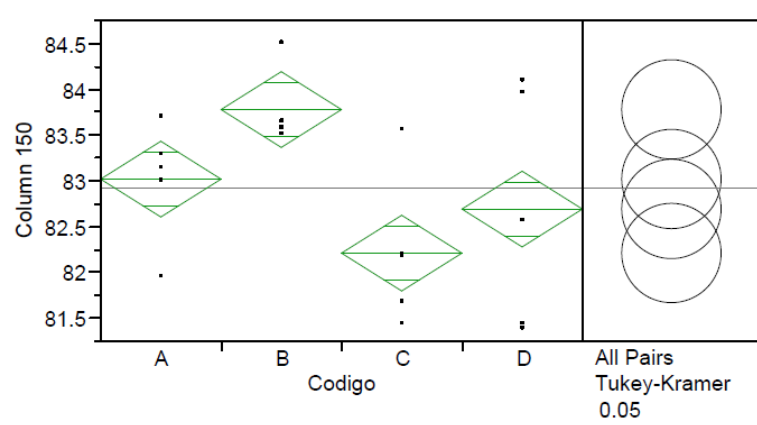


Figura 22. Análisis estadístico del porcentaje de grano verde después del despergaminado para cada grupo de rango de altitud.

4.5 Prueba de Granulometría

En todas las muestras predominó como primer y segundo lugar los tamices N°17 y N°18, respectivamente, como tercer lugar está el tamiz N°16 en un 55% de las muestras y como cuarto lugar predominante está el tamiz N°19 en 45% de las muestras.

En el cuadro 19 se muestra el promedio de los tamices por rangos de altitud, donde se observa que para todos los grupos los tamices predominantes son el N°17 Y N°18. Pero el grupo A y B tienen como tercer lugar predominante el tamiz N°19 que es un grano más grande; mientras que para el grupo C y D el tercer tamiz predominante es el N°16 que es un grano más pequeño. Se observa que el comportamiento apunta a que a mayor altitud el tamaño del grano tiende a ser más pequeño. En el cuadro 20 se presentan las desviaciones estándar promedio para cada tamiz. En la figura 23 se muestra la distribución promedio de la granulometría para cada rango de altitud, que corrobora el comportamiento descrito anteriormente. Los resultados obtenidos de todas las muestras se muestran en el Anexo G.

Cuadro 19. Distribución de la granulometría según el grupo de altitud.

Grupo	Promedio (%)								
	N°19	N°12	N°18	N°17	N°11	N°16	N°15	N°10	Fondo
A	20,66	4,33	26,08	26,79	4,56	9,00	4,14	1,78	2,65
B	21,53	3,74	24,52	27,90	2,74	10,09	4,55	1,35	3,57
C	11,49	2,83	22,69	36,85	2,33	13,42	5,62	1,67	3,17
D	10,35	2,09	21,62	36,42	2,95	15,38	6,27	2,16	2,97

Cuadro 20. Desviaciones estándar de granulometría según el grupo de altitud.

Grupo	Desviación estándar (%)								
	N°19	N°18	N°17	N°16	N°15	N°12 O	N°11 O	N°10 O	Fondo
A	0,075	0,014	0,058	0,027	0,010	0,017	0,019	0,006	0,005
B	0,113	0,023	0,074	0,038	0,013	0,004	0,006	0,004	0,007
C	0,052	0,033	0,056	0,030	0,019	0,010	0,009	0,004	0,009
D	0,087	0,083	0,072	0,064	0,031	0,012	0,009	0,014	0,014

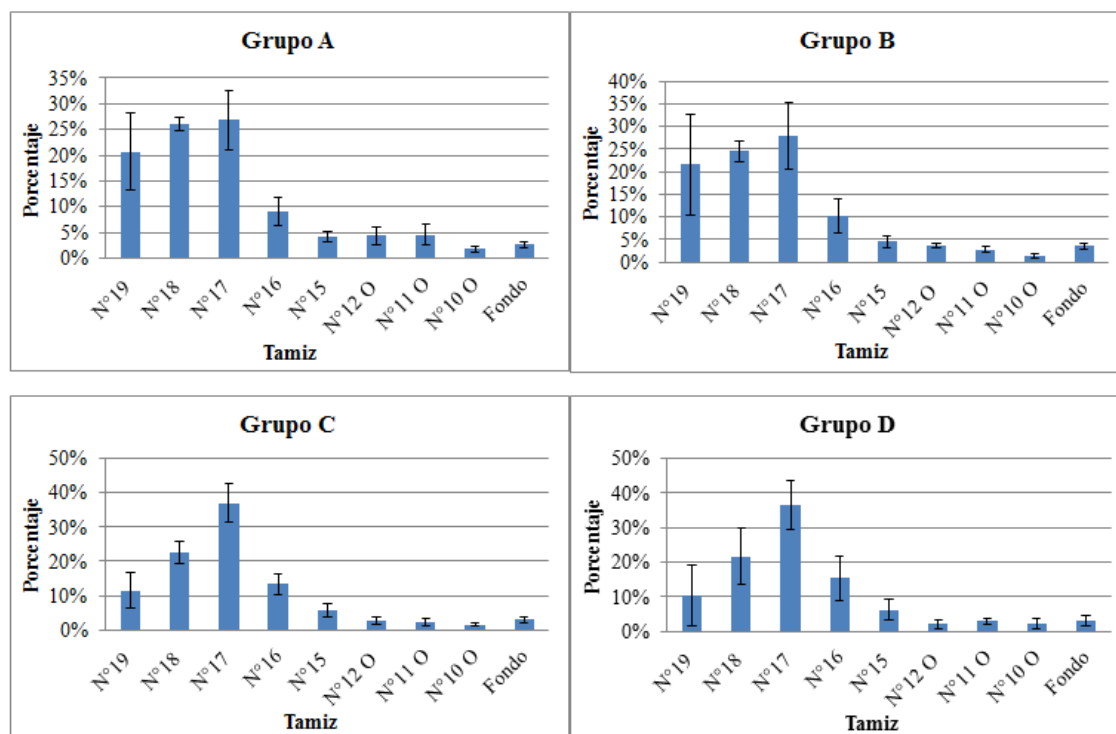


Figura 23. Distribución de granulometría según el grupo de rango de altitud.

Con el análisis ANOVA y Kruskal-Wallis no se encontraron diferencias significativas, entre muestras por grupo de altitud, en los tamices N°19, N°18, N°16, N°15 y N°10. Mientras que en el tamiz N°12 con ambos análisis se encontraron diferencias significativas en el grupo D. Para el tamiz N°17 con el análisis ANOVA no se encontraron diferencias significativas, pero con el análisis de Kruskal-Wallis se encontraron en el grupo C. Y para el tamiz N°11 se encontró con el ANOVA diferencias significativas en C, mientras con el análisis de Kruskal-Wallis se encontraron diferencias significativas en los grupos B y C.

En la figura 24 se muestran los gráficos de la variación de los tamices N°19, N°18, N°17 y N°16 con respecto al rango de altitud, y se observa que entre más baja la altitud el grano tiende a ser más grande; mientras que conforme aumenta la altitud el grano tiende a ser más pequeño.

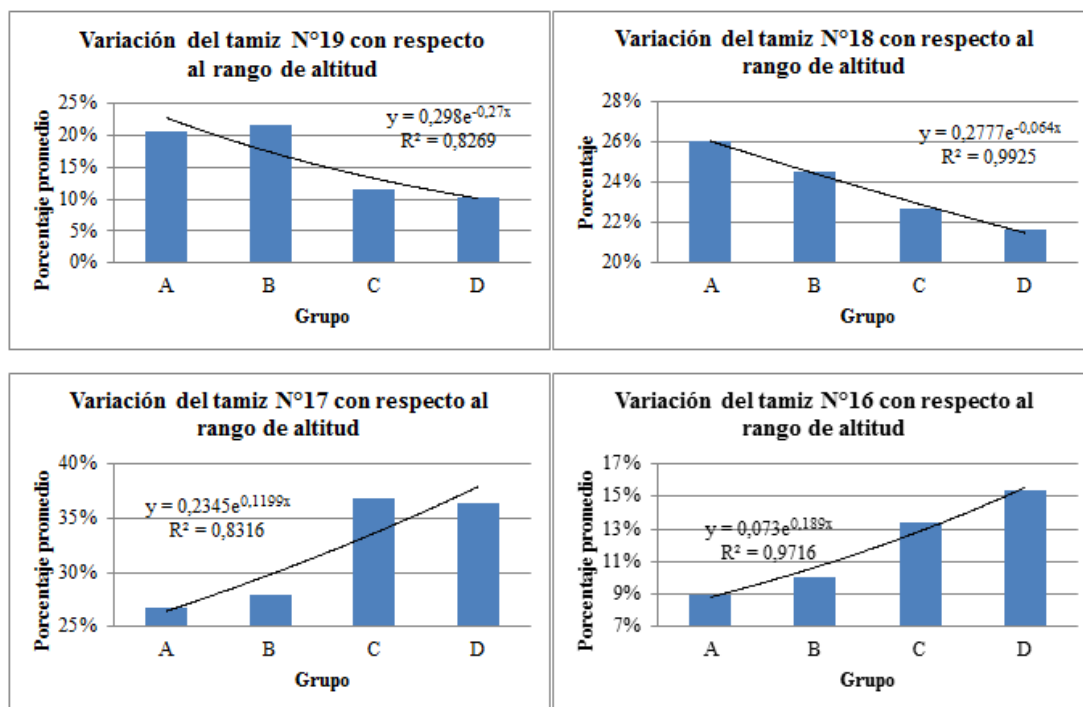


Figura 24. Variación de los tamices N°19, N°18, N°17 y N°16 con respecto al rango de altitud.

En el cuadro 21 se observa la distribución obtenida para las distintas formas de grano (grano plano convexo y grano elipsoide o caracolillo). Para las zarandas de perforaciones redonda que retiene los grano plano convexos N°19, N°18, N°17, N°16 y N°15; y para las zarandas de perforación oblonga (conocido como caracolillo) que retiene el grano de los tamices N°12, N°11 y N°10, para cada rango de altitud y con su respectiva desviación estándar.

Cuadro 21. Porcentaje promedio retenido en los tamices redondos y en los tamices oblongos para cada rango de altitud, con su respectiva desviación estándar.

Grupo	Promedio retenido en los tamices redondos (%)	Promedio retenido en los tamices oblongos (%)
A	86,68 ± 3,76	10,67 ± 4,09
B	88,59 ± 1,10	7,82 ± 0,53
C	90,05 ± 0,61	6,83 ± 1,39
D	90,05 ± 3,36	7,20 ± 2,06

En los gráficos 27 y 28 se muestran los porcentajes promedio para cada forma (plano convexo y elipsoide) según el rango de altitud y se corrobora que conforme aumenta la altitud el porcentaje promedio retenido en los tamices con perforación redonda (plano convexo) aumenta, mientras que el porcentaje promedio retenido en los tamices con perforación oblonga (elipsoide) tiende a disminuir. En otras palabras, la cantidad de granos plano-convexos aumenta con la altitud y los granos elipsoides (caracolillo) disminuye con la altitud.

