

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
LA MOLINA  
ESCUELA DE POST GRADO  
DOCTORADO EN AGRICULTURA SUSTENTABLE**



**“PODA DE RENOVACIÓN COMO PRÁCTICA CULTURAL  
PARA LA PRODUCCIÓN SOSTENIBLE DE *Coffea arabica* L. EN  
LA SELVA CENTRAL DEL PERU”**

**Presentado por  
ROBERT RICHARD RAFAEL RUTTE**

**TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE *DOCTORIS PHILOSOPHIAE*  
EN AGRICULTURA SUSTENTABLE**

**Lima – Perú**

**2014**

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
LA MOLINA**

**ESCUELA DE POST GRADO**

**DOCTORADO EN AGRICULTURA SUSTENTABLE**

**“PODA DE RENOVACION COMO PRACTICA CULTURAL  
PARA LA PRODUCCION SOSTENIBLE DE *Coffea arabica* L. EN  
LA SELVA CENTRAL DEL PERU”**

**TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE  
*Doctoris Philosophiae* (Ph. D.)**

**Presentado por:**

**ROBERT RICHARD RAFAEL RUTTE**

**Sustentada y aprobada ante el siguiente jurado:**

Ph.D. Salomón Helfgott Lerner  
**PRESIDENTE**

Dr. Alberto Marcial Julca Otiniano  
**PATROCINADOR**

Ph.D. Manuel Antonio Canto Sáenz  
**MIEMBRO**

Dr. Raúl Blas Sevillano  
**MIEMBRO**

Dr. Dante David Ponce Aguirre  
**MIEMBRO EXTERNO**

## INDICE

RESUMEN

ABSTRACT

	<b>Página</b>
CAPITULO I. INTRODUCCION.....	1
CAPITULO II. REVISION DE LITERATURA.....	4
2.1. EL CAFÉ.....	4
2.1.1 Botánica.....	4
2.1.2 Crecimiento y desarrollo del café.....	5
2.1.3 Floración del café.....	6
2.1.4 Formación y madurez fisiológica del fruto.....	9
2.2 PODA EN CAFETALES.....	10
2.2.1 Definición.....	10
2.2.2 Objetivos de la poda.....	11
2.2.3 Tipos de poda.....	11
2.2.4 Estrategia de poda.....	14
2.2.2 Epoca de poda.....	17
2.2.3 Desbrote.....	18
2.2.3 Equipo para las podas.....	19
2.3 ANTECEDENTES DEL PROBLEMA.....	20
2.4 FERTILIZACION EN CAFETALES CON PODA.....	23
2.6 CONCEPTOS DE AGRICULTURA SUSTENTABLE.....	26
CAPITULO III. MATERIALES Y METODOS.....	29
3.1 LUGAR DE EJECUCIÓN.....	29
3.2 CARACTERIZACIÓN DE LAS PARCELAS EXPERIMENTALES.....	29
3.3 MATERIALES.....	30
3.3.1 Material vegetal.....	30
3.3.2 Materiales de campo.....	30

3.4	METODOLOGIA.....	30
3.4.1	Poda en las plantaciones de café.....	30
3.4.2	Fertilización en las plantaciones de café.....	31
3.4.3	Variables evaluadas.....	32
3.4.4	Evaluación de la sustentabilidad de la poda como práctica cultural.....	34
3.5	DISEÑO DE INVESTIGACIÓN Y TRATAMIENTOS.....	34
3.6	ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	35
CAPITULO IV. RESULTADOS Y DISCUSION.....		38
4.1	EFFECTO DE LA EDAD DE PLANTACION EN LA PODA.....	38
4.1.1	Efecto de la edad sobre el número, longitud y diámetro de brotes.....	38
4.1.2	Efecto de la edad sobre el número de ramas, nudos productivos y flores....	41
4.1.3	Efecto de la edad sobre el número, peso de frutos por rama y rendimiento..	43
4.2	EFFECTO DE LA ALTURA DE CORTE EN LA PODA.....	45
4.2.1	Efecto de la altura sobre el número, longitud y diámetro de brotes.....	45
4.2.2	Efecto de la altura sobre el número de ramas, nudos productivos y flores...	49
4.2.3	Efecto de la altura sobre el número, peso de frutos por rama y rendimiento.	51
4.3	EFFECTO DE LA FERTILIZACION DESPUES DE LA PODA.....	54
4.3.1	Efecto de la fertilización sobre el número, longitud y diámetro de brotes...	54
4.3.2	Efecto de la fertilización sobre el número de ramas, nudos productivos y flores.....	56
4.3.3	Efecto de la fertilización sobre el número, peso de frutos por rama y rendimiento.....	59
4.4	EFFECTO DE LA PODA Y LA FERTILIZACION SOBRE LA INCIDENCIA DE ENFERMEDADES.....	62
4.5	SUSTENTABILIDAD DE LA PODA COMO PRÁCTICA CULTURAL.....	65
CAPITULO V. CONCLUSIONES.....		69
CAPITULO VI. RECOMENDACIONES.....		70
CAPITULO VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....		71
CAPITULO VIII. ANEXOS .....		80

