

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**MAESTRÍA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS
MENCIÓN: CULTIVOS TROPICALES**



**“CARACTERIZACIÓN MORFO-AGRONÓMICA DE CINCO
VARIETADES DE CAFÉ (*Coffea arabica* L.), DISTRITO DE DANIEL
ALOMÍA ROBLES, HUÁNUCO”**

Tesis

Para optar el grado de:

**MAESTRO EN CIENCIAS AGRÍCOLAS,
MENCIÓN: CULTIVOS TROPICALES**

PRESENTADO POR:

ROBERTO CARLOS COSME DE LA CRUZ

Tingo María – Perú.

2022



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
ESCUELA DE POSGRADO
DIRECCIÓN



"Año del bicentenario del Perú: 200 años de independencia"

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS
Nro. 002-2021-EPG-UNAS

En la ciudad universitaria, siendo las 7:00 pm, del día miércoles 07 de abril del 2021, reunidos en el aula virtual, se instaló el Jurado Calificador a fin de proceder a la sustentación de la tesis titulada:

**"CARACTERIZACIÓN MORFO-AGRONÓMICA DE CINCO VARIEDADES DE CAFÉ
(Coffea arabica L.), DISTRITO DE DANIEL ALOMÍA ROBLES, HUÁNUCO"**

A cargo del candidato al Grado de Maestro en Ciencias Agrícolas, mención: Cultivos Tropicales, Ing. ROBERTO CARLOS COSME DE LA CRUZ.

Luego de la exposición y absueltas las preguntas de rigor, el Jurado Calificador procedió a emitir su fallo declarando **APROBADO** con el calificativo de **MUY BUENO**.

Acto seguido, a horas 9:21 p.m. el presidente dio por culminada la sustentación; procediéndose a la suscripción de la presente acta por parte de los miembros del jurado, quienes dejan constancia de su firma en señal de conformidad.

.....
Dr. JOSÉ WILFREDO ZAVALA SOLORZANO
Presidente del Jurado

.....
M.Sc. JORGE LUIS ADRIAZOLA DEL ÁGUILA
Miembro del Jurado

.....
M.Sc. JOSÉ LUIS GIL BACILIO
Miembro del Jurado



.....
Dr. VICENTE SERAPIO POCOMUCHA POMA
Asesor



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
REPOSITORIO INSTITUCIONAL DIGITAL
(RIDUNAS)

Correo: repositorio@unas.edu.pe



“Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional”

CERTIFICADO DE SIMILITUD T.I. N° 130 - 2022 - CP-RIDUNAS

El Coordinador de la Oficina de Repositorio Institucional Digital de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, quien suscribe,

CERTIFICA QUE:

El trabajo de investigación; aprobó el proceso de revisión a través del software TURNITIN, evidenciándose en el informe de originalidad un índice de similitud no mayor del 25% (Art. 3° - Resolución N° 466-2019-CU-R-UNAS).

Facultad:

Escuela de Posgrado UNAS

Tipo de documento:

Tesis	X	Trabajo de investigación	
-------	---	--------------------------	--

TÍTULO	AUTOR	PORCENTAJE DE SIMILITUD
CARACTERIZACIÓN MORFO-AGRONÓMICA DE CINCO VARIEDADES DE CAFÉ (<i>Coffea arabica</i> L.), DISTRITO DE DANIEL ALOMÍA ROBLES, HUÁNUCO	Roberto Carlos Cosme De La Cruz	19% Diecinueve

Tingo María, 03 de agosto de 2022


Mg. Ing. García Villegas, Christian
Coordinador del Repositorio Institucional
Digital (RIDUNAS)

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**MAESTRÍA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS
MENCIÓN: CULTIVOS TROPICALES**



**CARACTERIZACIÓN MORFO-AGRONÓMICA DE CINCO VARIEDADES DE
CAFÉ (*Coffea arabica* L.), DISTRITO DE DANIEL ALOMÍA ROBLES, HUÁNUCO**

Autor	: Roberto Carlos Cosme De La Cruz
Asesor (es)	: Dr. Vicente Serapio Pocomucha Poma
Programa de investigación	: Especies agrícolas, sistemas de producción y protección vegetal
Línea de investigación	: Caracterización morfofitoquímica de los recursos fitogenéticos, propagación, producción, técnicas de cultivos y conservación ex situ
Eje temático	: Caracterización morfo-agronómica de variedades de café
Lugar de ejecución	: Caserío Cafesa, distrito de Daniel Alomía Robles
Duración del trabajo	: Febrero 2016 – agosto 2018
Financiamiento	: S/. 33 250.00

Tingo María – Perú, 2022

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**REGISTRO DE TESIS PARA LA OBTENCIÓN DEL
GRADO ACADÉMICO DE MAESTRO**

Universidad	: Universidad Nacional Agraria de la Selva
Facultad	: Facultad de Agronomía
Título de Tesis	: CARACTERIZACIÓN MORFO-AGRONÓMICA DE CINCO VARIEDADES DE CAFÉ (<i>Coffea arabica</i> L.), DISTRITO DE DANIEL ALOMÍA ROBLES, HUÁNUCO
Autor	: Roberto Carlos Cosme De La Cruz
DNI	: 43670160
Correo electrónico	: roberto.cosme@unas.edu.pe
Asesor	: Dr. Vicente Serapio Pocomucha Poma
Maestría y mención	: Maestría en Ciencias Agrícolas/Cultivos Tropicales
Programa de Investigación	: Especies agrícolas, sistemas de producción y protección vegetal
Línea (s) de Investigación	: Caracterización morfofitoquímica de los recursos fitogenéticos, propagación, producción, técnicas de cultivos y conservación ex situ
Eje temático de investigación	: Caracterización morfo-agronómica de variedades de café
Lugar de Ejecución	: Caserío Cafesa, distrito de Daniel Alomía Robles
Duración del trabajo	: Febrero 2016 – agosto 2018
Fecha de Inicio	: Febrero 2016
Término	: agosto 2018
Financiamiento	: S/. 33 250.00
FEDU	: NO
Propio	: SI
Otros	: SI

Tingo María - Perú - junio, 2022

DEDICATORIA

A Dios quien día a día me ilumina, me da fuerzas y sabiduría para desarrollar mi intelecto académico y tener las mejores oportunidades (experiencias) en el campo de los saberes Andino-Amazónicos.

A mis padres Isidora De La Cruz De Cosme y Valeriano Cosme Pérez por su amor, trabajo y sacrificio abnegado durante todos estos años de mi vida, gracias a ustedes desarrollo con mucha pasión mi profesión a fin de contribuir al desarrollo agrario del país.

A mis hermanos Enrique, Adolfo, Pedro, Gladys, Melisa, Elva y Maritza, a mi querida y amada Delina Ibarra y Sebastián, quienes en todo momento me dieron su apoyo y me extendieron su mano para compartir momentos buenos y difíciles durante mi etapa de desarrollo profesional.

AGRADECIMIENTO

- A la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva (UNAS), "Alma Mater" de mi especialización profesional y a los docentes e investigadores de la maestría, por haber legado con sus valiosos conocimientos teórico - prácticos.
- A los miembros del jurado de calificador: Dr. José Wilfredo Zavala Solórzano, por su apoyo tan acertado en la revisión científica y académica del trabajo de investigación, al M.Sc. Jorge Luis Adriazola Del Águila y M.Sc . José Luis Gil Bacilio por las revisiones, sus acertadas opiniones y aportes para asegurar la calidad de la presente tesis.
- Al Dr. Vicente Pocomucha Poma (asesor), asesor de la presente tesis, por su valiosa colaboración en la ejecución, revisión y culminación de la tesis.
- Al Ing. Édison Ruiz Crespo – Especialista del Programa Nacional de Café y Cacao de la EEA Santa Ana – Sede en Tingo María, por su apoyo de campo.
- A mis compañeras y amigas de la maestría Yaneth Beraun, Fani Padilla y Violeta Reymundo, por su apoyo incondicional durante la ejecución y evaluación de campo de la presente tesis.

ÍNDICE GENERAL

	Página
I. INTRODUCCION	1
II. REVISION DE LITERATURA	3
2.1.Centro de origen y diversificación del café	3
2.2.Base genética del café.....	3
2.3.Variabilidad genética de <i>Coffea</i>	4
2.4.Morfología general del café	5
2.5.Requerimientos ambientales	8
2.6.Características de variedades de café.....	9
2.8.La roya del café (<i>Hemileia vastatrix</i> Berk. & Br)	16
2.9.Factores que determinan la productividad del cafetal	19
III. MATERIALES Y MÉTODOS	23
3.1.Ubicación.....	23
3.2.Materiales y equipos	24
3.3.Metodología de estudio.....	24
IV. RESULTADOS Y DISCUSION	42
4.1.Caracterización cuantitativa.....	42
4.2.Análisis de componentes principales.....	83
V. CONCLUSIONES	87
VI. RECOMENDACIONES.....	88
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	89
VIII. ANEXO	99

INDICE DE TABLAS

	Página
1. Características de la variedad Típica.....	10
2. Características de la variedad Borbón.....	10
3. Características de la variedad Caturra.....	11
4. Características de la variedad Caturra.....	12
5. Características de la variedad Catuai.....	13
6. Características de la variedad Catuai.....	14
7. Variedades utilizadas en el Ensayo en red.	25
8. Datos del experimento.....	26
9. Fertilización de la parcela de investigación.....	30
10. Características morfo-agronómicas considerados en la caracterización de variedades de café del presente estudio.....	34
11. Descriptores morfológicos utilizados en la caracterización morfológica solo para características cualitativas.	35
12. Análisis de variancia para altura de planta (cm).	42
13. Promedio para altura de planta (cm).	42
14. Análisis de variancia para número de ramas por planta.	44
15. Promedios para número de ramas por planta.	44
16. Análisis de variancia para diámetro del tallo principal (mm).	46
17. Promedios para diámetro del tallo principal (mm).....	46
18. Análisis de variancia para longitud de hoja (mm).....	47
19. Promedios para longitud de hoja (mm).	47
20. Análisis de variancia para ancho de hoja (mm).....	49
21. Promedios para ancho de hoja (mm).	49
22. Análisis de variancia para longitud del peciolo (mm).....	51
23. Promedios para longitud del peciolo (mm).	51
24. Análisis de variancia para longitud del entrenudo de rama (mm).....	52
25. Promedios para longitud del entrenudo de rama (mm).	53
26. Análisis de variancia para longitud del entrenudo del tallo (mm).....	54
27. Promedios para longitud del entrenudo del tallo (mm).	54
28. Análisis de variancia para número de nudos/rama.	56

29. Promedios para número de nudos por rama.	56
30. Análisis de variancia para número de frutos/nudo.	57
31. Promedios para número de frutos/nudo.....	57
32. Análisis de variancia para número de frutos por planta.	59
33. Promedios para número de frutos por planta.....	59
34. Análisis de variancia para longitud del fruto (mm).....	60
35. Promedios para longitud del fruto (mm).	61
36. Análisis de variancia para ancho del fruto (mm).....	62
37. Promedios para ancho del fruto (mm).	62
38. Análisis de variancia para peso de 100 frutos maduros (g).....	64
39. Promedios para peso de 100 frutos maduros (g).	64
40. Análisis de variancia para peso de pulpa de 100 frutos (g).	65
41. Promedios para peso de pulpa de 100 frutos (g).	66
42. Análisis de variancia para proporción de frutos no viables (%); transformación X	67
43. Promedios para proporción de frutos no viables (%).	67
44. Análisis de variancia para relación de café cerezo/café pergamino seco.	68
45. Promedios para relación de café cerezo/café pergamino seco.	69
46. Análisis de variancia para longitud de semilla (mm).	70
47. Promedios para longitud de semilla (mm).....	71
48. Análisis de variancia para ancho de la semilla (mm).	72
49. Promedios para ancho de la semilla (mm).	72
50. Análisis de variancia para peso de 100 semillas en pergamino (g).	73
51. Promedios para peso de 100 semillas en pergamino (g).	73
52. Análisis de variancia para porcentaje de semilla vana (%), transformación X	74
53. Promedios para porcentaje de semilla vana (%).	74
54. Análisis de variancia para incidencia de roya, transformación arco seno % <i>incidencia</i>	76
55. Promedios para incidencia de roya con datos transformación a arco seno según Duncan ($\alpha = 0,05$).	76
56. Análisis de variancia para rendimiento de café pergamino (kg/variedad).	78
57. Promedios para rendimiento (producción) de café pergamino (kg/variedad).	79
58. Análisis de variancia para rendimiento (producción) de café pergamino (kg/ha).	81
59. Promedios para rendimiento (producción) de café pergamino (kg/ha).	81

60. Valores propios, porcentaje absoluto y acumulado de la variación fenotípica total explicado por los componentes principales de descriptores cuantitativos.	83
61. Correlación entre descriptores cuantitativos y los primeros 3 componentes principales usados para la discriminación de las 5 variedades de café.	83
62. Características cualitativas de cinco variedades de café en Tingo María.	85
63. Valores propios, porcentaje absoluto y acumulado de la variación fenotípica total explicado por los componentes principales en descriptores cualitativos.	86
64. Correlación entre descriptores cualitativos y los primeros 2 componentes principales usados para la discriminación de las 5 variedades de café.	86
65. Características cuantitativas de cinco variedades de café: desarrollo vegetativo, cosecha y postcosecha.	100
66. Características cualitativas de cinco variedades de café: Desarrollo vegetativo.	110
67. Cuadro de incidencia (I) de roya amarilla (<i>Hemileia vastatrix</i> Berk. & Br).	115

INDICE DE FIGURAS

	Página
1. <i>Coffea</i> subgen. <i>Coffea</i> . A: Hoja, B: Domacio, C: Inflorescencia, D: Inflorescencia (mostrando el cáliz y la flor), E: Inflorescencia mostrando lóbulos de los cálculos y el cáliz, F: Detalle foliar del tercer lóbulo foliar de cálculo, G: flores y H: Fruto..	6
2. Imagen satelital de la parcela experimental, Localidad Cafesa, distrito Daniel Alomía Roble, Tingo María-Huánuco.....	23
3. Germinación de las variedades de café.	26
4. Producción de plántones de las diferentes variedades de café.	27
5. Instalación en campo definitivo las variedades de café.....	28
6. Primer control de malezas de la parcela experimental de café, a tres meses de instalado, localidad de Cafesa.	29
7. Segundo control de malezas, parcela experimental de café, a cinco meses de instalado, localidad de Cafesa.	29
8. Segundo abonamiento, mezcla de fertilizante compuesto 12-12-12 a dosis de 20-20-20 de NPK, localidad de Cafesa, distrito de Daniel Alomía Robles-Huánuco.	31
9. Encalado del suelo a base de cal agrícola, a dosis de 100 g/planta, parcela experimental de cafeto de 7 meses de instalado, localidad de Cafesa.....	31
10. Caracterización de la planta y fruto del café, parcela experimental, localidad Cafesa, distrito de Daniel Alomía Robles-Huánuco.	32
11. Descriptores de forma de estípula.	36
12. Descriptores de la forma de hoja.	36
13. Descriptores de ápice de la hoja.	36
14. Descripción de forma del fruto en café.	38
15. Altura de planta (cm) de cinco variedades.	43
16. Número promedio de ramas por planta, en Tingo María, Huánuco.	45
17. Diámetro de tallo (mm) promedio por variedad, Tingo María, Huánuco (Prueba de Duncan $P \leq 0.05$).	46
18. Longitud de hoja (mm) promedio de cinco variedades de cafeto en Tingo María, Huánuco (Prueba de Duncan $P \leq 0.05$).	48
19. Ancho de hoja de cinco variedades de cafeto en Tingo María, Huánuco.	50
20. Longitud del peciolo de cinco variedades de cafeto en Tingo María, Huánuco.	51

21. Longitud del entrenudo de rama de cinco variedades de cafeto en Tingo María, Huánuco.....	53
22. Longitud del entrenudo del tallo de cinco variedades de cafeto en Tingo María, Huánuco.....	55
23. Número de nudos por rama de café - Tingo María, Huánuco.	56
24. Número de frutos por nudo de cinco variedades de cafeto en Tingo María, Huánuco (Prueba de Duncan $P \leq 0.05$).....	58
25. Número de frutos por planta de cinco variedades de cafeto en Tingo María, Huánuco.	59
26. Longitud del fruto de cinco variedades de cafeto en Tingo María, Huánuco.	61
27. Ancho del fruto de cinco variedades de cafeto en Tingo María, Huánuco.	63
28. Peso de 100 frutos de cinco variedades de cafeto en Tingo María, Huánuco.	64
29. Peso de pulpa de 100 frutos de cinco variedades de cafeto en Tingo María, Huánuco.	66
30. Proporción de frutos vacíos de cinco variedades de cafeto en Tingo María, Huánuco.	67
31. Relación de café cerezo/café pergamino seco de las variedades de cafeto en Tingo María, Huánuco.	69
32. Longitud de semilla de cinco variedades de cafeto en Tingo María, Huánuco.....	71
33. Ancho de la semilla de cinco variedades de cafeto en Tingo María, Huánuco.....	72
34. Peso de 100 semillas en pergamino de cinco variedades de cafeto en Tingo María, Huánuco.....	73
35. Porcentaje de semilla vana de cinco variedades de cafeto en Tingo María, Huánuco..	75
36. Incidencia de la roya amarilla en cinco variedades de cafeto en Tingo María, Huánuco.....	76
37. Rendimiento de café pergamino en cinco variedades, Tingo María, Huánuco.....	79
38. Rendimiento (producción) de café pergamino en kilos /hectárea en cinco variedades, Tingo María, Huánuco.....	81
39. Instalación y evaluación del porcentaje de germinación de café, comunidad de Cafesa, distrito de Daniel Alomía Robles, Tingo María, Huánuco. 2014.....	117
40. Vivero de café para la instalación en campo definitivo, ubicado en la comunidad de Cafesa, distrito de Daniel Alomia Robles, Tingo María, Huánuco. Var. Catimor (a), Limani (b) y Colombia (c).....	117

41. Instalación de plántones de café en campo definitivo, ubicado en la comunidad de Cafesa, distrito de Daniel Alomia Robles, Tingo María, Huánuco. 2015.....	118
42. Plantas de café en campo definitivo con 2 meses de instalado, comunidad de Cafesa, distrito de Daniel Alomia Robles, Tingo María, Huánuco. 2015.....	118
43. Plantas de café en campo definitivo con 2 meses de instalado, comunidad de Cafesa, distrito de Daniel Alomia Robles, Tingo María, Huánuco. 2015.....	119
44. Algunas características morfológicas de las variedades Catimor, Caturra, Colombia, Catuai y Catimor, 5 meses de edad de instalado en campo definitivo. Parcela experimental, comunidad de Cafesa, Tingo María, Huánuco. 2015	119
45. Características morfológicas de las variedades Catimor, Caturra, Colombia, Catuai y Catimor, 5 meses de edad de instalado en campo definitivo. Parcela experimental, comunidad de Cafesa, Tingo María, Huánuco. 2015.	120
46. Comparación de hojas jóvenes de las variedades Catimor, Caturra, Catuai y Catimor, 18 meses de edad de instalado en campo definitivo. Parcela experimental, comunidad de Cafesa, Tingo María, Huánuco. 2016.....	120
47. Comparación de frutos de las variedades Catimor, Caturra, Catuai y Catimor, 18 meses de edad de instalado en campo definitivo. Parcela experimental, comunidad de Cafesa, Tingo María, Huánuco.....	121
48. La variedad de Var. Caturra se encuentra con una alta incidencia de roya, mientras la variedad Limani muestra ser resistente. Parcela experimental, comunidad de Cafesa, Tingo María, Huánuco.....	121
49. Evaluación de características cuantitativas como peso de 100 granos de cerezo, pruebas de flotamiento, peso de la pulpa, ancho y longitud de cerezo. Laboratorio de la Facultad de Recursos Naturales Renovables - UNAS. Tingo María, Huánuco.	122
50. Evaluación de características cuantitativas como peso de 100 granos de semillas, pruebas de flotamiento de semillas, ancho y longitud de semillas. Laboratorio de la Facultad de Recursos Naturales Renovables - UNAS. Tingo María, Huánuco.	123

RESUMEN

El cultivo de café en el Perú a pesar de ser un cultivo que involucra a la mayor parte de la pequeña agricultura del país (sustento de más de 223 mil familias) tienen problemas que afectan la producción como la “roya del café”; para varios países cafetaleros la estrategia ha sido, es y lo seguirá siendo el uso de nuevas variedades resistentes; en ese contexto, con el objetivo de evaluar el comportamiento morfo-agronómico de 5 variedades de café como Caturra, Catuai, Catimor 8667, Limaní y Colombia se realizó el ensayo ubicado en la localidad de Cafesa, distrito Daniel Alomía Robles, región Huánuco, a una altitud de 798 m.s.n.m con UTM 398038 (E), 8986345 (N) y 18 L; se utilizó el diseño estadístico de Bloque Completamente Randomizado (BCR) con 5 tratamientos (variedades) y tres repeticiones; para las evaluaciones se seleccionaron y marcaron 5 plantas de un total de 50 plantas por tratamiento (variedad), donde se evaluaron 13 características cualitativas y 25 cuantitativas. De los resultados, las cinco (5) variedades estudiadas (Colombia, Limani, Catimor 8667, Catuai y Caturra) tienen características fenotípicas muy similares en 1) hábito de ramificación, 2) ángulo de inserción semi erecto, 3) estipula oval, 4) forma de hoja lanceolada color verde, 5) forma de ápice apiculada, 6) color del peciolo verde, 7) forma de fruto oblonga, 8) color de semilla amarillo y 9) forma de semilla obovada; sin embargo, hubo diferencias en forma de planta, color de hoja madura, color de brotes y color de fruto. Mientras la respuesta al ataque de la “roya del café” para la variedad Limaní es bajo (0% de incidencia), y para las Var. Colombia y Catimor 8667 presentaron menor incidencia con 18.0% y 6.1% respectivamente, y la Var. Catuai presentó una incidencia de 38.52% y Caturra superó más del 55%; asimismo, la más baja relación de café cerezo/café pergamino corresponde a la variedad Catuai y esta a su vez presentó el mayor rendimiento de café pergamino con 1,666.10 kg/ha (36.22 qq/ha), mientras Caturra registró el menor rendimiento con 990.30 kg/ha (21.52 qq/ha), a pesar que Catuai tuvo un 36.33% de incidencia de roya. La variedad Catuai constituye una buena alternativa por sus características fenotípicas y agronómicas como alto rendimiento y tolerancia a la roya amarilla del café.

Palabras claves: Variedades de café, caracterización, morfo-agronómica.

ABSTRACT

The cultivation of coffee in Peru, despite being a crop that involves most of the country's small-scale agriculture (sustenance of more than 223,000 families), has problems that arise in production such as "coffee rust"; For several coffee-growing countries, the strategy has been, is and will continue to be the use of new resistant requirements, in this context, with the aim of evaluating the morpho-agronomic behavior of 5 coffee varieties such as Caturra, Catuai, Catimor 8667, Limaní and Colombia, the trial was carried out located in the town of Cafesa, Daniel Alomía Robles district, Huánuco region, at an altitude of 798 meters above sea level with UTM 398038 (E), 8986345 (N) and 18 L; the statistical design of Completely Randomized Block (BCR) with 5 treatments (varieties) and three repetitions was obtained; For the evaluations, 5 plants were selected and marked from a total of 50 plants per treatment (variety), where 13 qualitative and 25 quantitative characteristics were evaluated. From the results, the five (5) varieties studied (Colombia, Limani, Catimor 8667, Catuai and Caturra) have very similar phenotypic characteristics in 1) branching habit, 2) semi-erect insertion angle, 3) oval stipulate, 4) green lanceolate leaf shape, 5) apiculate apex shape, 6) green petiole color, 7) oblong fruit shape, 8) yellow seed color and 9) obovate seed shape; however, there were differences in plant shape, mature leaf color, shoot color, and fruit color. While the response to the attack of "coffee rust" for the Limaní variety is low (0% incidence), and for the Var. Colombia and Catimor 8667 presented lower incidence with 18.0% and 6.1% respectively, and Var. Catuai presents an incidence of 38.52% and Caturra exceeded more than 55%; As, the lowest ratio of cherry/parchment coffee corresponds to the Catuai variety and this in turn presented the highest yield of parchment coffee with 1,666.10 kg/ha (36.22 qq/ha), while Caturra emerged the lower yield with 990.30 kg /ha (21.52 qq/ha), despite the fact that Catuai had a 36.33% incidence of rust. The Catuai variety is a good alternative due to its phenotypic and agronomic characteristics such as high yield and tolerance to yellow coffee rust.

Keywords: Coffee varieties, characterization, morpho-agronomic.

I. INTRODUCCION

La caficultura en el Perú representa una actividad económica y social muy importante, es así que el 2017 se logró exportar más de US\$ 694 millones (SUNAT, 2017), convirtiendo al café como un producto de agro exportación muy importante; según la Organización Internacional del Café (ICO) el Perú a nivel mundial ocupa el 2do lugar como productor y exportador de café orgánico. Asimismo, en el aspecto social, 223,902 mil familias conducen 425,417 hectáreas (ha) de café en 15 regiones, 95 provincias y 450 distritos (Díaz y Carmen, 2017), generando más de 2 millones de empleos. Antes del ataque de la roya amarilla los cafés cultivados eran 100% arábigos como las variedades Típica, Caturra, Pache y Borboun, caracterizado por su buena calidad de taza y grano, buen rendimiento y adaptabilidad a las condiciones a las diferentes zonas agroecológicas; sin embargo, el 2013 debido a la enfermedad de roya que afectó negativamente a la caficultura peruana, disminuyendo considerablemente los rendimientos y la producción, lo que generó pérdidas económicas para los caficultores del país. En el 2017, el Servicio Nacional de Sanidad Agraria (SENASA) reportó 290,436.73 hectáreas afectadas por la roya, de las cuales 80 mil hectáreas han sido irreversibles.

Antes del 2014 en el Perú, no existía una institución encargada en la investigación y estudio de adaptación y comportamiento de nuevas variedades de café a las condiciones edafoclimáticas locales para hacer frente al ataque de la “roya del café”, mientras que los países líderes en café cuentan con instituciones dedicados al desarrollo tecnológico del cultivo que van desde la obtención de nuevas variedades con resistencia a la roya del café y otras enfermedades, técnicas de manejo agronómico, cosecha y poscosecha (Julca, *et al.*, 2018). Siendo necesario e imprescindible conservar, evaluar y recomendar el uso correcto del material genético existente en el país, y paralelamente la introducción de nuevos materiales genéticos como líneas de café con resistencia y/o tolerancia a factores bióticos y abióticos para el país.

En ese contexto, el estudio realizado por el equipo de investigadores de la Universidad Nacional Agraria La Molina-UNALM, reportaron 27 variedades de café que se encuentran distribuidos en el Perú, encontrándose Catimor, Colombia, Costa Rica, Típica, Borbon rojo, Catuai, Caturra, Villasarchi, Geisha, entre otros, muchas de ellas presentan cierto grado de resistentes a la roya del café, sin embargo necesitan ser mejor estudiadas bajo diferentes condiciones edafoclimáticas del país y siguiendo el rigor científico; razón por el cual, el presente trabajo de investigación tuvo como objetivo caracterizar morfo-agronómica 5 variedades Colombia, Catimor 8667, Limaní, Catuai y Caturra (testigo), ya que la mayoría son reportados como resistentes y/o tolerantes a la enfermedad causada por el hongo *Hemileia*

vastatrix, cuya calidad y variabilidad genética se pone es constante duda, ya que esta obedecería a la variabilidad genética y a las condiciones edafoclimáticas del lugar.

Objetivo general

- a) Determinar las variedades de café que presenten un mejor comportamiento fenotípico y agronómico bajo condiciones edafoclimáticas del distrito de Daniel Alomía Robles, Leoncio Prado, Huánuco.

Objetivo específico

- a) Caracterizar morfológicamente cinco (5) variedades de café (*Coffea arabica* L.) en condiciones edafoclimáticas del distrito Daniel Alomía Robles, Huánuco.
- b) Caracterizar agronómicamente cinco (5) variedades de café (*Coffea arabica* L.) bajo condiciones edafoclimáticas del distrito Daniel Alomía Robles, Huánuco.

II. REVISION DE LITERATURA

2.1. Centro de origen y diversificación del café

El café, es un arbusto perenne cuyo origen se remonta al país de África, su nombre deriva de la ciudad de Kaffa en Etiopía (Borrelli, 2002), el cual está ubicado en las regiones altas de África central, específicamente al Sureste de Etiopía y Norte de Kenia (Gebeyehu *et al.*, 2020), su introducción a las condiciones edafoclimáticas de la India ha respondido una buena adaptación; así mismo, a principios del siglo XVIII fue introducido a América Central por inmigrantes franceses y luego los holandeses lo distribuyeron por toda América del Sur (García y Barreto, 2007). En la actualidad el café es considerado como una bebida no alcohólica cultivado en más de 80 países (Mohammedan Sani *et al.*, 2017).

El café, es considerada como la cuarta familia más numerosa de las angiospermas, pertenece a la familia de las Rubiaceae y al género *Coffea*, de los cuales 2 especies *Coffea arabica* L. y *Coffea canephora* Pierre ex Froehhner son de importancia mundial, y son conocidos como arábicos y robustas respectivamente (Denoeud *et al.*, 2014).

2.2. Base genética del café

El género de *Coffea* se divide en dos grupos, un grupo conformado por los tetraploides ($2n=4x=44$ cromosomas) conformado por *C. arabica* L. caracterizado por su modo de reproducción autógena entre 85 a 95 %, lo que permite obtener líneas puras o homogéneas por autofecundación, y por otro lado tenemos al grupo de los diploides ($2n=22$ cromosomas) como el *C. canephora*, *C. liberica* *C. stenophyla*, *C. racemosa* y otros, (Regalado, 2006). Resaltar que *Coffea arabica* es el resultado de la hibridación natural entre *Coffea canephora* y *Coffea eugenioides*, ya que está conformado por 2 subgenomas poco diferenciados y con caracteres alopoliploide segmental (Romero *et al.*, 2010).

En el mundo existen más de 130 especies del género *Coffea*, de los cuales dos (2) especies como *Coffea arabica* L. (Arábica) y *Coffea canephora* Pierre ex Froehhner (Robusta) son las más conocidas y aprovechadas comercialmente (Campos *et al.*, 2017); sin embargo, existen 3 especies más que vienen siendo utilizados para consumo como *Coffea liberica*, *Coffea excelsa* Cher, *Coffea bengalensis* (Gotteland, 2007). Según algunos estudios del genoma de *Coffea Canephora* Pierre ex Froehhner estaría asociado al género *Psilanthus* (Guyeux *et al.*, 2019).

Una de las especies más difundidas es *C. arábica*, ya que presenta aproximadamente el 60 % de producción mundial, mientras que *C. canephora* representa 40% (Privat *et al.*, 2011), esto se debe a su alta uniformidad genética producto de su reproducción autógena y el modo de dispersión de su centro de origen (Romero *et al.*, 2010), resaltar que las especies de *C. arabica* L. y *C. canephora* Pierre ex Froehhner para generar una nueva variedad requiere un tiempo como mínimo de 20 años, obviamente es un proceso largo (Pierre *et al.*, 2020).

El género *C. arabica* es la única alotetraploide (tetraploide) ($2n=4x=44$), es autofértil (más de 95 %) y autógama (Silvarolla *et al.*, 2004). Estudios de filogenética y diversidad genética revelan que la diversidad genética de *C. arabica* es baja en comparación con *C. canephora* debido a su estrecha base genética de autogamia, historia evolutiva y domesticación, haciendo que muestre susceptibilidad a problemas fitosanitarios del cultivo (Geleta *et al.*, 2012).

C. canephora Pierre ex Froehhner tiene un sistema radicular deficientes y sensible al estrés, varios autores señalan que los periodos prolongados pueden afectar seriamente sus rendimientos debido a su pobre desarrollo radicular y poco profundas (Achar *et al.*, 2015).

Estudios sobre el genoma de *C. arabica* L. concluyen que han tenido cambios genéticos y epigenéticos, debido a una evolución temprana por intercambio de genes homeólogos y después por la conversión de genes o silenciamiento de homeólogos (Lashermes *et al.*, 2016).

Mientras que en América Latina hasta el siglo XX casi todas las variedades compartían la base genética de la variedad típica y bourbon, estos 2 dos grupos genéticos debido a su escasa base genética son muy susceptible a las enfermedades, baja adaptabilidad y una limitada base genética para el mejoramiento genético (Anthony *et al.*, 2002).

2.3. Variabilidad genética de *Coffea*

Las variedades comerciales de café en el mundo tienen en una reducida base genética ya que provienen de accesiones de Etiopía (Gole *et al.*, 2002). Esta base genética podría mejorarse y ser beneficiosa en rendimiento, calidad y resistencia a plagas y enfermedades (Morris y Heisey, 2003), siempre y cuando se incrementa la ganancia de la base genética con genotipos silvestres.

La variabilidad genética natural muchas veces es producto de la mutación debido al cambio de un nucleótido en la cadena de ADN que codifica a un gen específico (Sevilla, 2004). Un claro ejemplo en América Latina debido a la variación natural ha pasado por mutaciones e hibridaciones intra e interespecíficas, estas últimas cumplen un papel preponderante en la recombinación del pool de genes de resistencia a enfermedades como *H. vastatrix* producto de su coevolución patógeno-hospedante en ambientes naturales (León, 2000).

Por lo mencionado, el ambiente es el principal responsable que modifica la expresión de los genes, y para su medición se utiliza la variancia; es decir, en una población genéticamente homogénea la variancia es 0, porque todos los individuos son iguales, mientras los individuos que tienen el mismo genotipo y son diferentes por el efecto ambiental la variancia fenotípica (V_f) es mayor de 0 (Estrada *et al.*, 2006).