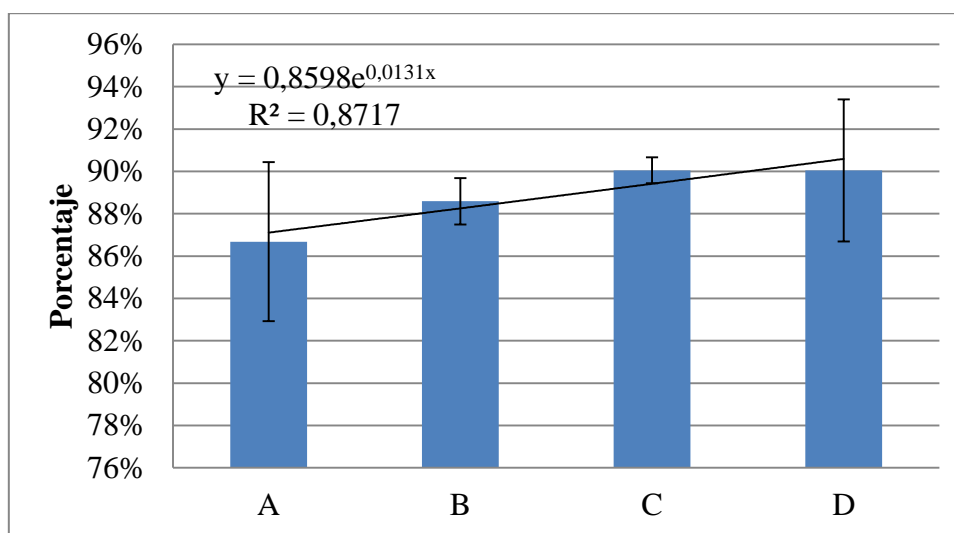


Gráfico 27. Variación de granos plano-convexo con respecto a la altitud.

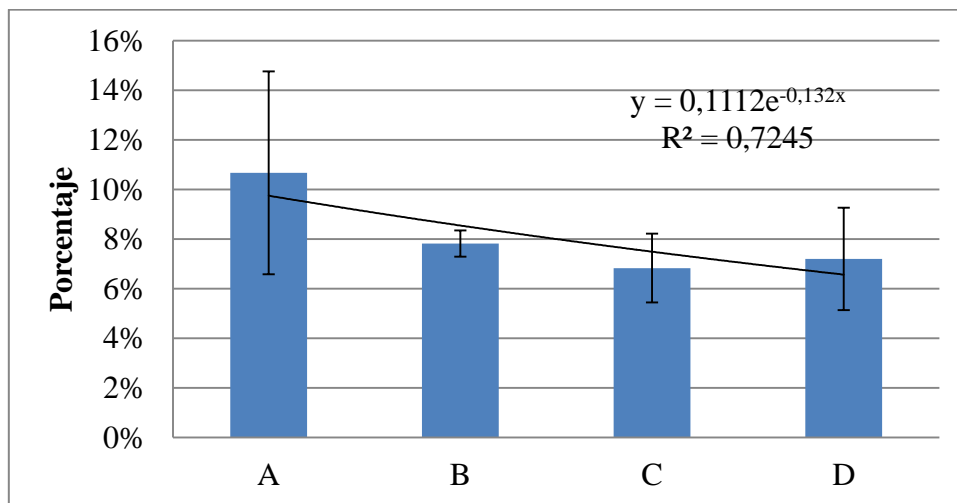


Gráfico 28. Variación de los granos elipsoides con respecto a la altitud.

El gráfico 29 muestra la ojiva de los tamices acumulados de granulometría para cada rango de altitud.

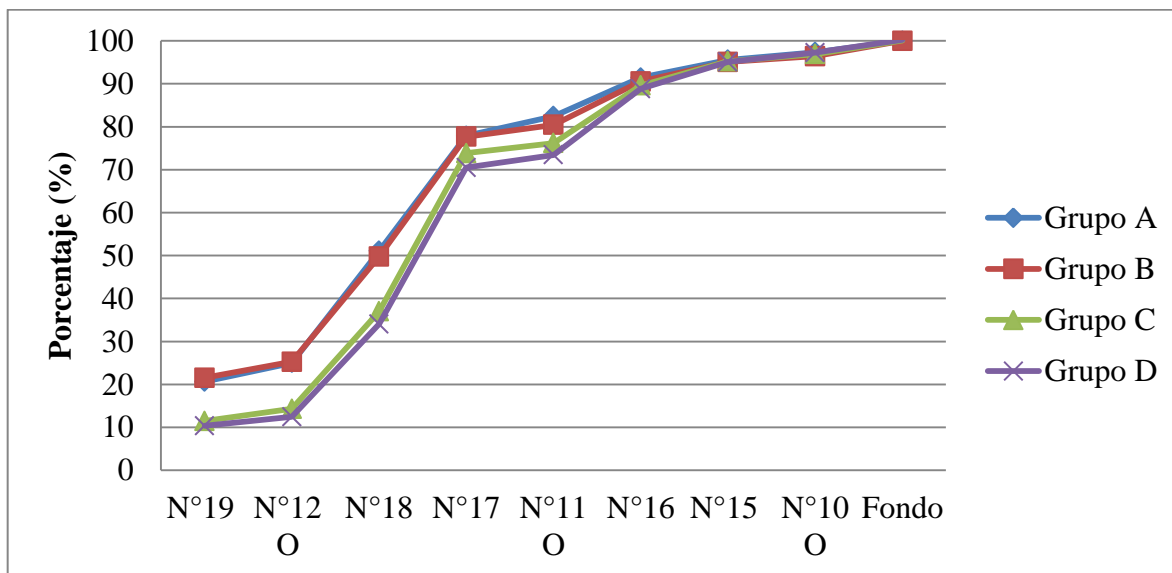


Gráfico 29. Ojiva de los tamices acumulados para cada grupo.

4.6 Prueba de Humedad

En el gráfico 30 se muestra el promedio del contenido de humedad obtenido en cada rango de altitud y su respectiva desviación estándar. Para el grupo A el valor de obtenido fue de 11,7%, para el grupo B 12,6%, para el grupo C 12,5% y para el grupo D 10,9%. Con el análisis ANOVA y Kruskal-Wallis se determinó que no hay diferencias significativas entre las muestras. En la mayoría de los casos el contenido de humedad está en el rango comercial que es del 8% al 12,5%. (OIC, 2004)

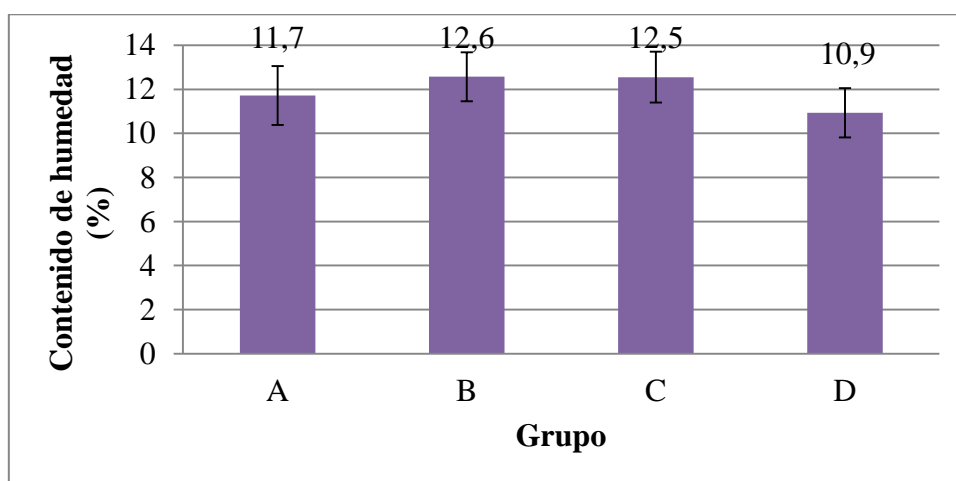


Gráfico 30. Promedio del contenido de humedad y su respectiva desviación estándar con respecto al rango de altitud.

Es importante anotar que el contenido de humedad no es un parámetro vinculado a la altitud de ninguna forma, pues el nivel de humedad alcanzado en el secado depende de la técnica que se tenga para determinar el punto final de secado.

Los resultados obtenidos de todas las muestras se muestran en el Anexo F.

4.7 Prueba de Densidad Aparente

En el cuadro 22 se observan los resultados obtenidos para la densidad aparente en pergamino y café oro, para cada uno de los grupos de rango de altitud junto con su desviación estándar. Los resultados obtenidos de todas las muestras se muestran en el Anexo H.

Cuadro 22. Densidad aparente de café pergamino y del café oro para cada rango de altitud.

Grupo	Densidad aparente promedio (kg/ m ³)	
	Café pergamino	Café oro
A	405,56 ± 11,57	691,85 ± 10,04
B	432,89 ± 12,41	695,99 ± 10,81
C	420,55 ± 10,34	702,47 ± 18,04
D	418,52 ± 12,04	713,14 ± 3,10

Mazón (2007) determinó la densidad aparente de un mismo tipo de café, reportando que la densidad del café oro varía de 587,7 kg/m³ a 655,8 kg/m³ en contenidos de humedad entre 9,31% y 17,58% b.h. Aunque la humedad de los cafés estudiados en esta investigación son semejantes, los valores de densidad fueron sustancialmente más altos lo cual es un indicativo de que los granos son muy densos.

Asociando la densidad con lo que en la tipología de Cleves se presenta como “dureza del grano”, estos resultados revelan que efectivamente el grano producido en esta zona es un grano “duro”, esto es un grano de gran densidad.

De acuerdo con la figura 25 la densidad aparente en pergamino en relación con la altitud, se observa que entre el grupo A y B hay diferencias significativas, pero no se puede afirmar exista una relación directa entre la densidad aparente en café pergamino con respecto a la altitud. Mediante el análisis ANOVA y de Kruskal-Wallis se encontraron diferencias significativas en el grupo B únicamente.

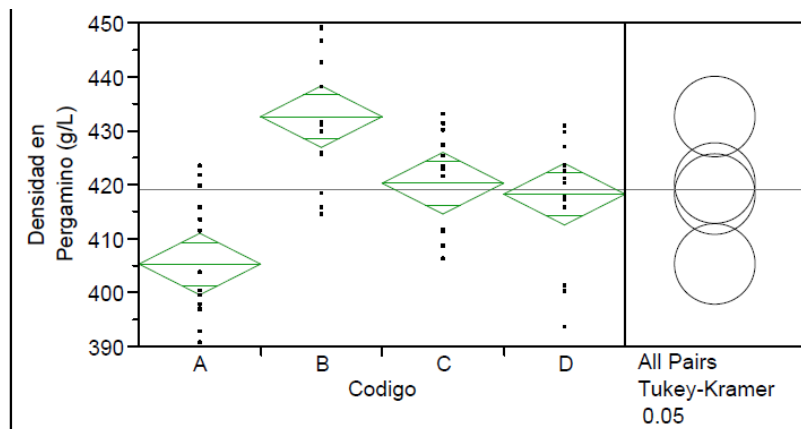


Figura 25. Análisis estadístico de la densidad aparente en pergamino por grupo de rango de altitud.

En la figura 26 se repite el análisis para las densidades aparentes en café oro contra el grupo de rango de altitud, se observa que hay diferencias significativas entre el grupo A y el grupo D; por lo que al aumentar la altitud la densidad aparente del café oro tiende a aumentar.

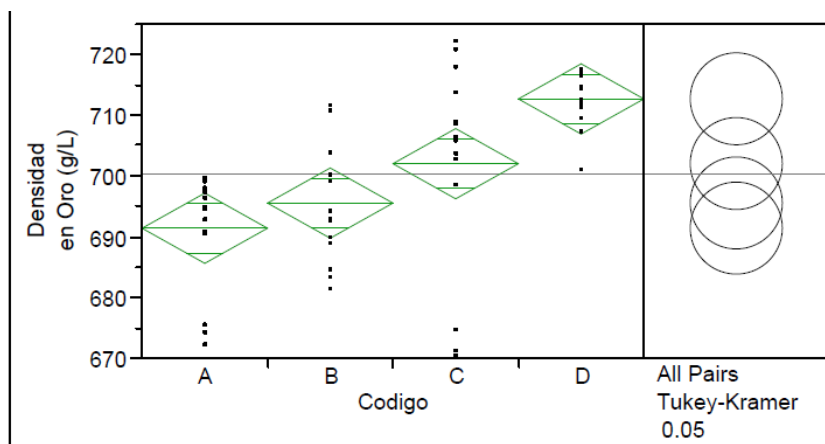


Figura 26. Análisis estadístico de la densidad aparente en café oro contra el grupo de rango de altitud.

En el gráfico 31 se observa la variación de la densidad aparente del café oro y el contenido de humedad con la altitud; llama la atención que el valor más alto de densidad está asociado con el grupo de mayor altitud y de menor contenido de humedad. Con el análisis ANOVA y Kruskal-Wallis se encontraron diferencias significativas en el grupo D. Sin embargo se observa una tendencia, no estadísticamente significativa, a aumentar la densidad aparente con la altitud. Los granos del grupo D son significativamente más densos.

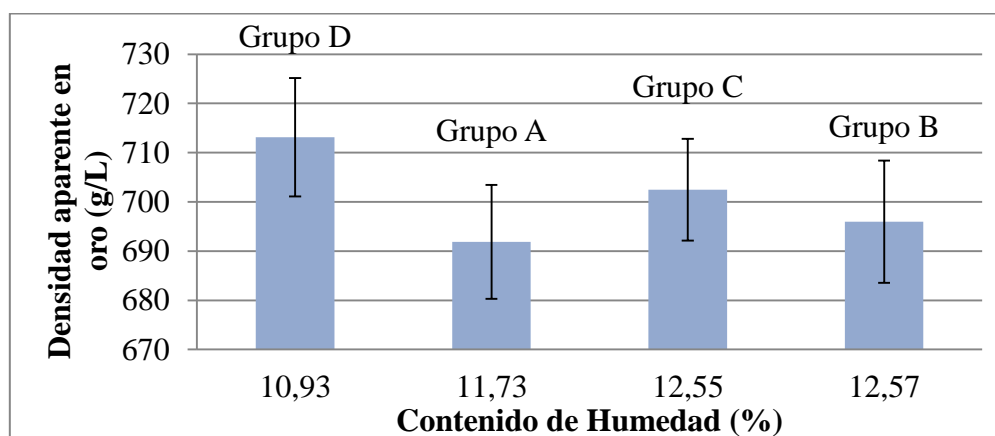


Gráfico 31. Densidad aparente en café oro en función del contenido de humedad del grano.

4.8 Prueba de Densidad Real

Calibración del picnómetro

Según Incropera et al. (2008), interpolando, la densidad del agua destilada a 25°C es de 997,37 kg/m³ y el promedio de masa del agua fue de 32,17g. Por lo tanto mediante la calibración el volumen del picnómetro obtenido fue de 32,25 mL.

Densidad real

En el cuadro 23 se observa el promedio de las densidades reales en base húmeda para cada uno de los tamices según su rango de altitud con su respectiva desviación estándar. Se analizó con Kruskal- Wallis cada uno de los tamices por rango de altitud y no se

encontraron diferencias significativas entre ellos, es decir la densidad real es independiente del tamaño de los granos en la calidad de café estudiada.

Cuadro 23. Densidades reales en base húmeda para cada uno de los tamices según su rango de altitud.

Densidad real (kg/m³) b.h.				
Grupo	N°19	N°18	N°17	N°16
A	1257,39 ± 10,31	1251,69 ± 8,12	1249,46 ± 6,57	1243,28 ± 1,44
B	1243,87 ± 12,38	1253,26 ± 7,54	1247,86 ± 15,33	1254,51 ± 10,55
C	1207,11 ± 6,16	1247,54 ± 19,82	1244,79 ± 23,70	1254,98 ± 18,33
D	1261,46 ± 1,86	1267,98 ± 8,48	1264,75 ± 9,71	1270,00 ± 6,21

En el cuadro 24 se presentan los valores promedios de densidad real (en base húmeda y en base seca) para cada rango de altitud, junto con la desviación estándar y su coeficiente de variación. Debido a que hay diferencias en la humedad entre las muestras, es necesario transformar la densidad en base húmeda a densidad en base seca, para un generar un criterio de comparación independiente del contenido de humedad. Ya que al ser la densidad una relación de masa y volumen, y el contenido de humedad incide sobre la masa del grano, se hace necesario establecer una base constante de masa, y esta es la materia seca contenida en el grano. Los resultados obtenidos de todas las muestras se muestran en el Anexo H.

Para pasar la densidad real de base húmeda a base seca, se utiliza la siguiente fórmula:

$$\rho_{rs} = \rho_{rh} * \left(\frac{1-CH}{100} \right) \quad (8)$$

Donde:

ρ_{rs} : densidad real seca (kg/m³).

ρ_{rh} : densidad real húmeda (kg/m³).

CH: contenido de humedad (%).

Cuadro 24. Valores promedio de densidad real en base seca.

Grupo	Densidad real (kg/m³) bh	Coefficiente de Variación (%)	Densidad real (kg/m³) bs	Coefficiente de Variación (%)
A	1251,91 ± 6,73	0,54	1105,17 ± 22,82	2,06
B	1249,75 ± 8,84	0,71	1092,72 ± 21,93	2,01
C	1245,91 ± 23,85	1,91	1089,79 ± 36,12	3,31
D	1267,01 ± 5,87	0,46	1128,52 ± 20,25	1,79

Los valores promedio obtenidos son similares a la densidad real del grano (verde) obtenida en la investigación de Vargas (2011), con un valor de 1243,25 kg/m³ con un contenido de humedad del 13,86% bs en café de calidad superior y con tamaño N°17. Según el estudio de Illy y Viani (2005) el café de mejor calidad de taza tiene una mayor densidad real, el grano tiene un peso mayor y un espesor de la pared celular mayor.

En el gráfico 32 se observa la relación entre la densidad real en café oro y el contenido de humedad; y se observa que el valor más alto de densidad está asociado con el grupo de mayor altitud, y los demás parecieran estar agrupados con un valor menor de densidad; independientemente si es en base húmeda o en base seca. Con el análisis ANOVA y Kruskal-Wallis se encontraron diferencias significativas en el grupo D. El comportamiento descrito es similar al de la densidad aparente en oro contra el contenido de humedad del grano, de igual forma para tener una conclusión significativa se requieren más datos; sin embargo se ha hace mención a la tendencia del comportamiento.

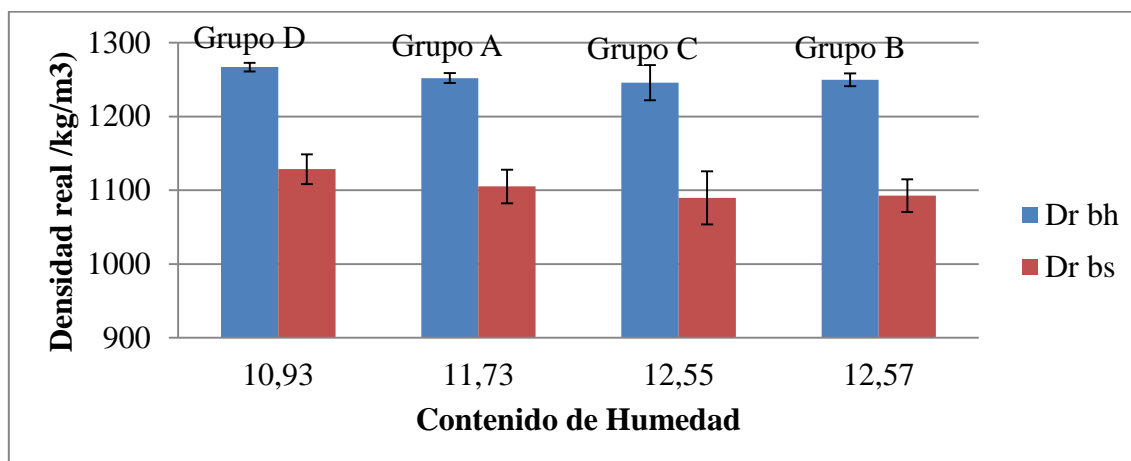


Gráfico 32. Densidad real en café oro contra el contenido de humedad.

En la figura 27 se observa que los granos de los rangos A, B y C se mantienen cercanos a la media; mientras que los granos del rango D tienen una mayor densidad real. Esto quiere decir que entre el grupo A, B y C no hay diferencias significativas; pero entre estos grupos y el grupo D sí hay diferencias significativas; lo cual indica que a mayor altitud hubo una mayor densidad real del café oro en base húmeda, sólo para el grupo D, este es el último rango de altitud. Dicho comportamiento se puede observar en el gráfico 33 con los valores de densidad real en base seca.

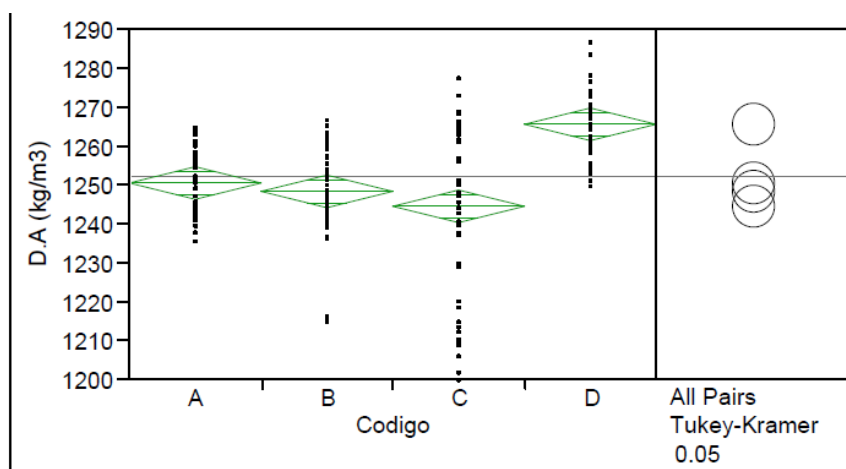


Figura 27. Análisis estadístico de la densidad real en café oro contra el grupo de rango de altitud.

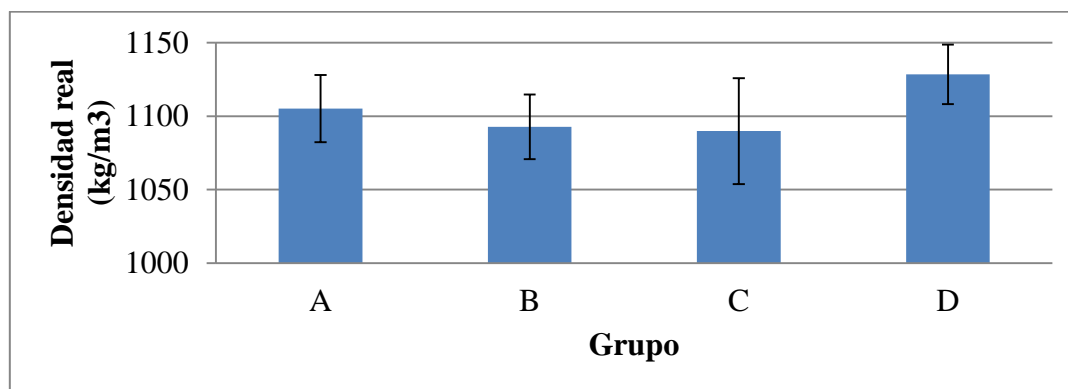


Gráfico 33. Densidad real en base seca del café oro contra el rango de altitud.