La evaluación de la diversidad genética en los programas de mejoramiento es en dos niveles:

- 1) Fenotipo, a través de las observaciones morfológicas, y
- 2) Genotipo, a través de los marcadores moleculares

Además, la observación morfológica en campo por los cafetaleros ha sido una herramienta valiosa en el estudio de la diversidad genética (Anthony *et al.*, 2002).

Un estudio realizado sobre la variabilidad genética del café en el Perú confirma que de la colección realizada a nivel nacional la presencia de *Coffea canephora* y 19 variedades de *C. arabica* L. (Julca *et al.*, 2010).

2.4. Morfología general del café

Estudios realizados en Etiopía indican que la variación morfológica no refleja la verdadera expresión genética del ADN, muchas veces las variaciones morfológicas pueden ser en respuesta a la variación ambiental, además la evaluación de la diversidad genética con marcadores moleculares requiere una larga y costosa durante el periodo de crecimiento y desarrollo (Weising *et al.*, 2005).

De manera general la planta de café es un arbusto que tienen un tallo principal con una yema terminal u ortotrópica, cuya función es el crecimiento vertical con nudos y entrenudos de donde salen las ramas laterales o bandolas con un crecimiento plagiotrópico (Aga *et al.*, 2003). Las hojas crecen en las ramas en forma opuesta y son de forma elíptica. Presenta una disposición floral distal el cual están separados de yemas que brotan. La flor tiene un receptáculo corto que se prolonga en el cáliz, mientras la corola se abre hacia arriba en cinco

pétalos, que consta de 5 estambres. Mientras el gineceo tiene un ovario con 2 óvulos; asimismo la morfología floral ayuda durante el proceso de la polinización cruzada natural, sin embargo, *C. arabica* L. es autógama, y teniendo un 60% de formación de frutos después de la polinización (Aga, 2005).

El fruto es tipo drupa, que contiene 2 semillas de 10 a 17 mm. El fruto tiene una pulpa (exocarpio y mesocarpio), un pergamino (endocarpio), la película plateada (testa), la semilla (endosperma) y el embrión. En endocarpio es duro cuya función es proteger la semilla. Y finalmente el grano está conformado por el endosperma y un embrión pequeño, no hay dormancia y la viabilidad de *coffea* se pierde. No hay dormancia y su viabilidad puede perderse entre 3 a 6 meses después de la cosecha (Aga, 2005).

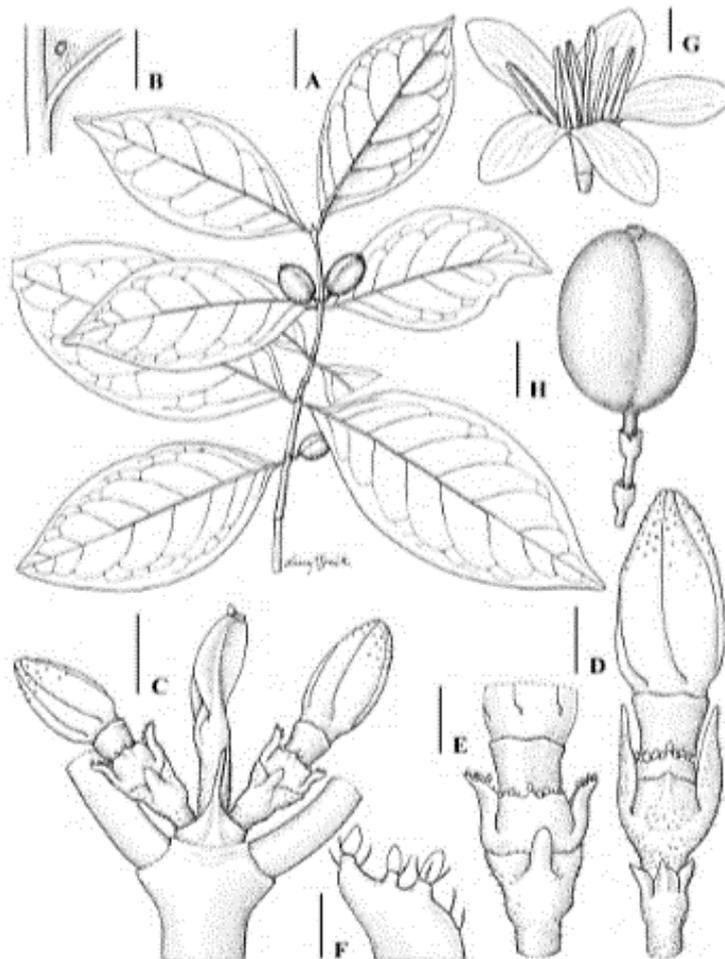


Figura 1. *Coffea* subgen. *Coffea*. A: Hoja, B: Domacio, C: Inflorescencia, D: Inflorescencia (mostrando el cáliz y la flor), E: Inflorescencia mostrando lóbulos de los cálculos y el cáliz, F: Detalle foliar del tercer lóbulo foliar de cálculo, G: flores y H: Fruto.

Las ramas inferiores y nuevas del ápice sostienen la cosecha, mientras las axilas florales son las responsables de producir una vez durante los 3 a 5 años, para que después disminuya, siendo necesario realizar la poda productiva (Delgado, 2007).

El momento oportuno de la cosecha de café se realiza cuando se encuentra de color rojo o amarillo, y depende de la variedad (Arcila *et al.*, 2007).

2.4.1. La raíz

Presenta una raíz pivotante, el cual cumple la función de anclaje, soporte, asimilación de nutrientes y transporte de agua (Catari, 2017); mientras la raíz secundaria o horizontal cumple la función de asimilar los nutrientes primarios y secundarios, asimismo, estas últimas se encuentran más del 80 % en los 30 cm (León, 2000).

2.4.2. El tallo

Se origina a partir de las células meristemáticas ubicadas en el ápice del tallo, así mismo las ramas se generan de las yemas apicales ubicadas en el tallo, y que estas ramas a su vez originan los nudos, hojas, brotes, flores y frutos, es decir, cuando el tallo es responsable de un crecimiento en altura corresponde a un crecimiento ortotrópico y si promueve el crecimiento horizontal se conoce como crecimiento plagiotrópico. (Arcila *et al.*, 2007).

2.4.3. Las ramas

Se originan en el eje ortotrópico, y según el eje va creciendo también suelen salir nuevas ramas plagiotrópica. Gracias al crecimiento de las ramas o ejes plagiotrópicos se puede obtener una planta de café es forma coniforme, a su vez estas ramas originan ramas secundarias y terciarias, de los cuales nacen las hojas, flores y frutos. (Catari, 2017).

2.4.4. La hoja

Son órganos muy importantes y responsables del proceso de fotosíntesis, de la respiración y transpiración de la planta de café, así mismo estos cumplen una función muy importante para el crecimiento y desarrollo del café, ya que a través de los proceso fotosintético se combina el carbono de la atmosfera y lo convierte en azúcares que le permite obtener energía para el crecimiento y desarrollo, mientras la respiración la planta lo realiza por las hojas y tejido joven, y que gracias a la transpiración la planta puede liberar el exceso de agua (Arcila *et al.*, 2007).

Las hojas pueden variar en tamaño no solamente por los genes que dominan o constituyen, sino pueden estar influenciados por la exposición a la radiación solar o sombra (Alvarado, 2007). Una comparación del número de hojas en la variedad Colombia llegó a alcanzar 12521 hojas en la semana 56, así mismo, según la edad tiende a disminuir (Arcila *et al.*, 2007).

2.4.5. La flor

Las flores se forman en los nudos de las ramas en las yemas de las axilas foliares, en donde cada axila se forma 2 a 4 inflorescencias que dan origen a 4 y 5 flores, y por cada nudo podrían originar de 24 a 32 botones foliares (Arcila, 2007).

2.4.6. El fruto

El fruto en variedades comerciales tiende a presentar en forma de drupa aplanada ligeramente, cuyo eje longitudinal puede variar entre 12 y 19 mm y de ancho de 8 a 14 mm, con espesor de 7 a 10 mm (Alvarado, 2007). El exocarpio es conocido como la pulpa de la cereza y puede contener entre 42.3 % del peso en base húmedo, asimismo, el color del fruto maduro va desde amarillo, rojo, rojo intenso y algunos casos violetas, esto dependerá mucho de la variedad o material genético en estudio o grado de madurez (Arcila, 2007).

2.4.7. La semilla

Es una nuez, convexo, plano, presenta una película, el cual cumple una función de protección, el tamaño puede variar de 10 a 18 mm de longitud y 6.5-9.5 mm de ancho, dentro de la semilla se encuentra el embrión quien tiene la capacidad para generar la radícula y los cotiledones (Arcila, 2007).

2.5. Requerimientos ambientales

El café para expresar su potencial de rendimiento requiere condiciones agroclimáticas y edáficas óptimas como la altitud, latitud, temperatura, radiación solar, tipo de suelo, entre otros (Marín, 2013). La caficultura peruana presenta ventajas comparativas para la producción de café de buena calidad, el cual, se encuentran en 3 zonas bien diferenciadas como son baja, media y alta, ubicados entre los 600 a 1600 m.s.n.m. La zona alta se ubica entre los 1200 a 1600 msnm, caracterizado por la alta presencia de lluvias, luminosidad baja, temperatura media de 18 a 20 °C, lo que permite obtener una **excelente calidad de taza**; mientras en la parte

media que va desde los 900 a 1200 msnm, con presencia de lluvias medias, luminosidad y presencia de lluvias medias, temperatura media de 20 a 22 °C, teniendo **una buena calidad de taza** y finalmente en la zona baja que se encuentra desde los 600 a 900 msnm, con presencia de lluvias bajas, luminosidad alta, baja presencia de lluvias, una luminosidad alta, temperatura media de 22 a 24 °C, teniendo una la **calidad de taza Estándar**. La cantidad de lluvias que caen en las zonas cafetaleras, no están bien distribuidas, existen épocas secas de 3 a 4 meses o más, depende de las zonas cafetaleras. Lo cual favorece una alta luminosidad (Castañeda, 2000).

Debido al déficit hídrico por las altas temperaturas genera un aborto floral de más de 40 %, ya que los tubos polínicos se han deshidratado lo que genera una disminución de los rendimientos (Alves, 2007).

Lo ideal es que las precipitaciones deben registrarse entre 1200 a 1800 mm/año, de tal manera que las plantas no ingresen en estrés hídrico (Matiello, 2008), ya que la disponibilidad de agua influye en la apertura de flores, así mismo, el café requiere de temperaturas de entre 20° C a 25° C a fin de maximizar su productividad (Gómez, 2010).

El pH del suelo ideal para el café esta entre 6 y 6.5, puede crecer en suelos con pH ácido de hasta 3.1 (Muschler, 2001); sin embargo, podría desarrollar muy bien en pH 5.5, suelo con textura franco arcilloso, espacio poroso entre 60% (Harrington y Marín, 2008).

2.6. Características de variedades de café

2.6.1. Variedad Típica

Cultural y genéticamente esta variedad compone el grupo más importante del *C. arabica* en el mundo por su excelente calidad de bebida en mayores altitudes (Wordl, 2018). Ha sido una de las primeras variedades introducidas y cultivadas en América, conocido también como arábico o criollo, el cual, es originaria de Etiopía y es de porte alto, llegando hasta 4 metros de altura con presencia de ramas unidas al eje ortotrópico unidos con ángulo de 50 a 70° C, otra de las características es la presencia de nudos largos, hojas de brotes color bronceado (Banegas, 2009), sin embargo, es conocido como una variedad alta calidad de taza pero muy susceptible a la roya (Wordl, 2018).

Tabla 1. Características de la variedad Típica.

Altura	Color de hojas del brote	Tamaño de fruto
Alta	Bronce	Grande
Datos agronómicos		
Altitud óptima	Potencial demostrado en altura	Potencial en rendimiento
Mayor 1300 msnm	Muy bueno	Bajo
Roya	Antracnosis a los cerezos	Nematodos
Suceptible	Suceptible	Suceptible
Tiempo para primera cosecha	4 años	
Requerimiento nutricional	Media	
Grupo genético	Grupo Borbón - Típica (Típica relacionada)	
Obtentor	Ninguno	
Derecho de la propiedad Intelectual	Esta variedad se encuentra en el dominio Público	

Fuente: World Coffee Researc (2018).

2.6.2. Variedad Borbón

Culturalmente y genéticamente esta variedad compone también el grupo más importante del *C. arabica* en el mundo por su excelente calidad de bebida en mayores altitudes. Su introducción a América data en 1860 en el sur de Brasil, cerca de Campinas, extendiéndose al norte de América Central (Wordl, 2018). Es el resultado de la mutación del Típica en la Isla de La Reunión, la forma del arbusto es cónica y el tamaño de planta va desde 300 a 366 cm, tanto sus entrenudos y ramas son más cortas que la típica siendo de menor rendimiento del grano, pero de buena calidad (Julca *et al.*, 2011).

Tabla 2. Características de la variedad Borbón

Altura	Color de hojas del brote	Tamaño de fruto
Alta	Verde	Promedio
Datos agronómicos		
Altitud óptima	Potencial de calidad mostrado en altura	Potencial en rendimiento
Desde 1000 a 1600 m.s.n.m.	Muy Bueno	Medio
Roya	Antracnosis a los cerezos	Nematodos
Suceptible	Suceptible	Suceptible
Tiempo para primera cosecha	4 años	
Requerimiento nutricional	Media	
Grupo genético	Grupo Borbón - Típica (Borbón relacionada)	
Obtentor	Ninguno	

Derecho de la propiedad Intelectual	Esta variedad se encuentra en el dominio Público
-------------------------------------	--

Fuente: World Coffee Research (2018).

2.6.3. Variedad Caturra (Rojo y Amarillo)

Es producto de la mutación de la variedad de café “Bourbon” en el estado de Minas Gerais de Brasil, a diferencia de la variedad Típica es de porte bajo con alta capacidad de rendimiento siempre y cuando se fertiliza, se puede diferenciar mutantes de color rojo y amarillo, esta última presenta un mejor rendimiento, pero cuando el fruto llega a su madurez rápidamente se desprende en comparación que al mutante rojo. (Benito *et al.*, 2013). La planta presenta forma definida, con entrenudos muy corto, hojas anchas de color verde oscuro y sus brotes de color verde, presenta un sistema radicular abundante.

Tabla 3. Características de la variedad Caturra

Apariencia		
Altura	Color de hojas de brotes de las hojas	Tamaño del fruto
Enana/compacta	Verde	Promedio
Datos agronómicos		
La altitud óptima	Potencial demostrado en altura	Potencial de rendimiento
Mayor 1300 msnm	Bueno	Bueno
Roya del cafeto	Antracnosis de los cerezos	Nematodos
Suceptible	Suceptible	Suceptible
Años para la primera cosecha	Año 3	
Requerimientos nutricionales	Alta	
Familia	Mutación natural de la variedad Borbón	
Grupo genético	Grupo Borbón - Típica (Borbón relacionada)	
Obtentor	Instituto Agronómico (IAC), Brasil	
Derecho de la propiedad Intelectual	La variedad se encuentra en el dominio público	

Fuente: World Coffee Research (2018).

2.6.4. Catimor T8667

Generado en Portugal en 1959 producto del cruzamiento del Híbrido de Timor y Caturra rojo, el primero presenta una resistencia a la roya y el segundo es susceptible, caracterizado por su porte bajo, numerosa cantidad de ramas laterales, que forman una copa de mediana vigorosidad y compacta (Mamani, 2007). Este genotipo es de porte bajo, grosor

intermedio de tallo principal, presenta un número considerable de ramas laterales, así mismo muy productiva (Fischersworing y Robkamp, 2001).

Tabla 4. Características de la variedad Caturra.

Apariencia		
Altura	Color del brote de las hojas	Tamaño del fruto
Enana/compacta	Bronce	Promedio
Datos agronómicos		
La altitud óptima	Potencial de calidad mostrado en altura	Potencial de rendimiento
700 - 1300 msnm	Bajo	Alta
Roya	Antracnosis de la cereza	Nematodos
Resistente	Suceptible	Suceptible
Años para la primera cosecha	Año 3	
Requerimientos nutricionales	Alta	
Maduración de la fruta	Promedio	
Rdto de cerezas a grano verde	Bajo	
Densidad de la siembra	5000/6000 ha. (similar al caturra)	
Información agroclimática	Suceptible al ojo de gallo, recomendada para suelos ácidos, altos en aluminio y zonas cálidas. En Perú, la altitud recomendada es de 800 a 1400 msnm.	
Genética		
Familia	Híbrido de Timor 832/1 x Caturra	
Grupo genético	Introgresión (Catimor)	
Obtentor	Ninguno	
Derecho de la propiedad intelectual	Se registró en la Unión Internacional de las Obtenciones Vegetales (UPOV).	

Fuente: World Coffee Researc (2018).

El tamaño de grano va de mediano a grande y con altos rendimientos con nivel media en la exigencia de nutrientes, tienen un promedio de 30 frutos por nudo, prospera muy bien debajo de los 1200 m.s.n.m (Castañeda, 2000).

2.6.5. Catuai

Se originó gracias al cruce de las variedades de Caturra y Mundo Novo en Brasil, variedad de porte mediano de 2.8 m, y presenta un mejor rendimiento frente a Caturra, Pacas y Villa Sarchí debido a que presenta una buena ramificación con entrenudos cortos y un mejor rango de adaptación, lo caracterizan como un alto potencial productivo y es precoz (Santacreo, 2001).

Tabla 5. Características de la variedad Catuai.

Apariencia		
Altura	Color de las hojas del brote	Tamaño del Fruto
Enana/compacta	Verde	Promedio
Datos agronómica		
La altitud óptima	Potencial de calidad demostrado en altura	Potencial de rendimiento
Mayor 1300 msnm	Bueno	Bueno
Roya del cafeto	Antracnosis de la cereza	Nematodos
Suceptible	Suceptible	Suceptible
Años para la primera cosecha	Año 3	
Requerimientos nutricionales	Alta	
Densidad de la siembra	5000/6000 ha. (similar al Caturra)	
Familia		
Grupo genético	Grupo Borbón - Typica (Borbón y Typica relacionada)	
Obtentor	Instituto Agronómico (IAC), Brasil	
Derecho de la propiedad intelectual	Esta variedad se encuentra en el dominio público	

Fuente: World Coffee Research (2018).

2.6.6. Colombia

Es una variedad con cierto grado de resistencia a la roya (*Hemileia vastatrix*), esta variedad ha sido generado gracias al cruzamiento entre caturra con el Híbrido de Timor, los primeros materiales genéticos que mostraron sobresalir se obtuvieron en la 5ta generación, después de haber pasado una estricta selección de calidad de taza, calidad física, porte bajo, alta producción, uniformidad fenotípica, adaptación y su resistencia a roya (Moreno y Alvarado, 2000). El híbrido de timor ha sido utilizado en los programas de mejoramiento genético con énfasis en roya (Carvalho, 2008).

2.6.7. Limani

Es una variedad que pertenece al grupo genético Sarchimor, es el resultado del cruce artificial entre el Híbrido de Timor 832/2 y la variedad Villa Sarchí. Es de porte bajo y compacta, color de las hojas de los brotes bronce, con frutos de tamaño medio, presenta buena productividad y se obtuvo en Puerto Rico, aún sigue siendo desconocido la institución que lo ha obtenido (World, 2018).

Tabla 6. Características de la variedad Catuai.

Apariencia		
Altura	Color del brote de las hojas	Tamaño del fruto
Enana/compacta	Bronce	Promedio
Datos agronómicos		
La altitud óptima	Potencial de calidad demostrado en altura	Potencial de rendimiento
700 - 1300 msnm	Bueno	Bueno
Roya del cafeto	Antracnosis de la cereza	Nematodos
Resistente	Desconocido	Desconocido
Años para la primera cosecha	Año 3	
Rdto. de cerezas a grano verde	Alto	
Genética		
Familia	Híbrido de Timor 832/2 x Villa Sarchi	
Grupo genético	Introgresión (Sarchimor)	
Disponibilidad		
Obtentor	Desconocido, Puerto Rico	
Derecho de la propiedad intelectual	Esta variedad se encuentra en el dominio público	

Fuente: World Coffee Researc (2018).

2.7. Características morfoagronómicas de trabajos de investigación

El 2009 la UNALM realizó la colecta del germoplasma de café cultivado en el Perú en 10 departamentos cafetaleros, de donde se colectaron 237 accesiones, 234 corresponden a *C. arabica* y 3 de *C. canephora*. De las 237 accesiones o entradas, 20 entradas no prosperaron, principalmente debido a la calidad de semilla, de esta manera confirman la presencia de 2 especies del género *Coffea arabica* y *Coffea canephora*; de los cuales, 19 variedades corresponden a la especie de *C. arábica*, teniendo a las variedades como: Cape, Colombia, Villasarchi, Catuai Rojo, Catimor, Bourbon amarillo, Bourbon rojo, Caturra amarillo, Caturra roja, Cavimor, Mundo novo, Costa Rica 95, Geisha, Pacamara, Maragogype, Pache, Tipica, Villalobos y Catuaí amarillo (Julca, *et al.*, 2011).

Un estudio realizado en la selva central sobre el comportamiento morfológico de las variedades de Catimor, Colombia y Costa Rica 95 concluyeron que las variedades mostraron características morfológicas similares en cuanto a forma de planta piramidal, habito de ramificación con muchas ramas, ápice apiculada, ángulo de inserción es erguido, estípula triangular, hoja elíptica, hoja verduzca, brote rojo para la variedad Catimor, pardo Colombia y Costa Rica 95, peciolo verde, fruto rojo y forma de fruto oblonga para las tres variedades (Alarcón, 2016).

Mientras que la variedad Caturra rojo presentaron características morfológicas diferentes de apariencia general de la planta oblonga – compacta, ramas primarias abundantes y pocas ramas secundarias, ángulo de inserción semi erecta, estipula delta (Triángulo equilátero), hojas jóvenes de color verde de forma elíptica, ápice de la hoja apiculada, peciolo verde amarillo, tallo de yema verde, con hojas madura verde y fruta oblonga (Julca, *et al.*, 2011).

Otro estudio reporta que la variedad Caturra tiene apariencia piramidal, ramas insertadas semi erecta, estípula Deltoide, hojas tiernas de color bronce con forma elíptica y hojas madura verde oscuro; peciolo verde y ápice apiculada, frutos de color rojo en forma ovobada (Coronel, 2019).

Mientras la variedad Colombia, tuvo una apariencia piramidal, con presencia de muchas ramas primarias y pocas secundarias, con ramas insertadas semi erecta, con estípula delta, hojas tiernas de color verde con forma elíptica y hojas madura verde; con peciolo verde amarillo y frutos de color rojo en forma oblonga (Julca, *et al.*, 2011), mientras un estudio adicional sobre la variedad Colombia reporta hojas tierna y maduras color bronce y verde oscuro respectivamente y fruto de color rojo de forma oblonga (Coronel, 2019).

La variedad Catuai, tiene una apariencia piramidal, con habito de ramificación de muchas ramas primarias y algunas ramas secundarias, con estipula delta (Triángulo equilátero), con hojas tiernas y madura de color verde y verde oscuro respectivamente, con hojas de forma elíptica y un ápice apiculada, color del peciolo verde amarillo, forma de la fruta oblonga (Julca, *et al.*, 2011).

La variedad Catimor tiene apariencia piramidal, con muchas ramas primarias y pocas ramas secundarias, con estipula ovada (Triángulo equilátero), color de hoja tierna bronce oscuro y color de hoja madura verde, con hoja con forma elíptica, el peciolo de color verde amarillo y frutos de forma oblonga (Julca, *et al.*, 2011).

La variedad Limani es de porte bajo, con brotes de color bronce, el tamaño del fruto medio, adaptado en zonas medias, con resistencia a la roya, bajo condiciones de altura el rendimiento y la calidad es mayor, ingresa la producción comercial al tercer año, y requiere de una fertilización balanceada para lograr buenos rendimientos; sin embargo, aún se desconoce la institución que lo ha obtenido (World, 2018).

a. Altura de planta

En la selva central la variedad Costa Rica 95 registro una altura de 204.9 cm, mientras las variedades de Catimor y Colombia registró 140.90 y 177.76 cm respectivamente

(Alarcón, 2016). Otro estudio en Jaén y San Ignacio, la variedad Catimor registró 200 cm de altura y Catuai rojo llegó a 230 cm (Coronel, 2019).

b. Longitud de hoja

Un estudio concluye que, de diez variedades CEPAC 1, CEPAC 2, CEPAC 3, CEPAC 4, Icatú Precoz, Catuaí, Tupi, Paraíso, Castillo y Catuai local (testigo) no presentan diferencia estadística, es muy probable que estos valores se deben al grado de similitud por compartir genes asociados a sus orígenes del *Coffea canephora* y *Coffea arábica* (Catari, 2017).

c. Ancho de hoja

Un estudio concluye que, de diez variedades CEPAC 1, CEPAC 2, CEPAC 3, CEPAC 4, Icatú Precoz, Catuaí, Tupi, Paraíso, Castillo y Catuai local (testigo) no presentan diferencia estadística, es muy probable que estos valores se deben al grado de similitud por compartir genes asociados a sus orígenes del *Coffea canephora* y *Coffea arábica*, aunque el más ancho de la hoja pertenece al cultivar Castillo con 7,27 cm y el menor al Icatu Precoz con 5.89 cm de ancho (Catari, 2017).

d. Longitud del peciolo

Un estudio concluye que, de las diez variedades de café: CEPAC 1, CEPAC 2, CEPAC 3, CEPAC 4, Icatú Precoz, Catuaí, Tupi, Paraíso, Castillo y Catuai local (testigo) no presentan diferencia estadística para la longitud del peciolo de la hoja, esto podría deberse a los caracteres heredado de sus progenitores, mayor longitud del peciolo presenta el cultivar CEPAC 2 con 1.5 cm y la menor el cultivar Castillo con 1.12 cm. (Catari, 2017).

e. Número de ramas por planta

Un estudio realizado de comportamiento de las variedades de Colombia, Costa Rica 95 y Catimor en el distrito del Perené en la Selva Central reportan que la variedad Costa Rica 95 presentó el mayor número de ramas con 34 ramas/por planta, seguido la variedad Colombia y Catimor (Alarcón, 2016).

2.8. La roya del café (*Hemileia vastatrix* Berk. & Br)

La roya del café es una de las 10 enfermedades más agresivas a nivel mundial debido a los daños ocasionado y pérdidas económicas q a generados. Una vez reportado su presencia en un país es imposible su erradicación. La estrategia más viable es aprende a convivir

en un nivel que no ocasiona daño económico mediante el uso de estrategias viables de prevención y manejo (Virginio y Astorga, 2015).

En 1869 se registró el 1er reporte en el continente asiático, específicamente en Sri Lanka. Y gracias a un británico de nombre Miles Joseph Berkely experto en hongos quien lo describió y puso el nombre científico de *Hemileia vastatrix* Berk. & Br (Avelino y Rivas, 2013).

Según Scheiber y Zentmyer en 1984 indican que la enfermedad ocasionado por *Hemileia vastatrix* Berk. & Br es reportado en el estado de Bahía (Brasil) en 1970, seguidamente fue reportado en Bolivia en 1978 y en 1979 reportan la raza II en plantaciones de café en la provincia de Satipo-Región Junín (Quispe et al. 2017).

Por otra parte, el Centro de Investigación de la Roya del Café (CIRC) ubicado en Portugal, analizaron un total de 3500 muestras recolectadas en todas las zonas productoras de café de los cuales, identificaron 50 razas de roya (Várzea, 2013).

Según expertos señalan que la roya amarilla está distribuida en todos los países productores de café, y que las pérdidas son sustanciales entre 30 y 50% menos en los rendimientos (Silva *et al.*, 2006)

El hongo de *H. vastatrix.*, en el tiempo y producto de su evolución desarrollo variantes genéticas conocidos como razas del hongo, están nuevas razas pueden ser más agresivas para cada variedad de café, y el grado de infección dependerá de los genes de resistencia de la planta y genes de virulencia del hongo (Cristancho, 2011).

2.8.1. Resistencia del café y virulencia de la roya amarilla

Estudios revelan que el café tiene 9 genes responsable de resistencia al hongo *H. vastatrix*, cada gen lleva una sigla SH y se pone un número para su identificación del gen (Virginio y Astorga, 2015), así mismo, *H. vastatrix* tiene genes de virulencia, igual lleva siglas para su identificación como V y un número por gen; es decir, que cada gen de resistencia del café tiene un gen de virulencia del hongo, llamado gen – gen (Avelino y Rivas 2013).

El descubrimiento de un híbrido natural entre *C. arabica* y *C. canephora* hallado en la isla de Timor en 1917 permitió incorporar 4 genes de resistencia SH6, SH7, SH8 y SH9 que provienen de *C. canephora*, de los cuales, las descendencias 832, 1343 y 2570 del híbrido de Timor heredaron los genes de resistencia de *C. canephora*; asimismo, los genes SH1, SH2, SH4 y SH5 provienen de la *C. arabica* y la SH3 derivados del cruzamiento con *C. liberica*. En ese contexto las variedades que se originaron por el cruce con las variedades Caturra, Villa Sarchí y Catuaí–conocidas como catimores, sarchimores y cavimores respectivamente– llevan

8 genes de resistencia, 4 provienen de *C. arabica* y cuatro de *C. canephora*, y que gracias a esta estrategia se pueden obtener variedades con mayor resistencia a roya (Castro et al., 2013).

Hasta el momento la estrategia más viable y atrayente para afrontar la roya amarilla es el uso de variedades resistentes, ya que reduce los costos al dejar de utilizar fungicidas, evita la degradación del ambiente ya que podrían provocar acumulación de metales pesados en el suelo y en las aguas, evita la exposición de los agricultores con los fungicidas (Avelino y Rivas 2013). Después de la epidemia de la roya en el Perú 2013, la estrategia ha sido reemplazar la variedad Típica, Caturra principalmente por los catimores, ya que todavía presenta resistencia a la «roya» (Díaz y Carmen, 2017).

Es necesario manifestar que el color de brotes podría ser un buen indicador visual del grado de susceptibilidad y/o resistencia a enfermedades como la roya amarilla del café; esto podría estar estrechamente asociado al contenido de cafeína y otros biocompuestos en las hojas. La especie de café robusta y sus variedades por lo general tienen un mayor contenido de cafeína que varían de 1.8 a 3.4 % (Ferrão et al, 2015).

Algunos estudios indican que los mecanismos de defensa de las plantas de café son a través de su expresión genética de enzimas antioxidativas, e hidrolíticas, y también algunas relacionados a la patogénesis, ya que inhiben el desarrollo del hongo (Loureiro et al., 2015).

En genotipos de café se activan los mecanismos de defensa al verse atacado por el hongo *Hemileia vastatrix*., la misma que está asociada con la deposición de callosa, compuestos fenólicos (flavonoides y ácido clorogénico) y con la lignificación de la pared celular, mientras que otros genotipos se asociación con la activación de enzimas, asimismo algunas variedades de café están asociados a proteínas como la β -1,3-glucanasa y quitinasa para afrontar a la raza II de *H. vastatrix* raza II (Fernandez et al., 2012; Florez et al., 2017).

Una de las respuestas o mecanismos de las plantas de *Coffea arabica* L. no susceptible está relacionado al incremento de metabolitos secundarios como neoclorogénico (5-CQA) y ácido cafeico, mientras la actividad de enzimática, la quitinasa y peroxidasa presentaron altas concentraciones durante la enfermedad, ; en este caso de resistencia de plantas de café a la enfermedad de la roya amarilla y la patogénesis se relaciona a la presencia de compuestos fenólicos y proteínas como son la glucanasa, peroxidasa y quitinasa (Luján et al., 2020).

2.9. Factores que determinan la productividad del cafetal

La máxima capacidad productiva está determinada por la genética de la planta e influenciado por la interacción con el medio ambiente (suelo y clima), y el manejo del cultivo (Arcila, 2007).

2.9.1. Factores climáticos que intervienen en la productividad del cafetal

Cada localidad presenta características agroclimáticas y edáficas que determinan la productividad de las plantas (Jaramillo, 2005), así mismo, gracias a la energía lumínica ocurre el proceso de la fotosíntesis en las plantas formando compuestos esenciales que la planta lo utiliza en sus procesos fisiológicos. Los efectos morfogénicos dependen de la cantidad, intensidad y distribución espectral de la longitud de onda, ya que pueden tener efectos como las mutaciones (Taiz y Zeiger, 2002).

Respecto a la altitud está relacionado con la temperatura, y también con la intensidad de las lluvias, pero contrariamente con la iluminación; razón por el cual las condiciones más óptimas para el desarrollo del café son entre los 1200 a 1800 m.s.n.m., pero se puede cultivar a menos de 1200 m.s.n.m. de altitud y superior a 1800 m.s.n.m.; sin embargo, la calidad del café es superior cuando se produce a mayor altitud (Quintana, 2018). *Coffea arabica* L. bajo condiciones de temperaturas de 18 a 22 °C presenta un crecimiento y desarrollo óptimo, mientras que por encima de los 25 °C la tasa fotosintética disminuye y las hojas podrían ser dañadas de continuar su exposición a altas temperaturas. (Banegas, 2009); El café puede tolerar temperaturas de 15 °C por las noches, mientras en el día puede tolerar de 25 a 30 °C. (Quintana, 2018); sin embargo, superior a 28.9 °C afectan el inicio de la floración, lo que podrían ocasionar un alto aborto floral (Vértiz, 2017). Otros autores indican que la temperatura óptima para el crecimiento y desarrollo del café esta entre los 15 y 25 °C (Alarcón, 2016), así también, la temperatura y la distribución de las lluvias tienen un efecto en las etapas fenológicas, calidad, rendimiento y otros compuestos orgánicos del café (Sarango, 2018); las precipitaciones entre los 1000 a 3500 mm anuales en las zonas cafetaleras favorecen la floración en dos épocas bien marcadas del año ocasionando dos cosechas por año; asimismo, cuando la precipitación es menor los rendimientos son menores, en zonas mayores a 3000 mm de precipitación ocasionan problemas de enfermedades fungosas que afectan el rendimiento.