4.9 Prueba de Catación

En el cuadro 25 se muestran los puntajes finales de las pruebas de catación para cada una de las muestras y su promedio por rango de altitud. Los resultados obtenidos de todas las muestras se muestran en el Anexo I.

Cuadro 25. Puntajes obtenidos en pruebas de catación por rangos de altitud.

Número de muestra	Grupo			
	A	B	C	D
1	82,5	80,4	81,8	81,1
2	81,6	81,2	82,8	85,2
3	82,9	82,2	79,4	77,9
4	75,4	75,6	76,9	83,3
5	75	79,5	82	81,8
Promedio	79,5 ± 4,59	79,8 ± 2,87	80,6 ± 3,37	81,9 ± 3,63
Descripción de la calidad (INTECO, 2009a)	Bueno	Bueno	Muy bueno	Muy bueno

Según como se muestra en el gráfico 34, conforme aumenta la altitud la nota final de catación es mayor, o sea se incrementa la calidad de la bebida.

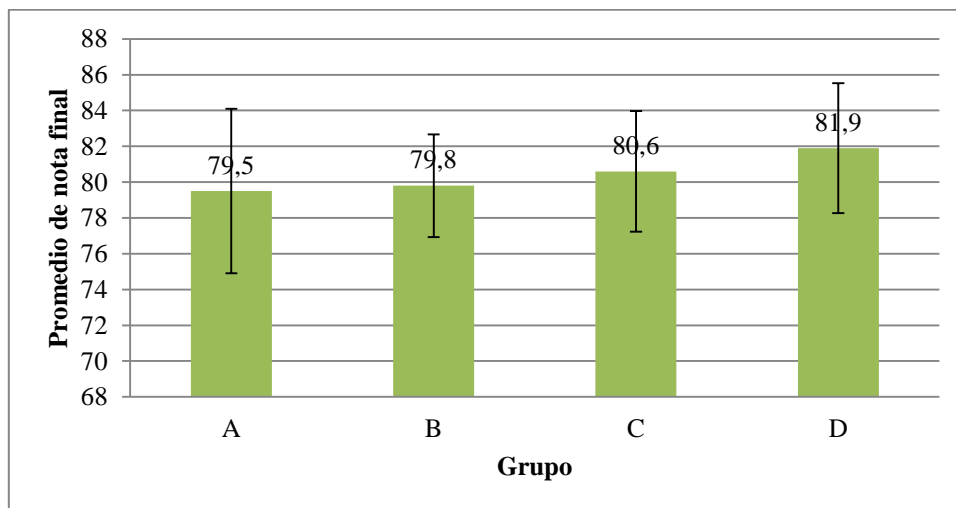


Gráfico 34. Promedio de nota final de catación según los rangos de altitud.

En el cuadro 26 se presenta el promedio de los descriptores de la calidad de taza y del puntaje final para cada uno de los grupos, de acuerdo con la metodología de calificación aplicada.

Cuadro 26. Promedio de los descriptores y del puntaje final para cada uno de los grupos.

Descriptor	Grupo				Promedio de la zona de estudio
	A	B	C	D	
1. Fragancia/ Aroma	6,83	7,13	7,19	7,26	7,10
2. Sabor	7,09	7,03	7,18	7,34	7,16
3. Sabor residual	7,09	7,01	7,18	7,38	7,16
4. Acidez	7,10	7,13	7,20	7,46	7,22
5. Cuerpo	7,08	7,10	7,16	7,41	7,19
6. Uniformidad	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00
7. Balance	7,19	7,25	7,38	7,59	7,35
8. Taza limpia	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00
9. Dulzor	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00
10. Puntaje del catador	7,14	7,14	7,33	7,43	7,26
11. Defectos	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
12. Puntaje Final (con desviación estándar)	79,5 ± 4,59	79,8 ± 2,87	80,6 ± 3,37	81,9 ± 3,63	80,45

Mediante el análisis ANOVA y Kruskal-Wallis no se encontraron diferencias significativas entre las notas finales de las muestras sometidas a catación. O sea que el café de toda la zona tiene un estándar de calidad de taza uniforme, no influenciado por la altitud, ese estándar de acuerdo con los resultados es de 80,45, lo cual lo ubica como un café “Muy Bueno” sin ser sometido a procesos de clasificación previos. Esto es un indicativo de que es un café con un altísimo potencial de calidad.

Estos promedios se muestran en los gráficos de la figura 28 a continuación:

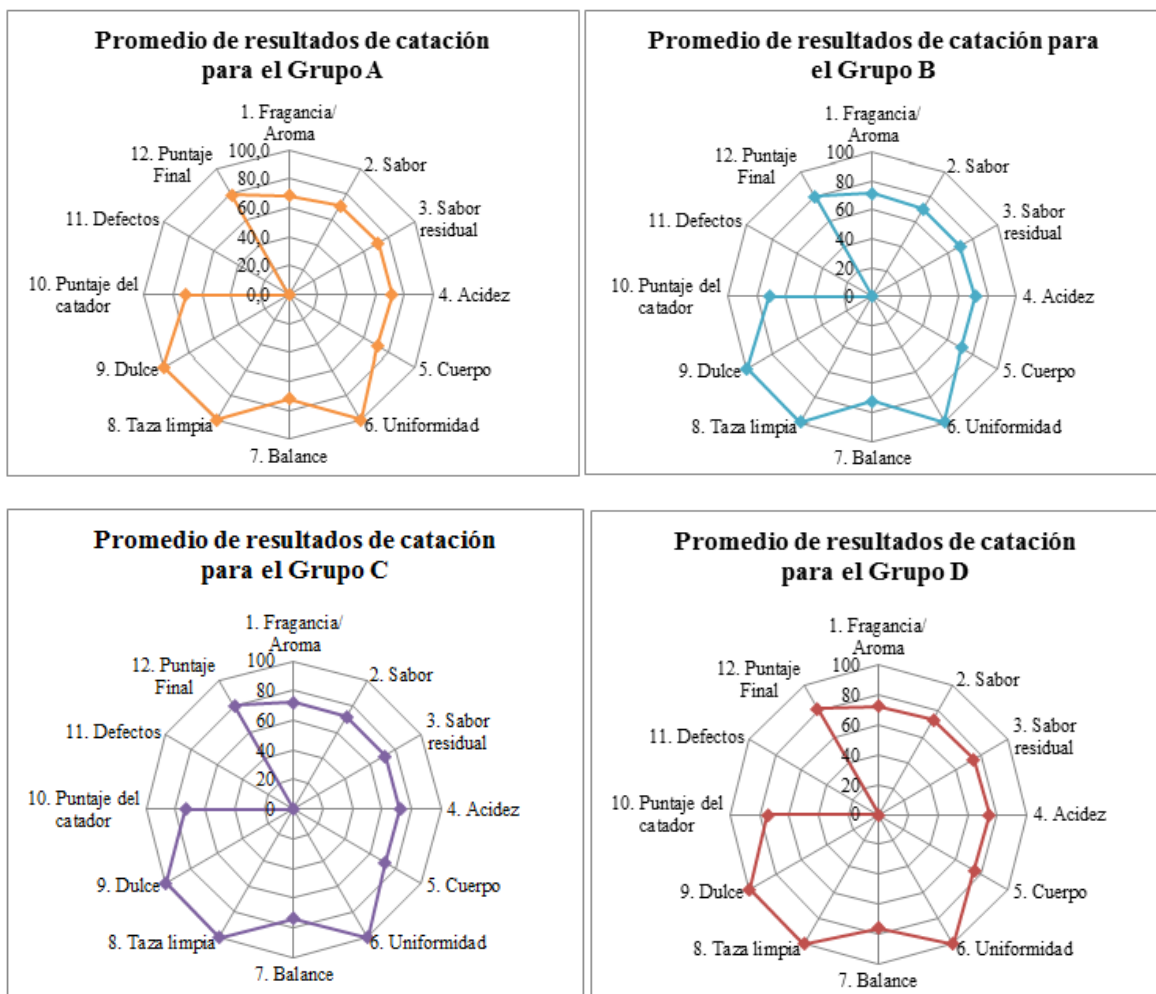


Figura 28. Promedio de resultados de prueba de catación para cada rango de altitud.

En el Anexo J se presenta la rueda de sabores utilizada para dichas evaluaciones de calidad de taza.

4.10 Resumen de pruebas realizadas

En el cuadro 27 se resumen los resultados promedios de cada una de las pruebas realizadas para cada rango de altitud. En el despergaminado el porcentaje promedio de café oro fue de 83% y de cascarilla fue de 16%. En los resultados de granulometría cabe destacar que los primeros dos tamices predominantes fueron el N°17 y N°18 en todas las muestras, y el tercer tamiz predominante en los grupos A y B fue el tamiz N°19, mientras que en los grupos C y D fue el tamiz N°16; por lo que se obtuvo que conforme aumenta la altitud el grano tiende a ser más pequeño. El contenido de humedad promedio de todas las muestras fue de 11,9%.

Para la densidad aparente en pergamino no se encontró una relación de incremento con la altitud, sin embargo para la densidad aparente en café oro sí se encontró, es decir que hay una tendencia no estadísticamente significativa que a mayor altitud, mayor densidad. Para la densidad real en café oro se encontraron diferencias significativas únicamente en el grupo D. No hay una tendencia marcada únicamente se aprecia un efecto de aumento para el rango más alto de altitud. Además se observa que el valor de mayor densidad aparente y densidad real en condición oro está asociado a la nota más alta en los resultados de la catación. Finalmente se observa que los resultados de las pruebas organolépticas aumentan conforme aumenta la altitud, sin que las diferencias sean significativas.

Cuadro 27. Cuadro resumen del resultado de las pruebas realizadas para cada rango de altitud.

PRUEBA		GRUPO				Promedio
		A	B	C	D	
Despergaminado (%)	Oro	83,0	83,8	82,2	82,7	82,9
	Cascarilla	16,2	15,0	16,7	16,1	16,0
Granulometría (%)	N°19	20,7	21,5	11,5	10,3	16,0
	N°18	26,1	24,5	22,7	21,6	23,7
	N°17	26,8	27,9	36,8	36,4	32,0
	N°16	9,0	10,1	13,4	15,4	12,0
	N°15	4,1	4,5	5,6	6,3	5,1
	N°12 O	4,3	3,7	2,8	2,1	3,2
	N°11 O	4,6	2,7	2,3	2,9	3,1
	N°10 O	1,8	1,4	1,7	2,2	1,7
	Fondo	2,6	3,6	3,2	3,0	3,1
CH (%)	Humedad	11,7	12,6	12,5	10,9	11,9
Densidad aparente (kg/m3)	Pergamino	405,6	432,9	420,6	418,5	419,4
	Oro	691,8	696,0	702,5	713,1	700,9
Densidad real (kg/m3)	bh	1251,6	1249,4	1245,6	1266,7	1253,3
	bs	1105,2	1092,7	1089,8	1128,5	1104,0
Catación	Nota Final	79,5	79,8	80,6	81,9	80,5

En los cuadros 28, 29 y 30 se muestra el perfil de calidad del café Subtipo *Strictly Hard Bean* Sur para la zona de estudio.