Por otro lado, tanto la luz o sombra puede tener efectos positivos o negativos en el rendimiento de grano de café, es decir, un exceso de sombra puede resultar perjudicial, esto es notorio en las variedades mejoradas y susceptibles como caturra o los Bourbones; asimismo, las sombras puede afectar los beneficios de una fertilización al suelo

(Sarango, 2018), tanto el exceso de sombra y radicación solar puede afectar seriamente el rendimiento continuo y sostenido de café, reduciendo el ciclo de vida del café (Bartra, 2021).

Por otro lado, la humedad relativa influye también en el crecimiento y desarrollo del cafeto, esto puede ser variable y depende de la variedad y especie, la recomendación es que el café debe crecer entre 70 a 85 % de humedad relativa (HR) ya que se adapta muy bien (Fischersworing y Robkamp, 2001). Algunos autores señalan que la humedad relativa optima puede variar según la especie o variedad, para las arábicas puede ser entre 70 a 95 % y para las robustas entre 80 a 90 %, por otro lado, HR altas podrían generar problemas sanitarios (Bartra, 2021).

2.9.2. Factores edáficos que inciden en la productividad del café

Según los estudios de la DESCO, indican que en la selva peruana existen 5 órdenes de suelos, de los cuales, las ordenes de Inceptisol y alfisol, son las adecuados para producir café de excelente calidad. Por otro lado, señalan que las mejores condiciones físicas del suelo son los que provienen de cenizas volcánicas, las cuales poseen de buena textura (franco) y estructura granular, profundidad que puede variar entre 40 a 60 cm, que cuente un adecuado drenaje, suelo con buena capacidad de retención de humedad y mayor resistencia a la erosión debido a los minerales amorfos como la alófana que predominan (Marín, 2012).

Por otro lado, suelos que presentan textura franca o migajón, con buena profundidad tanto en la capa arable y subsuelo, buen drenaje, ligeramente ácido, con buen contenido de materia orgánica y potasio aseguran el potencial de rendimiento del café, así mismo, cuando la aireación del suelo está a 60 % de espacio poroso es ideal para un correcto desarrollo del sistema radicular (Gonzales, 2017). Mientras, el contenido ideal de materia orgánica para las plantaciones de café debe ser entre 2.1 a 5.7 % (Quijano, 2008), para el fosforo disponible en el suelo debe ser mayor a 7 ppm, potasio mayor a 300 kg/ha de K_2O , Mg entre 0.5 a 2 meq/100 g, con una CICE mayor de 7 cmol (+)/kg, así también el contenido de aluminio debe ser menor a 30 % con pH de suelo de 5.5 a 5.8 (Zavala, 2007); para Sánchez suelos con pH de 4.5 a 5.5 son los más adecuados para el cultivo de café. (Sánchez, 2015).

Para el adecuado crecimiento y desarrollo del cultivo de café las condiciones físicas e hidrológicas del suelo son claves, tal como lo revelan estudios en Brasil donde indican que suelos profundos no necesariamente pueden influir en la profundidad efectiva y desarrollo del sistema radicular, más aún si se presentan periodos de sequias edáficas; sin embargo, la mayoría de productores de Brasil están viendo como una opción el sistema de manejo del suelos, ya que raíces de café pueden pasar más de 1 m de profundidad cuando el

suelo físicamente no impide y químicamente las condiciones son adecuadas acompañado con un buen contenido de fósforo, calcio y boro (Silva et al., 2019).

Además, el sistema de manejo de suelos como la rotación intensiva del suelo y la labranza hacen que se promueva la ruptura de la estructura de los agregados, generando cambios en la estructura del suelo (Da Silva et al., 2017). Un estudio revela que después de 6 meses de sembrado plantas de café en suelos Latosólicos y Cambisólicos las raíces del café llegaron de 0.6 a 0.8 m y después de 12 meses las raíces alcanzaron 1.20 m en cambisol y 1.4 en Latosol (Serafim et al., 2013), es así que los suelos con buen nivel de profundidad y un sistema radicular bien distribuido en el perfil del suelo responde mejor a la sequía, ya que la buena distribución del sistema radicular y los cambios de la estructura del suelo ayuda en la interacción entre el sistema de manejo productivo con las condiciones edafoclimáticas que son intrínsecas al mismo (Silva et al., 2019), el cultivo de café intercalado con cultivos de cobertura en Brasil ayudo a mejorar la fertilidad del suelo, ya que permite que las raíces del café puedan profundizarse para acceder a más agua y nutrientes, haciendo que se incremente el carbono del suelo, mejora las propiedades físicas y biológicas del suelo (Resende et al., 2014).

Una particularidad del cultivo de café es que prospera en diversos tipos de suelos, sin embargo, aquellos suelos arcillosos pueden retener más humedad y nutrientes gracias a su capacidad de intercambio catiónico (CIC); sin embargo, los suelos arcillosos tienen mal drenaje en comparación con los de textura Limosa o arenosa (Vislao, 2021); es decir, los suelos con menor densidad aparente presentan bajo % de porosidad del suelo, limitando el buen desarrollo de la masa radicular, así también otras propiedades pueden ser afectadas negativamente, generando mala aireación del suelo, baja capacidad de infiltración de agua y obstruyendo la penetración del sistema radicular (Orozco, et al., 2016), por eso, el café debe establecerse en suelos de acuerdo a su drenaje, permeabilidad y profundidad efectiva, permitiendo que el agua y el aire circulan a través de los poros del suelo, de tal manera se promueve una mejor sostenibilidad del crecimiento y desarrollo; otras propiedades que también se debe tener en cuenta son los suelos con textura franco donde la permeabilidad es moderada (López y Encomenderos, 2008).

Otro de las características de los suelos que se debe tener en cuenta es el pH del suelo, ya que es un indicador para tomar mejores decisiones antes de la fertilización; el café requiere suelos con pH de 5.0 y 5.5, lo que promueve una mayor actividad de los microorganismos que mineralizan la materia orgánica y haciendo que muchos elementos estén disponibles para las plantas, especialmente N-P-S; sin embargo, si el pH está por debajo a 5.0 se puede tener problemas de deficiencias de P - Ca - Mg - K - B - Cu - Zn y si el pH es superior

a 5.5 podría generar deficiencias de P-B-Fe-Cu-Zn (López y Encomenderos, 2008). Los problemas cuando el pH del suelo es muy alto (básico) se debe a los altos contenidos de calcio, teniendo deficiencias de micronutrientes manganeso, hierro, zinc, boro o cobre (Gonzales et al., 2003).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación

3.1.1. Ubicación general

El trabajo se realizó en el Centro Piloto de Innovación Tecnológica de Café, implementado por la Estación Experimental Agraria Santa Ana del Instituto Nacional de Innovación Agraria.

3.1.2. Ubicación política

- Caserío : Cafesa
- Distrito : Daniel Alomía Robles
- Provincia : Leoncio Prado
- Región : Huánuco

3.1.3. Ubicación geográfica

- Altitud : 798 m.s.n.m
- *Coordenadas UTM*
Este: 398037
Norte: 8986345
Zona: 18 L

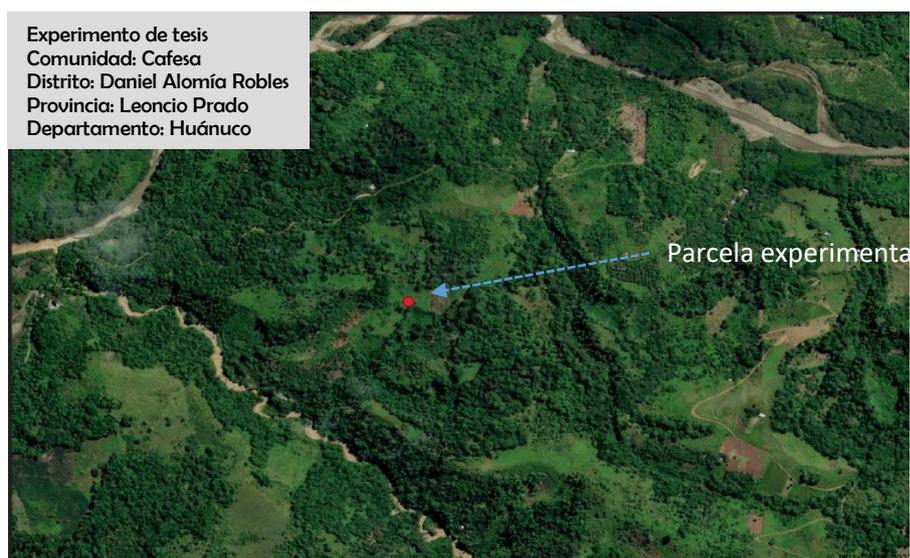


Figura 2. Imagen satelital de la parcela experimental, Localidad Cafesa, distrito Daniel Alomía Roble, Tingo María-Huánuco.

3.2. Materiales y equipos

3.2.1. Material vegetal

Conformado por cinco variedades, cada variedad corresponde un tratamiento con 50 plantas de café/tratamiento con 3 repeticiones, dentro de cada tratamiento se evaluó 5 plantas de los tres surcos centrales para determinar las características morfo-agronómicas.

El material genético corresponde a las variedades del Programa Nacional de Investigación de café y cacao del Instituto Nacional de Innovación Agraria-INIA, las mismas que se vienen estudiando en 11 regiones cafetaleras del país.

3.2.2. Materiales de laboratorio

- Balanza de precisión
- Despulpadora
- Escalímetro
- Vernier (Pie de rey) electrónico
- Cuaderno de campo
- Wincha de 3 m
- Tableros de madera, cinta métrica, entre otros.
- Plumón de tinta indeleble, Lápiz, lapiceros y borradores
- Fichas de evaluación, tarjetas plastificadas
- Cartilla de evaluación
- Hojas Bonn
- Bolsas de papel y plástico
- Cámara fotográfica digital

3.3. Metodología de estudio

El experimento se realizó en un área de 2500 m². Cada unidad experimental estuvo conformada por 5 surcos de café con una distancia de 2 m entre surco, mientras cada surco estuvo conformado por 10 plantas con una distancia de 1 m entre planta, teniendo 50 plantas/unidad experimental.

El diseño utilizado es el de Bloques completos al azar (DBCA) con 5 tratamientos y 3 repeticiones, cada tratamiento está conformado por 50 plantas, de los

cuales se seleccionaron 5 plantas para su evaluación de las características cuantitativas y cualitativas.

3.3.1. Diseño experimental

Diseño de Bloques Completos al Azar.

Modelo aditivo lineal

$$Y_{ij} = \mu + B_j + \hat{\mu}_i + \varepsilon_{ij}$$

Dónde:

$J = 1, 2, \dots, r$ (bloques)

$I = 1, 2, \dots, t$ (tratamiento)

Y_{ij} = observación del i-ésimo tratamiento en la J-ésima repetición.

μ = media general

$\hat{\mu}_i$ = efecto del i-ésimo tratamiento

B_j = efecto aleatorio del j-ésimo bloque.

ε_{ij} = error experimental.

3.3.2. Material genético

El material genético corresponde a variedades completas, mas no corresponden a nuevas líneas que se encuentran en F1, F2, F3....

Tabla 7. Variedades utilizadas en el Ensayo en red.

Nº	Variedades	Procedencia
1	Caturra (Testigo)	Villa Rica
2	Catimor	EEA Pichanaki
3	Catuai	EEA Pichanaki
4	Limaní	EEA Pichanaki
5	Colombia	EEA Pichanaki

Fuente: PNI cultivos Café y cacao INIA (2014)

3.3.3. Características del experimento

Tabla 8. Datos del experimento.

Factor	Valor
Diseño experimental	DBCA
Nº de variedades	5
Nº de bloques	3
Nº de plantas por tratamiento	50
Nº de plantas por todo el ensayo	750
Área del experimento (m ²)	1500 m ²
Altitud de la parcela	798 msnm
Longitud de fila/tratamiento	10 m
Ancho de fila	2 m
<u>Distancia entre planta</u>	<u>1 m</u>

3.3.4. Métodos y procedimientos

a. Germinación de las variedades del café

Se realizó en un germinador de manera rustica siguiendo todos los criterios técnicos como la desinfección de la semilla, preparación del sustrato para la cama almaciguera, siembra, tapado de semilla, riego, control fitosanitario para la chupadera, entre otros.



Figura 3. Germinación de las variedades de café.

b. Producción de plántones de café en vivero

Teniendo todas las consideraciones técnicas se realizó la preparación del sustrato para el embolsado del café, resaltar que no se utilizaron ningún tipo de fertilizante sintético.



Figura 4. Producción de plántones de las diferentes variedades de café.

c. Instalación del café en campo definitivo

Previo análisis de suelos se realizó la instalación de café en campo definitivo, y debido al pH del suelo menos de 4,5 que presento se realizó el encalado de los hoyos a fin de mejorar y establecer una plantación de café con distanciamiento de 2 metros entre surcos y 1 metro entre planta, al inicio la plantación estuvo libre sin sombra, pero considerando la sostenibilidad de la producción del café en el mismo terreno se instaló plantas Guaba (*Inga edulis* M.) con un distanciamiento de 6x6 metros, y también se instaló plantas de pino tecunumani.



Figura 5. Instalación en capo definitivo las variedades de café.

d. Labores culturales

Se realizó de acuerdo con la fenología del cafeto, estuvo bajo la responsabilidad del especialista, tesista y agricultor (dueño de la parcela), donde se realizaron el deshierbo y la fertilización, se realizó por 7 veces: tres meses después de instalado en campo definitivo (figura 6), 5 meses de instalado (figura 7), 1 año de instalado, inicios de la floración y llenado de grano.



Figura 6. Primer control de malezas de la parcela experimental de café, a tres meses de instalado, localidad de Cafesa.



Figura 7. Segundo control de malezas, parcela experimental de café, a cinco meses de instalado, localidad de Cafesa.

El Programa de fertilización se realizó en función al análisis de suelos. Primero, para corregir el pH del suelo = 4.08 se realizó el 1er y 2do encalado de suelo con Dolomita a 200 y 100 gramos/planta respectivamente y para el 3er encalado se utilizó cal agrícola a 100 gramos/planta. Al momento de la instalación de la plantación se aplicó materia orgánica al fondo del hoyo combinado con roca fosfórica.

De manera complementaria se utilizó fertilizante sintético compuesto 12-12-12 de NPK para el primer abonamiento, ya en el segundo abonamiento se utilizó fosfato di amónico (FDA) y otros (Ver tabla 9).

Tabla 9. Fertilización de la parcela de investigación.

N°	Fecha de aplicación	Dosis (kg/ha)			Fertilizantes sintético (kg)/ha	Dosis de Abonos orgánicos gramos por planta (g/planta)			
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O		NPK	Compost	Dolomita	Cal agrícola
1	15/07/2014	0	0	0	0	1600	200		200
2	29/09/2014	20	20	20	100	800	100		100
3	30/01/2015	30	20	20	171			100	
4	10/04/2015	30	20	40	157				
5	15/09/2015	40	20	40	180				
6	15/12/2015	40	20	40	180				
7	15/02/2016	60	20	80	289			5,000	

Fuente: Propia 2014-2015-2016

Se tomaron 375 plantas para la presente tesis.

- **Abonamiento con fuentes de origen orgánico**

Para la 1ra aplicación de abonos con el uso insumos de naturaleza orgánica, donde se combinó compost (1600 gramos), roca fosfórica (200 gramos) y dolomita (200 gramos) por planta. Para la 2da aplicación se disminuyó en 50% los abonos; es decir, se utilizó compost (800 gramos), roca fosfórica (100 gramos) y dolomita (100 gramos por planta). Para la 3ra aplicación consistió en el encalado con cal agrícola a dosis de 100 g/planta (ver figura. 9), esta aplicación se realizó ya que las plantas necesitaban tener un mejor desarrollo del sistema radicular y evitar las pudriciones radiculares por hongos, haciendo menos favorable el ambiente y ayudando a mejorar la relación catiónica de calcio/magnesio (Ca/mg).

- **Paralelamente se complementó con una fertilización sintética**

En la primera aplicación se utilizó 100 kilos del fertilizante compuesto 12-12-12 de NPK. A cada planta se aplicó 20 gramos del fertilizante. Mientras en

la tercera aplicación se utilizó 171 kilos de fertilizante sintético por separado. A cada planta se aplicó 34 gramos.

La tercera fertilización consistió en utilizar y mezclar los siguientes fertilizantes sintéticos: urea, fosfato diamónico y cloruro de potasio. Este tipo de fertilizantes se consiguen en el mercado, el nitrato se evitó usar por su baja comercialización en las tiendas.



Figura 8. Segundo abonamiento, mezcla de fertilizante compuesto 12-12-12 a dosis de 20-20-20 de NPK, localidad de Cafesa, distrito de Daniel Alomía Robles-Huánuco.



Figura 9. Encalado del suelo a base de cal agrícola, a dosis de 100 g/planta, parcela experimental de café de 7 meses de instalado, localidad de Cafesa.

- **Control de malezas**

Esta labor estuvo orientado a mantener el campo limpio, 3 deshierbo/año.

- **Control fitosanitario**

El manejo fitosanitario estuvo orientado a la prevención y manejo de la broca del café. Se tuvo incidencia de la roya amarilla; sin embargo, no se utilizó ningún fungicida, ya que parte del objetivo también ha sido determinar el grado de susceptibilidad y/o tolerancia a la roya amarilla.

- **Cosecha de frutos**

El momento de la cosecha fue en el 3er año de establecido la plantación en campo definitivo, es decir cuando la planta tuvo 3 años de edad. La cosecha se realizó de manera escalonada cuando los frutos estuvieron maduros, cogiendo solo aquellos frutos que llegaron a su madurez, realizando un total de 4 cosechas.



Figura 10. Caracterización de la planta y fruto del café, parcela experimental, localidad Cafesa, distrito de Daniel Alomía Robles-Huánuco.

El beneficio en húmedo y el despulpado se hizo manualmente, después se continuo con la fermentación un tiempo de 12 a 15 horas, una vez pasado el tiempo los granos se muestran ásperos y tienen sonido a cascajo se procedió a lavar y secar a temperatura ambiente.

3.3.5. Caracterización de la planta

Se realizó de acuerdo al crecimiento y fenología del cultivo con la ayuda de la lista de descriptores de café del IPGRI (1996), adicionalmente se realizó la evaluación de incidencia de roya del café (*Hemileia vastatrix*).

Se registró datos de veintiséis (26) variables cuantitativas y trece (13) variables cualitativas (ver tabla 10).

Las variables cualitativas de la planta fueron evaluadas en función a la lista de descriptores publicada por el IPGRI (International Plant Genetic Resources Institute-1996).

La evaluación de algunos caracteres cualitativos y cuantitativos se realizó durante todo el crecimiento y desarrollo de la planta, sin embargo, la mayoría de las variables se realizaron durante la prefloración, floración, desarrollo de frutos, maduración, entre otros; es decir una vez que la planta ha fijado sus caracteres y se puede comparar el grado de adaptación.

Tabla 10. Características morfo-agronómicas considerados en la caracterización de variedades de café del presente estudio.

	Características cuantitativa	Características cualitativas
I. Parte vegetativa	(1) Altura de planta (m)	(1) Apariencia general
	(2) Número de ramas por planta	(2) Hábito de ramificación
	(3) Diámetro del tallo principal (mm)	(3) Angulo de inserción de las ramas primarias
	(4) Longitud de la hoja (mm); medido en hojas adultas	(4) Forma de la estipula
	(5) Ancho de la hoja (mm)	(5) Color de hoja madura
	(6) Longitud del peciolo (mm)	(6) Forma de la hoja
	(7) Longitud de entrenudo de rama (mm)	(7) Forma del ápice de la hoja
	(8) Longitud de entrenudo del tallo (mm)	(8) Color del peciolo
II. Fructificación	(9) Número de nudos por rama	(10) Forma de fruto
	(10) Número de frutos por nudo	(11) Color de fruto maduro
	(11) Número de frutos por planta	
	(12) Longitud del fruto (mm)	
	(13) Ancho del fruto (mm)	
	(14) Peso de 100 frutos maduros (g)	
	(15) Peso de pulpa de 100 frutos (g)	
	(16) Proporción de frutos vacíos (%)	
	(17) Relación cosecha/café pergamino seco	
III. Semilla	(18) Longitud de semilla (mm)	(12) Color de la semilla
	(19) Ancho de la semilla (mm)	(13) Forma de la semilla
	(20) Peso de 100 semillas (g)	
	(21) Peso pergamino	
	(22) Porcentaje de semilla vana (%)	
	(23) Rendimiento por tratamiento (kg/variedad.	
IV. Evaluación de roya amarilla	(24) Rendimiento en kilos/hectárea	
	(25) Rendimiento en qq/hectárea	
	(26) Porcentaje de incidencia de roya amarilla	

Fuente: Elaboración propia, basado en descriptores del IPGRI (1996).

a. Altura

Se midió de la base del tallo hasta la yema final del tallo principal.

b. Forma de planta

Se registró la forma de la planta según descriptor.

c. Número de ramas por planta

Se contabilizó el número de ramas por planta elegida para la evaluación.

d. Ángulo de inserción de ramas primarias

De cada planta seleccionada se midió el ángulo de inserción de 5 ramas con relación al tallo, según descriptor.

Tabla 11. Descriptores morfológicos utilizados en la caracterización morfológica solo para características cualitativas.

V1	Apariencia general	V9	Color de brotes jóvenes
	1 Elongada cónica		1 Verduzca
	2 Piramidal		2 Verde
	3 Arbustiforme		3 Amarronada
V2	Hábito de ramificación		4 Marrón rojiza
	1 Muy pocas ramas primarias		5 Bronce
	2 Muchas ramas primaria con algunas ramas secundarias		6 Rojo
	3 Muchas ramas primarias con muchas ramas secundarias		7 Pardo
	4 Muchas ramas primarias con muchas ramas secundarias y terciarias	V10	Forma de la fruta
V3	Ángulo de inserción de las ramas primarias		1 Redondeada
	1 Colgante		2 Obovadas
	2 Horizontal o difuso		3 Oval
	3 Semi-erecto		4 Elíptica
V4	Forma de la estipula		5 Oblonga
	1 Redonda		6 Otro
	2 Oval	V11	Color de fruto maduro
	3 Triangular		1 Amarillo
	4 Deltoide (triángulo equilátero)		2 Amarillo naranja
	5 Trapeciforme		3 Naranja
	6 Otra		4 Naranja rojizo
V5	Color de la hoja madura		5 Rojo
	1 Verduzca		6 Rojo púrpura
	2 Verde		7 Púrpura
	3 Amarronada		8 Púrpura violeta
	4 Marrón rojiza		9 Violeta
	5 Bronce		10 Negro
	6 Rojo		11 Otros
	7 Pardo	V12	Color de semilla
V6	Forma de la hoja		1 Amarillo
	1 Ovovada		2 Marrón-púrpura
	2 Ovada		3 Otro
	3 Eliptica	V13	Forma de semilla
	4 Lanceolada		1 Redondeada
	5 Otro		2 Ovavada
V7	Forma del ápice de la hoja		3 Oval
	1 Redonda		4 Elíptica
	2 Obtusa		5 Oblonga
	3 Aguda		6 Otro
	4 Puntiguda		
	5 Apiculada		
	6 Espatulada		
	7 Otro		
V8	Color del peciolo		
	1 Verde		
	2 Marrón oscuro		
	3 Otro		

FUENTE: IPGRI (1996).

d. Forma de estípula

En cada 5 plantas por tratamiento se observó la forma de la estípula y finalmente se promedió por tratamiento, según descriptor.

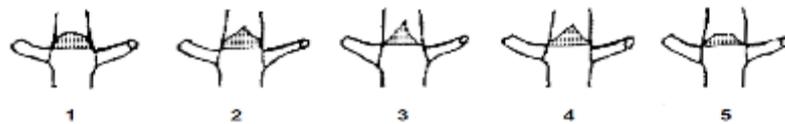


Figura 11. Descriptores de forma de estípula.

e. Forma de hoja

En cada una de las 5 plantas por tratamiento se observó la forma de hoja más representativa del tratamiento y finalmente se promedió por tratamiento, según descriptor.

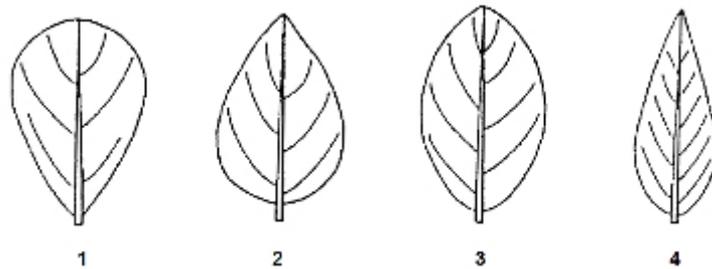


Figura 12. Descriptores de la forma de hoja.

f. Forma de ápice de la hoja

En cada una de las 5 plantas por tratamiento se observó la forma de ápice de hojas, según descriptor.

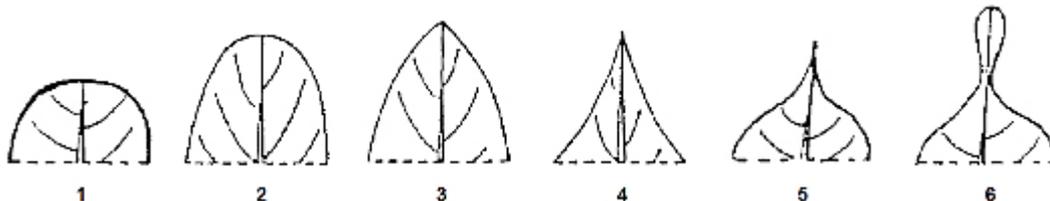


Figura 13. Descriptores de ápice de la hoja.

g. Color de hoja madura

Se seleccionaron al azar 5 plantas por tratamiento, dentro de cada planta se seleccionaron 5 ramas diferentes se evaluó el color de las hojas maduras, y como resultado al final un solo color de hojas maduras. según descriptor.

h. Color de brotes jóvenes

Al azar se seleccionaron 5 plantas por tratamiento, dentro de cada planta se seleccionaron 5 ramas diferentes de donde se evaluó cinco puntos apicales, donde se describió el color de los brotes jóvenes, según descriptor.

i. Longitud de la hoja (mm)

De 5 plantas por tratamiento, por cada planta se seleccionaron 5 hojas del tercio medio donde se midió la longitud de la hoja, para ello se utilizó un escalímetro (escala 1:100).

j. Ancho de hoja (mm)

De 5 plantas por tratamiento, por cada planta se seleccionaron 5 hojas del tercio medio donde se midió el ancho de la hoja, para ello se utilizó un escalímetro (escala 1:100).

k. Longitud del peciolo (mm)

Se midió en milímetros cinco hojas desde la base del peciolo hasta la inserción con la lámina foliar, el valor del descriptor por planta se expresó como el promedio de las cinco mediciones.

l. Color del peciolo

El color del peciolo por planta se determinó considerando el color predominante de las cinco observaciones, resultando al final un solo color.

m. Diámetro del tallo principal (mm)

Se midió el diámetro del tallo a 5 centímetros sobre el nivel del suelo.

n. Longitud del entrenudo de rama (mm)

Los datos se obtuvieron de la medición total de las ramas dividido entre los entrenudos de la planta ubicada en el tercio medio.

o. Longitud del entrenudo del tallo (mm)

Para la medición de la longitud del entrenudo en el tallo se realizó en milímetros por cada planta.

p. Número de nudos por rama

Se contabilizó el número de nudo en las ramas del tercio medio, luego se promedió.

q. Número de frutos por nudo

Para la medición del N° de frutos por nudo se realizó el conteo total del número de frutos por nudo en 4 ramas bien desarrolladas luego se sacó el promedio.

r. Número de frutos por planta

Se contabilizó el número de frutos en las 5 plantas por tratamiento, solo se contabilizó todos los frutos maduros y verdes.

s. Forma de fruto

Se registró la forma de fruto mediante el uso del descriptor del IPGRI clasificando los códigos del 1-6: (1) redondeada, (2) obovadas, (3) oval, (4) elíptica, (5) oblonga y (6) otro.



Figura 14. Descripción de forma del fruto en café.

w. Color del fruto maduro

Se registró el color de fruto maduro mediante el uso del descriptor del IPGRI clasificando según descriptor.

t. Longitud del fruto (mm)

De las 5 plantas por tratamiento se midió la longitud de los frutos de manera aleatoria en milímetros (mm), por cada planta se eligió 5 frutos, luego se sacó el promedio de longitud del fruto.

x. Ancho del fruto

De las 5 plantas por tratamiento se midió el ancho de los frutos de manera aleatoria en milímetros (mm), por cada planta se eligió 5 frutos, luego se sacó el promedio de longitud del fruto.

y. Peso de 100 frutos maduros (g)

Al momento de la cosecha de manera aleatoriamente se registró 100 frutos maduros por planta, el pesado se realizó en el laboratorio de la facultad de Recursos Naturales de la UNAS.

z. Peso de pulpa de 100 frutos (g)

De los 100 frutos que anteriormente se pesaron se despulparon para ser pesados solamente la pulpa, esta tarea se realizó en el laboratorio de la facultad de Recursos Naturales de la UNAS

aa. Proporción de frutos vacíos (%)

Se determinó el número de frutos vacíos, para ello se realizó la prueba de flotación de 100 frutos cosechados.

bb. Relación cosecha/pergamino seco

Se determinó la proporción del café cerezo con relación al peso del pergamino seco.

cc. Longitud de la semilla

Se midió en milímetros la parte más larga de la semilla, se registró el promedio de cinco mediciones.

dd. Ancho de la semilla (mm)

Se midió la parte más ancha de la semilla expresado en milímetros, se registró el promedio de cinco mediciones.

ee. Peso de 100 semillas (g)

Se separó 100 semillas por cada planta y tratamiento para ser pesados con la ayuda de la balanza de precisión.

ff. Color de la semilla

Se logró observar la predominancia del color de semillas de los cinco tratamientos, para ello se utilizó los colores según los descriptores del IPGRI, según descriptor.

gg. Forma de la semilla

Se registró de acuerdo de acuerdo con el descriptor.

hh. Peso del pergamino

Se realizó el peso del café pergamino de todo el tratamiento, la tarea se realizó en el laboratorio de Recursos naturales de la UNAS.

ii. Porcentaje de semilla vana (%)

Se determinó el número de semillas vanas, para ello se realizó la prueba de flotación de 100 semillas en pergamino.

jj. Evaluación de enfermedades

Se realizó la evaluación del nivel de incidencia de la roya en café, esta medición se realizó en la época de máxima fructificación del café, donde se registró el grado de incidencia, para ello se siguió la metodología de Samayoa y Sánchez (2000). A continuación, se muestra la forma de evaluación de incidencia de roya.

$$\text{Incidencia} = \frac{\text{Número de hojas enfermas}}{\text{Número de hojas sanas y enfermas}} \times 100$$

3.3.6. Análisis de datos

a. Tratamientos

Para el análisis estadístico de las variables cualitativas y cuantitativas se utilizó el programa SAS a través de los estadísticos descriptores (media, coeficiente de variación, valor mínimo y valor máximo), asimismo se realizó la prueba de DUNCAN.

b. Análisis de componentes principales (ACP)

Para el análisis de componentes principales se utilizó el programa SAS.

c. Análisis de agrupamiento de las variedades

Se realizó el Análisis Multivariado de agrupamiento “Cluster analysis”, que emplea el programa NTSYS 2.0 (Numerical taxonomy System).

d. Selección de variedades elites

Aquellas variedades que presentaron mejores características agronómicas como precocidad, mayor rendimiento y mayor tolerancia a la roya amarilla del café serán las seleccionadas, para su posterior lanzamiento oficial como variedad adaptada a la zona.

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. Caracterización cuantitativa

4.1.1. Altura de planta (cm)

En la tabla 12 del ANVA se observa que, en la fuente de variación existe alta significación estadística para tratamientos, mientras para el bloque no fue significativo estadísticamente. El coeficiente de variabilidad fue de 1.28 %.

En la tabla 13 observamos que la variedad Catuai presentó la mayor altura de planta con 195.20 cm y fue estadísticamente diferente a las otras variedades, la variedad Caturra presentó la menor altura de planta y es diferente estadísticamente de las demás variedades.

Tabla 12. Análisis de variancia para altura de planta (cm).

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fcal
Bloques	2	3.621	1.811	0.33
Variedades	4	1339.749	334.937	61.26 **
Error	8	43.739	5.467	
Total	14	1387.109		
C.V.(%)			1.276	
Promedio			183.227	

Tabla 13. Promedio para altura de planta (cm).