Cuadro 28. Perfil del café SHB Sub tipo SHB Sur de la zona de estudio. (Condiciones agroecológicas)

Condiciones agroecológicas		
<i>Regiones</i>	Vertiente del Pacífico Central (influencia predominante)	
<i>Estacionalidad</i>	Estaciones húmeda y seca bien definidas	
<i>Maduración</i>	Tardía	
<i>Subtipo</i>	S.H.B. Sur	
<i>Zona de Producción</i>	Sur de San José y Cartago (Aserri, Dota, Tarrazú, Frailes, Acosta)	
<i>Altitud</i>	1200- 2000 msnm	
<i>Precipitación</i>	2149 mm \pm 453,8 mm (anual)	179,1 mm \pm 37,8 mm (mensual)
<i>Temperatura</i>	18,3°C \pm 0,5°C	
<i>Brillo solar</i>	4,6 h (promedio anual diario) 1679 h anuales (Heinrich et. al, 2013)	
<i>Humedad relativa</i>	85,6% \pm 6,3%	

Cuadro 29. Perfil del café SHB Sub tipo SHB Sur de la zona de estudio. (Características físicas del grano)

Características físicas del grano									
<i>Relación Oro/ Pergamino</i>		83/16 = 5,18							
<i>Granulometría</i>	N°19	N°18	N°17	N°16	N°15	N°12O	N°11O	N°10O	Fondo
(%)	16,0	23,7	32,0	12,0	5,1	3,2	3,1	1,7	3,1
<i>Contenido de humedad (%)</i>		11,9							
<i>Densidad</i> (kg/m ³)	<i>Densidad aparente</i>				<i>Densidad real</i>				
	En pergamino		419,4		En café oro (bh)		1253,3		
	En café oro		700,9		En café oro (bs)		1104,0		

Cuadro 30. Perfil del café SHB Sub tipo SHB Sur de la zona de estudio. (Características de la taza)

Características de la taza (Evaluada “a chorro”)			
<i>a) Fragancia/ aroma</i>	7,10	<i>g) Balance</i>	7,35
<i>b) Sabor</i>	7,16	<i>h) Taza limpia</i>	10,00
<i>c) Sabor residual</i>	7,16	<i>i) Dulzor</i>	10,00
<i>d) Acidez</i>	7,22	<i>j) Catador</i>	7,26
<i>e) Cuerpo</i>	7,19	<i>k) Defectos</i>	0,00
<i>f) Uniformidad</i>	10,00	<i>l) Puntaje Final</i>	80,45 (Muy Bueno)

CONCLUSIONES

1. El uso de normas técnicas ISO y del SCAA permitió realizar un análisis no solo cualitativo, sino cuantitativo y científico de los parámetros de calidad del café; mediante una manera objetiva, repetitiva, certificada y aceptada internacionalmente.
2. Las condiciones agroecológicas de la zona de Los Santos estipuladas en la tipología de Cleves (1975) son similares a los obtenidos con las estaciones meteorológicas del ICAFE y el ICE, sin embargo hay variaciones en algunos parámetros, algunos importantes como el brillo solar y la humedad relativa, esta última no reportada por Cleves.
3. No hay diferencias significativas en el manejo de plantaciones y el manejo poscosecha en la zona, por lo tanto se tiene un perfil predominante.
4. Hay una tendencia no estadísticamente significativa al aumento de la masa de pergamino y una reducción de la masa de grano oro con el aumento de la altitud.
5. Hay una tendencia no estadísticamente significativa de la disminución de tamaño del grano con el aumento de la altitud. Y una reducción de la presencia de grano elipsoidal con el incremento de la altitud.
6. El promedio de la densidad aparente en café pergamino de los grupos ronda en el rango de $405,6 \text{ kg/m}^3$ a $432,9 \text{ kg/m}^3$. Sin embargo no hay evidencia de su relación con la altitud ni con la calidad final del café.
7. Existe una tendencia, no estadísticamente significativa, a que al aumentar la altitud en 200 metros aumenta la densidad aparente en café oro, con valores en el rango de $691,85 \text{ kg/m}^3$ a $713,14 \text{ kg/m}^3$.
8. La densidad real no presenta variaciones significativas en el rango de altitud de 1200 a 1800 msnm. Sin embargo presenta un salto significativo para el rango de 1800 a 2000

msnm pasando de un promedio de $1249,2 \text{ kg/m}^3$ a $1267,0 \text{ kg/m}^3$. Además la densidad real no varía con el tamaño del grano.

9. Existe una tendencia al aumento de la calidad de taza con el incremento de la altitud, aunque las diferencias no son significativas, por lo que la calidad de taza del café de la zona de estudio es uniforme independientemente de la altitud.

10. El estándar de calidad de taza de la zona de estudio se ubica en una puntuación de 80,45, evaluado con café de primer pergamino sin ser sometido a ningún proceso de clasificación como grano en oro.

11. Se encontró una tendencia que indica una variación del tamaño, la densidad aparente en oro y la calidad de taza con la altitud; aunque estas diferencias no mostraron ser estadísticamente significativas. Con el aumento de la altitud, el tamaño del grano tiende a ser menor, la densidad tiende a ser mayor y la calidad de taza tiende a aumentar.

12. Es posible mejorar la tipología propuesta por Cleves con información más precisa de las condiciones agroecológicas; con datos cuantitativos de las características físicas y con información cuantitativa de las características de taza.

RECOMENDACIONES

1. La metodología empleada y los resultados obtenidos pueden ser empleados en la caracterización de los otros tipos, subtipos y variedades de café del país para mejorar la información sobre las características de calidad de café de las diferentes zonas productoras.
2. Revisar y mejorar la tipología existente actualizándola con datos e información de mayor calidad, en lo relativo a los descriptores de las características de los granos y taza y a los datos meteorológicos que influyen en el agroecosistema.
3. Incentivar el uso de parámetros como granulometría, densidad y taza en los procesos de preparación de café y su comercialización.
4. Para estudios posteriores se recomienda aumentar el número de muestras y repeticiones con la finalidad de corroborar las tendencias encontradas en este estudio.

BIBLIOGRAFÍA

- Acevedo, W. (1994). *Seminario regional sobre el mejoramiento de la calidad del café*. San Pedro Sula: IICA.
- Acosta, R., & Cleves, R. (1964). *Tipos de café de Costa Rica*. Oficina del Café.
- Aguilar, R. (2012). Importancia de la sombra en el cultivo de café. ANACAFÉ. Obtenido de:
https://www.anacafe.org/glifos/index.php?title=13NOT:NT_Importancia_sombra_cafe
- Alpizar, E. (2014). *Zonificación agroecológica del café (Coffea arabica) y el cacao (Theobroma cacao, Lin) en Costa Rica, mediante el sistema de zonas de vida*. Instituto Tecnológico de Costa Rica.
- Alvarado, M., & Rojas, G. (2007). *El cultivo y beneficiado del café*. San José: UNED.
- Anacafé. (1998). *Manual de caficultura*. Guatemala.
- Araya, M. (2013). *Costos de beneficiado de café. Aceptados por Ley N°2762. Cosecha 2012-2013*. San José.
- Banegas, K. (2009). *Identificación de las fuentes de variación que tienen efecto sobre la calidad de café (Coffea arabica) en los municipios de El Paraíso y Alauca, Honduras*. CATIE.
- Barrios, A., Ovalle de la Vega, C., Davila, R., Valdez, R., Solís, M., & Muñoz, C. (1998). *Beneficiado Húmedo y su Control de Calidad: In Manual de Caficultura*. Ciudad de Guatemala: ANACAFE.
- Burgos, E. (2003). *Determinación de los tipos de café Coffea arabica, que se producen en la región del Trifinio-Guatemala y descripción de sus sistemas productivos: Estudio de la zona cafetalera que comprende altitud entre 800-1200 msnm*. Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Campos, E., & Cisneros, B. (2013). *Programa en Beneficiado: Curso producción del café*. San José: Asociación de cafés finos de Costa Rica.
- Cárdenas, S. (2007). *Caracterización morfológica y agronómica de la colección núcleo de café (Coffea arabica L.) del CATIE*. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Obtenido de: <http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A1655E/A1655E.PDF>

- CCI. (1992). *Café: guía del exportador*.
- Chakraverty, A., Mujumdar, A., Vijaya, G., & Ramaswamy, H. (2003). *Handbook of Postharvest Technology: Cereals, fruits, vegetables, tea and spices*. New York: Marcel Dekker, Inc.
- Chinchilla, M. (2010). *Génesis y clasificación de suelos y tierras para uso agrícola en la subcuenca media- alta del Río Pirrís, Costa Rica*. Universidad de Costa Rica.
- Clarke, R. (1985). *The technology of converting green coffee into the beverage*. (M. Clifford & K. E. Willson, Eds.) (Coffee: Bo). Great Britain: Croom Helm.
- Cleves, R. (1975). *Zonificación cafetalera de Costa Rica*. San José: ICAFE.
- Cleves, R. (1986). *Boletín Técnico ICAFE*.
- COFENAC. (2010). *Influencia de métodos de beneficio sobre la calidad organoléptica del café arábigo*. Portoviejo.
- Coocafé R.L. (2007). *La realidad del cultivo de café bajo sombra*.
- Cortez, C. (2010). *Definición de parámetros de calidad del café de algarroba para la elaboración de una norma técnica*. Universidad de Piura.
- Díaz, P. (2014). *Efectos de la Altitud sobre la calidad del café torrefactado (Coffea arábica L. Var. Colombia) producido en los municipios de Buesaco y La Unión- Nariño, pertenecientes al Ecotopo E-220 A*. Universidad Nacional Abierta y a Distancia-UNAD.
- Duicela, L., Farfán, D., García, J., Corral, R., & Chilán, W. (2004). *Boletín técnico: Post-cosecha y calidad del café arábigo*. Manabí: IMPREGCOL. Obtenido de: https://books.google.co.cr/books?id=voYzAQAAMAAJ&pg=PA6-IA1&dq=desmucilagador+mecanico&hl=es-419&sa=X&redir_esc=y#v=onepage&q=desmucilagador mecanico&f=false
- FHIA. (2004). *Guía práctica: Producción de café con sombra de maderables*. La Lima.
- García, H., & Matuas, J. (2010). *Estadística Descriptiva e Inferencial I* (Vol. 1).
- Guillén, L., & Ortega, E. (1985). Principales plagas del café en la región Nor-Oriental. Obtenido de:

http://sian.inia.gob.ve/repositorio/revistas_tec/FonaiapDivulga/fd19/texto/principales.htm

- Hall, C. (1976). *El café y el desarrollo histórico- geográfico de Costa Rica*. San José: Editorial Costa Rica y Universidad Nacional.
- Heinrich, K., Pacheco, R., Solera, M., & Alfaro, M. (2013). *Series de brillo solar en Costa Rica*. San José.
- ICAFFE. (2009). *Caracterización de la fertilidad de suelos dedicados al cultivo de café en Costa Rica*. San José.
- ICAFFE. (2011). *Guía técnica para el cultivo de café*. Heredia.
- ICAFFE. (2014a). *Informe sobre la actividad cafetalera de Costa Rica*. San José.
- ICAFFE. (2014b). Instituto de Café de Costa Rica. Obtenido el 30 de Enero, 2014 de <http://www.icafe.go.cr/>
- Illy, A., & Viani, R. (2005). *Espresso Coffee: The science of quality* (Second). California: ELSEVIER Academic Press.
- Imports, C. (2014). No Title. Obtenido de: <http://www.cafeimports.com/photos/index.php?level=picture&id=356>
- Incropera, F. (2008). *Fundamentos de transferencia de calor e de massa* (Sixth edit). Río de Janeiro: LTC.
- INTECO. (2003). *Café verde: Determinación de la pérdida de masa a 105°C*. San José.
- INTECO. (2009a). *INTE 24-01-03-09: Café Verde: Metodología para el análisis sensorial cuantitativo descriptivo del café*.
- INTECO. (2009b). *INTE ISO 4150Café 2009: Café Verde, Granulometría, Análisis de tamaño, Tamizado manual*. San José.
- ISO. (2000). *Quality management systems, principles and terminology. ISO 9000: 2000*. Geneva: International Organization for Standardization.
- Lara, L. (2005). *Efectos de la altitud, sombra, producción y fertilización sobre la calidad del café (Coffea arabica L. var. Caturra) producido en sistemas agroforestales de la Zona Cafetalera Norcentral de Nicaragua*. CATIE.

- León, J. (2000). *Botánica de los cultivos tropicales*. San José: IICA. Obtenido de: https://books.google.co.cr/books?id=NBtu79LJ4h4C&pg=PA359&dq=coffea+liberica&hl=es-419&sa=X&ei=ULaaVbKaNIOnNpKZiaAN&redir_esc=y#v=onepage&q=coffea+liberica&f=false
- Liny, P. (2013). Geometric and gravimetric characteristics of black gram. *International Journal of Development Research*, 3(9), 13–16.
- Mazón, B. (2007). *Calibración de equipos para la determinación del contenido de humedad en granos de interés nacional*. Universidad de Costa Rica.
- Menchu, J. (1966). Descripción y origen de los principales defectos físicos en el grano de café, 14–16.
- Miranda, A. (1983). *Análisis de los procesos de manejo de materiales, secado y almacenamiento en el beneficio de la cafetalera industrial La Meseta LTDA*. Universidad de Costa Rica.
- Miranda, A. (2007). *Análisis de la tecnología de beneficiado de café en Costa Rica*. Roma.
- Miranda, A. (2014). *El beneficiado del café en Costa Rica*. San José.
- Mohsenin, N. (1986). *Physical properties of plant and animal materials*. New York: Seconded Gordon and Breach Science Publishers.
- Monroig, M. (2015). Descripción botánica del cafeto. Obtenido el 7 de Julio, 2015 de: <http://academic.uprm.edu/mmonroig/id51.htm>
- Moreira, S. M. C., Chaves, M. A., & Oliveira, L. M. (1985). Comparação da eficiencia de líquidos na determinação da massa específica aparente de grãos agrícolas. *Revista Brasileira de Armazenamento*, 9-10(1-2), 22–24.
- OIC. (2004). *Programa de mejora de la calidad del café (modificaciones)*. Londres.
- Oliveros, C. E., López, L., Buitrago, C. M., & Moreno, E. L. (2010). Determinación del Contenido de Humedad del Café Durante el Secado en Silos. *Cenicafé*, 61(2), 108–118.
- Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria. (2013). *Alerta sobre la proliferación de la broca del café para el presente año cosecha*.

- Ospina, J. (2002). *Características físico mecánicas y análisis de calidad de granos*. Bogotá: Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Colombia.
- Oviedo, J. (2011). *Caracterización y clasificación de tierras para el cultivo de café de altura en el cantón de Dota, Costa Rica*. Universidad de Costa Rica.
- Pittia, P., Dalla Rosa, M., & Lerici, C. R. (2001). Textural changes of coffee beans as affected by roasting conditions. *Lebensmittel- Wissenschaft Und- Technologie*, 34(3), 168–175.
- Pohlan, H. a J., & Janssen, M. J. J. (n.d.). Growth and Production of Coffee. *Soils, Plant Growth and Crop Production*.
- Puerta, G. I. (1998). Calidad en taza de las variedades de Coffea arabica L. cultivadas en Colombia. *Cenicafé*, 49(4), 265–278.
- Ramírez, J. (2015a). Erythrina como árboles de servicio para sombra en los cafetales. Obtenido el 6 de Julio, 2015 de: <http://www.ramirezcaficulturadesdecostarica.com/erythrinas>
- Ramírez, J. (2015b). Fertilización para la caficultura de altos rendimientos. Obtenido el 6 de Julio, 2015 de: <http://www.ramirezcaficulturadesdecostarica.com/fertilizacionaltorendimiento>
- Rodríguez, A. (2014, June 24). Café de Costa Rica se vendió 23 veces más caro que el promedio internacional. *La Nación*. San José. Obtenido de: http://www.nacion.com/economia/Cafe-Costa-Rica-subasta-internacional_0_1422657923.html
- Rojas, O. (1987a). *Zonificación agroecológica para el cultivo de café (Coffea arabica) en Costa Rica*. San José: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA).
- Rojas, O. (1987b). *Zonificación Agroecológica para el cultivo del café (Coffea arabica) en Costa Rica*. San José: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). Obtenido de: <http://books.google.co.cr/books?id=kSplAAAAIAAJ&printsec=frontcover&dq=El+cultivo+de+cafe&hl=en&sa=X&ei=aHP9UNzhJYT8wTKvoHYCQ&ved=0CC0Q6AEwAA#v=onepage&q=El+cultivo+de+cafe&f=false>
- Salazar, J. (2013). La roya ataca nuestro café. Obtenido de: <http://www.lavozcooperativa.coop/la-roya-ataca-a-nuestro-cafe/>

- SCAA. (2014). Cupping Protocols. Obtenido el 30 de Enero, 2014 de:
<http://www.scaa.org/?page=resources&d=cupping-protocols>
- Valenciano, J. (2008). La actividad cafetalera en Los Santos: Diagnostico para un analisis de los medios de vida en la agrocadena.
- Vargas, G. (2011). *Avaliação das propriedades físicas e qualidade do café em diferentes condições de torrefação*. Universidade Federal de Viçosa.
- Vásquez, M. (1983). *El uso de la sombra en el cafetal*. (N. del Café, Ed.). San José.
- Wilboux, R. (1963). *El beneficiado de café*. Roma: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.
- Wintgens, J. (2004). *Coffee: Growing, processing, sustainable production*. Weinheim: WILEY-VCH.

ANEXO A: Zonificación Cafetalera de Costa Rica del ICAFE

Cuadro 31. Zonificación Cafetalera de Costa Rica del ICAFE para los otros tipos de café.

Tipo de café	Good Hard Bean (G.H.B.)
Regiones	Vertiente del Pacífico, Valle Central Occidental (Estaciones húmeda y seca bien definidas)
Maduración	Tardía
Subtipos	Good Hard Bean (G.H.B.)
Zonas de Producción	Naranjo, Palmares y San Ramón, diferenciándose de otros tipos de café del Valle Central de la misma altitud
Altitud	1000- 1200 msnm
Precipitación	2250 mm (anual)
	160 mm (mensual)
Temperatura	21,5°C
Brillo Solar	48- 52% (2200 horas)
Humedad Relativa	81%
Características del grano	Grano de buena dureza.
Características de la taza	Taza con marcada acidez y buen cuerpo. Algunos con excelente aroma (Mesetas superiores)

Tipo de café	Hard Bean (H.B.)	
Regiones	Vertiente del Pacífico, Valle Central Occidental (Estaciones húmeda y seca bien definidas)	
Maduración	Media (Exceptuando el subtipo producido en zonas lluviosas (M. Temprana))	
Subtipos	H.B. Zona Alta	H.B. Zona Baja
Zonas de Producción	Franja inmediata, inferior a la de S.H.B. en San José, Heredia y Alajuela	Zonas cálidas de Alajuela, y otras de maduración temprana como Puriscal, Acosta y Grecia.
Altitud (msnm)	1000- 1200 msnm	800- 1000 msnm
Precipitación	2750 mm (anual)	2000- 2600 mm
	158 mm (mensual)	158 mm (mensual)
Temperatura	20,5°C	23°C
Brillo Solar	45% (1970 horas)	48- 58% (2300 horas)

Humedad Relativa	83%	77% (Alajuela)
Características del grano	Grano de tipo duro.	
Características de la taza	Con licor de muy buenas características de cuerpo y aroma. Su acidez es inferior a la de los anteriores. (Mesetas)	

Tipo de café	Medium Hard Bean (M.H.B)	
Regiones	Pacífico húmedo (Sur) (Estaciones húmeda y seca bien definidas, pero con niveles de precipitación más alto que los anteriores)	
Maduración	Coto Brus: Maduración media / El General: Maduración temprana	
Subtipos	M.H.B. Coto Brus	M.H.B. El General
Zonas de Producción	-Sabalito a Río Negro y zonas adyacentes. -Campos 2 y 3, Agua Buena, Cañas hasta San Vito.	Valle de El General y estribaciones montañosas adyacentes.
Altitud (msnm)	800- 1200 msnm	400- 1200 msnm (Zona baja hasta 800 msnm, Zona alta de 800- 1200 msnm)
Precipitación	3750 mm (anual) 4200 mm (anual)	3200 mm (anual)
	200 mm (mensual)	170 mm (mensual)
Temperatura	21,5 °C	23,5°C
Brillo Solar	41% (1800 horas) 39% (1700 horas)	43% (1900 horas)
Humedad Relativa	88%	87,5%
Características del grano	Grano de dureza media.	
Características de la taza	Con taza de mediana acidez, cuerpo y aroma. El de El General tiene un sabor dulce característico. (Semi Mesetas)	

Tipo de café	Medium Grown Atlantic (M.G.A)	
Regiones	Vertiente Atlántica, Valle Central Oriental (Estación lluviosa más prolongada aún que en el tipo anterior)	
Maduración	Temprana	
Subtipos	M.G.A. Valle de Turrialba	M.G.A. Lluvioso
Zonas de Producción	Y estribaciones montañosas adyacentes; también zona de Sarapiquí.	Zona de Cimarrón de Peralta, con más altos niveles de precipitación.
Altitud (msnm)	600- 900 msnm	
Precipitación	3000 mm (anual)	3750 mm (anual)
	245 mm (mensual)	
Temperatura	22°C	
Brillo Solar	37,5% (1640 horas)	37% (1620 horas)
Humedad Relativa	87,5%	No hay datos
Características del grano	Grano de menor dureza pero buen tamaño; fisura algo abierta.	
Características de la taza	Condiciones limitadas de acidez, cuerpo y aroma. Como en todos los tipos con influencia atlántica, la taza tiene sabor "grasay". (Atlánticos medios).	

Tipo de café	Low Grown Atlantic (L.G.A)	
Regiones	Sub vertiente Norte y Atlántica. Zona de alta pluviosidad, sin definición de estaciones.	
Maduración	Temprana	
Subtipos	L.G.A. Zona Alta	L.G.A. Zona Baja
Zonas de Producción	Franja inmediata inferior a la de M.G.A, en San Carlos y algunas zonas atlánticas.	Zona cafetalera de menor altitud, bajo influencia atlántica, San Carlos, Sarapiquí, etc.
Altitud (msnm)	350- 600 msnm	200- 350 msnm
Precipitación	4000 mm (anual)	
	245 mm (mensual)	
Temperatura	24,5°C	
Brillo Solar	36% (1575 horas)	
Humedad Relativa	89,0%	

Características del grano	Grano de tipo suave, fisura abierta.
Características de la taza	Pobres condiciones de licor, cuerpo y aroma. Es el tipo de más baja calidad producido en el país. (Atlántico de bajura)

Tipo de café	Pacífico (P).
Regiones	Pacífico Seco (Norte) (Estaciones húmeda y seca muy definidas con un mínimo de días con lluvia, verano prolongado)
Maduración	Media
Subtipos	P: Puntarenas, Guanacaste y Alajuela.
Zonas de Producción	Cultivo muy disperso que abarca pequeñas zonas de esas tres provincias.
Altitud (msnm)	300- 1000 msnm
Precipitación	2250 mm (anual)
	145 mm (mensual)
Temperatura	24°C
Brillo Solar	50-60% (2400 horas)
Humedad Relativa	No hay datos.
Características del grano	Grano duro y pequeño.
Características de la taza	Calidad en la taza semejante al tipo de Hard Bean. Algunos ricos en cuerpo y aroma. (Pacíficos)

Fuente: (Cleves, 1975)

ANEXO B: Fechas registradas de cada estación meteorológica.