Variedades	Promedio	Sig.
Catuai	195.200	a
Colombia	189.000	b
Limaní	183.333	c
Catimor	181.733	c
Caturra (Testigo)	166.867	d

Duncan al 0.05 de probabilidad

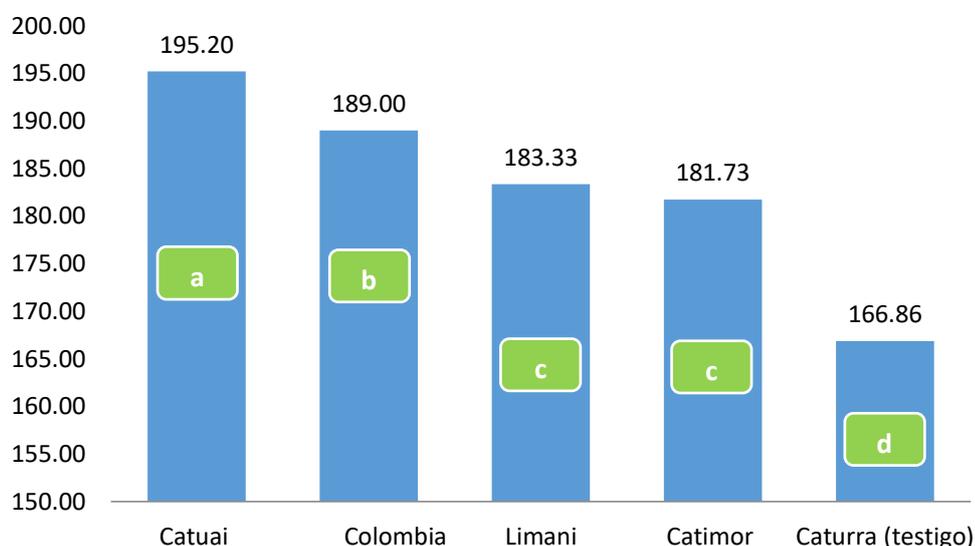


Figura 15. Altura de planta (cm) de cinco variedades.

El comportamiento para altura de planta de un estudio realizado en la selva central reporta que las variedades Costa Rica 95 midió 204.9 cm, mientras Colombia y Catimor midió 177.76 y 140.90 cm respectivamente (Alarcón, 2016); así mismo otro estudio en Jaén y San Ignacio para la variedad Catimor llegó a 200 cm en altura de planta, mientras para la variedad Catuai rojo llegó a 230 cm (Coronel, 2019).

La variación de la altura de planta está relacionada con la variedad y que tienen una alta heredabilidad de 96 % (Anzueto, 2013). La altura de planta es variable y depende de la variedad, y otros factores edafoclimáticos, para nuestro estudio la variedad Catuai fue superior para altura de planta, ya que presenta genes de sus progenitores Caturra y Mundo Novo; y, puede llegar a medir hasta 2.8 m; razón por el cual, es considerado como una variedad de porte medio (World, 2018), mientras las variedades de Caturra, Catimor, Limani y Colombia son de porte bajo (World, 2018; Carvalho, 2008 y Anzueto, 2014); asimismo, las variedades que pertenecen al género *C. Canephora* tienen sistema radicular deficientes y sensibles al estrés, que podrían ocasionar pobre desarrollo radicular y poco profundas (Achar et al., 2015), además la variedad Catuai presenta un crecimiento acelerado ortotropico lo que permite asegurar el crecimiento vertical de nudos y un crecimiento plagiotrópico donde salen las ramas o bandolas asegurando la producción (Aga et al., 2003).

Por otro lado, las condiciones edafoclimáticas de la localidad Cafesa han sido favorables para la altura de planta de la variedad Catuai, mientras para las otras variedades no fue muy favorable; sin embargo, el café puede prosperar en diferentes tipos de suelos, como los suelos arcillosos donde retienen más humedad y nutrientes, pero tienen un mal drenaje en comparación con suelos de textura limosa o arenosa (Vislao, 2021)

4.1.2. Número de ramas por planta

En la tabla 14 del análisis de variancia se observa que en la fuente de variación no presentó significación para variedades y bloques. Mientras el coeficiente de variabilidad fue de 6.02 %.

Según la comparación de los promedios de las variedades (tabla 15) observamos que la variedad Catuai presentó el mayor número de ramas por planta, logrando 36 ramas y es similar estadísticamente a las demás variedades, pero diferente estadísticamente de la variedad Caturra con 32 ramas.

Tabla 14. Análisis de variancia para número de ramas por planta.

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fcal
Bloques	2	4.069	2.035	0.49
Variedades	4	32.267	8.067	1.93
Error	8	33.397	4.175	
Total	14	69.733		
C.V. (%)			6.021	
Promedio			33.933	

Tabla 15. Promedios para número de ramas por planta.

Variedades	Promedio	Sig.
Catuai	36.333	a
Colombia	34.133	a b
Catimor	33.867	a b
Limaní	33.600	a b
Caturra (Testigo)	31.733	b

Duncan al 0.05 de probabilidad.

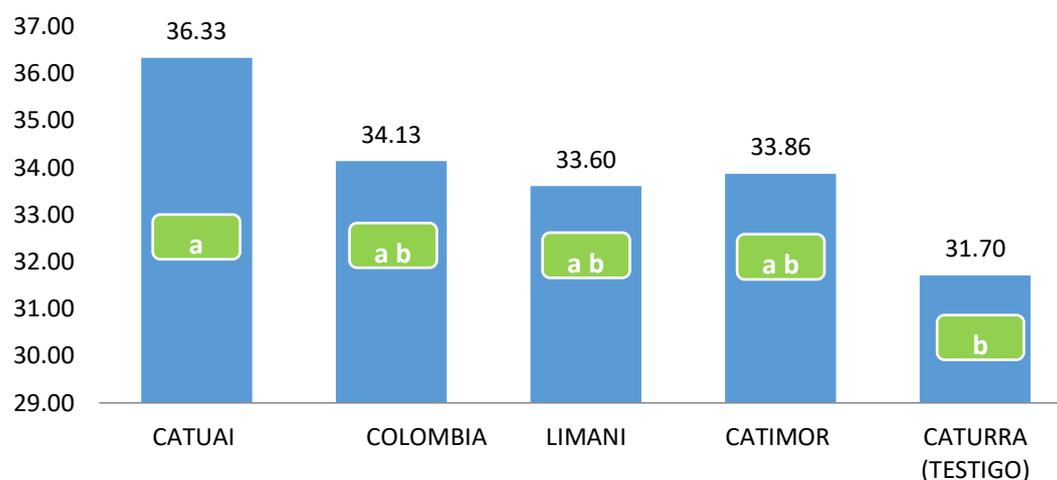


Figura 16. Número promedio de ramas por planta, en Tingo María, Huánuco.

Un estudio realizado en el distrito del Perene - Selva Central reportó 34.08 ramas/por planta en la variedad Catimor, 39.4 para Colombia y 55.08 para Costa Rica 95 (Alarcón, 2016). Además, la formación de los frutos ocurre en las ramas primarias, secundarias y terciarias; mientras que las plantas que presentan mayor número de ramas productivas se estima un mayor rendimiento a medida que una planta de café presenta mayor número de ramas productivas se tiene mayor rendimiento.

La mayor cantidad de ramas encontradas en la variedad Catuai (36.33) se explica por la mayor altura de planta registrada, esta variedad puede alcanzar entre 2.0 a 2.4 m, pero el factor más determinante para el número de ramas es su constitución genética, ya que Catuai presenta entrenudos cortos y con ramificación secundaria en cantidad, esto se debe al cruce entre Mundo Novo y el factor dominante de la variedad Caturra (CtCt) confiriendo un menor distanciamiento de los entrenudos en comparación que los Catimores. (Carvalho, et al., 2010).

4.1.3. Diámetro del tallo principal

Según los promedios del ANVA de la tabla 16 se observa que en su fuente de variación no existe diferencia estadística significación para bloques y variedades. El coeficiente de variabilidad (CV) es 3.30 %.

En la tabla 17, al comparar los promedios de las variedades se observa que la variedad Limaní presentó un mayor diámetro de tallo con 37.750 mm y es similar estadísticamente a todas las demás variedades.

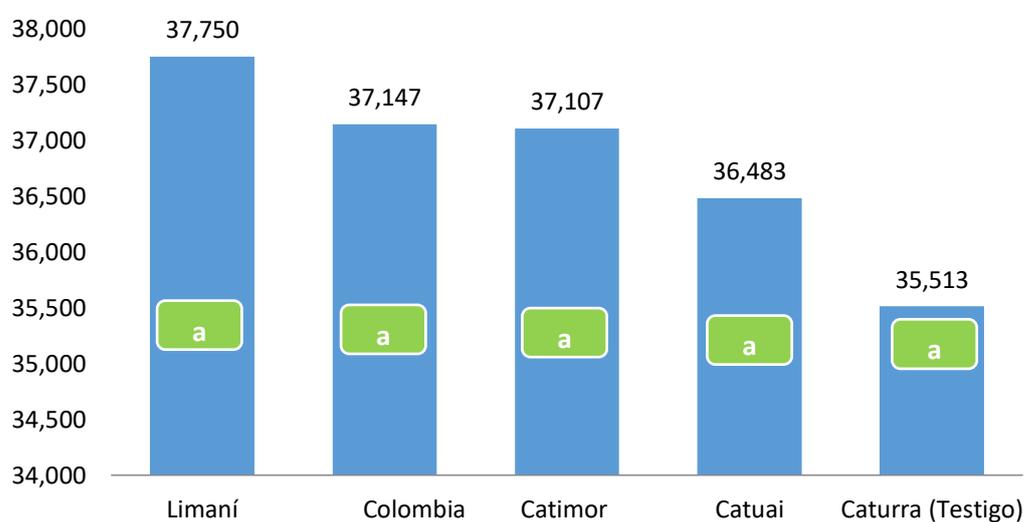
Tabla 16. Análisis de variancia para diámetro del tallo principal (mm).

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fcal
Bloques	2	10.384	5.192	3.51
Variedades	4	8.618	2.154	1.46
Error	8	11.828	1.478	
Total	14	30.829		
C.V.(%)			3.304	
Promedio			36.800	

Tabla 17. Promedios para diámetro del tallo principal (mm).

Variedades	Promedio	Sig.
Limaní	37.750	a
Gran Colombia	37.147	a
Catimor	37.107	a
Catuai	36.483	a
Caturra (Testigo)	35.513	a

Duncan al 0.05 de probabilidad

**Figura 17.** Diámetro de tallo (mm) promedio por variedad, Tingo María, Huánuco (Prueba de Duncan $P \leq 0.05$).

El diámetro de las variedades Limaní, Colombia, Catimor 8667 presentaron los mayores valores, esto se atribuye a la base genética de que comparten del Híbrido de Timor de *Coffea canephora*, mientras las variedades Catuai y Caturra presentaron

los menores valores ya que presentan una base genética de *Coffea arabica*. La variedad Catimor se caracteriza por un tronco de grosor intermedio (Fischerworrying y Robkmap, 2001). Un estudio en la Selva Central reporta diámetro de tallo de 43.94 y 23.47 mm en las variedades de Bourbon y Mundo Novo respectivamente (Alarcón, 2016).

4.1.4. Longitud de la hoja

En la tabla 18 del ANVA para longitud de hoja se observa que en la fuente de variación existe una alta significación estadística para bloques, pero no existe significación estadística para variedades. El coeficiente de variabilidad es 4.03 %. Mientras que en la tabla 19 al comparar los promedios de las variedades se observa que la variedad Catuai obtuvo la mayor longitud de hoja con 159.200 mm y es similar estadísticamente a las demás variedades.

Tabla 18. Análisis de variancia para longitud de hoja (mm).

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fcal
Bloques	2	883.160	441.580	11.27 **
Variedades	4	80.176	20.044	0.51
Error	8	313.466	39.183	
Total	14	1276.802		
C.V.(%)			4.033	
Promedio			155.197	

Tabla 19. Promedios para longitud de hoja (mm).

Variedades	Promedio	Sig.
Catuai	159.200	a
Limaní	155.483	a
Catimor	155.483	a
Caturra (Testigo)	153.083	a
Colombia	152.733	a

Duncan al 0.05 de probabilidad

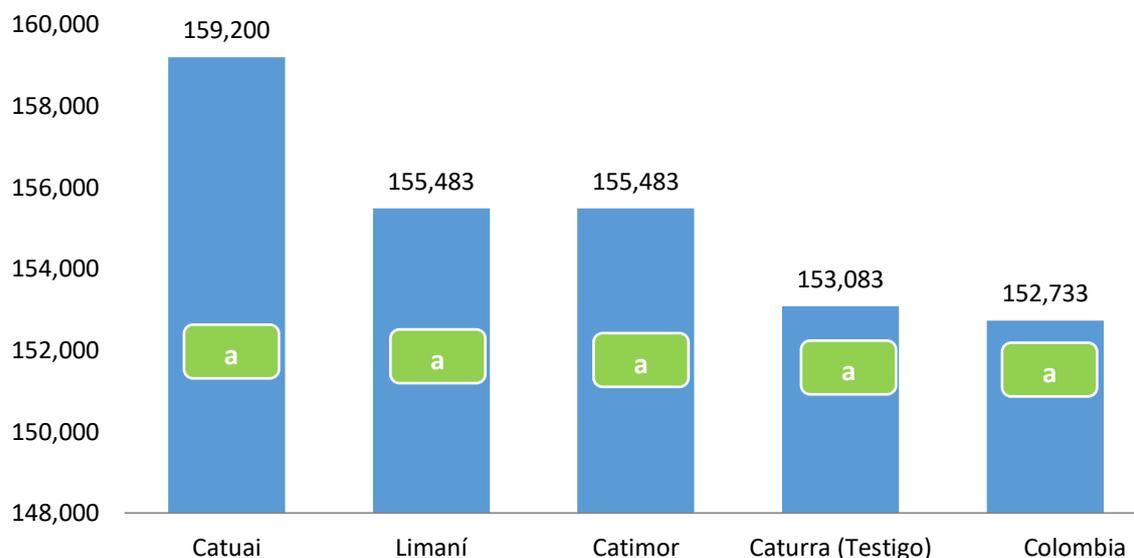


Figura 18. Longitud de hoja (mm) promedio de cinco variedades de cafeto en Tingo María, Huánuco (Prueba de Duncan $P \leq 0.05$).

Según la prueba de Duncan entre las 5 variedades no presentan diferencias estadísticas significativa. Esto podría deberse en gran parte a que ambos comparten genes ancestrales, ya que tanto las variedades Catimor 8667, Colombia y Limaní comparten un progenitor en común llamado Híbrido de Timor (Fischersworing y Robkamp, 2001; Carvalho, 2008 y World, 2018); mientras que la variedad Catuaí es el resultado del cruce de Caturra y Mundo Novo, compartiendo así los genes ancestrales de Borbon y esta a su vez tiene genes ancestrales de Typica (Carvalho et al., 2010).

Un estudio en la Selva Central reporta longitudes de hoja de 183 y 109.3 mm para las variedades de Catimor y Caturra amarillo respectivamente (Alarcón, 2016). Otro estudio reporta que de diez variedades evaluadas no presentan diferencia estadística para la longitud de hoja, esto posiblemente se debe a que ambas variedades comparten genes de sus ancestros y son altamente heredables de la especie *Coffea arabica* L. (Catari, 2017). Según un estudio realizado en Bolivia concluyen que de las diez variedades CEPAC 1, CEPAC 2, CEPAC 3, CEPAC 4, Icatú Precoz, Catuaí, Tupi, Paraíso, Castillo y Catuai local (testigo) no presentan diferencia estadística, es muy probable que estos valores se deben al grado de similitud por compartir genes asociados a sus orígenes del *Coffea canephora* y *Coffea arábica* (Catari, 2017).

El potencial de rendimiento de las variedades de café está estrechamente relacionado con las hojas y el área foliar, ya que en ella ocurre el proceso de la fotosíntesis, respiración y transpiración (Arcila, et al., 2007).

4.1.5. Ancho de la hoja (mm)

Al realizar el análisis de variancia (Tabla 20) observamos que en la fuente de variación no existe significación estadística para variedades y bloques. Mientras el coeficiente de variabilidad (CV) fue 6.06 %. En la tabla 21 al comparar los promedios de las variedades se observa que la variedad Catuai presentó el mayor ancho de hoja con 72.350 mm y es similar estadísticamente a las demás variedades.

Tabla 20. Análisis de variancia para ancho de hoja (mm).

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fcal
Bloques	2	125.298	62.649	3.55
Variedades	4	103.601	25.900	1.47
Error	8	141.199	17.650	
Total	14	370.098		
C.V.(%)			6.068	
Promedio			69.231	

Tabla 21. Promedios para ancho de hoja (mm).

Variedades	Promedio	Sig.
Catuai	72.350	a
Catimor	70.967	a
Gran Colombia	69.333	a
Limaní	68.933	a
Caturra (Testigo)	64.573	a

Duncan al 0.05 de probabilidad

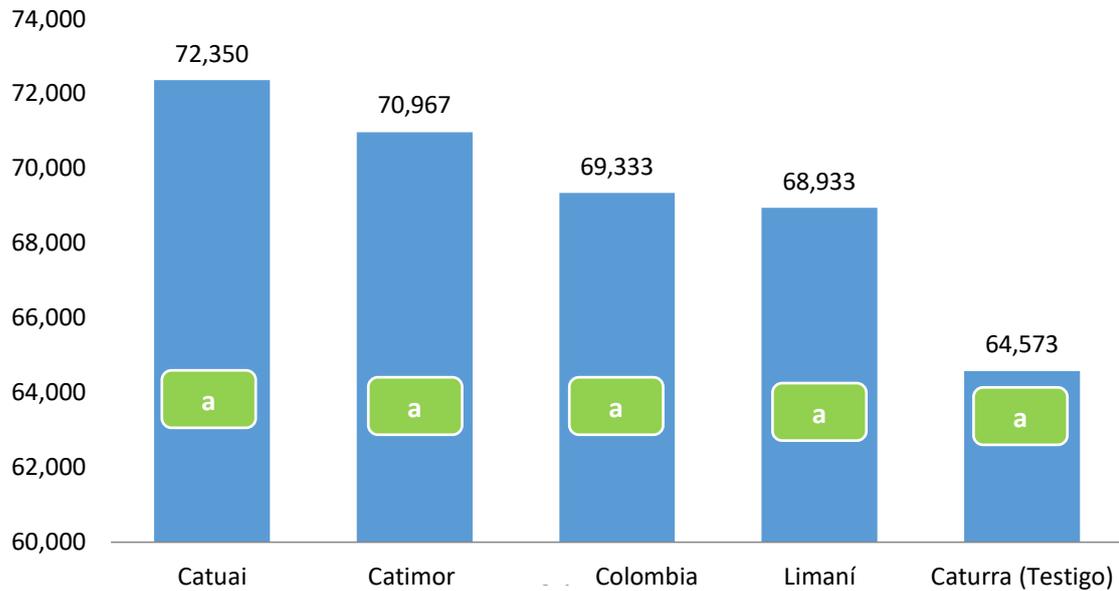


Figura 19. Ancho de hoja de cinco variedades de cafeto en Tingo María, Huánuco.

Las hojas de la variedad Catimor son de color verde, mientras las hojas jóvenes son de color bronceado oscuro. La capacidad fotosintética del café depende mucho de su área foliar y su tasa fotosintética por unidad de superficie fotosintéticamente activa (Julca et al., 2011). Un estudio en la Selva Central reporta longitudes de Ancho de hoja de 78.8 y 53.2 mm para las variedades de Catimor y Costa Rica 95 respectivamente (Alarcón, 2016).

La variedad Catuai registro mayor longitud y ancho de hoja, esto se debe a que derivan del cruzamiento de caturra amarillo y Mundo Novo, ambos pertenecen a la misma especie de *C. arábica*, En su momento con la finalidad de transferir un gen dominante de caturra (CtCt) al cultivar Mundo Novo para conferir porte bajo por medio de la reducción de entre la longitud de entrenudos (Julca *et al.*, 2011), sin embargo, a pesar de haber registrado el mayor valor de longitud de hoja y ancho no existe diferencia estadística entre caturra y las otras variedades, esto podría deberse a que ambos pertenecen a la especie de *C. arábica* y comportante bases de sus ancestros (Arcila, 2007).

Las variedades Catimor y Limani tienen características muy similares, las hojas son anchas, gruesas y de color verde oscuro, mientras las hojas tiernas o brotes tiernos son de color marrón rojizo. Los frutos son de color rojo (Julca et al., 2011). Esto se debe a que presentan un ancestro en común que es el Híbrido de Timor que proviene de la especie *C. canephora* (Fischersworing y Robkamp, 2001).

4.1.6. Longitud del peciolo (mm)

En la tabla 22 del análisis de variancia se observa que en su fuente de variación no existe significación estadística para variedades y bloques. Y presentó un coeficiente de variabilidad (CV) de 6.52 %. Al realizar la comparación de los promedios de las variedades (Tabla 23) se observa que la variedad Catimor presenta la mayor longitud del peciolo con 11.883 mm y es similar estadísticamente a las demás variedades.

Tabla 22. Análisis de variancia para longitud del peciolo (mm).

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fcal
Bloques	2	4.370	2.185	4.11
Variedades	4	3.267	0.817	1.53
Error	8	4.256	0.532	
Total	14	11.893		
C.V.(%)			6.522	
Promedio			11.183	

Tabla 23. Promedios para longitud del peciolo (mm).

Variedades	Promedio	Sig.
Catimor	11.883	a
Limaní	11.483	a
Caturra (Testigo)	11.083	a
Catuai	10.950	a
Colombia	10.517	a

Duncan al 0.05 de probabilidad

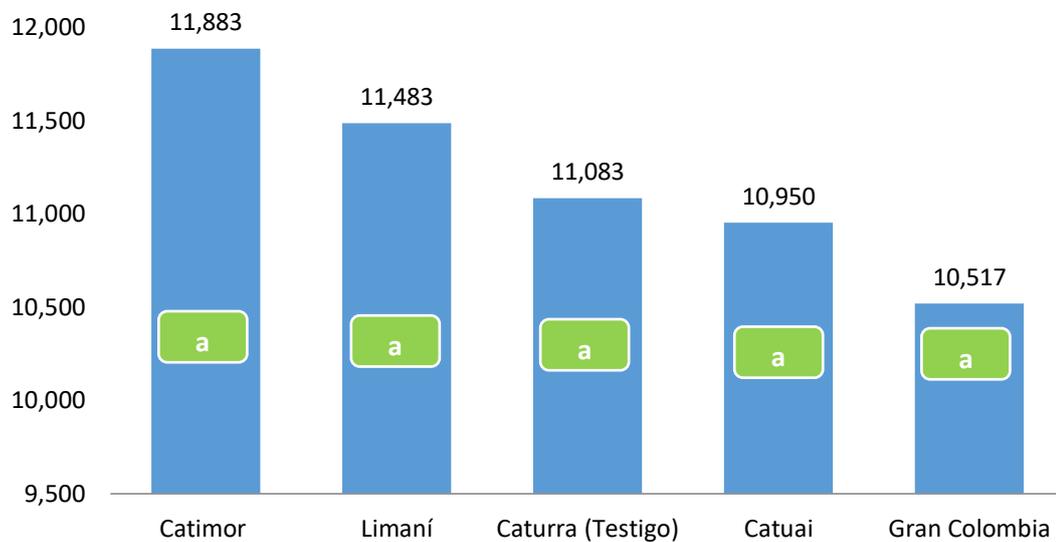


Figura 20. Longitud del peciolo de cinco variedades de cafeto en Tingo María, Huánuco.

El peciolo es la base de la hoja formada por el haz fibro-vascular todavía indiviso, protegido por el parénquima y envuelto por una epidermis sin estomas, su forma es cilíndrica o acanalada, y su longitud en relación con la del limbo puede ser de mayor o menor (Jaramillo, 2004). Un estudio reportó que las longitudes del peciolo de 15.8 y 10.2 mm en las variedades de Caturra Amarilla y Costa Rica 95 respectivamente (Alarcón, 2016).

Según la prueba de Duncan entre las 5 variedades no presentan diferencias estadísticas significativa para el tamaño de peciolo, esto podría deberse a que comparten genes ancestrales, las variedades Catimor 8667, Colombia y Limáni comparten un progenitor en común conocido como el Híbrido de Timor; mientras que la variedad Catuaí es el resultado del cruce de Caturra y Mundo Novo, compartiendo así los genes ancestrales de Borbon y que esta a su vez tiene genes ancestrales de Typica, ya que comparten caracteres heredados por sus progenitores (Catari, 2017).

4.1.7. Longitud del entrenudo de rama (mm)

En la tabla 24 del ANVA se observa que en la fuente de variación no hay significación estadística para variedades y bloques. El coeficiente de variabilidad (CV) es 5.71 %. En la tabla 25 se observa que la variedad Catuai presentó la mayor longitud del entrenudo de rama con 44.21 mm y es similar estadísticamente a las demás variedades con excepción a la variedad Limani, ya que esta última presentó la menor longitud del entrenudo de rama con 38.08 mm y es similar estadísticamente a las otras variedades con excepción de Catuai.

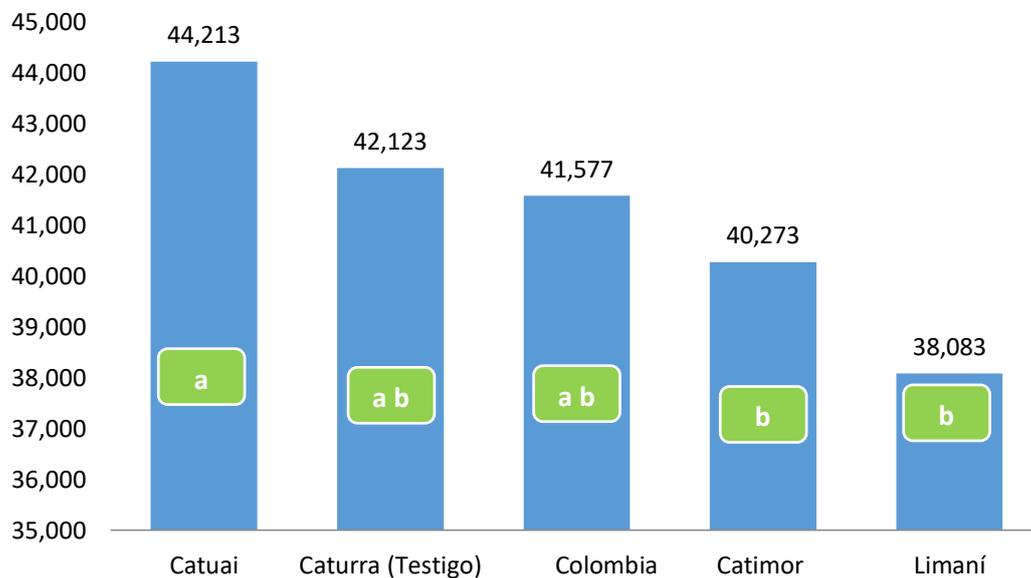
Tabla 24. Análisis de variancia para longitud del entrenudo de rama (mm).

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fcal
Bloques	2	37.787	18.893	3.41
Variedades	4	61.897	15.474	2.79
Error	8	44.325	5.541	
Total	14	144.009		
C.V.(%)			5.706	
Promedio			41.254	

Tabla 25. Promedios para longitud del entrenudo de rama (mm).

Variedades	Promedio	Sig.	
Catuai	44.213	a	
Caturra (Testigo)	42.123	a	b
Colombia	41.577	a	b
Catimor	40.273	a	b
Limaní	38.083	b	

Duncan al 0.05 de probabilidad

**Figura 21.** Longitud del entrenudo de rama de cinco variedades de café en Tingo María, Huánuco.

Un ensayo en la selva Central reporta longitudes de los entrenudos entre las variedades de Colombia, Costa Rica 95 y Catimor 8667 con 47, 43.6 y 35.4 mm respectivamente (Julca et al., 2018).

Para nuestro caso, LA variedad Catuai presentó mayor longitud de entrenudo de rama, mientras la variedad Limaní registró el menor valor de longitud de entrenudo con 38.08 mm. Sin embargo, las variedades de Catuai, Caturra y Colombia por tener grados de similitud de la especie *C. arábica* presentan mayor longitud de entrenudo, ya que Catuai y Colombia tienen genes en común de la variedad Caturra (Santacreo, 2001 y Carvalho, 2008), mientras las variedades Catimor 8667 y Limaní, no muestran diferencias estadísticas el

cual puede deberse a que comparten el carácter genético que gobierna en los Híbridos de Timor (World, 2018).

La variedad Catimor presenta un número considerable de ramas laterales (Fischerworrying y Robkamp, 2001), de corta longitud, por lo que tienen una exigencia de abonamiento, entre mediana y alta (Castañeda, 2000).

4.1.8. Longitud de entrenado del tallo (mm)

En la tabla 26 del ANVA se observa que hay significación estadística para variedades y bloques. El coeficiente de variabilidad fue 5.33 %. En la tabla 27 al comparar el promedio de las variedades se observa que la variedad Catuai presentó la mayor longitud del entrenado del tallo con 65.61 mm y es similar estadísticamente a las demás variedades con excepción de la variedad Limani, la variedad Limani presentó la menor longitud del entrenado del tallo con 57.04 mm y es similar estadísticamente a las demás variedades con excepción de Catuai.

Tabla 26. Análisis de variancia para longitud del entrenado del tallo (mm).

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fcal
Bloques	2	36.182	18.091	1.70
Variedades	4	127.328	31.832	2.99
Error	8	85.217	10.652	
Total	14	248.728		
C.V.(%)			5.326	
Promedio			61.277	

Tabla 27. Promedios para longitud del entrenado del tallo (mm).

Variedades	Promedio	Sig.
Catuai	65.613	a
Colombia	63.173	a b
Catimor	60.507	a b
Caturra (Testigo)	60.053	a b
Limaní	57.040	b

Duncan al 0.05 de probabilidad

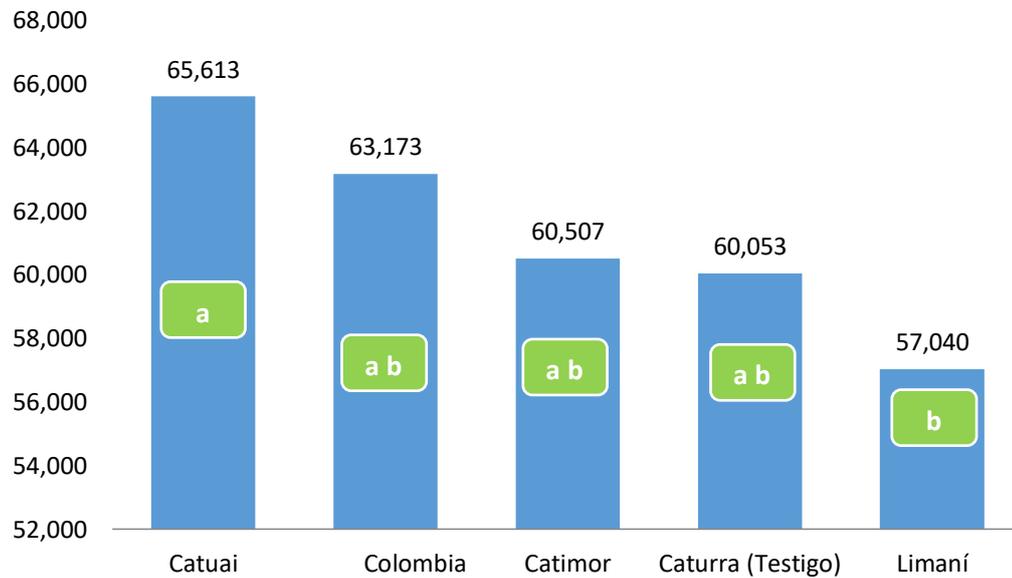


Figura 22. Longitud del entrenado del tallo de cinco variedades de cafeto en Tingo María, Huánuco.

Un estudio en LA Selva Central reporta que las variedades Caturra Amarilla y Catimor brasilero las longitudes del entrenado de tallo fueron 78.4 y 40.6 mm respectivamente (Apaza, 2013). La variedad caturra se caracteriza por ser de porte bajo, con entrenado cortos, en tallos en ramas, lo que favorece altos rendimientos (Alvarado y Rojas, 2007).

Para NUESTRO estudio, la variedad Catuai presento el mayor valor de longitud de entrenado (65.61 mm), debido a que Mundo Novo (porte alto) transfirió genes dominantes de Caturra (CtCt) mediante el cruzamiento artificial para reducir la longitud de los entrenados, razón a ello, las generaciones F4 y las siguientes presenta atributos como altos rendimientos (Julca et al., 2011).

4.1.9. Número de nudos por rama

En la tabla 28 del ANVA se observa que en su fuente de variación no existe significación estadística para variedades y bloques. El coeficiente de variabilidad fue de 8.35 %. Al comparar los promedios de las variedades (Tabla 29) observamos que la variedad Catuai presentó el mayor número de nudos por rama con 10.7 nudos y es similar estadísticamente a las variedades Caturra y Colombia con 9.8 y 9.7 nudos respectivamente, la

variedad Catimor con 8.4 nudos presento el menor número de nudos por rama y es similar a las demás variedades, pero diferentes de la Catuai.

Tabla 28. Análisis de variancia para número de nudos/rama.

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fcal
Bloques	2	2.885	1.443	2.29
Variedades	4	9.109	2.277	3.62
Error	8	5.035	0.629	
Total	14	17.029		
C.V. (%)			8.345	
Promedio			9.507	

Tabla 29. Promedios para número de nudos por rama.

Variedades	Promedio	Sig.
Catuai	10.667	a
Caturra (Testigo)	9.800	a b
Colombia	9.733	a b
Limaní	8.933	b
Catimor	8.400	b

Duncan al 0.05 de probabilidad

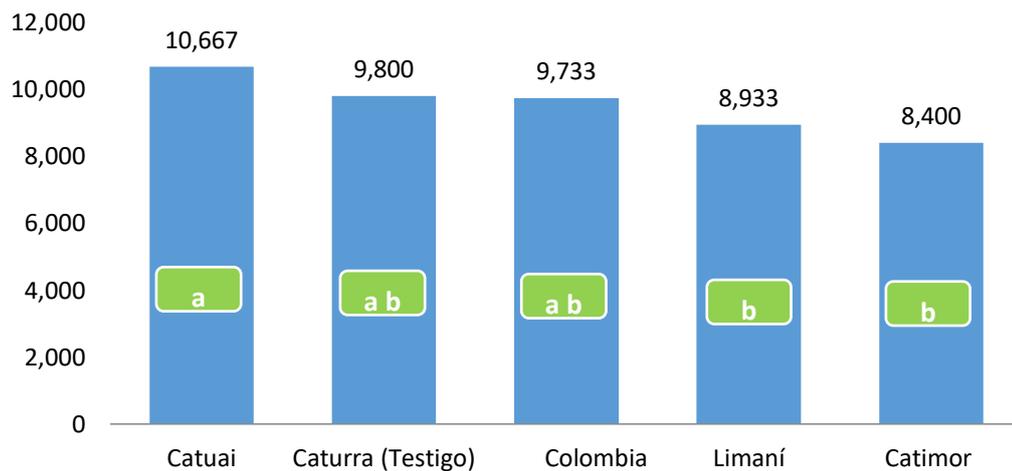


Figura 23. Número de nudos por rama de café - Tingo María, Huánuco.

Para nuestro estudio, la variedad Catuai presento el mayor valor de número de nudos por rama (10.7), seguido por la Var. Caturra (9.8), mientras las variedades de Colombia, Limani y Catimor presentaron los menores valores con 9.7, 8.9 y 8.4 respectivamente. Esta superioridad en la Variedad Catuai son por los genes dominantes heredados de Caturra (CtCt), expresado en mayor número de nudos por rama, ramas por planta, frutos por planta, área foliar, entre otros, haciendo que presenten altos rendimientos (Julca et al., 2011). Estos nudos son importantes debido a que se originan las flores siempre y cuando encuentran las condiciones adecuadas (Arcila et al., 2007). Los resultados obtenidos coinciden con el reporte de un estudio realizado en la selva central, ya que las variedades Catimor y Colombia registraron un menor número de nudos/rama de 10.8 y 3.6 respectivamente (Alarcón, 2016), el número de nudos por planta es un buen indicador para estimar el rendimiento de una variedad asociado a otros parámetros.

4.1.10. Número de frutos por nudo

Al realizar el ANVA (Tabla 30) se observa que en su fuente de variación no existe significación estadística para variedades y bloques. El coeficiente de variabilidad (CV) fue 18.33 %. Al comparar los promedios de las variedades (Tabla 31) se observa que la variedad Caturra presentó el mayor número de frutos por nudo con 15.867 frutos y es similar estadísticamente a las demás variedades.

Tabla 30. Análisis de variancia para número de frutos/nudo.

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fcal
Bloques	2	14.599	7.299	0.99
Variedades	4	18.774	4.693	0.64
Error	8	58.872	7.359	
Total	14	92.245		
C.V.(%)			18.334	
Promedio			14.796	

Tabla 31. Promedios para número de frutos/nudo.

Variedades	Promedio	Sig.
Caturra (Testigo)	15.867	a
Catuai	15.813	a
Gran Colombia	15.260	a
Limaní	14.070	a
Catimor	12.970	a

Duncan al 0.05 de probabilidad

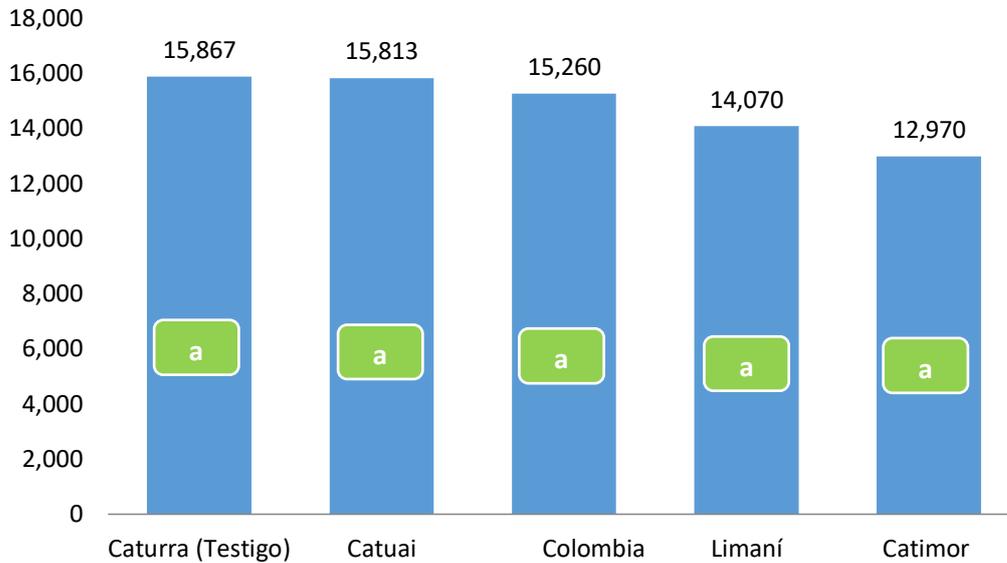


Figura 24. Número de frutos por nudo de cinco variedades de café en Tingo María, Huánuco (Prueba de Duncan $P \leq 0.05$).

Un estudio en la Selva Central reporta que el número de frutos por nudo fue 25 (máximo) y 4 (mínimo) para las variedades de Catimor y Catimor brasilero respectivamente (Apaza, 2013). El número de fruto por nudo en la planta depende de muchos factores genéticos como ambientales, la constitución genética de cada variedad define el potencial máximo de frutos por cada nudo, asimismo complementario a ello el factor ambiental hace que el potencial genético de la variedad puede expresar sus rendimientos siempre que encuentre las condiciones favorables. La variedad Catimor podría producir más de 30 frutos por nudo, mientras la variedad Typica 20 frutos (Castañeda, 2000); para nuestro caso, las 5 variedades de café no presentan diferencias estadísticas significativas, esto podría deberse a que ambos comparten genes ancestrales, ya que las variedades Catimor 8667, Colombia y Limaní comparten un progenitor en común llamado Híbrido de Timor; mientras que la variedad Catuai es el resultado del cruce de Caturra y Mundo Novo, compartiendo así los genes ancestrales de Borbon y que esta a su vez tiene genes ancestrales de Typica (Catari, 2017).

4.1.11. Número de frutos/planta

En la tabla 32 del ANVA se observa que no existe significación estadística para variedades y bloques. El coeficiente de variabilidad (CV) fue 21.53 %. En la tabla 33 al comparar los promedios de las variedades observamos que la variedad Catuai

presentó el mayor número de frutos por planta con 6 182.500 frutos y es similar a las demás variedades excepto con la variedad Catimor, la variedad Catimor presentó el menor número de frutos por planta con 3 726.800 frutos y es similar estadísticamente a las demás variedades con excepción de la variedad Catuai.

Tabla 32. Análisis de variancia para número de frutos por planta.

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fcal
Bloques	2	5800843.010	2900421.500	2.70
Variedades	4	10180952.640	2545238.160	2.37
Error	8	8600002.750	1075000.340	
Total	14	24581798.400		
C.V.(%)			21.528	
Promedio			4816.200	

Tabla 33. Promedios para número de frutos por planta.

Variedades	Promedio	Sig.
Catuai	6182.500	a
Colombia	5032.800	a b
Caturra (Testigo)	4886.700	a b
Limaní	4222.300	a b
Catimor	3756.800	b

Duncan al 0.05 de probabilidad

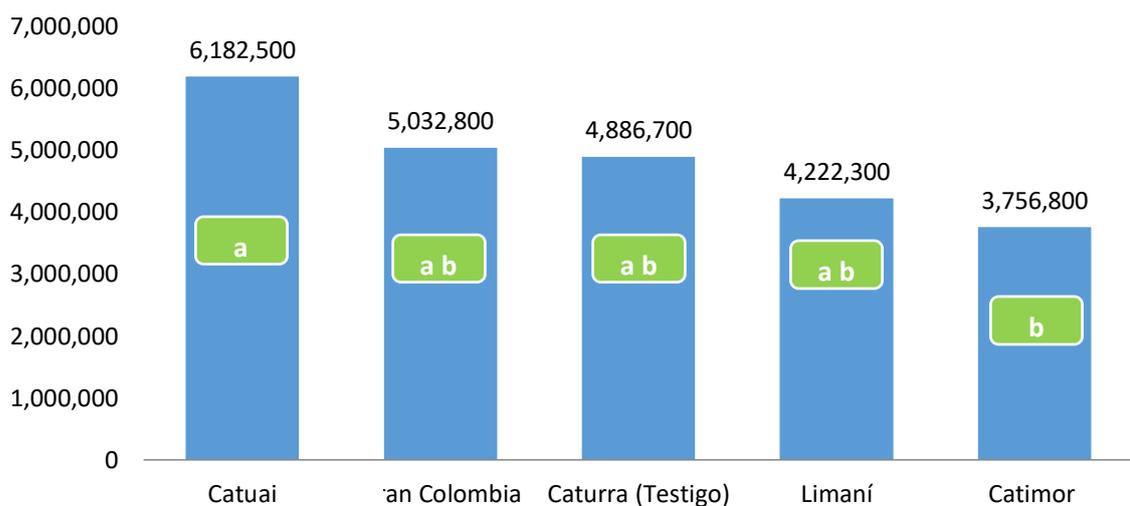


Figura 25. Número de frutos por planta de cinco variedades de cafeto en Tingo María, Huánuco.

Un estudio en la Selva Central reporta que el número de frutos/planta en promedio para las variedades Catuai y Catimor fue 7,197 y 442 respectivamente (Julca et al., 2010), Catuai rojo tiene mayor rendimiento por planta, debido al número de nudos por rama, entrenudos cortos y la cantidad de flores que produce por nudo (Carvalho, 2010); asimismo, en una planta de café la cantidad de los frutos obedecen a la variedad; sin embargo, otros factores ambientales y de manejo agronómico pueden influir en el desarrollo de los frutos (Alarcón, 2016); es así que la cantidad de sombra tiene un efecto directo en el proceso fotosintético de la planta de café, en la intensidad de la floración y en el desarrollo de los frutos (Muschler, 1998).

La FRUCTIFICACIÓN de la planta de café está asociado al número de hojas, ya que la defoliación severa está asociada a una caída de frutos jóvenes, debido al bajo transporte o suministro de hidratos de carbono hacia los frutos (Da Matta et al., 2007). Para nuestro estudio, la variedad Catuai presentó el mayor número de frutos por planta con 6 182; seguido de la Var. Colombia con 5 032; entre ambos no existe diferencia significativa; esto puede deberse a que ambas variedades comparten genes en común de la variedad Caturra (Santacreo, 2001 y Carvalho, 2008); mientras, las variedades Catimor 8667, Colombia y Limani no presentan diferencias estadísticas ya que comparten genes ancestrales del Híbrido de Timor (World, 2018).

4.1.12. Longitud del fruto

En la tabla 34 del ANVA se observa que en su fuente de variación no existe significación estadística para variedades y bloques. El coeficiente de variabilidad fue de 3.18 %. Al realizar la comparación de los promedios de las variedades (Tabla 35) observamos que la variedad Limani presentó la mayor longitud de fruto con 18.083 mm y es similar estadísticamente a las demás variedades.

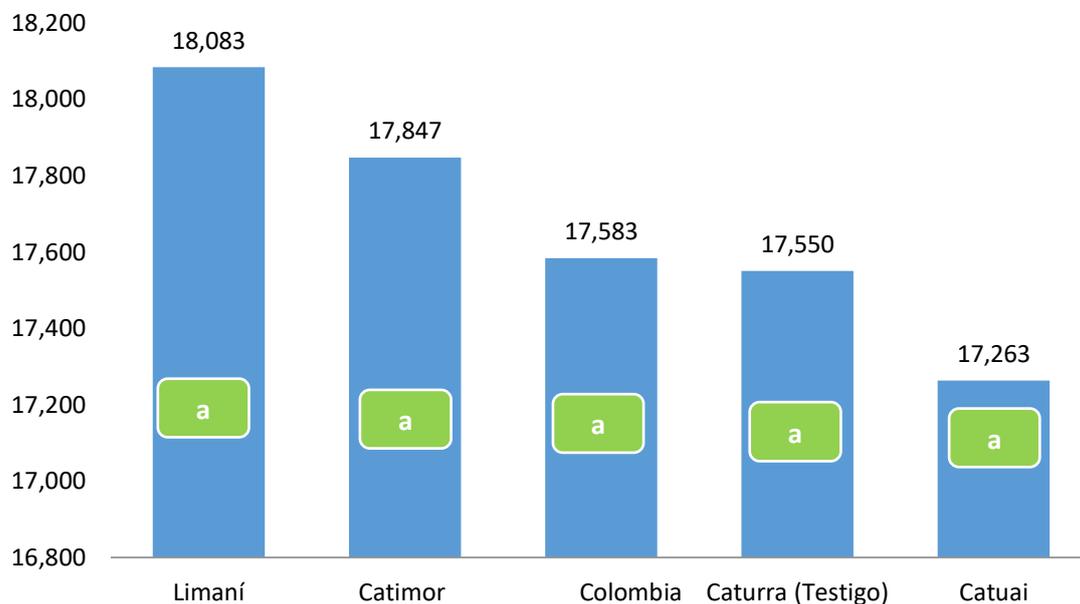
Tabla 34. Análisis de variancia para longitud del fruto (mm).

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fcal
Bloques	2	0.295	0.147	0.47
Variedades	4	1.168	0.292	0.92
Error	8	2.527	0.316	
Total	14	3.990		
C.V.(%)			3.182	
Promedio			17.665	

Tabla 35. Promedios para longitud del fruto (mm).

Variedades	Promedio	Sig.
Limaní	18.083	a
Catimor	17.847	a
Colombia	17.583	a
Caturra (Testigo)	17.550	a
Catuai	17.263	a

Duncan al 0.05 de probabilidad

**Figura 26.** Longitud del fruto de cinco variedades de cafeto en Tingo María, Huánuco.

Un estudio en la Selva Central reporta que la longitud del fruto fue 16.74 y 14.32 corresponden a las variedades de Catimor y Catuai rojo, respectivamente (Apaza, 2013). Las maduraciones de los frutos de café pasan 32 semanas en promedio desde la floración, ya que pasan por diferentes estados o llamados etapas que van desde la etapa 1 hasta la etapa 5, que 224 días, pasado estos días el fruto corre el riesgo de sobre madurar expresando un color violeta oscuro y finalmente se seca (Arcila, 2007). Los tres ejes principales de un fruto maduro miden entre 12 y 18 mm de longitud, 8 y 14 mm de ancho y 7 a 0 de espesor (Alvarado y Rojas, 2007). Para nuestro estudio, la variedad Limaní presentó los mayores valores de longitud de fruto con 18.08 mm, seguido por Catimor 8667 con 17.85 mm y en el menor valor fue para Catuai con 17.26 mm; sin embargo, entre las 5 variedades no presentaron diferencia

significativa, esto se debe a que no hubo interacción genotipo medio ambiente, ya que ambas variedades comparten genes de progenitores con similitud.

4.1.13. Ancho del fruto

En la tabla 36 del ANÁLISIS de variancia se observa que no hay significación estadística para variedades y bloques. El coeficiente de variabilidad fue 4.50 %. Al comparar los promedios de las variedades (Tabla 37) observamos que la variedad Limani obtuvo el mayor ancho de fruto con 16.457 mm y es similar estadísticamente a las demás variedades.

Tabla 36. Análisis de variancia para ancho del fruto (mm).

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fcal
Bloques	2	1.844	0.922	1.86
Variedades	4	3.946	0.987	1.99
Error	8	3.972	0.497	
Total	14	9.763		
C.V.(%)			4.499	
Promedio			15.661	

Tabla 37. Promedios para ancho del fruto (mm).

Variedades	Promedio	Sig.
Limaní	16.457	a
Catimor	16.023	a
Colombia	15.527	a
Caturra (Testigo)	15.223	a
Catuai	15.077	a

Duncan al 0.05 de probabilidad

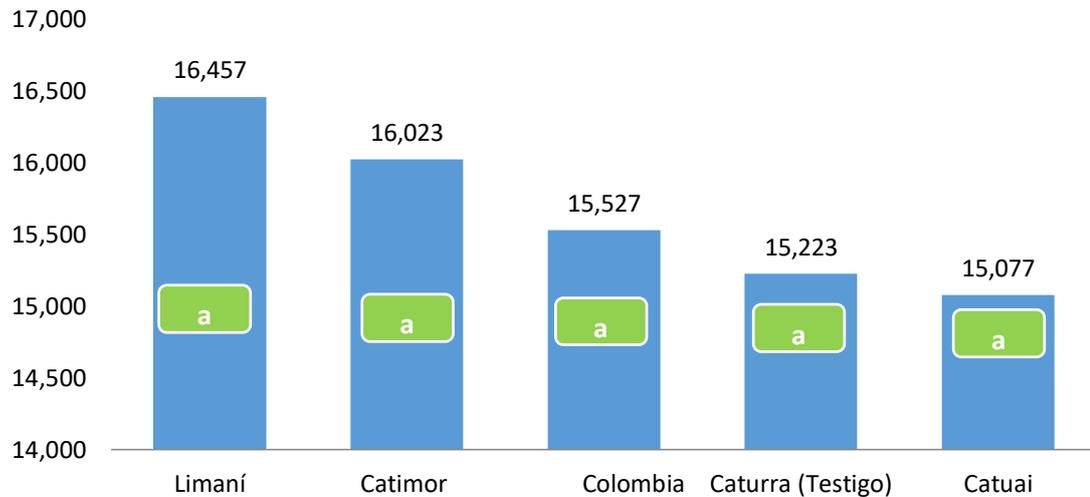


Figura 27. Ancho del fruto de cinco variedades de cafeto en Tingo María, Huánuco.

Un estudio en la Selva Central reporta que el ancho del fruto fue 13.18 mm y 10.36 mm para las variedades Bourbon y Caturra amarilla. Como se mencionó anteriormente que el tamaño de fruto depende de la presencia de lluvias entre 4 a 6 semanas antes de la cosecha (Apaza, 2013). Para el caso de nuestro estudio la variedad Limaní mostro el mayor valor de ancho del fruto con 16.46 mm, seguido por Catimor con 16.02 mm, el valor más bajo presentó la variedad Catuai con 15.07 mm; sin embargo, entre las 5 variedades no hay diferencia estadística significativa, esto podría deberse a que comparten genes ancestrales de sus progenitores, ya que Catimor 8667, Colombia y Limáni comparten un progenitor en común conocido como el Híbrido de Timor; mientras que la variedad Catuai es el resultado del cruce de Caturra y Mundo Novo, compartiendo así los genes ancestrales de Borbón y que esta a su vez tiene genes ancestrales de Típica (Catari, 2017).

4.1.14. Peso de 100 frutos maduros (g)

Al REALIZAR el ANVA (Tabla 38) observamos en la fuente de variación no presenta significación estadística para variedades y bloques. El coeficiente de variabilidad (CV) fue 9.22 %. En la tabla 39 al comparar los promedios de la variedad observamos que la variedad Limaní presentó el mayor peso de 100 frutos maduros con 261.38 g y es similar a las variedades Catimor y Colombia con 254.62 g y 225.83 g de frutos maduros respectivamente, la variedad Catuai presentó el menor peso de frutos maduros con 208.78 g y

es similar estadísticamente a las variedades Caturra y Colombia con 213.450 g y 225.830 g respectivamente.

Tabla 38. Análisis de variancia para peso de 100 frutos maduros (g).

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fcal
Bloques	2	287.621	143.810	0.31
Variedades	4	6879.730	1719.932	3.73
Error	8	3684.096	60.512	
Total	14	10851.447		
C.V.(%)			9.218	
Promedio			232.813	

Tabla 39. Promedios para peso de 100 frutos maduros (g).

Variedades	Promedio	Sig.
Limaní	261.380	a
Catimor	254.620	a b
Colombia	225.830	a b c
Caturra (Testigo)	213.450	b c
Catuai	208.780	c

Duncan al 0.05 de probabilidad

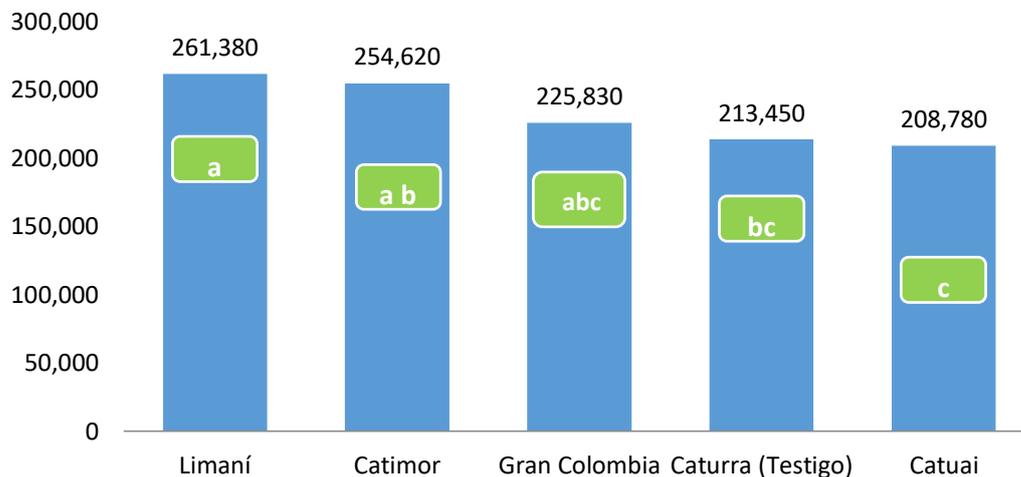


Figura 28. Peso de 100 frutos de cinco variedades de café en Tingo María, Huánuco.

Un ESTUDIO en la Selva Central reporta que el peso de 100 frutos con mayor y menor valor fue 238 gramos y 155.9 gramos promedio para las variedades Catimor y Caturra amarilla respectivamente (Apaza, 2013). De cierta manera el medio ambiente donde se desarrolla y crece el café influye en el rendimiento, siendo la temperatura y la intensidad

lumínica los factores que influyen en los procesos metabólicos de la planta según sus etapas fenológicas (Carvalho, 2008). Otro estudio de café reporta que el peso de 100 frutos o cerezos maduros fueron 211.4; 206.68 y 205.33 gramos para la variedad Colombia, seguido por Catimor y finalmente para Costa Rica (Julca et al., 2018).

El peso de los frutos maduros se ve influenciado por el requerimiento hídrico; es decir, si existe un estrés hídrico en un periodo de 6 a 10 semanas después de la floración generan una disminución en el tamaño y peso del grano de café (Rendon et al., 2008). Mientras otro estudio, encontraron que el peso de 100 cerezos maduros fue de 185 a 199 gramos el cual dependía de la variedad (Montilla, 2008). Para nuestro estudio, la variedad Limaní presento el mayor valor de peso de 100 frutos con 261.38 g, esto podría deberse a los genes que gobiernan para este carácter que corresponden al Híbrido de Timor; mientras la variedad Catuai presentó el menor valor con 208.78 g, ya que presenta una base genética de Caturra, similares resultados se encontró en un estudio, donde la variedad Colombia presento el mayor valor, seguido de Catimor y Costa Rica 95 (Julca et al., 2018), esto se debe a la base genética del Híbrido de Timor que comparten las 3 variedades.

4.1.15. Peso de pulpa de 100 frutos.

En la tabla 40 del ANVA observamos que no existe significación estadística para variedades y bloques; asimismo, el coeficiente de variabilidad es 6.81 %. Al comparar los promedios de las variedades (Tabla 41) observamos que la variedad Limaní presentó el mayor peso de pulpa de 100 frutos con 110.513 gramos y es similar estadísticamente a las demás variedades.

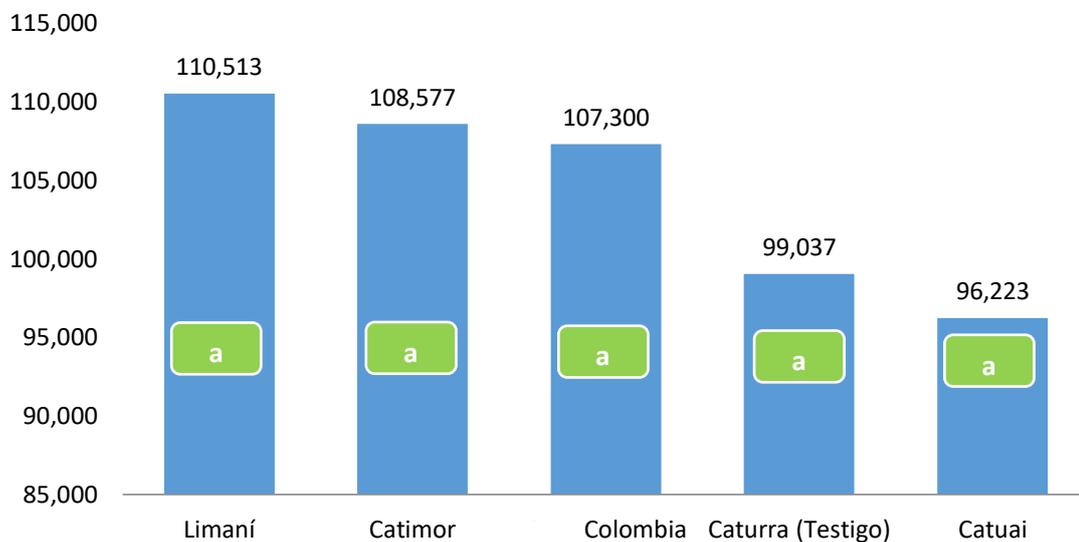
Tabla 40. Análisis de variancia para peso de pulpa de 100 frutos (g).

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fcal
Bloques	2	77.792	38.896	0.77
Variedades	4	476.478	119.120	2.36
Error	8	404.319	50.540	
Total	14	958.589		
C.V. (%)			6.814	
Promedio			104.330	

Tabla 41. Promedios para peso de pulpa de 100 frutos (g).

Variedades	Promedio	Sig.
Limaní	110.513	a
Catimor	108.577	a
Colombia	107.300	a
Caturra (Testigo)	99.037	a
Catuai	96.223	a

Duncan al 0.05 de probabilidad

**Figura 29.** Peso de pulpa de 100 frutos de cinco variedades de cafeto en Tingo María, Huánuco.

Un estudio en la Selva Central reporta que el peso de pulpa de 100 frutos con mayor y menor valor fue 103.56 y 63.83 gramos en promedio que corresponden a las variedades Catimor amarillo y Caturra Roja (Apaza, 2013).

De los RESULTADOS obtenidos del peso de pulpa de 100 frutos ha disminuido en casi 50 %; esto se debe a que gran parte de la pulpa del café está formado por un exocarpio (epidermis) considerado como la capa externa del fruto y que representa el 43.2 % del fruto en base húmeda (Arcila, 2007). La variedad Catuai para el peso de 100 frutos registro el menor valor con 96.22 g, sin embargo, para el peso de pulpa no existe diferencias estadísticas significativas con las otras variedades.

4.1.16. Proporción de frutos no viables

En la TABLA 42 del ANVA se observa que en su fuente de variación no existe significación estadística para variedades y bloques. El coeficiente de variabilidad fue 2.25 %. Al realizar la comparación de los promedios de las variedades (Tabla 43) observamos que la variedad Limaní presentó la mayor proporción de frutos vacíos con 8.68 % y es similar estadísticamente a las demás variedades.

Tabla 42. Análisis de variancia para proporción de frutos no viables (%); transformación \sqrt{X} .

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fcal
Bloques	2	0.782	0.391	0.80
Variedades	4	0.941	0.235	0.48
Error	8	3.920	0.490	
Total	14	5.643		
C.V.(%)			28.248	
Promedio			2.478	

Tabla 43. Promedios para proporción de frutos no viables (%).

Variedades	Promedio	Sig.
Limaní	8.683	a
Colombia	6.833	a
Catimor	6.543	a
Catuai	6.083	a
Caturra (Testigo)	4.440	a

Duncan al 0.05 de probabilidad

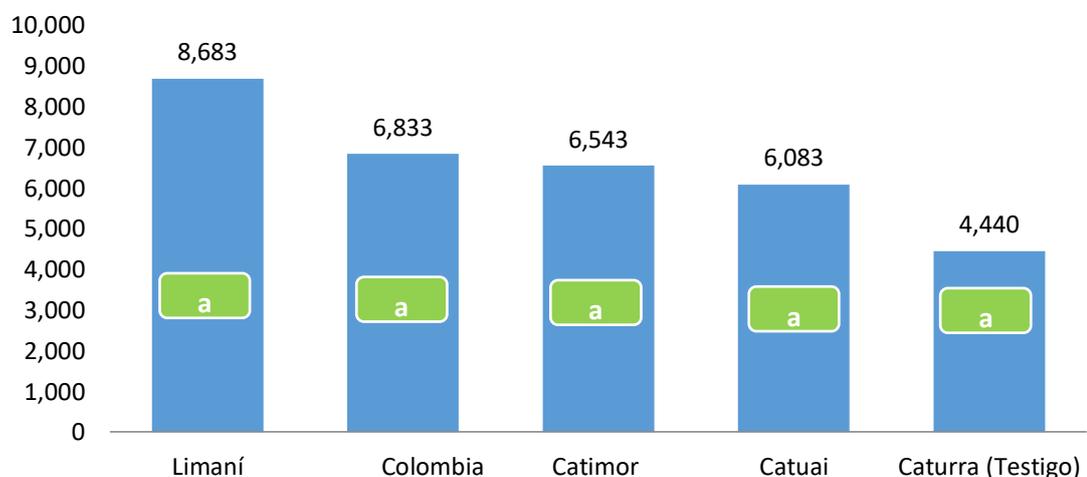


Figura 30. Proporción de frutos vacíos de cinco variedades de café en Tingo María, Huánuco.

Se puede observar del gráfico que la variedad de café Limaní registro 8.6 frutos que no son viable de un total de 100 %, esto puede deberse a varios factores, como la presencia de plagas y el déficit hídrico, ya que el déficit hídrico puede acelerar la floración pero puede afectar el desarrollo del fruto en sus diferentes etapas de desarrollo, siendo uno de ellos la formación de granos vacíos o llamados flotantes que ocurre en la etapa 2 del desarrollo del fruto, ya que uno o dos lóculos del fruto (cerezo) se encuentran vacíos, por no haber formado el endospermo, esto normalmente ocurre en las variedades cultivadas (Arcila y Jaramillo, 2003). Según los resultados que se muestran en la figura 30, la variedad Limaní presento los mayores % de frutos vacíos con 8.68 %, mientras que la variedad Catuai presento 6.03 %, no existiendo diferencia estadística entre las 5 variedades.

4.1.17. Relación de café cerezo/café pergamino seco

La relación de café cerezo/café pergamino, se refiere a la cantidad de kilos de café cerezo necesario para obtener un kilogramo de café pergamino. En la tabla 44 del ANVA observamos que en la fuente de variación no presenta significación para variedades y bloques. El coeficiente de variabilidad es 11.86 %. Al realizar la comparación de los promedios de las variedades (Tabla 45) observamos que la variedad Limaní presenta la mayor relación de café cerezo /café pergamino seco con 6.3 y es similar estadísticamente a las demás variedades con excepción de la variedad Caturra, la variedad Caturra con 4.690 presentó la menor relación de café cerezo/café pergamino seco y es similar estadísticamente a las variedades Catuai y Colombia con 5.517 y 5.673 respectivamente.

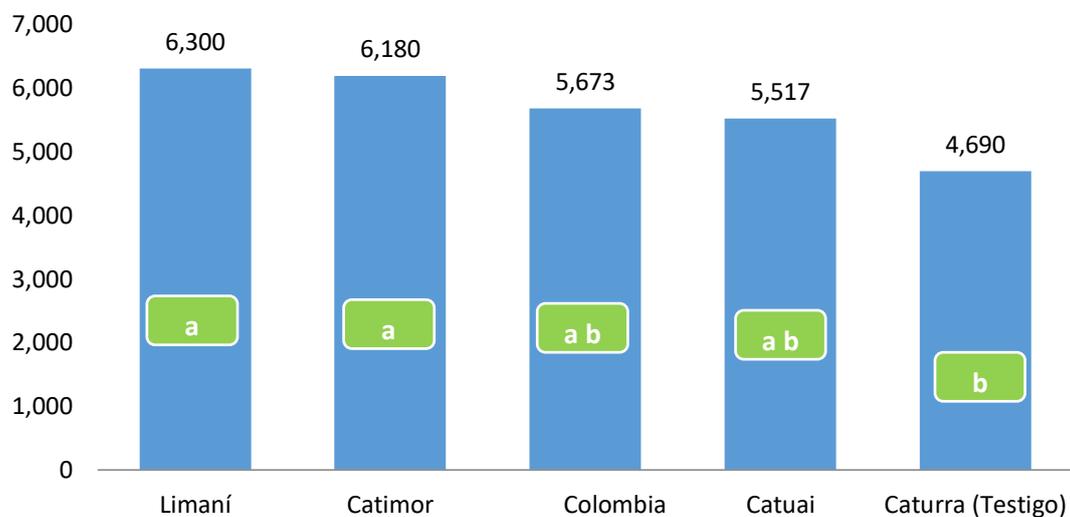
Tabla 44. Análisis de variancia para relación de café cerezo/café pergamino seco.

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fcal
Bloques	2	0.882	0.441	0.97
Variedades	4	4.923	1.231	2.72
Error	8	3.621	0.453	
Total	14	9.425		
C.V.(%)			11.861	
Promedio			5.672	

Tabla 45. Promedios para relación de café cerezo/café pergamino seco.