Cuadro 32. Fechas registradas con datos meteorológicos de temperatura, precipitación y humedad relativa para cada una de las estaciones.

N°	Estación	Fecha registrada con datos de temperatura	Fecha registrada con datos de precipitación	Fecha registrada con datos de humedad relativa
1	Limonal, Aserrí	(Dic 12- Abril 15)	(Dic 12- Abril 15)	(Dic 12- Abril 15)
2	Santa María, Dota	(Ene 13- Abril 15)	(Ene 13- Abril 15)	(Ene 13- Abril 15)
3	Frailles	(Ene 10- Abril 15)	(Ene 10- Abril 15)	(Ene 10- Abril 15)
4	San Carlos, Tarrazú	(Ene 11 –Abril 15)	(Ene 11 –Abril 15)	(Ene 11 –Abril 15)
5	San Pedro de Carrizal, León Cortés	(Feb 10- Abril 15)	(Feb 10- Abril 15)	(Feb 10- Abril 15)
6	San Lorenzo, Tarrazú	(Mar 14- Abril 15)	(Mar 14- Abril 15)	(Mar 14- Abril 15)
7	El Jardín	-	(Ene 09- Dic 13)	-
8	Santa María de Dota	-	(Ene 09- Dic 13)	-
9	Copey	(Ene 09- Mar 14)	(Jun 11- Dic 13)	(Ene 09- Mar 14)
10	Tabacales	-	(Ene 09- Dic 13)	-
11	Carrizales	(Ene 09- Mar 14)	(Jun 11- Dic 13)	(Ene 09- Ene 14)
12	S. P. Pirrís	(Ene 09- Mar 14)	(Ene 09- Dic 13)	(Ene 10- Feb 14)
13	San Pedro	-	(Ene 09- Dic 13)	-
14	Cerro Calera	-	(Ene 09- Dic 13)	-
15	Cerro Abejonal	-	(Ene 09- Dic 13)	-
16	Santa Rosa	-	(Jul 09- Dic 13)	-

ANEXO C: Encuesta realizada a los Beneficios de la zona de Los Santos.**Beneficio:** _____**Encargado:** _____ **Fecha:** _____**Variedades**1. Especie(s): Arábica.

2. Variedad(es)

a. Caturra b. Catuaí c. Geisha d. Híbridos F1 e. Venecia f. Típica o criollo g. Borbón h. Híbrido Tico i. Villa Sarchí j. Catimor

k. Otro(s): _____

Manejo de plantaciones3. Distancia entre hileras (2m): _____4. Distancia entre plantas (1m): _____5. Aproximado de plantas por hectárea (en general 5000 p/ha): _____6. Uso de sombra:

a. Especies usadas: _____

b. Manejo: _____

7. Uso de rompevientos:

a. Especies usadas: _____

8. Sistemas de poda

a. Selectiva por planta. b. Sistemática con ciclos cada cierto año. c. Total por lote.

d. Otro: _____

9. Manejo de deshojas: _____

10. Prácticas de conservación de suelos

- a. siembra en contorno
- b. barreras vegetativas
- c. terrazas
- d. acequias de ladera
- e. canales de desviación
- f. corrección de cárcavas
- g. Otros: _____

11. Control de malezas

- a. mecánico
- b. químico: _____

Plagas del café (Control biológico o químico)

12. **Broca** : Trampas C. biológico(hongo) Químico _____

13. **Nemátodos** : C. biológico Químico (carbofuran , terbufos ,
fenamifos 5g/planta). Otro: _____

14. **Jobotos/ abejones de mayo** : C. biológico Químico (carbofuran ,
terbufos diazinon) Otro: _____

15. **Cochinillas** : C. biológico Químico (diazinon) Otro: _____

Enfermedades (Control)

16. Ojo de Gallo:

- a. Atepi (250 ml) + Cepex (1L) por estañón de 200 L
- b. Silvacur (350 ml) + Cepex (1L) por estañón de 200 L
- c. Orios (350 ml/ 200L)
- d. Otro producto utilizado: _____

17. La Roya del café:

a. óxido de cobre

b. hidróxido de cobre 0,5 kg/ 200 L

c. oxiclорuro de cobre 1kg/200 L

d. Atemi (200-250 ml/ 200 L)

e. Duett (500 ml/ 200 L)

f. Caporal (175-200 ml/ 200 L)

g. Otro producto: _____

18. La Llaga Macana:

a. Butrol (1,5 ml/ 1L agua)

b. Carbendazim (dosis de 4 g/ 1L agua)

c. Otro producto: _____

19. Enfermedad que más afecta la zona: _____

20. Grado de incidencia:

a. Muy Alto

b. Alto

c. Medio

d. Bajo

Fertilizantes y Enmiendas

21. Encalado (Corrección de la acidez del suelo)

a. Con carbonato de calcio

b. Con dolomita (granulometría >75%)

22. Fertilización

a. Fórmula aplicada

Fuentes principales de fertilizantes utilizados, solos o mezclados,
en el cultivo de café en Costa Rica.

FUENTE	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO (%)	CaO	S	B	Zn
Nitrato de amonio	33,5	-	-	-	-	-	-	-
Urea	46	-	-	-	-	-	-	-
Sulfato de amonio	21	-	-	-	-	24	-	-
Nitramón	20	-	-	8	11	-	-	0,33
Magnesamón	22	-	-	7	11	-	-	-
Nitraboro	22	-	-	8	11	-	0,33	-
DAP	18	46	-	-	-	-	-	-
MAP	10	52	-	-	-	-	-	-
KCl	-	-	60	-	-	-	-	-
K-Mag	-	-	22	18	-	22	-	-
Sulfato de Mg	-	-	-	17	-	14	-	-
Kieserita	-	-	-	25	-	20	-	-
Nitrato de Mg	7,6	-	-	11	-	-	-	-
Nitrato de Ca	9	-	-	-	18	-	-	-
18-5-15-6-0.7	18	5	15	6	-	-	0,7	-
15-3-24-6-3 S	15	3	24	6	-	3	-	-
15-2.5-24-3-0.5-2 S	15	2,5	24	3	-	1	0,5	2
18-6-12-4-0,2	18	6	12	4	-	-	0,2	-

Observaciones: _____

Productividad de últimas 3 cosechas (al menos)

23. Fanegas por hectárea: _____ Cosecha _____

Fanegas por hectárea: _____ Cosecha _____

Fanegas por hectárea: _____ Cosecha _____

PROMEDIO: _____ ff/ha


Proceso poscosecha (Trazabilidad)

24. Proceso del campo al beneficio, el productor entrega el producto en:

Beneficio Centro de acopio (Recibidores) Propio

ESCURRIDO				OREADO Y PRESECADO				
N°	Tolva con fondo piramidal	Tolva cilíndrica	Capacidad	N°	Tipo	Capacidad	Tiempo	Temperatura (°C)
SECADORAS				FUENTES DE CALOR				
N°	Tipo	Capacidad	Tiempo	Temperatura (°C)	N°	Tipo de Fuente		
						Cascarilla		
						Leña		
						Otros		
Contenido de humedad del grano								
DESPERGAMINADORAS				BODEGAS				
N°	Tipo	Capacidad (qq oro/h)		N°	Dimensiones (m)			Capacidad
	Apolo				largo	ancho	altura	
	Squier							
	Bellotera							

ANEXO D: Formulario de evaluación utilizado por catadores en prueba de catación.



La Asociación de cafés especiales de América. Formulario de Catación

Nombre: _____

Fecha: _____

Clasificación:			
8.00 - Bueno	7.00 - Muy Bueno	8.00 - Excelente	9.00 - Extraordinario
8.25	7.25	8.25	9.25
8.50	7.50	8.50	9.50
8.75	7.75	8.75	9.75

Muestra #	Fragancia/Aroma	Sabor	Acidez	Cuerpo	Uniformidad	Taza Limpia	Puntaje Catador	Suma
TOTAL: _____ Escala: 6-10 Seco: _____ Cualidades: Espuma: _____ Intensidad: _____ Alto: _____ Bajo: _____	TOTAL: _____ Escala: 6-10 Intensidad: _____ Alto: _____ Bajo: _____	TOTAL: _____ Escala: 6-10 Intensidad: _____ Alto: _____ Bajo: _____	TOTAL: _____ Escala: 6-10 Intensidad: _____ Alto: _____ Bajo: _____	TOTAL: _____ Escala: 6-10 Intensidad: _____ Alto: _____ Bajo: _____	TOTAL: _____ Escala: 6-10 Intensidad: _____ Alto: _____ Bajo: _____	TOTAL: _____ Escala: 6-10 Intensidad: _____ Alto: _____ Bajo: _____	TOTAL: _____ Escala: 6-10 Intensidad: _____ Alto: _____ Bajo: _____	TOTAL: _____ Escala: 6-10 Intensidad: _____ Alto: _____ Bajo: _____
							Defectos (sustraer) Ligero=2 Intensidad Rechazo=4 X =	Puntaje Final: _____

Notas: _____

ANEXO E: Nombres científicos de especies, plagas y enfermedades.

Cuadro 33. Nombres científicos de especies, plagas y enfermedades mencionados en la encuesta.

Clasificación	Nombre común	Nombre científico
Especies utilizadas para sombra y rompe vientos	Güitite	<i>Acnistus arborescens</i>
	Copey	<i>Clusia rosea</i>
	Jocote	<i>Spondias purpurea</i>
	Gravilia	<i>Grevillea robusta</i>
	Higuerilla	<i>Ricinus comunis</i>
	Guaba	<i>Inga edulis</i>
	Cítricos	<i>Citrus</i>
	Aguacate	<i>Persea americana</i>
	Musáceas	<i>Musaceae</i>
	Poró	<i>Erythrina poeppigiana</i>
	Eucalipto	<i>Eucalyptus globulus</i>
	Tronador	<i>Hura crepitans</i>
	Caña india	<i>Canna indica</i>
	Ciprés	<i>Cupressus sempervirens</i>
Plagas	Broca	<i>Hypothenemus hampei</i>
	Nemátodos	<i>Meloidogyne, Heterodera, Ditylenchus</i>
	Jobotos o abejones de mayo	<i>Phyllophaga spp.</i>
	Cochinillas	<i>Dactylopius coccus</i>
Enfermedades	Ojo de gallo	<i>Mycena citricolor</i>
	Roya	<i>Hemileia vastatrix</i>
	Llaga macana	<i>Ceratocystis fimbriata</i>

ANEXO F: Resultados del proceso de despergaminado y de la prueba de humedad para cada muestra.

Cuadro 34. Resultados del proceso de despergaminado y de la prueba de humedad para cada muestra.

Grupo	Muestra	DESPERGAMINADO			HUMEDAD	
		Oro (%)	Cascarilla (%)	Pérdidas (%)	Humedad	Desviación estándar
A	A1	83,02	16,17	0,81	10,9	0,033
	A2	83,16	15,91	0,93	11,2	0,055
	A3	83,30	15,97	0,73	11,8	0,004
	A4	83,72	15,55	0,73	10,6	0,061
	A5	81,97	17,44	0,59	14,2	0,105
B	B1	83,66	14,98	1,36	12,9	0,026
	B2	83,59	15,20	1,21	12,6	0,054
	B3	83,67	14,78	1,56	10,5	0,118
	B4	83,52	15,53	0,95	13,5	0,007
	B5	84,52	14,64	0,83	13,4	0,046
C	C1	83,58	15,50	1,05	12,5	0,037
	C2	82,21	16,83	0,93	11,4	0,045
	C3	81,70	17,00	0,96	13,6	0,127
	C4	82,19	16,62	1,30	14,0	0,091
	C5	81,46	17,44	1,19	11,2	0,030
D	D1	81,40	17,50	1,10	11,6	0,071
	D2	81,46	17,14	1,10	9,9	0,106
	D3	82,58	16,59	1,40	12,7	0,017
	D4	84,11	15,32	0,83	10,3	0,021
	D5	83,98	15,60	0,57	10,2	0,023

ANEXO G: Resultados promedio de granulometría para cada muestra.

Cuadro 35. Resultados promedio de granulometría para cada muestra.

Grupo	Muestra	GRANULOMETRÍA (%)								
		N° 19	N° 12 O	N° 18	N° 17	N° 11 O	N° 16	N° 15	N° 10 O	Fondo
A	A1	17,5	3,4	24,7	30,3	3,5	10,7	4,9	1,9	3,3
	A2	29,6	4,0	27,9	21,9	4,0	6,5	2,7	1,1	2,1
	A3	24,7	7,2	25,8	19,8	8,0	6,2	3,6	2,8	2,1
	A4	21,9	2,9	24,8	28,3	3,9	9,1	4,3	1,6	3,1
	A5	9,8	4,1	27,2	33,7	3,3	12,5	5,1	1,6	2,6
B	B1	24,5	3,8	26,6	24,8	2,2	8,9	4,4	1,3	3,8
	B2	37,0	4,3	25,1	19,2	2,6	5,7	2,4	0,8	2,8
	B3	9,1	3,3	21,4	37,2	3,8	13,4	5,7	1,6	4,5
	B4	11,9	3,4	23,0	33,9	2,8	14,6	5,6	1,8	2,9
	B5	25,2	3,9	26,5	24,4	2,3	7,8	4,6	1,3	3,9
C	C1	9,0	2,4	19,6	39,0	2,0	15,5	7,1	1,4	4,1
	C2	9,3	3,8	22,8	42,5	3,8	11,0	3,5	1,7	1,9
	C3	10,4	2,6	21,5	34,4	1,6	16,2	7,7	2,1	3,6
	C4	20,6	3,9	28,2	28,3	1,6	9,5	3,8	1,1	2,8
	C5	8,2	1,5	21,4	40,1	2,6	14,8	6,0	2,0	3,4
D	D1	25,2	2,8	32,9	25,7	2,2	6,9	2,4	0,7	1,5
	D2	2,8	0,9	10,2	38,3	3,0	24,6	10,9	4,5	4,9
	D3	9,9	1,7	24,8	38,9	2,5	13,2	5,3	1,8	2,5
	D4	5,8	1,3	18,9	45,1	2,7	17,2	5,4	1,7	2,1
	D5	8,1	3,8	21,4	34,1	4,4	15,0	7,3	2,1	3,8

ANEXO H: Resultados promedio de densidades (aparente y real) para cada muestra.

Cuadro 36. Resultados promedio de densidades (aparente y real) para cada muestra.

Grupo	Muestra	DENSIDAD APARENTE				DENSIDAD REAL	
		Pergamino (kg/m ³)	Desviación estándar	Oro (kg/m ³)	Desviación estándar	Densidad Real bh (kg/m ³)	Desviación estándar
A	A1	399,08	1,80	693,69	2,78	1259,85	5,31
	A2	397,25	6,51	674,33	1,64	1257,41	6,83
	A3	413,72	2,19	697,39	2,47	1247,19	8,43
	A4	395,92	2,65	694,57	3,44	1251,24	6,68
	A5	421,84	1,87	699,25	0,83	1243,85	5,28
B	B1	448,56	1,54	691,34	2,86	1250,77	6,27
	B2	429,26	2,90	683,46	1,59	1247,80	14,29
	B3	416,40	2,01	711,64	0,47	1262,62	3,99
	B4	428,97	2,85	692,12	1,65	1249,75	7,20
	B5	441,28	2,56	701,38	2,48	1237,81	12,49
C	C1	427,35	4,22	703,18	3,94	1252,72	8,17
	C2	432,28	1,74	720,67	2,19	1267,34	6,91
	C3	408,84	2,43	706,25	2,97	1233,57	10,74
	C4	410,68	1,64	672,45	2,25	1210,66	6,34
	C5	423,61	1,89	709,82	4,02	1265,26	2,73
D	D1	421,08	4,46	714,66	3,05	1263,28	3,60
	D2	430,67	0,66	715,95	3,06	1273,88	7,09
	D3	423,69	3,07	707,90	5,76	1259,13	7,03
	D4	418,60	1,61	714,02	2,81	1270,70	8,78
	D5	398,56	4,14	713,16	4,87	1268,05	6,03

ANEXO I: Resultados promedio de catación para cada muestra.

Cuadro 37. Resultados promedio de catación para cada muestra.

Descriptor	Muestra									
	A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5
1. Fragancia/ Aroma	7,2	7,0	7,3	6,3	6,4	7,1	7,0	7,4	6,8	7,3
2. Sabor	7,6	7,4	7,4	6,5	6,5	7,1	7,3	7,4	6,4	6,9
3. Sabor residual	7,5	7,4	7,6	6,6	6,4	7,3	7,4	7,5	6,1	6,8
4. Acidez	7,5	7,4	7,6	6,6	6,4	7,3	7,4	7,4	6,6	6,9
5. Cuerpo	7,4	7,5	7,6	6,4	6,4	7,1	7,3	7,3	6,6	7,2
6. Uniformidad	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
7. Balance	7,8	7,5	7,7	6,5	6,5	7,3	7,6	7,6	6,6	7,2
8. Taza limpia	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
9. Dulce	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
10. Puntaje del catador	7,6	7,4	7,8	6,6	6,4	7,3	7,3	7,5	6,4	7,2
11. Defectos	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
12. Puntaje Final	82,5	81,6	82,9	75,4	75,0	80,4	81,2	82,2	75,6	79,5
Descriptor	Muestra									
	C1	C2	C3	C4	C5	D1	D2	D3	D4	D5
1. Fragancia/ Aroma	7,6	7,3	7,1	6,7	7,3	7,3	7,7	6,8	7,5	7,1
2. Sabor	7,1	7,5	7,1	6,8	7,4	7,2	7,9	6,7	7,6	7,4
3. Sabor residual	7,3	7,5	7,0	6,6	7,5	7,3	7,9	6,8	7,6	7,3
4. Acidez	7,3	7,6	7,0	6,8	7,4	7,5	7,9	6,8	7,7	7,5
5. Cuerpo	7,4	7,6	6,9	6,6	7,3	7,3	7,9	6,9	7,5	7,4
6. Uniformidad	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
7. Balance	7,6	7,7	7,1	6,8	7,6	7,4	8,1	7,3	7,6	7,6
8. Taza limpia	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
9. Dulce	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
10. Puntaje del catador	7,6	7,7	7,1	6,6	7,6	7,2	7,9	6,8	7,8	7,4
11. Defectos	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
12. Puntaje Final	81,8	82,8	79,4	76,9	82,0	81,1	85,2	77,9	83,3	81,8

ANEXO J: Rueda de sabores para la prueba de Catación

RUEDA DE SABORES DEL CATADOR DE CAFÉ

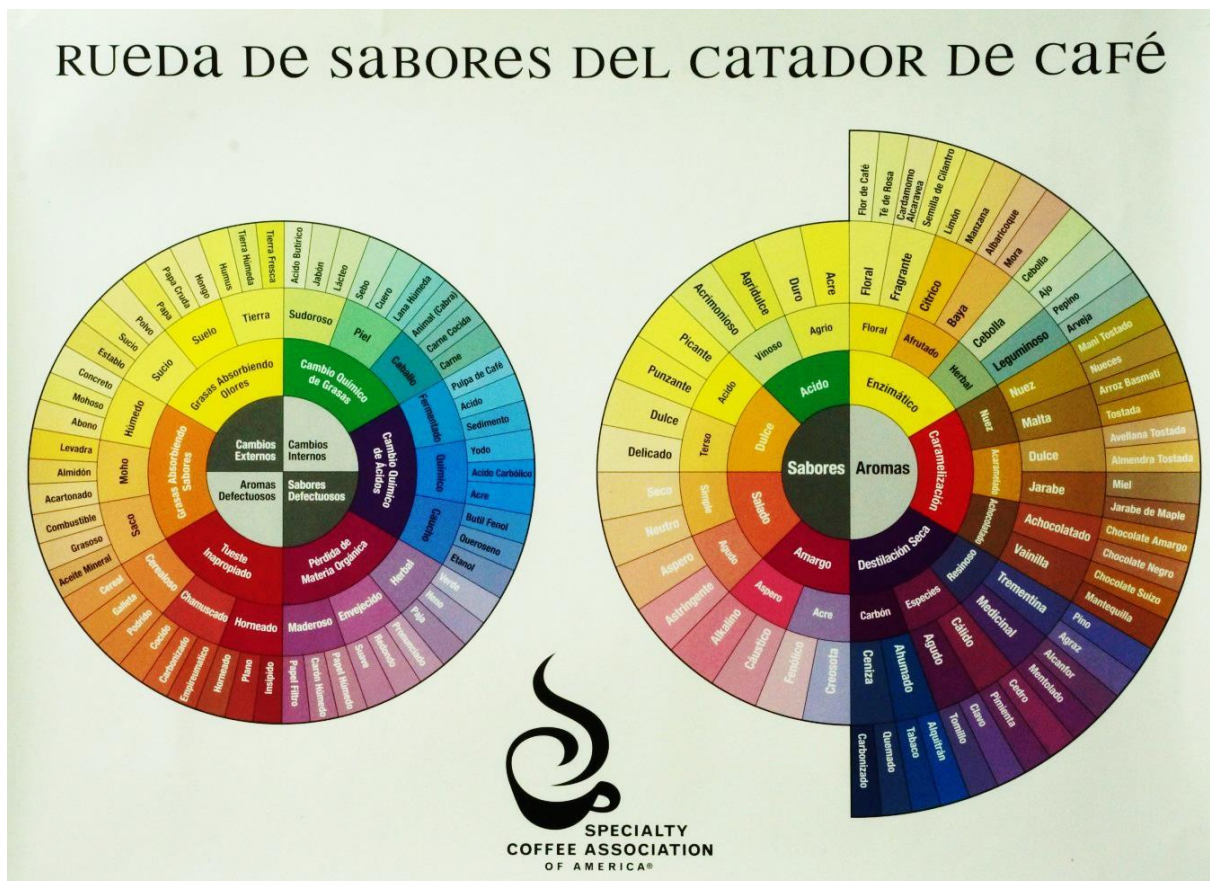


Figura 29. Rueda de sabores del catador de café.

Fuente: (SCAA, 2014)