Variedades	Promedio	Sig.	
Limaní	6.300	a	
Catimor	6.180	a	
Colombia	5.673	a	b
Catuai	5.517	a	b
Caturra (Testigo)	4.690	b	

Duncan al 0.05 de probabilidad

**Figura 31.** Relación de café cerezo/café pergamino seco de las variedades de cafeto en Tingo María, Huánuco.

Un estudio en la Selva Central reporta que la relación café cerezo/ café pergamino con mayor y menor valor fue 6.0 y 3.75 CC/CPS que corresponden a las variedades Caturra Amarilla y Catimor brasilero respectivamente (Apaza, 2013). Mientras otro estudio para la variedad Catimor reporta 5.03, seguido de Costa Rica 95 con 4.98 y finalmente la Var. Colombia reporta 4.94 siendo el menor valor (Julca et al., 2018). La determinación de esta relación es sumamente importante ya que juega un papel importante en el mercado de café, considerando que los agricultores basan sus precios en base a esta relación (Montilla et al., 2008).

La determinación de la relación del factor de conversión de café cerezo a café pergamino seco (CC/CPS) es importante, ya que en los estados de maduración los frutos maduros y sobre maduros presentan buenas conversiones entre 5.04 a 5.25:1, lo que nos permite

determinar la cantidad de kilogramos de café cereza que se necesita para obtener un kilogramo de café pergamino seco (Arcila et al., 2007); esta evaluación es clave ya que los frutos maduros son buenos indicadores de la calidad del café pergamino, almendras defectuosas, peladas e impurezas (Arcila et al., 2007).

En la figura 31, LA variedad Limaní presenta una relación de 6.3 (CC/CPS), lo que indica que para obtener un kilo de café pergamino seco se requiere 6.3 kg de café cerezo (CC); asimismo, la variedad Catuai presento 5.5 (CC/CP), lo que indica que se necesita 5.5 kg de café cerezo para obtener un kilo de café pergamino seco, comparando estos resultados nos quiere decir que para obtener un kilo de café pergamino en la variedad Catuai necesitamos 5.5 kg de cerezo y en la variedad Limaní requiere 6.3 kg de café cerezo.

Si ponemos como ejemplo una relación de CC/CP de 4:1 se requiere 4 kg de café cerezo, mientras para una relación de 5.5:1 se requiere 5.5 kg de café cerezo para obtener un kilo de café pergamino seco.

4.1.18. Longitud de semilla en pergamino

Al realizar el análisis de variancia (Tabla 46) observamos en su fuente de variación que no existe significación estadística para variedades y bloques. El coeficiente de variabilidad fue 3.50 %. Al comparar los promedios de las variedades (Tabla 47) observamos que la variedad Limani presentó la mayor longitud de semilla con 13.367 mm y es similar estadísticamente a las demás variedades excepto con la variedad Catuai, ya que presentó la menor longitud con 12.317 mm y es similar estadísticamente a todas las demás variedades con excepción de la variedad Limani.

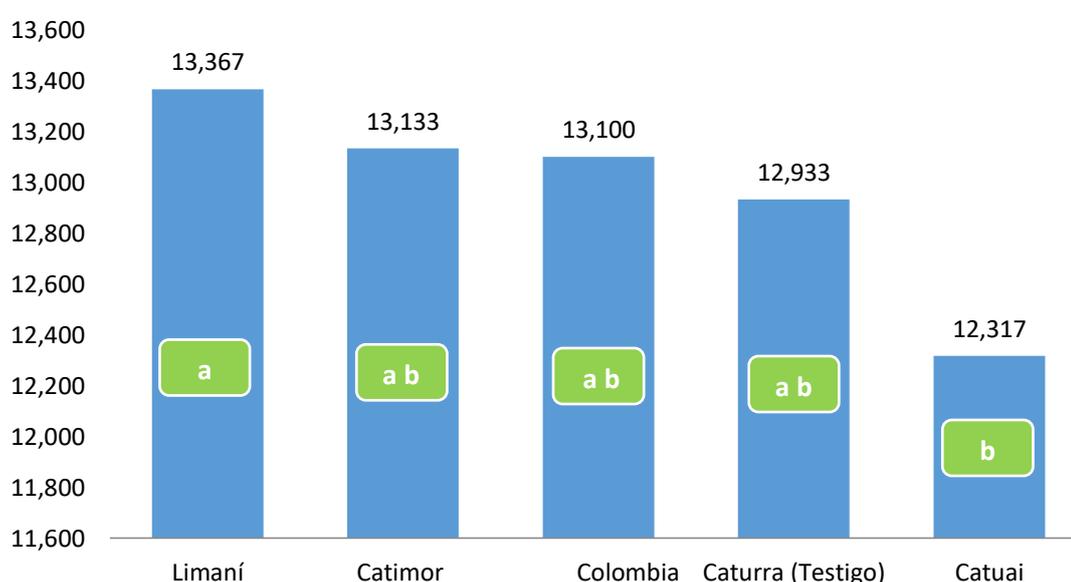
Tabla 46. Análisis de variancia para longitud de semilla (mm).

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fcal
Bloques	2	0.031	0.016	0.08
Variedades	4	1.887	0.472	2.29
Error	8	1.646	0.206	
Total	14	3.565		
C.V.(%)			3.497	
Promedio			12.970	

Tabla 47. Promedios para longitud de semilla (mm).

Variedades	Promedio	Sig.	
Limaní	13.367	a	
Catimor	13.133	a	b
Colombia	13.100	a	b
Caturra (Testigo)	12.933	a	b
Catuai	12.317		b

Duncan al 0.05 de probabilidad

**Figura 32.** Longitud de semilla de cinco variedades de cafeto en Tingo María, Huánuco.

Un estudio en la Selva Central menciona que la longitud de semilla con mayor y menor valor fue 11.85 y 8.94 mm que corresponden a las variedades Catimor y Catimor amarillo respectivamente (Apaza, 2013). Según la figura 32, las variedades de Limaní, Catimor y Colombia presentaron los mayores valores, mientras las variedades de Catuai y Caturra presentaron los menores valores; sin embargo, no existe diferencia estadística entre las variedades de Limaní, Catimor 8667, Colombia y Caturra, pero si con la variedad Catuai.

4.1.19. Ancho de la semilla en pergamino

En la tabla 48 del ANVA se observa que no existe diferencia estadística significativa para variedades y bloques. El coeficiente de variabilidad (CV) fue de 23.39 %. Al comparar los promedios de las variedades (Tabla 49) observamos que la variedad Caturra

presentó el mayor ancho de semilla con 11.373 mm y es similar estadísticamente a las demás variedades.

Tabla 48. Análisis de variancia para ancho de la semilla (mm).

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fcal
Bloques	2	9.691	4.846	1.04
Variedades	4	17.688	4.422	0.95
Error	8	37.325	4.666	
Total	14	64.704		
C.V.(%)			23.393	
Promedio			9.233	

Tabla 49. Promedios para ancho de la semilla (mm).

Variedades	Promedio	Sig.
Caturra (Testigo)	11.373	a
Limaní	9.057	a
Colombia	8.593	a
Catimor	8.577	a
Catuai	8.567	a

Duncan al 0.05 de probabilidad

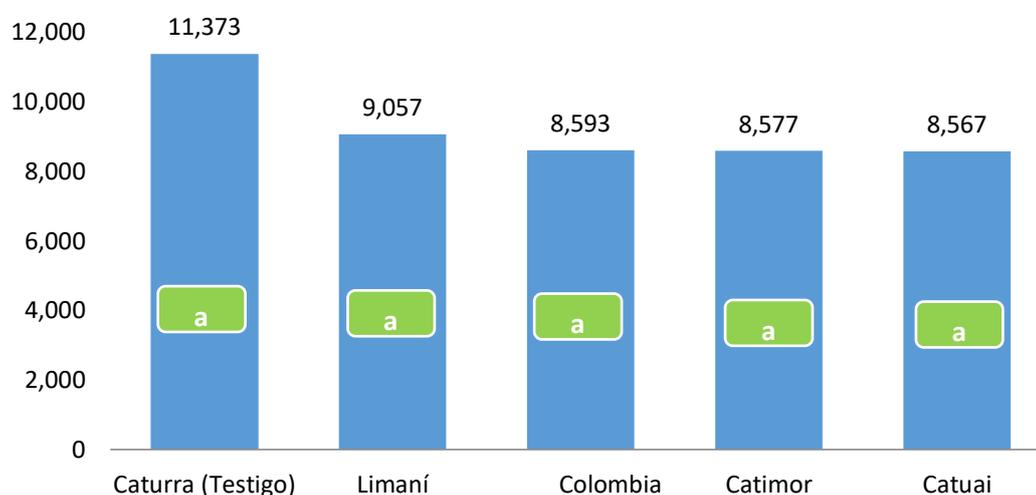


Figura 33. Ancho de la semilla de cinco variedades de cafeto en Tingo María, Huánuco.

Un estudio en la Selva Central menciona que el ancho de la semilla de café con mayor y menor valor fue 7.63 y 5.17 mm que corresponden a las variedades Caturra Amarilla y Catimor Amarillo respectivamente (Apaza, 2013). Algunos autores indican que la semilla de café presenta un tamaño variable que va de 10-18 mm largo y 6.5-9.5 mm de ancho.

El embrión mide de 3.5 a 4.5 mm de largo y está ubicado en uno de los extremos y muy superficial (Arcila et al., 2003).

4.1.20. Peso de 100 semillas en pergamino

En la tabla 50 del ANVA se observa en su fuente de variación que no existe significación estadística para variedades y bloques. El coeficiente de variabilidad fue de 23.58 %. Al comparar los promedios de las variedades (Tabla 51) observamos que la variedad Caturra con 25.553 g presentó el mayor peso de 100 semillas y es similar estadísticamente a las demás variedades.

Tabla 50. Análisis de variancia para peso de 100 semillas en pergamino (g).

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fcal
Bloques	2	33.105	16.553	0.65
Variedades	4	73.574	18.394	0.73
Error	8	202.470	25.309	
Total	14	309.149		
C.V.(%)			23.576	
Promedio			21.339	

Tabla 51. Promedios para peso de 100 semillas en pergamino (g).

Variedades	Promedio	Sig.
Caturra (Testigo)	25.553	a
Limaní	20.897	a
Catimor	20.713	a
Colombia	20.547	a
Catuai	18.983	a

Duncan al 0.05 de probabilidad

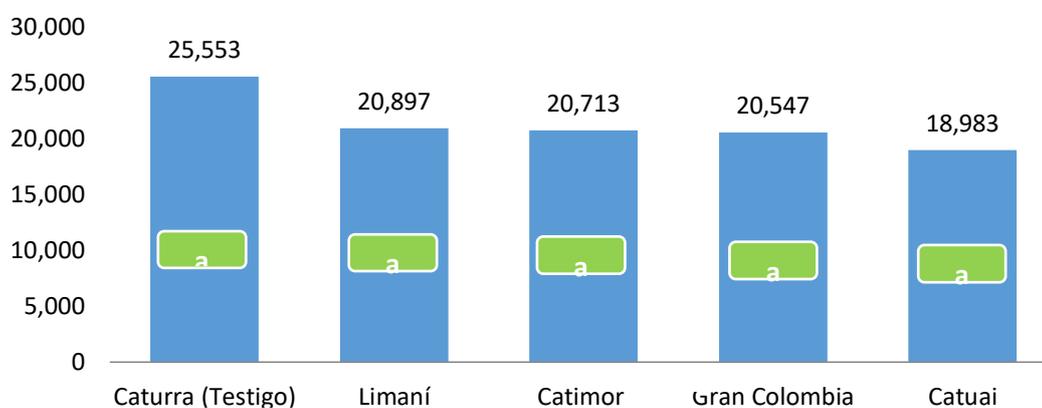


Figura 34. Peso de 100 semillas en pergamino de cinco variedades de cafeto en Tingo María, Huánuco.

Un estudio en la Selva Central reporta que el peso de 100 semillas con mayor y menor valor fue 27.85 y 15.64 gramos que corresponden a las variedades Catimor y Catimor amarillo respectivamente (Apaza, 2013). En la figura 34, la variedad Caturra presento el mayor de peso de 100 semillas con 25.55 g, seguido por la Var. Limaní con 20.90 g, la variedad Catuai presentó los menores valores con 18.98 g; sin embargo, entre las 5 variedades estudiadas no existen diferencias estadísticas significativas, esto podría deberse a que tienes rasgos de genes de sus progenitores, ya que el origen de *C. arábica* es producto de la hibridación de la especie diploide cercanas de *Coffea eugenioides* y *Coffea canephora* (Julca et al., 2018).

4.1.21. Porcentaje de semilla vana

En la tabla 52 del ANVA en su fuente de variación no existe significación para variedades y bloques. El coeficiente de variabilidad (CV) fue 20.50 %. Al comparar los promedios de las variedades (Tabla 53) observamos que el mayor porcentaje de semilla vana presentó la variedad Limaní con 10.90 % y es similar estadísticamente a las demás variedades.

Tabla 52. Análisis de variancia para porcentaje de semilla vana (%), transformación \sqrt{X} .

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fcal
Bloques	2	0.577	0.288	0.83
Variedades	4	0.808	0.202	0.58
Error	8	2.784	0.348	
Total	14	4.169		
C.V.(%)			20.496	
Promedio			2.878	

Tabla 53. Promedios para porcentaje de semilla vana (%).

Variedades	Promedio	Sig.
Limaní	10.903	a
Colombia	8.833	a
Catimor	8.543	a
Catuai	8.083	a
Caturra (Testigo)	6.440	a

Duncan al 0.05 de probabilidad

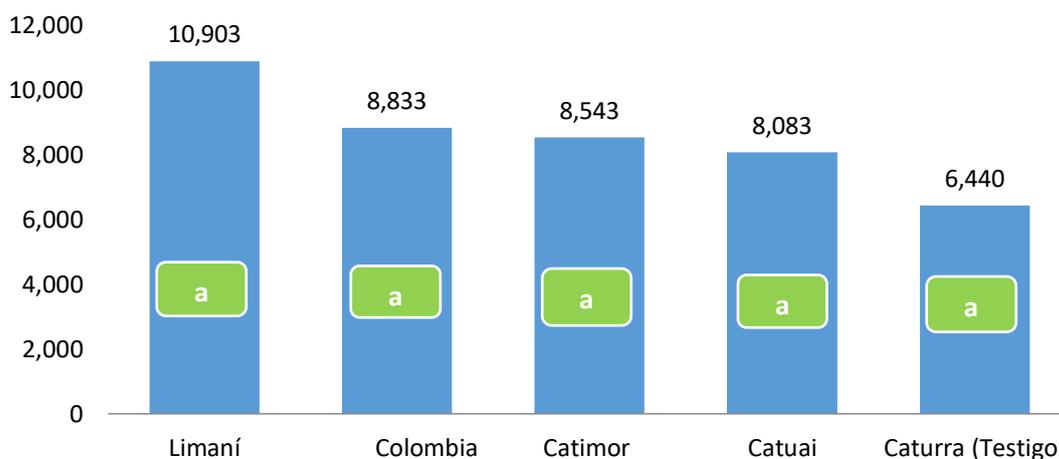


Figura 35. Porcentaje de semilla vana de cinco variedades de cafeto en Tingo María, Huánuco.

En la figura 35, la variedad Limaní presentó el mayor valor de % de semilla vana con 10.9 %, seguido por la Var. Colombia con 8.8 %, mientras la variedad Caturra presentó el menor valor con 6.44 %; sin embargo, entre las 5 variedades estudiadas no existen diferencias estadísticas significativas, esto podría deberse ya que las variedades comparten ciertos genes de sus progenitores, ya que según el origen de *C. arábica* es producto de la hibridación de la especie diploide cercanas de *Coffea eugenioides* y *Coffea canephora* (Julca et al., 2018).

4.1.22. Evaluación de incidencia de roya (%)

En la tabla 54 del ANVA se observa que en su fuente de variación existe alta significación estadística para variedades, mientras para bloques también existe diferencia estadística. El coeficiente de variabilidad fue 28.09%. Al comparar las variedades, en la tabla 55 observamos que la variedad caturra presentó la mayor incidencia de roya con 56.26 % y es similar estadísticamente a la variedad Catuai con 38.53% y diferente estadísticamente a las variedades Colombia, Catimor 8665 y Limaní, además resaltar que la variedad Limaní no presentó incidencia de roya (0%).

Tabla 54. Análisis de variancia para incidencia de roya, transformación arco seno $\sqrt{\% \text{ incidencia}}$.

FV	GL	SC	CM		Fcal	P-valor
Bloque	2	261.432	130.716	ns	2.93	0.1111
Variedades	4	6552.526	1638.132	**	36.70	0.0000
Error	8	357.068	44.634			
CV(%)			28.09			
Promedio			23.78			

Tabla 55. Promedios para incidencia de roya con datos transformación a arco seno según Duncan ($\alpha = 0,05$).

Variedades	Promedio	Sig.
Caturra (Testigo)	56.26	a
Catuai	38.53	a b
Colombia	18.01	b
Catimor	6.10	c
Limaní	0.00	d

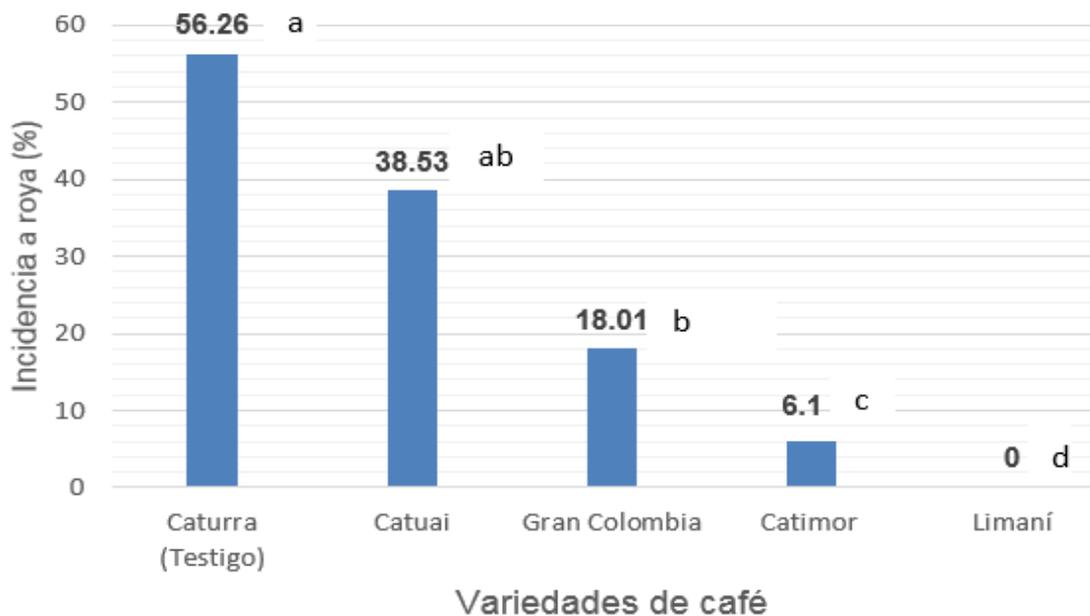


Figura 36. Incidencia de la roya amarilla en cinco variedades de cafeto en Tingo María, Huánuco.

El análisis de variancia indica que en su fuente de variación existe alta significación estadística para variedades, no encontrándose significación estadística para bloques, el coeficiente de variabilidad fue de 28.09 %.

La variedad Caturra presentó la mayor incidencia de roya con 56.26 %, siendo estadísticamente similar a la variedad Catuai con 38.53 %, estos datos coinciden con un estudio, donde la variedad Caturra Rojo colectado en Puno presentó alta incidencia de roya con 73.06 % a pesar los rendimientos altos rendimientos de la variedad (Julca et al., 2008) mientras que, la variedad Limaní no presentó incidencia de roya y es estadísticamente diferente a la Caturra (Figura 36). Similar resultado fue reportado por Alarcón (2016) quien obtuvo para la variedad Caturra y Catimor, 40 % y 0% respectivamente de incidencia de roya amarilla del café. La variedad Caturra es altamente susceptible a la roya (Revillas et al., 2017). Julca et al. (2018) reportaron incidencia baja de la enfermedad para la variedad Catimor (1.68 %), seguido de Colombia (6.22 %) y Costa Rica 95 (6.96 %). Alvarado (2004) concluye que la variedad Colombia es más resistente a la roya que la variedad Caturra. Las tres variedades (Colombia, Catimor y Limaní) son considerados resistentes. Moreno y Alvarado (2000) y Escamilla et al. (2015) consideran a la variedad Colombia como una variedad resistente a esta enfermedad; mientras que, Julca et al. (2018) consideran a Catimor, Colombia y Costa Rica 95 resistentes a la raza II de la roya. Además, Catimor posee el factor de resistencia SHG y otros factores que le dan resistencia total a la enfermedad. Moreno y Alvarado (2000) señalaron que la resistencia es un estado de menos enfermedad o la capacidad de un hospedero para limitar el crecimiento de un patógeno y es verdadera cuando es controlada por uno o más genes. La roya, es la principal enfermedad que afecta la producción en el mundo (Bustamante et al., 2001). Siendo la resistencia a *Hemileia vastatrix*, agente causal de la roya, uno de los objetivos de los programas de mejoramiento genético de C. arábica en Latinoamérica.

Según la figura 36, Limaní no presentó incidencia de roya (0%), mientras las variedades Catimor y Colombia presentaron 6.1 y 18.01 % de incidencia; asimismo, para efectos de evaluación de susceptibilidad y resistencia de una variedad es a través del color de los brotes tiernos, ya que las variedades Limaní y Catimor 8667 presentaron brotes de color marrón rojizo (ver [figura 36 XX](#)), lo que indica que son resistentes a la roya amarilla del café, mientras la variedad Colombia presentó brotes de color verde bronceado lo que indica que presenta cierto grado de resistencia a la roya, esto se debe a que las plantas presentan diferentes mecanismos de defensa contra el ataque de hongos, algunos incrementan la producción de metabolitos, antioxidantes y enzimas (Lujan et al., 2020), haciendo que la planta contrarreste el desarrollo de la enfermedad inhibiendo la expresión de genes del hongo, debido a que las

plantas realizan una expresión génica de enzimas antioxidantes e hidrolíticas como la producción de glucanasa, fenilalanina y catalasa (Loureiro, et al., 2015), un estudio demostró el incremento de la actividad de la enzima Glucanasa cuando las plantas de café fueron sometidos a infección con el hongo de la roya (Honorato et al., 2015). Otro estudio demuestra que después de 24 de la infección de una planta con roya se incrementa la producción de la enzima Glucanasa (Monteiro et al., 2016). Las variedades que presentan brotes de color marrón rojizo es porque presentan genes de resistencia a la roya amarilla que gracias a su alta producción de ácido neoclorogénico y ácido cafeico ayudan a que se activen e incremente la actividad enzimática de la quitinasa y peroxidasa (Lujan et al., 2020,) que reducen el desarrollo del hongo, mientras las variedades con brotes de color verde claro presentan menos contenidos de ácidos neoclorogénico y ácido cafeico, y menor contenidos de las enzimas glucanasa.

4.1.23. Rendimiento (producción) de café pergamino (kg/tratamiento)

Se registró la producción de café pergamino por cada tratamiento (50 plantas/variedad), teniendo en cuenta que hasta 4 veces se realizó la cosecha durante la maduración de los frutos, para luego pasar al beneficio y secado.

En la tabla 56 del ANVA observamos que no existe significación estadística para variedades y bloques. El coeficiente de variabilidad es 21.80 %. Al realizar la comparación de los promedios de las variedades (Tabla 57) observamos que la variedad Catuai presentó el mayor rendimiento de café pergamino con 8.330 kg/tratamiento; y, es similar estadísticamente a las demás variedades con excepción de la variedad Caturra, ya que presentó en menor rendimiento de café pergamino con 4.950 kg/tratamiento; y, es similar estadísticamente a las demás variedades a excepción de la variedad Catuai.

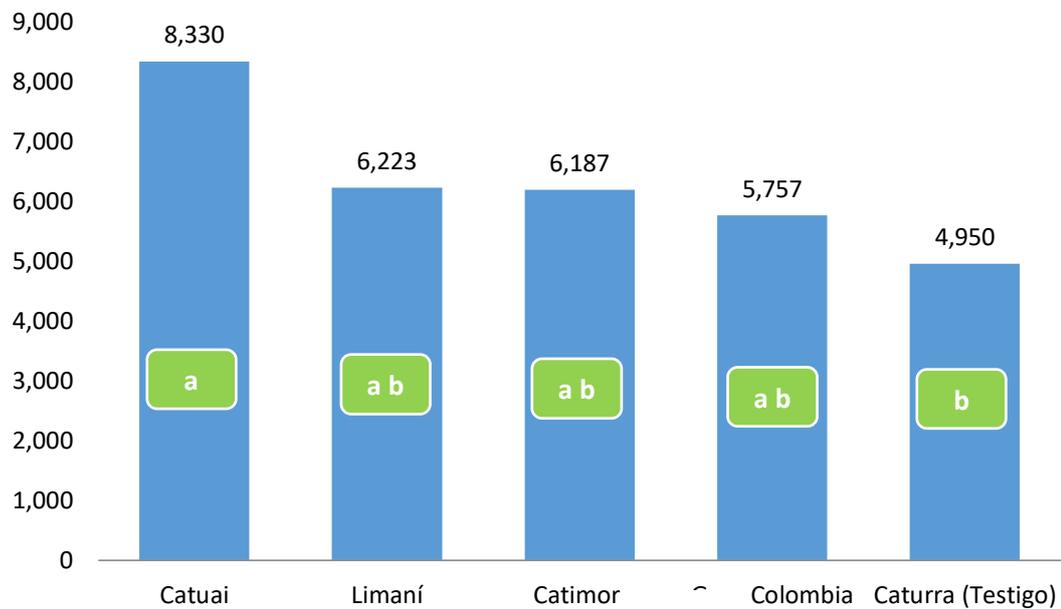
Tabla 56. Análisis de variancia para rendimiento de café pergamino (kg/variedad).

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fcal
Bloques	2	3.595	1.797	0.96
Variedades	4	18.770	4.693	2.50
Error	8	15.033	1.879	
Total	14	37.399		
C.V.(%)			21.796	
Promedio			6.289	

Tabla 57. Promedios para rendimiento (producción) de café pergamino (kg/variedad).

Variedades	Promedio	Sig.	
Catuai	8.330	a	
Limaní	6.223	a	b
Catimor	6.187	a	b
Colombia	5.757	a	b
Caturra (Testigo)	4.950		b

Duncan al 0.05 de probabilidad

**Figura 37.** Rendimiento de café pergamino en cinco variedades, Tingo María, Huánuco.

En la figura 37 se observa que la variedad Catuai obtuvo el mayor rendimiento con 8.33 kg de café pergamino seco/ tratamiento, a pesar de que la Var. Catuai presentó una incidencia de roya amarilla de 38.53 %, mientras la variedad Caturra (testigo) presentó el menor valor de 4.9 kg/tratamiento, entre ambas variedades existe diferencia estadística significativa; asimismo, entre las variedades Limaní, Catimor 8667, y Colombia no existe diferencia significativa esto podría deberse a ambas variedades presentan genes en común por el cruzamiento de Caturra x Híbrido de Timor, el cual le confiere cierto grado de resistencia a la roya (Moreno y Alvarado, 2000). Un estudio en selva central reporta que la producción de

café pergamino por planta para la variedad Costa Rica 95 fue 0.44 kg, siendo superior estadísticamente a las variedades de Colombia con 0.35 kg y Catimor con 0.33 kg de café pergamino/planta (Julca et al., 2018). Según la figura 37 se observa la superioridad de Catuai en rendimiento de café pergamino/tratamiento se debe al n° de frutos por planta (6 182.5), n° de nudos/rama (10.67), n° de frutos/nudo (15.87); asimismo, el ancho de hoja (72.35 mm), la altura de planta (195.20 cm), el n° de ramas/planta (36.33), la longitud de la hoja (159,20mm), la relación de café cerezo/café pergamino seco (5.5:1) y la baja proporción de frutos no viables (6.08 %) y bajo % de semilla vana (8.08 %), hacen que la Var. Catuai sea superior a las demás variedades. Además, la altura de planta influye, y esta característica está determinada por la constitución genética de cada variedad, y es un indicador del crecimiento ortotrópico donde se generan las bandolas que aseguran los rendimientos (Ladera, 2017)

Asimismo, señalar que Catuai creciendo a una altitud de 798 m.s.n.m. de la localidad de Cafesa, ha demostrado tener un buen comportamiento y respuesta a las condiciones edafoclimáticas (Suelo y clima), esto podría deberse a que Catuai presentan una amplia capacidad de adaptación gobernado por genes de alta heredabilidad de 96 % (Anzueto, 2013), ya que sus progenitores es Mundo Novo y puede llegar a medir hasta 2.8 m, considerado como una variedad de porte medio (World, 2018), alto vigor y con un sistema radicular bien desarrollado (Carvalho, 2010).

4.1.24. Rendimiento (producción) de café pergamino (kg/ha)

A partir de los datos del rendimiento de café pergamino total por tratamiento y por repetición, se calculó el rendimiento por hectárea teniendo en cuenta para una densidad de plantación de 5,000 plantas/hectárea.

En la tabla 58 del análisis de variancia observamos que en su fuente de variación no existe significación estadística para variedades y bloques. El coeficiente de variabilidad fue 21.82 %. Al realizar la comparación de los promedios de las variedades (Tabla 59) observamos que la variedad Catuai presentó el mayor rendimiento (o producción) de café pergamino con 1666.100 kg/ha y es similar estadísticamente a las demás variedades con excepción de la variedad Caturra, la variedad Caturra presentó en menor rendimiento de café pergamino con 990.300 kg/ha y es similar estadísticamente a las demás variedades con excepción de la variedad Catuai.

Tabla 58. Análisis de variancia para rendimiento (producción) de café pergamino (kg/ha).

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fcal
Bloques	2	143870.533	71935.267	0.96
Variedades	4	751203.042	187800.760	2.49
Error	8	602207.633	75275.954	
Total	14	1497281.208		
C.V.(%)			21.815	
Promedio			1257.667	

Tabla 59. Promedios para rendimiento (producción) de café pergamino (kg/ha).

Variedades	Promedio	Sig.
Catuai	1666.100	a
Limaní	1244.500	a b
Catimor	1237.000	a b
Colombia	1150.500	a b
Caturra (Testigo)	990.300	b

Duncan al 0.05 de probabilidad

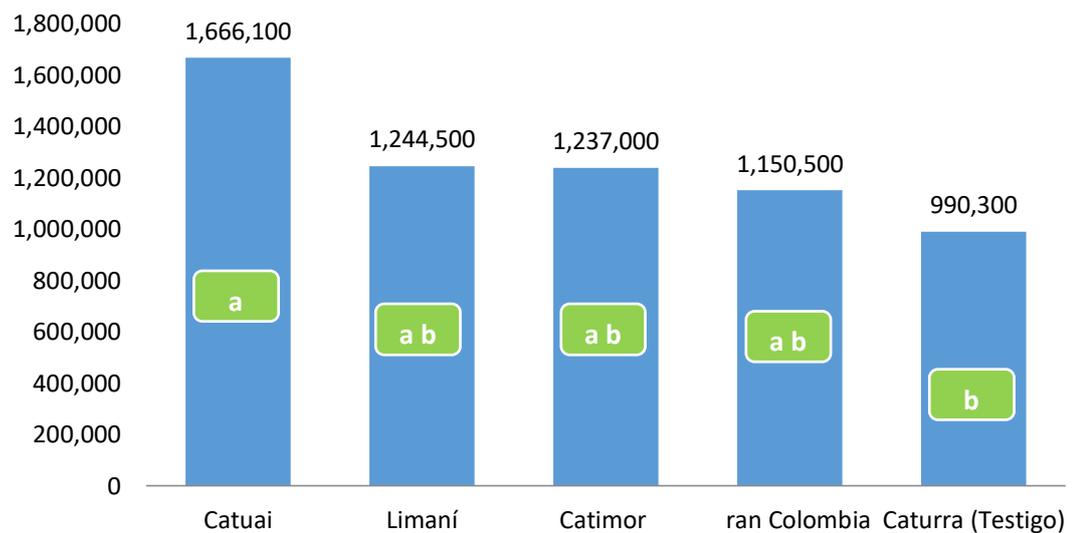


Figura 38. Rendimiento (producción) de café pergamino en kilos /hectárea en cinco variedades, Tingo María, Huánuco.

En cuanto a los rendimientos de las plantas de café presentan menor tamaño en las zonas de origen; por ejemplo, el rendimiento de café en su centro de origen es de 400 kg/hectárea; pero en América latina es de 600 kg/ha y los rendimientos más altos se obtienen en Brasil (1500 kg/ha) y costa Rica (1700 kg/ha), el promedio mundial es de 500 kg/ha y el más alto se da en Vietnam 6 100 kg/ha (Sevilla y Holle, 2004). Esto se debe a que las especies nativas se han adaptado en su centro de origen a una amplia gama de ecosistemas siguiendo un largo proceso de adaptación a condiciones marginales, por lo tanto, la tecnología de producción no se desarrolla para alcanzar alta productividad sino para adaptarse al medio y mejorar las posibilidades de supervivencia. Lo contrario ocurre con las especies introducidas, estas se siembran en condiciones óptimas de cultivo porque la introducción de variedades va acompañada de un proceso de evaluación de las áreas ecológicas más aptas y de la definición de un paquete tecnológico apropiado (Sevilla y Holle, 2004).

Un estudio reportó que la variedad Costa Rica 95 presentó un rendimiento de 2 200 kg/ha, seguido de Colombia con 1 750 kg/ha y último Catimor con 1 650 kg/ha. Sin embargo, es importante señalar que nuestros resultados para la variedad Catuai fue 1 666 kg/ha, a pesar que tuvo una incidencia (I) de roya de 38.56 %. Esto coincide con un estudio en Espíritu Santo - Brasil, ya que las variedades de Catuai no son resistentes a la roya del café; sin embargo, son altamente productivos, con alto vigor y tamaño de grano (Matiello, 2008), ya que los rendimientos están entre 1 800 a 2 400 kg/ha, y la calidad del café es excelente (Carvalho, 2010).

La superioridad de la Var. Catuai en rendimiento se debe a las características registradas en nuestro estudio como el n° de frutos por planta (6 182.5), n° de nudos/rama (10.67), n° de frutos/nudo (15.87); asimismo, el ancho de hoja (72.35 mm), la altura de planta (195.20 cm), el n° de ramas/planta (36.33), la longitud de la hoja (159,20mm), la relación de café cerezo/café pergamino seco (5.5:1), la baja proporción de frutos no viables (6.08 %) y el bajo % de semilla vana (8.08 %), hacen que Catuai sea superior a las demás variedades.

Asimismo, señalar que Catuai creciendo a una altitud de 798 m.s.n.m, como es la comunidad de Cafesa, en el distrito de Daniel Alomía Robles, Provincia de Leoncio Prado de la región Huánuco, ha demostrado buen comportamiento y respuesta a las condiciones edafoclimáticas (Suelo y clima) de la zona, esto se contrasta con lo mencionado por algunos expertos que Catuai presentan una amplia capacidad de adaptación debido a que presenta genes de alta heredabilidad de 96 % (Anzueto, 2013), ya que sus progenitores es Mundo Novo y que

puede llegar a medir hasta 2.8 m de altura de planta, considerado como una variedad de porte medio (World, 2018), alto vigor y con un sistema radicular bien desarrollado (Carvalho, 2010).

4.2. Análisis de componentes principales

4.2.1. Datos cuantitativos

En la tabla 60, se presentan los resultados del análisis de componentes principales, para las variables cuantitativas. El primer componente (PC1), presentó el 50.2 % de la variabilidad total, seguido del segundo componente (PC2), que presentó el 38.4 % de la variabilidad restante y el tercer componente (PC3), presentó el 7.2 % de la variabilidad remanente, haciendo un total entre los tres primeros componentes que explican el 95.8 %.

Tabla 60. Valores propios, porcentaje absoluto y acumulado de la variación fenotípica total explicado por los componentes principales de descriptores cuantitativos.

Componentes principales	Valor propio	Porcentaje de la varianza total absoluto (%)	Acumulado (%)
PC1	12.552	50.2	50.2
PC2	9.600	38.4	88.6
PC3	1.805	7.2	95.8
PC4	1.043	4.2	100.0
PC5	0.000	0.0	100.0

Tabla 61. Correlación entre descriptores cuantitativos y los primeros 3 componentes principales usados para la discriminación de las 5 variedades de café.

Descriptores	PC1	PC2	PC3
Altura de Planta (cm)	0.042	0.305	-0.209
Nº de ramas/planta	0.092	0.305	-0.019
Diámetro de tallo principal (mm)	-0.212	0.193	-0.205
Longitud de la hoja (mm)	0.086	0.249	0.365
Ancho de la hoja (mm)	0.002	0.311	0.084
Longitud del peciolo (mm)	-0.173	0.013	0.587
Longitud del entrenudo de rama (mm)	0.274	0.035	0.027
Longitud de entrenudo del tallo (mm)	0.225	0.143	-0.115
Nº de nudos/rama	0.26	0.045	-0.192
Nº de frutos/nudo	0.24	-0.071	-0.269
Nº de frutos por planta	0.254	0.095	-0.167
Longitud del fruto (mm)	-0.276	-0.035	0.041
Ancho del fruto (mm)	-0.275	0.043	0.036

Peso de 100 frutos maduros (g)	-0.275	0.051	0.111
Peso de pulpa (100 frutos)	-0.27	0.024	-0.181
Proporción de frutos no viables (%)	-0.203	0.181	-0.203
Relación de cosecha/café pergamino seco	-0.214	0.21	0.014
Longitud de semilla (mm)	-0.257	-0.111	-0.168
Ancho de la semilla (mm)	0.069	-0.293	0.129
Peso de 100 semillas (g)	0.017	-0.318	0.091
Porcentaje de semilla vana (%)	-0.204	0.175	-0.197
Evaluación de Incidencia de Roya (%)	0.237	-0.151	0.128
Rdto café pergamino (kg/trat.)	0.108	0.285	0.163
Rdto café pergamino (kg/ha)	0.108	0.285	0.163
Rdto Café pergamino (qq/ha)	0.108	0.285	0.163

En la tabla 61, se observa la contribución de las variables a cada componente. Los descriptores Longitud de fruto (-0.276), ancho de fruto (-0.275) y peso de 100 frutos maduros (-0.275), mostraron mayor contribución al primer componente. Mientras que los descriptores altura de planta y número de ramas (0.305) mostraron similar contribución para el segundo componente. Para el tercer componente principal el descriptor que mostró mejor aporte fue el descriptor longitud del peciolo (0.587). Estos resultados nos muestran en función de todos los descriptores considerados, cada uno de los cultivares de café, presentan comportamientos de manera diferentes, mostrando variabilidad morfológica, donde estas variaciones encontradas se deben a factores intrínsecos de las variedades de café evaluadas.

4.2.2. Datos cualitativos

Las cinco variedades de café evaluadas presentaron características cualitativas similares; es decir, las variedades Colombia, Limani, Caturra, Catimor y Catuai presentaron muchas ramas primarias con algunas ramas secundarias, ángulo de inserción mayor a 90 °, estipula oval, forma de hoja lanceolada, forma de ápice apiculada, color del peciolo verde, forma de fruto oblonga, color de semilla amarillo y forma de semilla obovada. De las 13 características cualitativas evaluadas solo en cuatro (4) características se diferenciaron las cuales son forma de planta, color de hojas maduras, color de brotes y color de fruto; es decir, la variedad Caturra presentó la forma Arbustiforme, mientras la Colombia, Limaní, Catimor 8667 y Catuai presentó la forma piramidal, para color de brotes las variedades Colombia, Caturra y Catuai presentaron color verduzca, mientras las variedades de Limaní y Catimor presentaron color marrón rojiza, referente al color de fruto maduro las variedades Limaní, Catimor y Catuai presentaron color rojo; mientras que Colombia color rojo púrpura y la variedad Caturra Naranja rojizo (Tabla 62).

Tabla 62. Características cualitativas de cinco variedades de cafeto en Tingo María.

Variedad	Forma de planta	Hábito de ramificación	Angulo de Inserción	Forma de Estípula	Color de la hoja madura	Forma de la hoja	Forma del ápice	Color del peciolo	Color de brotes jóvenes	Forma del fruto	Color de fruto maduro	Color de semilla	Forma de semilla
Colombia	Piramidal	Mucha rama primaria	Semi erecto	Triangular	Verde	Deltoide	Lanceolada	Verde	Verduzca	Oblonga	Rojo púrpura	Amarillo	Ovovada
Limani	Piramidal	Mucha rama primaria	Semi erecto	Triangular	Verde	Deltoide	Lanceolada	Verde	Marrón rojiza	Oblonga	Rojo	Amarillo	Ovovada
Caturra	Arbustiforme	Mucha rama primaria	Semi erecto	Triangular	Verduzca	Deltoide	Lanceolada	Verde	Verduzca	Oblonga	Naranja rojizo	Amarillo	Ovovada
Catimor	Piramidal	Mucha rama primaria	Semi erecto	Triangular	Verde	Deltoide	Lanceolada	Verde	Marrón rojiza	Oblonga	Rojo	Amarillo	Ovovada
Catuai	Piramidal	Mucha rama primaria	Semi erecto	Triangular	Verde	Deltoide	Lanceolada	Verde	Verduzca	Oblonga	Rojo	Amarillo	Ovovada

En la tabla 63, se observa que dos componentes presentan valores propios mayores a 1; y; por estos dos componentes es explicado el 91.9 % de la variación total. En la tabla 64 se observa que los descriptores que más contribuyeron en el primer componente fueron apariencia general y color de la hoja madura, en cambio en el segundo componente contribuyeron fueron color de brotes jóvenes y color de fruto maduro.

Tabla 63. Valores propios, porcentaje absoluto y acumulado de la variación fenotípica total explicado por los componentes principales en descriptores cualitativos.

Componentes principales	Valor propio	Porcentaje de la varianza total	
		Absoluto (%)	Acumulado (%)
PC1	2.6112	65.3	65.3
PC2	1.0639	26.6	91.9
PC3	0.3250	8.1	100.0
PC4	0	0.0	100.0

Tabla 64. Correlación entre descriptores cualitativos y los primeros 2 componentes principales usados para la discriminación de las 5 variedades de café.

Descriptores	PC1	PC2
Apariencia general	-0.550	0.212
Color de la hoja madura	0.561	0.203
Color de brotes jóvenes	0.372	0.767
Color de fruto maduro	0.495	-0.571

V. CONCLUSIONES

1. Las variedades de Catuai, Limaní, Catimor 8667 presentaron un mejor comportamiento fenotípico y agronómico bajo las condiciones edafoclimáticas de la zona en estudio, resaltando que la variedad Catuai a pesar de tener una incidencia de 38.83 % de roya amarilla fue superior en el rendimiento de café pergamino seco con 1,666 kg/ha.
2. Las cinco (5) variedades estudiadas (Colombia, Limani, Catimor 8667, Catuai y Caturra) tienen características fenotípicas muy similares en 9 caracteres como 1) muchas ramas primarias con algunas ramas secundarias, 2) ángulo de inserción mayor a 90 °, 3) estipula oval, 4) forma de hoja lanceolada, 5) forma de ápice apiculada, 6) color del peciolo verde, 7) forma de fruto oblonga, 8) color de semilla amarillo y 9) forma de semilla obovada; sin embargo, hubo diferencias en 4 caracteres como: forma de planta, color de hojas maduras, color de brotes jóvenes y color de fruto.
3. La variedad Catuai presentó mejores características agronómicas en lo que respecta a mayor altura de planta, número de ramas/planta, longitud de entrenudo por planta, longitud del entrenudo del tallo, número de nudos por planta y número de frutos por planta, relación café cerezo/café pergamino seco, bajo % de frutos no viables y % de semilla vana; mientras que las variedades de Colombia, Limani y Catimor 8667 tuvieron valores intermedios.
4. Respecto a la incidencia del ataque de la “roya del café”, la variedad Limaní presentó 0 %, mientras las Variedades Colombia y Catimor 8667 presentaron baja incidencia (I) de 18 % y 6.1 % respectivamente, mientras que las Var. Catuai y Caturra presentaron incidencia de roya de 38.52 % y 55 % respectivamente.
La variedad Catuai a pesar de presentar 36.33 % de incidencia de roya presentó los mayores rendimientos de café pergamino seco con 1,666.10 kg/ha, siendo superior a las otras variedades estudiadas.

VI. RECOMENDACIONES

1. Realizar estudios de selección y evaluación de los mejores fenotipos de las variedades de Catuai y Limaní, específicamente en sus características cuantitativas, incluyendo la calidad de taza.
2. Realizar estudios de nutrición mineral en la variedad Catuai y su respuesta al ataque de roya amarilla.
3. Para las condiciones edafoclimáticas de Daniel Alomía Robles no considerar a la variedad de Colombia ya que no demostró buena adaptación, ya que el tallo tiende a doblarse y los frutos cerca de su madurez fisiológica se desprenden fácilmente y caen al suelo.
4. Realizar estudio de secuenciamiento molecular a las variedades Catuai y Limaní a fin de identificar genes de resistencia a roya.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Achar, D., Awati, M., Udayakumar, M. y Prasad, T. 2015. Identification of putative molecular markers associated with root traits in *Coffea canephora* Pierre ex Froehner. *Molecular Biology International*, 2015.
2. Aga, E.; Bryngelsson, T.; Endashaw, B.; Salomon, B. 2003. Genetic diversity of forest arabica coffee (*Coffea arabica* L.) in Ethiopia as revealed by random amplified Polymorphic DNA (RAPD) analysis. *Hereditas* 138: 36-46.
3. Aga, E. 2005. Molecular genetic diversity study of forest coffee tree (*Coffea arabica* L.) populations in Ethiopia: Implications for conservation and breeding. Doctoral thesis. Alnarp, Swedish University of Agricultural Sciences. 37 p
4. Alarcón, G. 2016. Comportamiento de tres variedades de café (*Coffea arábica* L.) en el valle del Perene, Junín-Perú. Tesis Pregrado. Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM). Lima, Perú. 76 p.
5. Alvarado, M.; Rojas, G. 2007. Características botánicas del cultivo. En: El cultivo del café y beneficiado del café. Editorial Universidad Estatal a distancia. San José Costa Rica. 228 p.
6. Alvarado, Alvarado G. 2004. Comportamiento de progenies de variedad Colombia en presencia de razas compatibles de roya del cafeto. *Revista Cenicafe* 55 (1): 69-92.
7. Alves, H. 2007. Zoneamiento agroclimático: Un estudio de caso para café. *Informe Agropecuario, Belo Horizonte* 28(241): 50-57.
8. Apaza, A. 2013. Caracterización morfológica y de calidad de 71 accesiones de café (*Coffea arábica* L.) en San Ramón, Chanchamayo (Tesis de pregrado). UNALM. Lima, Perú.
9. Anthony, F.; Combes, M.; Astorga, C.; Bertrand, B.; Graziosi, G.; Lashermes, P. 2002. The origin of cultivated *Coffea arabica* L. varieties revealed by AFLP and SSR markers. *Theor. Appl. Genet.* 104: 894-900.
10. Anzueto, F. 2013. Variedades de café resistentes a la roya. *Revista El Cafetal. ANACAFÉ.* Disponible en https://www.anacafe.org/glifos/index.php/Variedades_resistentes_a_roya (Consulta 2 septiembre 2016).
11. Anzueto, F. 2014. Variedades de café. 9 p. Boletín Técnico. Asociación Nacional de Café de Guatemala (ANACAFÉ), Ciudad de Guatemala, Guatemala.

12. Arcila, J. 2007. Sistemas de producción y administración de cafetales. Manual de caficultura. Tercera edición. Guatemala. Pp. 19-57. .
13. Arcila, J., & Jaramillo, A. 2003. Relación entre la humedad del suelo, la floración y el desarrollo del fruto del cafeto.
14. Avelino, J.; Rivas, G. 2013. La roya anaranjada del café. Disponible en: <http://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01071036>, consultado 10 de agosto, 2019.
15. Banegas, K. 2009. Identificación de las fuentes de variación que tiene efecto sobre la calidad de café (*Coffea arabica* L.) en los municipios del Praiso y Alauca, Honduras. Turrialba, Costa Rica. 74 pp.
16. Bartra Mego, M. F. (2021). Influencia ecofisiológica de tres variedades de (*Coffea arabica* L.) " café" en cuatro pisos altitudinales, en el distrito de Japelacio, provincia de Moyobamba.
17. Gonzales Toscano, W. (2017). Influencia de la edad del Cafeto (*Coffea arabica* L.) var. catimor y tipo de beneficio en la calidad física y organoléptica en Villa Rica.
18. Benito, S.; Távara, J.; Cortez, I.; Ochoa, T. 2013. Manejo Integrado de la roya amarilla del cafeto en el Perú. Instituto Nacional de Innovación Agraria-INIA. Lima, Perú. 52 p.
19. Borrelli, R. C., Visconti, A., Mennella, C., Anese, M., & Fogliano, V. (2002). Chemical characterization and antioxidant properties of coffee melanoidins. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50(22), 6527-6533.
20. Bustamante, J., Sarmiento, A., Casanova, A., Contreras, E., Yáñez, C., Romero, C., Peña, I., Verenzuela, A., Morales, N., Garnica, J., Colmenares, N. (2001). Caracterización de resistencia incompleta A *Hemileia vastatrix* en genotipos de café (*Coffea arabica* L.) variedad Bramón I. *Revista Bioagro* 13(2):65-70.
21. Carvalho, C.H. 2008. Cultivares de café arabica de porte baixo. En: Cultivares de café. Origem, características e recomendacoes. Embrapa Café. Brasilia. Capítulo 9. Pp: 157-226.
22. Castro L.; Cortina, A.; Rouxl, J.; Wingfield J. 2013. New coffee (*Coffea Arabica* L.) genotypes derived from *Coffea canephora* exhibiting high levels of resistance to leaf rust and *Ceratocystis* canker. *Tropical Plant Pathology* 38(6): 485-494.
23. Campos, N., Panis, B., & Carpentier, S. (2017). Somatic embryogenesis in coffee: the evolution of biotechnology and the integration of omics technologies offer

- great opportunities. *Frontiers in Plant Science*, 8, 1460.
<https://doi.org/10.3389/fpls.2017.01460>
24. Castañeda, E. 2000. El ABC del Café: Cultivando calidad. TECNATROP Lima, Perú. 50 p.
 25. Catari, Q.P. 2017. Caracterización morfoagronómico de diez cultivares de café (*Coffea arabica* L.) en la estación experimental de sapecho del departamento de la Paz. Universidad Mayor de San Andrés, La Paz, Bolivia. Recuperado el 21 de diciembre de 2018. 84 p.
 26. Carvalho, C.H. et.al., 2010. Cultivares de café arábica de porte baixo. En: Cultivares de café. Origem, Características e recomendações. Embrapa café. Brasília. Capítulo 9. pág: 157-226.
 27. Coronel, Q. 2019. Identificación de variedades de café especial en las parcelas agroforestales certificadas en Jaén y San Ignacio. Carrera profesional de Ingeniería Forestal y Ambiental. Universidad Nacional de Jaen. Cajamarca. 158 p.
 28. Cristancho, M. 2011. CENICAFE, Ciencia, tecnología e innovación para la caficultura colombiana; foros. Disponible en: <http://www.cenicafe.org/es/index.php/forums/viewthread/15/#3>, consultado 14 de julio de 2019.
 29. Da Matta, F., C. Ronchi, M. Maestri, and R. Barros. 2007. Ecophysiology of coffee growth and production. *Braz. J. Plant. Physiol.* 19(4):485-510.
 30. Da Silva, É. A., Carducci, C. E., de Oliveira, G. C., Silva, B. M., & Serafim, M. E. (2017). Estrutura de solos em manejo conservacionista: diagnóstico visual, laboratorial, caracterização e inter-relações. *Scientia Agraria*, 18(3), 61-73.
 31. Delgado, L. 2007. Agrocadena de café sostenible. Ministerio de Agricultura y Ganadería DRCS. Puriscal. Costa Rica. 8 p.
 32. Denoeud, F., Carretero-Paulet, L., Dereeper, A., Droc, G., Guyot, R., Pietrella, M., Zheng, C., Alberti, A., Anthony, F., Aprea, G., Aury, J., Bento, P., Bernard, M., Bocs, S., Campa, C., Cenci, A., Combes, M., Cruzillat, D., Da Silva, C., Daddiego, L., Bellis, F., & Lashermes, P. (2014). The coffee genome provides insight into the convergent evolution of caffeine biosynthesis. *Science*, 345(6201).
 33. Díaz, C., & Carmen, M. (2017). Línea de base del sector café en el Perú. Lima-Perú.

34. Estrada, R.; Medina, T.; Roldán A.; Holle, M. 2006. Manual para Caracterización In Situ de Cultivos Nativos. Instituto Nacional de Investigación y Extensión Agraria – INIEA. La Molina, Perú. 163 p.
35. Escamilla, E., Ruiz, O., Zamarripa, A., González, V. (2015). Calidad en variedades de café orgánico en tres regiones de México. *Revista de Geografía Agrícola* 55: 45-55.
36. García, C. P. y O.D. Barreto. (2007). Propuesta para el Incremento de Consumo de Café Tostado de los asociados de la Junta Nacional del Café. Tesis Maestría. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. Escuela de Postgrado. Lima, Perú. 158p.
37. Honorato, J., Zambolim, L., Aucique, P., Resende, R., & Rodrigues, F. 2015. Photosynthetic and antioxidative alterations in coffee leaves caused by epoxiconazole and pyraclostrobin sprays and *Hemileia vastatrix* infection. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 123, 31–39.
38. Ferrão, R. G., Pacova, B., Ferrão, M., & da Fonseca, A. F. A. (2015). Melhoramento genético de *Coffea canephora*.
39. Fernandez, D., Tisserant, E., Talhinhos, P., Azinheira, H., Vieira, A.N.A., Petitot, A., & Duplessis, S. (2012). 454-pyrosequencing of *Coffea arabica* leaves infected by the rust fungus *Hemileia vastatrix* reveals in planta - expressed pathogen-secreted proteins and plant functions in a late compatible plant – rust interaction. *Molecular Plant Pathology*, 13, 17–37.
40. Fischersworing, B.; Robkamp, R. 2001. Guía para la caficultura ecológica. Tercera edición. Lima, Perú. 153 p.
41. Florez, J.C., Souto-Mofatto, L., do Livramento Freitas Lopes R., Siqueira-Ferreira, S., MacielZambolim E., Falsarella-Carazzolle, M., Zambolim, L., & Teixeira-Caixeta, E. (2017). High throughput transcriptome analysis of coffee reveals prehaustorial resistance in response to *Hemileia vastatrix* infection. *Plant Molecular Biology*.
42. Gebeyehu, G., Feleke, D., Molla, M., & Admasu, T. (2020). Effect of habitual consumption of Ethiopian Arabica coffee on the risk of cardiovascular diseases among non-diabetic healthy adults. *Heliyon*.

43. Geleta, M., Herrera, I., Monzón, A., & Bryngelsson, T. (2012). Genetic diversity of Arabica coffee (*Coffea arabica* L.) in Nicaragua as estimated by simple sequence repeat markers. *The Scientific World Journal*, 2012(4).
44. Gómez, O. 2010. Guía para la innovación de la caficultura. El Salvador. 30 p.
45. Gonzales, H; Sadeghian, S y Mejia, B. 2003. Caracterización del azufre en algunos suelos de la zona cafetalera colombiana. *Cenicafe*. 54(3). Colombia. 226 – 233 p.
46. Gotteland, M. 2007. Efectos benéficos del café sobre la salud. *Jornadas de nutrición*. INTA: Universidad de Chile. La Concepción, Chile, 54 p.
47. Gole, W.; Denich, M.; Teketay, D.; Vlek, L. 2002. Human impacts on the *Coffea arabica* gene pool in Ethiopia and the need for its in-situ conservation. Chapter CAB International. Ethiopia. 237 – 247 Pp.
48. Guyeux, C., Charr, J., Tran, H., Furtado, A., Henry, R., Cruzillat, D., Guyot, R., & Hamon, P. (2019). Evaluation of chloroplast genome annotation tools and application to analysis of the evolution of coffee species. P.
49. Harrington, E.; Marín, M. 2008. *Café en la clase En: Manual sobre el café orgánico y el café bajo sombra*.
50. International Plant Genetic Resources Institute. 1996. *Descriptores del café (Coffea spp. y Psilanthus spp.)*. Roma, IT. Pp 36.
51. Jaramillo, J. 2004. Tema 3: Nivel Orgánico. En: *Biología*. Editorial MAD, S.L. Impreso en España. Pág. 79
52. Julca, A.; Blas R., Borjas, R.; Bello, S.; Anahu,i J., Talaverano, D.; Crespo, R. 2010a. Informe de colecta de germoplasma de café en el Perú. UNALM. FDA. Lima. 38 pp.
53. Julca, A; Blas, R.; Borjas, R.; Bello, S.; Anahui, J.; Talaverano, D.; Crespo, R. 2011a. Informe de colecta de germoplasma de café en el Perú. UNALM.FDA. Lima. 39 pp.
54. Julca, A., Alarcón G., Alvarado L., Borjas R., y Castro, V. 2018. Comportamiento de tres cultivares de café (Catimor, Colombia y Costa Rica 95) en el valle del Perené, Junín, Perú. *Chilean journal of agricultural & animal sciences*, 34(3), 205-215.
55. Ladera Manyar, Y. (2017). Comportamiento de variedades brasileñas de café (*Coffea arabica*) en San Ramón-Chanchamayo.

56. Lashermes, P., Hueber, Y., Combes, M. C., Severac, D., & Dereeper, A. (2016). Inter-genomic DNA exchanges and homeologous gene silencing shaped the nascent allopolyploid coffee genome (*Coffea arabica* L.). *G3: Genes, Genomes, Genetics*, 6(9), 2937-2948.
57. León, J. 2000. *Botánica de los cultivos tropicales*. Tercera edición. Editorial IICA. Costa Rica. Pp: 350-357.
58. López, G., Encomenderos, I. 2008. *Experiencia de aplicación del EPCP en la Amazonía Peruana: Cadena del café*.
59. Loureiro, A., Gil, H., Maria, C., Talhinhos, P., & Money, N.P. (2015). A method for obtaining RNA from *Hemileia vastatrix* appressoria produced in planta, suitable for transcriptomic analyses. *Fungal biology*, 119 p.
60. Luján M. C., Jiménez, L. A., Ruiz, N., Reyes, S. J., & Gutiérrez, F. A. 2020. Cambios bioquímicos en respuesta al ataque de roya en plantaciones de café. *Polibotánica*, (49), 149-160.
61. Mamani, A. A. 2007. *Caracterización agromorfológica de accesiones de café (Coffea arábica L) en la estación experimental de San Pedro de la Loma Coroico*.
62. Marín, G. 2013. *Control de calidad del café. Manual Técnico. Programa Selva Central. DESCO. Lima, Perú. 48 p.*
63. Matiello, J.B. 2008. *Cultivares de café: origen, característica y recomendaciones*. Brasilia: Embrapa café. Pp. 33-55.
64. Monteiro, A. C. A., de Resende, M. L. V., Valente, T. C. T., Ribeiro Junior, P. M., Pereira, V. F., da Costa, J. R., & da Silva, J. A. G. (2016). Manganese phosphite in coffee defence against *Hemileia vastatrix*, the coffee rust fungus: Biochemical and Molecular Analyses. *Journal of Phytopathology*, 164, 1043–1053.
65. Moreno, G., y G. Alvarado. 2000. *La variedad Colombia: veinte años de adopción y comportamiento frente a nuevas razas de roya del cafeto*. 32 p. CENICAFÉ, Caldas, Colombia.
66. Morris, M.; Heisey, P. 2003. Estimating the benefits of plant breeding research: methodological issues and practical challenges. *Agricultural Economics* 29 (3): 241-252.

67. MohammedsanI, A., Wassu, M., Tesfaye, S. 2017. Evaluation of harvesting and postharvest processing method on raw quality attributes of green Arabica Coffee beans produced in Hararghe, eastern Ethiopia. *Rev. International Journal of Plant Breeding and Crop Science, Ethiopia.* 4(2):187-196.
68. Montilla, J., J. Arcila, M. Aristizábal, E. Montoya, G. Puerta, C. Oliveros, et al. 2008. Propiedades físicas y factores de conversión del café en el proceso de beneficio. 8 p. CENICAFÉ Avances Técnicos 370. Federación Nacional de Cafeteros de Colombia Caldas, Colombia.
69. Muschler, R. 2001. Árboles en cafetales. Módulos de enseñanza agroforestales. N° 5 CATIE/ GTZ. Turrialba. Costa Rica. Pp. 139.
70. Muschler, R. 1998. Sombra o sol para un cafetal sostenible: un nuevo enfoque de una vieja discusión. En: *Agroforestry Systems.* pág. 149.
71. Orozco C, A.; Valverde F, M.; Martines T, R.; Chávez B, C y Benavides H, R. 2016. Propiedades físicas, químicas y biológicas de un suelo con biofertilización cultivado con manzano. *Terra Latinoamericana.* 34(4):441-456.
72. Julca, A. O., Alvarado, H. L., Ventura, R. B., Cepero, V. C., Vásquez, A. A., Maldonado, C., ... & Dávalos, J. J. 2019. "Caracterización agronómica de las accesiones del banco de germoplasma de café en San Ramón, Chanchamayo, Perú.
73. Pierre E., Cáliz R., & Reyes E. (2020). Importancia, genética y evolución del café en Honduras y el mundo. *Innovare: Revista de ciencia y tecnología,* 9(3), 149-155.
74. Privat, I., Bardil, A., Gomez, A., Severac, D., Dantec, C., Fuentes, I., Mueller, L., Joët, T., Pot, D., Foucrier, S., Dussert, S., Leroy, T., Journot, L., Kochko, A., Campa, C., Combes, M., Lashermes, P., Bertrand, B. (2011). The 'PUCE CAFE' project: the first 15K coffee microarray, a new tool for discovering candidate genes correlated to agronomic and quality traits. *BMC Genomics,* 12(1), 5.
75. Quintana Vassallo, V. C. (2018). Radiosensibilidad de café (*Coffea arabica* L. var. Typica) aplicado con radiación gamma.

76. Quispe-Apaza, C. S., Mansilla-Samaniego, R. C., López-Bonilla, C. F., Espejo-Joya, R., Villanueva-Caceda, J., & Monzón, C. (2017). Diversidad genética de *Hemileia vastatrix* de dos zonas productoras de café en el Perú. *Revista mexicana de fitopatología*, 35(3), 418-436.
77. Quijano, J. 2008. Caficultor, sea usted, el doctor de su cafetal. PROCAFE. Santa Tecla, Honduras. [En línea]: Análisis de Suelos.
78. Regalado, A. 2006. ¿Qué es la calidad en el café? Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo. México. 309 p.
79. Rendón, S.; Arcila, P.; Montoya, R. 2008. Estimación de la producción de café con base en los registros de floración. *Cenicafé*,
80. Resende M, Curi N, Rezende SB, Corrêa GF. 2014. *Pedología: base para distinção de ambientes*. 6th ed. Lavras: Editora UFLA; 238-259 Pp.
81. Romero, J., Camayo, G., González, L., Cortina, H., & Herrera, J. (2010). Caracterización citogenética y morfológica de híbridos interespecíficos entre *C. arábica* y las especies diploides *C. liberica* y *C. eugenioides*. *Cenicafé*, 61(3):206-221.
82. Santacreo, R. 2001. Capítulo 3: Variedades y mejoramiento genético del café. En: manual de caficultura. Tercera edición. IHCAFE. Honduras. 23-35 Pp.
83. Sánchez E, J. 2015. Pan de manejo de café en el ámbito de VRAEN. Perú. 68 p.
84. Serafim, M. E., Oliveira, G. C. D., Vitorino, A. C. T., Silva, B. M., & Carducci, C. E. (2013). Qualidade física e intervalo hídrico ótimo em latossolo e cambissolo, cultivados com cafeeiro, sob manejo conservacionista do solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 37(3), 733-742.
85. Sarango Acaro, T.Y. Facultad Agropecuaria Y De Recursos Carrera De Ingeniería Forestal. S.l.: Universidad Nacional de Loja, 2018.
86. Sevilla, R. y Holle, M. 2004. Recursos genéticos vegetales. Luis León Asociados S.R.L. Lima. 445 pp.
87. Silva, MC; Várzea, V; Guimarães, LG; Azinheira, HG; Fernandez, D; Petitot, A. 2006. Coffee resistance to the main diseases: leaf rust and coffee berry disease. *Braz. J. Plant Physiol.* 18, 119–147pp.
88. Silva, B. M., de Oliveira, G. C., Serafim, M. E., Carducci, C. E., da Silva, É. A., Barbosa, S. M., ... & Guimarães, P. T. G. (2019). *Soil Management and*

- Water-Use Efficiency in Brazilian Coffee Crops. *Coffee-Production and Research*, 6, 25.
89. Silvarolla, M. B., Mazzafera, P., & Fazuoli, L. C. 2004. A naturally decaffeinated arabica coffee. *Nature*, 429 (6994), 826-826.
 90. SUNAT: Superintendencia Nacional de Aduanas y de Administración Tributaria [Internet]. Perú: SUNAT; 2017. Anuario Estadístico 2017. Disponible en: http://www.sunat.gob.pe/estad-comExt/modelo_web/anuario_z17.html, consultado 23 de junio, 2019.
 91. Schieber, E; Zentmyer, GA. 1984. Coffee rust in the Western Hemisphere. *Plant Disease* 68(2):89-93.
 92. Taiz, L.; Zeiger, E. 2002. *Plant physiology*. 3ra. ed. Sunderland, Sinauer Associates. 690 p.
 93. Várzea, V. 2013. Avances del conocimiento sobre las razas de roya del café, con énfasis en la caficultura de Latinoamérica. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 20 Pp.
 94. Vértiz García, R. A. 2017. Caracterización agronómica de 85 accesiones de café (*Coffea arabica* L.) en el banco de germoplasma en San Ramón, Chanchamayo.
 95. Virginio, E., Astorga, C. 2015. Prevención y control de la roya del café. Manual de Buenas Prácticas para Técnicos y Facilitadores. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Manual Técnico 131: 10-30.
 96. Vislao Benavides, S. (2021). Relación de las propiedades edáficas y la distribución radicular en la producción del cultivo de café (*Coffea arabica* L.) en la región San Martín.
 97. Weising, K., H. Nybom, K. Wolff y G. Kahl. 2005. Huellas dactilares de ADN en plantas: Principios, métodos y aplicaciones. 2ª ed. Prensa CRC: Boca Raton, FL.
 98. World Coffee Researc. 2018. Las variedades del café arábica.
 99. Resende, M., Curi, N., Rezende, S. D., Corrêa, G. F., & Ker, J. C. (2014). Pedologia base para distinção de ambientes. rev. ampl. Lavras: Editora UFLA.
 100. Rivillas, C., Hoyos, A. y Ramírez, I. 2017. Manejo de la roya. Nuevo fungicida para su control en Colombia. *Revista Cenicafe* 480:1-4.

101. Zavala, S.W. 2007. Diplomado “Cultivos industriales tropicales: café, cacao, y palma aceitera”. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Facultad de Agronomía. Tingo María, Perú. Pp 4.

VIII. ANEXO

Tabla 65. Características cuantitativas de cinco variedades de café: desarrollo vegetativo, cosecha y postcosecha.

Variedad	Repetición	Altura de planta (cm)	Nº de ramas por planta	Diámetro de tallo principal (mm)	Longitud de la hoja (mm)	Ancho de la hoja (mm)	Longitud del peciolo (mm)	Longitud del entrenudo de rama (mm)	Longitud de entrenudo del tallo (mm)	Nº de nudos por rama	Nº de frutos por nudo	Nº de frutos por planta	Longitud del fruto (mm)	Ancho del fruto (mm)
Colombia	R1	197	32	36.44	170.75	74.50	9.00	39.50	74.00	10	18	5792	18.11	15.40
	R1	180	32	34.17	169.25	78.75	9.75	44.44	62.60	9	13	3808	16.99	13.95
	R1	200	30	35.30	156.25	71.75	10.00	44.17	59.00	12	13	4500	15.85	13.33
	R1	201	29	35.48	185.75	83.25	11.25	43.33	61.60	9	12	3190	14.65	12.51
	R1	162	40	34.06	133.50	61.25	12.00	42.73	60.20	11	16	6880	18.18	14.75
Colombia	R2	183	34	40.75	147.75	66.75	8.75	47.50	67.20	12	18	7344	18.90	16.82
	R2	182	37	38.50	153.75	67.50	11.25	40.00	60.60	10	22	8066	17.68	14.69
	R2	200	34	36.84	158.00	72.00	10.50	35.71	59.60	7	18	4318	18.12	16.18
	R2	184	34	37.49	154.00	70.00	11.00	41.25	66.00	8	20	5372	18.06	17.24
	R2	180	34	37.00	145.50	71.50	11.75	45.24	60.78	9	16	4998	17.14	14.50
Colombia	R3	196	34	38.40	144.25	66.25	10.00	39.09	63.20	11	9	3298	17.77	16.11
	R3	200	38	40.36	157.00	72.00	10.00	45.45	61.40	11	9	3914	17.67	16.40
	R3	179	34	35.92	137.00	60.00	10.25	37.78	59.00	9	12	3706	18.22	17.19
	R3	190	36	39.60	134.00	59.50	11.50	40.00	67.40	10	16	5580	18.15	17.65
	R3	201	34	36.89	144.25	65.00	10.75	37.50	37.50	8	17	4726	18.24	16.14

Variedad	Repetición	Peso de 100 frutos maduros (g)	Peso de pulpa (100 frutos)	Proporción de frutos vacíos (%)	Relación de cosecha/café pergamino seco	Longitud de la semilla (mm)	Ancho de la semilla (mm)	Peso de 100 semillas (g)	Porcentaje de semilla vana(%)	Rdto. café pergamino (kg/trat.)	Rdto. café pergamino (kg/ha)	Rdto. Café pergamino (qq/ha)
Colombia	R1	212.88	93.64	24.00	6.25	13.75	9.13	17.04	26.00			
	R1	199.19	160.81	12.50	6.22	12.74	8.44	16.00	14.50			
	R1	164.74	85.74	10.53	6.26	11.99	8.70	13.16	12.53	4.52	903.00	19.63
	R1	185.50	97.00	5.26	4.12	11.33	7.32	22.50	7.26			
	R1	195.66	90.12	4.00	2.88	13.37	8.21	34.00	6.00			
Colombia	R2	235.07	102.71	10.00	5.66	13.08	9.00	20.77	12.00			
	R2	218.29	108.66	2.04	5.51	12.21	8.47	19.80	4.04			
	R2	249.03	122.35	5.00	6.34	14.38	8.81	19.63	7.00	7.94	1587.00	34.50
	R2	273.43	108.82	2.50	6.17	12.63	8.59	22.18	4.50			
	R2	203.91	101.89	3.00	5.06	13.00	8.70	20.17	5.00			
Colombia	R3	256.34	103.32	2.00	6.11	14.23	8.38	20.99	4.00			
	R3	207.40	100.40	5.00	6.02	12.96	8.93	17.23	7.00			
	R3	272.00	109.03	0.00	5.26	14.21	9.29	25.87	2.00	4.81	961.50	20.90
	R3	270.53	122.67	16.67	6.61	13.78	8.49	20.45	18.67			
	R3	243.47	102.33	0.00	6.61	12.80	8.45	18.42	2.00			

Variedad	Repetición	Altura de planta (cm)	Nº de ramas por planta	Diámetro de tallo principal (mm)	Longitud de la hoja (mm)	Ancho de la hoja (mm)	Longitud del peciolo (mm)	Longitud del entrenudo de rama (mm)	Longitud de entrenudo del tallo (mm)	Nº de nudos por rama	Nº de frutos por nudo	Nº de frutos por planta	Longitud del fruto (mm)	Ancho del fruto (mm)
Limani	R1	193	30	39.74	162.75	79.50	10.75	48.89	58.40	9	13	3600	17.67	16.44
	R1	196	36	38.6	156.00	59.50	11.75	42.73	60.00	11	11	4356	18.20	17.29
	R1	168	34	35.52	164.25	69.50	11.50	41.11	65.20	9	16	4760	17.47	15.64
	R1	199	33	36.77	150.00	69.50	11.50	35.00	58.20	8	13	3498	18.00	17.02
	R1	164	30	34.24	180.50	76.25	12.00	38.18	62.80	11	11	3690	17.10	15.52
Limani	R2	203	35	38.46	180.25	84.00	12.75	40.00	57.80	9	10	3010	18.67	16.44
	R2	171	36	37.87	154.50	70.75	12.25	36.36	43.00	11	15	5976	18.61	16.83
	R2	182	34	36.46	155.50	74.50	11.50	37.50	53.60	8	18	4930	18.49	16.99
	R2	180	36	35.05	162.50	76.25	10.50	37.50	55.60	8	17	5004	17.54	16.74
	R2	173	36	39.75	158.75	67.25	13.75	37.75	56.00	8	15	4284	18.97	16.68
Limani	R3	185	32	39.44	143.50	63.00	10.50	46.25	61.20	8	15	3840	18.40	17.07
	R3	169	30	41.16	137.75	59.25	10.00	25.71	54.80	7	11	2250	18.30	16.57
	R3	187	34	39.26	135.00	57.25	11.50	32.50	53.40	8	17	4726	17.73	15.60
	R3	200	38	37.36	149.50	65.50	11.75	37.78	57.20	9	19	6650	18.53	16.97
	R3	180	30	36.58	141.50	62.00	10.25	34.00	58.40	10	9	2760	17.53	15.10

Variedad	Peso de 100 frutos maduros (g)	Peso de pulpa (100 frutos)	Proporción de frutos vacíos (%)	Relación de cosecha/café pergamino seco	Longitud de la semilla (mm)	Ancho de la semilla (mm)	Peso de 100 semillas (g)	Porcentaje de semilla vana (%)	Rdto. café pergamino (kg/trat.)	Rdto. café pergamino (kg/ha)	Rdto. Café pergamino (qq/ha)
	242.64	108.04	10.00	6.92	13.02	8.67	17.54	12.00			
LIMANI	289.20	134.80	40.00	8.03	12.74	9.49	18.00	42.00			
	287.00	118.50	4.76	5.87	13.36	8.89	24.43	6.76	5.49	1098.00	23.87
	258.42	113.85	19.23	6.49	13.49	10.03	19.90	21.23			
	241.82	105.79	0.00	5.79	13.67	8.51	20.89	2.00			
	288.10	112.27	3.33	5.99	12.64	9.41	24.05	8.67			
	254.75	104.60	7.50	6.18	14.25	9.44	20.61	9.50			
LIMANI	270.53	111.63	0.00	6.05	14.67	9.23	22.35	2.00	7.01	1401.00	30.46
	251.58	98.28	2.50	5.65	13.93	8.91	22.26	4.50			
	263.15	106.15	5.00	5.92	14.13	9.00	22.24	7.00			
	266.68	113.49	18.92	7.20	13.57	9.06	18.53	20.92			
	265.53	109.45	1.89	5.85	13.10	8.75	22.71	3.89			
LIMANI	240.54	105.94	9.62	6.30	12.63	8.84	19.08	11.62	6.17	1234.50	26.84
	250.79	110.15	6.25	6.02	12.47	9.02	20.84	8.25			
	250.03	104.81	1.25	6.24	12.83	8.56	20.05	3.25			

Variedad	Repetición	Altura de planta (cm)	Nº de ramas por planta	Diámetro de tallo principal (mm)	Longitud de la hoja (mm)	Ancho de la hoja (mm)	Longitud del peciolo (mm)	Longitud del entrenudo de rama (mm)	Longitud de entrenudo del tallo (mm)	Nº de nudos por rama	Nº de frutos por nudo	Nº de frutos por planta	Longitud del fruto (mm)	Ancho del fruto (mm)
Caturra	R1	156	33	35.9	166.00	77.25	14.50	48.00	63.60	10	22	7359	17.83	14.84
	R1	169	30	31.23	172.25	79.25	14.25	42.73	63.00	11	15	4830	17.76	15.05
	R1	160	34	33.6	162.00	70.75	13.50	41.67	67.60	12	16	6460	18.01	15.19
	R1	161	32	39.75	131.00	63.00	11.25	45.64	60.60	11	16	5792	18.13	15.56
	R1	184	33	37.6	123.50	52.50	10.50	37.69	61.20	13	16	7029	17.95	15.22
Caturra	R2	171	34	33.67	159.75	69.25	10.50	41.00	66.20	10	11	3876	17.75	15.19
	R2	160	26	35.03	165.00	76.52	10.50	37.78	62.00	9	13	3120	17.40	14.33
	R2	171	30	38.65	163.00	71.50	10.00	43.33	61.00	9	19	5070	18.65	15.96
	R2	181	30	34.31	167.25	77.75	10.25	45.45	60.20	11	16	5310	16.56	15.38
	R2	163	32	32.13	181.00	8.60	11.25	39.09	61.20	11	12	4352	16.94	14.75
Caturra	R3	142	30	33.00	125.00	57.50	9.75	40.00	45.00	8	9	2070	17.34	15.68
	R3	158	34	37.76	142.75	65.75	9.50	36.67	48.00	9	7	2244	16.69	15.47
	R3	180	34	34.37	138.00	61.50	9.50	42.86	56.00	7	30	7140	16.84	14.84
	R3	177	30	38.05	135.25	62.25	10.25	47.50	64.00	8	23	5520	17.75	15.46
	R3	170	34	37.60	164.50	75.25	10.75	42.50	61.20	8	12	3128	17.67	15.43

Variedad	Repetición	Peso de 100 frutos maduros (g)	Peso de pulpa (100 frutos)	Proporción de frutos vacíos (%)	Relación de cosecha/café pergamino seco	Longitud de la semilla (mm)	Ancho de la semilla (mm)	Peso de 100 semillas (g)	Porcentaje de semilla vana(%)	Rdto. café pergamino (kg/trat.)	Rdto. café pergamino (kg/ha)	Rdto. Café pergamino (qq/ha)
Caturra	R1	197.65	93.15	12.50	5.28	11.64	8.12	18.70	14.50	4.55	910.50	19.79
	R1	200.20	96.62	2.00	5.39	13.02	8.45	18.56	4.00			
	R1	182.32	86.96	12.00	5.17	13.24	9.14	17.62	14.00			
	R1	226.60	107.98	5.00	4.73	14.73	9.01	23.95	7.00			
	R1	208.67	97.93	4.82	5.74	13.11	8.57	18.19	6.82			
Caturra	R2	219.56	94.72	0.00	5.44	12.85	8.33	20.18	2.00	5.28	1056.75	22.97
	R2	215.00	96.00	0.00	2.85	12.95	9.40	37.66	2.00			
	R2	213.10	100.53	3.33	2.18	13.46	34.53	48.86	5.33			
	R2	210.43	95.53	5.00	2.64	12.36	16.26	39.81	7.00			
	R2	218.80	97.95	5.00	2.62	12.22	16.21	41.79	7.00			
Caturra	R3	233.76	102.34	0.00	5.46	13.21	8.52	21.42	2.00	5.02	1003.50	21.82
	R3	199.68	96.32	4.55	5.57	12.90	8.90	17.91	6.55			
	R3	221.24	103.86	2.86	5.82	12.58	8.41	19.01	4.86			
	R3	232.33	108.05	9.52	5.91	12.56	8.23	19.65	11.52			
	R3	222.32	107.60	0.00	5.56	13.13	8.49	20.00	2.00			

Variedad	Repetición	Altura de planta (cm)	Nº de ramas por planta	Diámetro de tallo principal (mm)	Longitud de la hoja (mm)	Ancho de la hoja (mm)	Longitud del peciolo (mm)	Longitud del entrenudo de rama (mm)	Longitud de entrenudo del tallo (mm)	Nº de nudos por rama	Nº de frutos por nudo	Nº de frutos por planta	Longitud del fruto (mm)	Ancho del fruto (mm)
Catimor	R1	181	38	36.77	145.25	62.00	12.75	40.00	58.00	7	9	2356	17.73	15.76
	R1	169	36	36.40	159.75	79.50	12.50	45.00	61.00	8	14	4104	17.20	16.19
	R1	192	35	36.64	180.75	77.50	14.75	38.00	66.20	10	14	4865	17.63	16.60
	R1	176	38	37.26	149.75	59.50	12.50	43.33	62.00	9	20	6726	18.51	16.33
	R1	183	37	36.14	143.00	62.50	13.00	33.33	62.00	9	16	5439	17.81	15.50
	R2	176	29	35.60	146.00	70.25	9.75	34.17	60.00	6	15	2523	16.75	15.59
Catimor	R2	170	30	33.04	143.25	63.75	10.25	32.86	63.40	7	14	2850	18.06	16.32
	R2	173	28	33.57	176.50	85.00	11.50	41.67	66.20	9	8	1932	17.12	15.15
	R2	218	28	38.81	195.00	92.50	12.50	52.86	72.60	7	10	2016	16.56	14.13
	R2	174	35	34.07	161.00	76.75	13.75	38.46	61.00	13	11	4865	17.17	15.38
Catimor	R3	198	30	42.33	153.50	70.50	11.25	45.71	57.60	7	12	2550	18.65	17.67
	R3	168	36	37.71	129.25	55.50	10.00	46.67	55.80	9	16	5112	19.98	18.29
	R3	173	34	38.60	146.75	72.25	10.25	37.78	37.40	9	8	2448	17.29	15.65
	R3	195	40	39.11	153.00	71.00	12.00	34.29	62.60	7	11	3160	18.79	17.34
	R3	180	34	40.57	149.50	66.00	11.50	40.00	61.80	9	18	5406	18.44	14.44

Variedad	Repetición	Peso de 100 frutos maduros (g)	Peso de pulpa (100 frutos)	Proporción de frutos vacíos (%)	Relación de cosecha/café pergamino seco	Longitud de la semilla (mm)	Ancho de la semilla (mm)	Peso de 100 semillas (g)	Porcentaje de semilla vana (%)	Rdto. café pergamino (kg/trat.)	Rdto. café pergamino (kg/ha)	Rdto. Café pergamino (qq/ha)
Catimor	R1	253.73	102.71	6.25	5.67	12.63	9.35	22.36	8.25			
	R1	260.20	108.66	0.00	5.74	12.51	8.60	22.66	2.00			
	R1	282.29	122.35	0.00	6.14	13.90	8.77	22.97	2.00	7.91	1582.50	34.40
	R1	261.49	108.82	4.41	6.06	13.89	7.84	21.59	6.41			
	R1	240.72	101.89	2.78	5.97	13.59	8.48	20.17	4.78			
Catimor	R2	242.75	108.25	2.78	6.42	13.06	7.99	18.92	4.78			
	R2	237.02	96.91	4.35	6.11	12.14	7.96	19.38	6.35			
	R2	234.76	97.52	4.00	6.31	13.01	8.41	18.60	6.00	4.60	919.50	19.99
	R2	227.28	114.88	20.00	6.81	13.06	8.99	16.68	22.00			
	R2	196.44	84.80	10.91	5.93	12.61	7.98	16.55	12.91			
Catimor	R3	295.62	114.20	6.00	6.40	13.78	9.05	23.08	8.00			
	R3	301.77	125.60	0.00	5.85	13.42	8.35	25.78	2.00			
	R3	238.95	110.43	17.50	6.15	12.87	8.90	19.41	19.50	6.05	1209.00	26.28
	R3	274.16	122.60	16.00	7.47	12.56	9.19	18.36	18.00			
	R3	272.14	109.02	3.13	5.63	13.97	8.77	24.16	5.13			

Variedad	Repetición	Altura de planta (cm)	Nº de ramas por planta	Diámetro de tallo principal (mm)	Longitud de la hoja (mm)	Ancho de la hoja (mm)	Longitud del peciolo (mm)	Longitud del entrenudo de rama (mm)	Longitud de entrenudo del tallo (mm)	Nº de nudos por rama	Nº de frutos por nudo	Nº de frutos por planta	Longitud del fruto (mm)	Ancho del fruto (mm)
Catuai	R1	193	34	38.13	158.25	72.50	10.25	45.83	72.40	12	21	8704	17.08	14.86
	R1	188	39	37.00	171.75	79.25	11.25	46.36	60.40	11	25	10569	18.05	14.02
	R1	218	40	38.21	172.75	74.00	9.50	44.00	68.00	10	21	8280	16.98	14.84
	R1	201	36	32.80	181.75	84.25	11.75	72.00	60.80	10	11	4032	17.35	14.34
	R1	182	38	30.58	161.75	72.00	15.50	43.64	67.60	11	25	10450	16.62	13.79
Catuai	R2	193	40	36.02	175.75	76.00	12.25	41.67	71.80	12	16	7680	17.30	15.81
	R2	197	35	35.7	163.50	77.50	10.25	40.00	60.00	9	9	2975	17.63	15.13
	R2	209	34	36.25	157.00	73.75	10.00	38.89	65.00	9	23	7004	18.42	15.42
	R2	181	33	38.3	148.75	65.25	10.25	40.83	62.20	12	14	5346	17.54	16.16
	R2	196	36	40.26	149.25	69.00	10.00	40.80	64.60	8	15	4356	16.87	15.71
Catuai	R3	209	40	38.37	149.75	71.75	10.00	42.00	70.40	10	11	4280	17.24	15.01
	R3	183	32	34.58	163.00	71.25	11.25	40.77	65.00	13	10	4160	16.18	15.27
	R3	183	33	36.72	156.50	74.50	10.00	40.00	63.20	10	9	3003	17.33	15.74
	R3	203	36	36.32	150.25	66.75	10.25	46.36	68.60	11	14	5580	17.26	15.13
	R3	192	39	37.99	128.00	57.50	11.75	40.00	64.20	12	14	6318	17.17	14.92

Variedad	Repetición	Peso de 100 frutos maduros (g)	Peso de pulpa (100 frutos)	Proporción de frutos vacíos (%)	Relación de cosecha/café pergamino seco	Longitud de la semilla (mm)	Ancho de la semilla (mm)	Peso de 100 semillas (g)	Porcentaje de semilla vana(%)	Rdto. café pergamino (kg/trat.)	Rdto. café pergamino (kg/ha)	Rdto. Café pergamino (qq/ha)
Catuai	R1	227.52	111.76	0.00	5.38	12.51	9.15	21.14	2.00			
	R1	216.33	101.50	7.14	5.68	13.07	8.45	19.06	9.14			
	R1	277.31	139.03	6.25	6.07	12.96	8.27	22.83	8.25	7.71	1542.00	33.52
	R1	217.04	99.96	6.52	5.81	12.74	8.52	18.68	8.52			
	R1	197.81	90.00	9.68	5.30	12.58	8.19	18.68	11.68			
Catuai	R2	220.04	100.12	0.00	5.12	12.79	8.58	21.49	2.00			
	R2	188.13	79.50	7.50	5.22	13.19	8.63	18.01	9.50			
	R2	200.58	94.08	7.50	5.89	10.84	8.33	17.01	9.50	10.04	2008.75	43.67
	R2	214.03	98.23	10.00	5.39	13.34	9.23	19.85	12.00			
	R2	214.33	101.75	12.50	6.31	11.54	8.82	16.98	14.50			
Catuai	R3	187.33	79.20	5.00	4.87	11.10	8.64	19.23	7.00			
	R3	193.32	83.06	0.00	4.83	11.93	8.86	20.03	2.00			
	R3	198.13	92.27	16.67	5.21	11.56	8.41	19.00	18.67	7.24	1447.50	31.47
	R3	196.53	91.50	2.50	6.28	12.42	8.58	15.65	4.50			
	R3	183.35	81.38	0.00	5.37	12.19	7.82	17.08	2.00			

Tabla 66. Características cualitativas de cinco variedades de café: Desarrollo vegetativo.

Variedad	Repetición	Nº de planta	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9	V10	V11	V12	V13
Colombia	R1	1	2	2	3	2	2	4	5	1	1	5	6	1	2
	R1	2	2	2	3	2	2	4	5	1	1	5	6	1	2
	R1	3	2	2	3	2	2	4	5	1	1	5	6	1	2
	R1	4	2	2	3	2	2	4	5	1	1	5	6	1	2
	R1	5	2	2	3	2	2	4	5	1	1	5	6	1	2
Colombia	R2	1	2	2	3	2	2	4	5	1	1	5	6	1	2
	R2	2	2	2	3	2	2	4	5	1	1	5	6	1	2
	R2	3	2	2	3	2	2	4	5	1	1	5	6	1	2
	R2	4	2	2	3	2	2	4	5	1	1	5	6	1	2
	R2	5	2	2	3	2	2	4	5	1	1	5	6	1	2
Colombia	R3	1	2	2	3	2	1	4	5	1	1	5	4	1	2
	R3	2	2	2	3	2	1	4	5	1	1	5	4	1	2
	R3	3	2	2	3	2	1	4	5	1	1	5	4	1	2
	R3	4	2	2	3	2	1	4	5	1	1	5	4	1	2
	R3	5	2	2	3	2	1	4	5	1	1	5	4	1	2

V1: Apariencia general: Elongación cónica (1), Piramidal (2), arbustiforme (3); **V2:** Hábito de ramificación: Muy pocas ramas primarias (1), Muchas ramas primarias con algunas ramas secundarias (2), Muchas ramas primarias con muchas ramas secundarias (3), Muchas ramas primarias con muchas ramas secundarias y terciarias (4); **V3:** Ángulo de inserción de las ramas primarias con el eje principal: >a 90° (colgante) (1), Igual a 90° (Horizontal) (2), <a 90° (Semi-erecto) (3); **V4:** Forma de la estipula: Redonda (1), Oval (2), Triangular (3), Deltoide (triángulo equilátero) (4), Trapeciforme (5), Otra (6); **V5:** Color de la hoja madura: Amarronada (3), Marrón rojiza (4), Bronce (5), Rojo (6), Pardo (7); **V6:** Forma de la hoja: Ovovada (1), Ovada(2), Elíptica (3), Lanceolada (4), Otro (5); **V7:** Forma del ápice de la hoja: Redonda (1), Obtusa (2), Aguda (3), Puntiguda (4), Apiculada (5), Espatulada (6), Otro (7); **V8:** Color del peciolo: Verde (1), Marrón oscuro (2), Otro (3); **V9:** Color de brotes jóvenes: Verduzca (1), Verde (2), Amarronada (3), Marrón rojiza (4), Bronce (5), Rojo (6), Pardo (7); **V10:** Forma del fruto: Redondeada (1), Obovadas (2), Oval (3), Elíptica (4), Oblonga (5), Otro (6); **V11:** Color de fruto maduro: Amarillo (1), Amarillo naranja (2), Naranja (3), Naranja rojizo (4), Rojo (5), Rojo púrpura (6), Púrpura (7), Púrpura violeta (8), Violeta (9), Negro (10), Otros (11); **V12:** Color de semilla: Amarillo (1), Marrón-púrpura (2), Otro (3); **V13:** Forma de semilla: Redondeada (1), Ovavada (2), Oval (3), Elíptica (4), Oblonga (5) y Otro (6).

Variedad	Repetición	Nº de planta	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9	V10	V11	V12	V13
Limani	R1	1	2	2	3	2	2	4	5	1	2	5	5	1	2
	R1	2	2	2	3	2	2	4	5	1	4	5	5	1	2
	R1	3	2	2	3	2	2	4	5	1	4	5	5	1	2
	R1	4	2	2	3	2	2	4	5	1	4	5	5	1	2
	R1	5	2	2	3	2	2	4	5	1	4	5	5	1	2
Limani	R2	1	2	2	3	2	2	4	5	1	4	5	5	1	2
	R2	2	2	2	3	2	2	4	5	1	4	5	5	1	2
	R2	3	2	2	3	2	2	4	5	1	4	5	5	1	2
	R2	4	2	2	3	2	2	4	5	1	4	5	5	1	2
	R2	5	2	2	3	2	2	4	5	1	4	5	5	1	2
Limani	R3	1	2	2	3	2	1	4	5	1	4	5	4	1	2
	R3	2	2	2	3	2	1	4	5	1	4	5	4	1	2
	R3	3	2	2	3	2	1	4	5	1	4	5	4	1	2
	R3	4	2	2	3	2	1	4	5	1	4	5	4	1	2
	R3	5	2	2	3	2	1	4	5	1	4	5	4	1	2

Variedad (tratamiento)	Repetición	Nº de planta	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9	V10	V11	V12	V13
Caturra	R1	1	3	2	3	2	1	4	5	1	1	5	5	1	2
	R1	2	3	2	3	2	1	4	5	1	1	5	5	1	2
	R1	3	3	2	3	2	1	4	5	1	1	5	5	1	2
	R1	4	3	2	3	2	1	4	5	1	1	5	5	1	2
	R1	5	3	2	3	2	1	4	5	1	1	5	5	1	2
Caturra	R2	1	3	2	3	2	1	4	5	1	1	5	5	1	2
	R2	2	3	2	3	2	1	4	5	1	1	5	4	1	2
	R2	3	3	2	3	2	1	4	5	1	1	5	4	1	2
	R2	4	3	2	3	2	1	4	5	1	1	5	4	1	2
	R2	5	3	2	3	2	1	4	5	1	1	5	4	1	2
Caturra	R3	1	3	2	3	2	1	4	5	1	1	5	5	1	2
	R3	2	3	2	3	2	1	4	5	1	1	5	4	1	2
	R3	3	3	2	3	2	1	4	5	1	1	5	4	1	2
	R3	4	3	2	3	2	1	4	5	1	1	5	4	1	2
	R3	5	3	2	3	2	1	4	5	1	1	5	4	1	2

Variedad (tratamiento)	Repetición	Nº de planta	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9	V10	V11	V12	V13
Catimor	R1	1	2	2	3	2	2	4	5	1	4	5	5	1	2
	R1	2	2	2	3	2	2	4	5	1	4	5	5	1	2
	R1	3	2	2	3	2	2	4	5	1	4	5	5	1	2
	R1	4	2	2	3	2	2	4	5	1	4	5	5	1	2
	R1	5	2	2	3	2	2	4	5	1	4	5	5	1	2
Catimor	R2	1	2	2	3	2	2	4	5	1	4	5	5	1	5
	R2	2	2	2	3	2	2	4	5	1	4	5	5	1	5
	R2	3	2	2	3	2	2	4	5	1	4	5	5	1	5
	R2	4	2	2	3	2	2	4	5	1	4	5	5	1	5
	R2	5	2	2	3	2	2	4	5	1	4	5	5	1	5
Catimor	R3	1	2	2	3	2	1	4	5	1	3	5	5	1	2
	R3	2	2	2	3	2	1	4	5	1	3	5	5	1	2
	R3	3	2	2	3	2	1	4	5	1	3	5	5	1	2
	R3	4	2	2	3	2	1	4	5	1	3	5	5	1	2
	R3	5	2	2	3	2	1	4	5	1	3	5	5	1	2

Variedad (tratamiento)	Repetición	Nº de planta	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9	V10	V11	V12	V13
Catuai	R1	1	2	2	3	2	1	4	5	1	1	1	5	1	2
	R1	2	2	2	3	2	1	4	5	1	1	1	5	1	2
	R1	3	2	2	3	2	1	4	5	1	1	1	5	1	2
	R1	4	2	2	3	2	1	4	5	1	1	1	5	1	2
	R1	5	2	2	3	2	1	4	5	1	1	1	5	1	2
Catuai	R2	1	2	2	3	2	2	4	5	1	1	5	5	1	2
	R2	2	2	2	3	2	2	4	5	1	1	5	5	1	2
	R2	3	2	2	3	2	2	4	5	1	1	5	5	1	2
	R2	4	2	2	3	2	2	4	5	1	1	5	5	1	2
	R2	5	2	2	3	2	2	4	5	1	1	5	5	1	2
Catuai	R3	1	2	2	3	2	1	4	5	1	1	5	4	1	2
	R3	2	2	2	3	2	1	4	5	1	1	5	4	1	2
	R3	3	2	2	3	2	1	4	5	1	1	5	4	1	2
	R3	4	2	2	3	2	1	4	5	1	1	5	4	1	2
	R3	5	2	2	3	2	1	4	5	1	1	5	4	1	2

Tabla 67. Cuadro de incidencia (I) de roya amarilla (*Hemileia vastatrix* Berk. & Br).

Variedad	Repetición	Nº de planta	incidencia de roya /planta (%)
Colombia	R1	P1	0%
	R1	P2	20%
	R1	P3	15%
	R1	P4	10%
	R1	P5	30%
Colombia	R2	P1	5%
	R2	P2	10%
	R2	P3	10%
	R2	P4	10%
	R2	P5	0%
Colombia	R3	P1	10%
	R3	P2	15%
	R3	P3	10%
	R3	P4	15%
	R3	P5	10%
Limani	R1	P1	0%
	R1	P2	0%
	R1	P3	0%
	R1	P4	0%
	R1	P5	0%
Limani	R2	P1	0%
	R2	P2	0%
	R2	P3	0%
	R2	P4	0%
	R2	P5	0%
Limani	R3	P1	0%
	R3	P2	0%
	R3	P3	0%
	R3	P4	0%
	R3	P5	0%
Caturra	R1	P1	86%
	R1	P2	90%
	R1	P3	89%
	R1	P4	83%
	R1	P5	100%

Variedad	Repetición	Nº de planta	Incidencia de roya/planta (%)
Caturra	R2	P1	70%
	R2	P2	47%
	R2	P3	50%
	R2	P4	50%
	R2	P5	76%
Caturra	R3	P1	45%
	R3	P2	60%
	R3	P3	75%
	R3	P4	81%
	R3	P5	9%
Catimor	R1	P1	0%
	R1	P2	0%
	R1	P3	5%
	R1	P4	7%
	R1	P5	0%
Catimor	R2	P1	0
	R2	P2	5%
	R2	P3	0
	R2	P4	5
	R2	P5	0
Catimor	R3	P1	0%
	R3	P2	5%
	R3	P3	4%
	R3	P4	5%
	R3	P5	0%
Catuai	R1	P1	43%
	R1	P2	80%
	R1	P3	61%
	R1	P4	43%
	R1	P5	70%
Catuai	R2	P1	60%
	R2	P2	22%
	R2	P3	30%
	R2	P4	18%
	R2	P5	21%
Catuai	R3	P1	14%
	R3	P2	46%
	R3	P3	13%
	R3	P4	37%
	R3	P5	36%



Figura 39. Instalación y evaluación del porcentaje de germinación de café, comunidad de Cafesa, distrito de Daniel Alomía Robles, Tingo María, Huánuco. 2014.



Figura 40. Vivero de café para la instalación en campo definitivo, ubicado en la comunidad de Cafesa, distrito de Daniel Alomía Robles, Tingo María, Huánuco. Var. Catimor (a), Limani (b) y Colombia (c).



Figura 41. Instalación de plántones de café en campo definitivo, ubicado en la comunidad de Cafesa, distrito de Daniel Anomia Robles, Tingo María, Huánuco. 2015.



Figura 42. Plantas de café en campo definitivo con 2 meses de instalado, comunidad de Cafesa, distrito de Daniel Alomia Robles, Tingo María, Huánuco. 2015.



Figura 43. Plantas de café en campo definitivo con 2 meses de instalado, comunidad de Cafesa, distrito de Daniel Alomia Robles, Tingo María, Huánuco. 2015.



Figura 44. Algunas características morfológicas de las variedades Catimor, Caturra, Colombia, Catuai y Catimor, 5 meses de edad de instalado en campo definitivo. Parcela experimental, comunidad de Cafesa, Tingo María, Huánuco. 2015



Figura 45. Características morfológicas de las variedades Catimor, Caturra, Colombia, Catuai y Catimor, 5 meses de edad de instalado en campo definitivo. Parcela experimental, comunidad de Cafesa, Tingo María, Huánuco. 2015.



Figura 46. Comparación de hojas jóvenes de las variedades Catimor, Caturra, Catuai y Catimor, 18 meses de edad de instalado en campo definitivo. Parcela experimental, comunidad de Cafesa, Tingo María, Huánuco. 2016.



Figura 47. Comparación de frutos de las variedades Catimor, Caturra, Catuai y Catimor, 18 meses de edad de instalado en campo definitivo. Parcela experimental, comunidad de Cafesa, Tingo María, Huánuco.



Figura 48. La variedad de Var. Caturra se encuentra con una alta incidencia de roya, mientras la variedad Limani muestra ser resistente. Parcela experimental, comunidad de Cafesa, Tingo María, Huánuco.



Figura 49. Evaluación de características cuantitativas como peso de 100 granos de cerezo, pruebas de flotamiento, peso de la pulpa, ancho y longitud de cerezo. Laboratorio de la Facultad de Recursos Naturales Renovables - UNAS. Tingo María, Huánuco.



Figura 50. Evaluación de características cuantitativas como peso de 100 granos de semillas, pruebas de flotamiento de semillas, ancho y longitud de semillas. Laboratorio de la Facultad de Recursos Naturales Renovables - UNAS. Tingo María, Huánuco.