## LISTA DE CUADROS

Nº.	Página
1. Ubicación geográfica de los fundos experimentales.....	29
2. Tratamientos a evaluarse en ensayos de poda de café.....	35
3. Esquema del ANVA individual de cada experimento.....	36
4. Esquema del ANVA combinado donde todos los factores son fijos y bloques es aleatorio.....	37
5. Resumen del ANVA combinado del efecto de la edad de plantación sobre el número, longitud y diámetro de los brotes en ensayo de poda con café var. Caturra Roja, transformación $\sqrt{X}$ .....	39
6. Prueba de Duncan del efecto de la edad de plantación sobre el número, longitud y diámetro de brotes en promedio de altura de corte y fertilización en ensayo de poda con café var. Caturra Roja.....	39
7. Resumen del ANVA combinado del efecto de la edad de plantación sobre el número de ramas productivas, nudos productivos y flores en ensayo poda con café var. Caturra Roja.....	42
8. Prueba de Duncan del efecto de la edad de plantación sobre el número de ramas productivas, nudos productivos y flores en promedio de altura de corte y fertilización en ensayo de poda con café var. Caturra Roja.....	42
9. Resumen del ANVA combinado del efecto de la edad de plantación sobre el número de frutos, peso de frutos y rendimiento en ensayo de de poda con café var. Caturra Roja.....	44
10. Prueba de Duncan del efecto de la edad de plantación sobre el número de frutos, peso de frutos y rendimiento en promedio de altura de corte y fertilización en ensayo de poda con café var. Caturra Roja.....	44

11. Resumen del ANVA combinado del efecto de la altura de poda sobre el número, longitud y diámetro de los brotes en ensayo de poda con café var. Caturra Roja.....	47
12. Prueba de Duncan del efecto de la altura de poda sobre el número, longitud y diámetro de brotes en promedio de edad y fertilización en ensayo de poda con café var. Caturra Roja.....	47
13. Resumen del ANVA combinado del efecto de la altura de poda sobre el número de ramas productivas, nudos productivos y flores en ensayo de poda con café var. Caturra Roja.....	50
14. Prueba de Duncan del efecto de la altura de poda sobre el número de ramas productivas, nudos productivos y flores en promedio de edad y fertilización en ensayo de poda con café var. Caturra Roja.....	50
15. Resumen del ANVA combinado del efecto de la altura de poda sobre el número de frutos, peso de frutos y rendimiento en ensayo de poda con café var. Caturra Roja.....	52
16. Prueba de Duncan del efecto de la altura de poda sobre el número de frutos, peso de frutos y rendimiento en promedio de edad y fertilización en ensayo de poda con café var. Caturra Roja.....	52
17. Resumen del ANVA combinado del efecto de la fertilización sobre la longitud y diámetro de los brotes en ensayo de poda con café var. Caturra Roja.....	55
18. Prueba de Duncan del efecto de la fertilización sobre la longitud y diámetro de brotes en promedio de edad y altura de corte en ensayo de poda con café var. Caturra Roja.....	55
19. Resumen del ANVA combinado del efecto de la fertilización sobre el número de ramas productivas, nudos productivos y flores en ensayo de poda con café var. Caturra Roja.....	57
20. Prueba de Duncan del efecto de la fertilización sobre el número de ramas productivas, nudos productivos y flores en promedio de edad y altura de corte en ensayo de poda con café var. Caturra Roja.....	57

21. Resumen del ANVA combinado del efecto de la fertilización sobre el número de frutos, peso de frutos y rendimiento en ensayo de poda con café var. Caturra Roja.....	60
22. Prueba de Duncan del efecto de la fertilización sobre el número de frutos, peso de frutos y rendimiento en promedio de edad y altura de corte en ensayo de poda con café var. Caturra Roja.....	60
23. Resumen del ANVA combinado del efecto de la poda y fertilización sobre la incidencia de roya y ojo de pollo en ensayo de poda con café var. Caturra Roja.....	63
24. Prueba de Duncan del efecto de la poda y fertilización sobre la incidencia de roya y ojo de pollo en ensayo de poda con café var. Caturra Roja.....	63
25. Nivel de aceptación, razones para hacerlo y que se hace con los restos de la poda del café.....	66
26. Costos de producción y utilidad entre diferentes tipos de plantaciones de café.....	66

## LISTA DE ANEXOS

Nº	Página
1. Resultado del análisis de suelo de las parcelas con plantaciones de café de 6 y 10 años de edad.....	81
2. Resultado del análisis de suelo de las parcelas con plantaciones de café de 8 años de edad.....	82
3. Programa de fertilización para la parcela de café con 6 años de edad.....	83
4. Programa de fertilización para la parcela de café con 8 años de edad.....	84
5. Programa de fertilización para la parcela de café con 10 años de edad.....	85
6. Formato de encuesta usado en ensayo de poda con café var. Caturra Roja.....	86
7. Realación de productores encuestados en ensayo de poda con café var. Caturra Roja.....	87
8. Análisis de variancia combinado para el número de brotes en ensayo de poda con café var. Caturra Roja.....	90
9. Análisis de variancia combinado para la longitud de brotes a los 3 meses en ensayo de poda con café var. Caturra Roja.....	91
10. Análisis de variancia combinado para el diámetro de brotes a los 3 meses en ensayo de poda con café var. Caturra Roja.....	92
11. Análisis de variancia combinado para el número de ramas productivas en ensayo de poda con café var. Caturra Roja.....	93
12. Análisis de variancia combinado para el número de nudos productivos en ensayo de poda con café var. Caturra Roja.....	94
13. Análisis de variancia combinado para el número de flores en ensayo de poda con Café var. Caturra Roja.....	95

14. Análisis de variancia combinado para el número de frutos en ensayo de poda con Café var. Caturra Roja.....	96
15. Análisis de variancia combinado para el peso de frutos en ensayo de poda con café var. Caturra Roja.....	97
16. Análisis de variancia combinado para el rendimiento en ensayo de poda con café var. Caturra Roja.....	98
17. Análisis de variancia cambiando para la longitud brotes a los 12 meses en ensayo de poda con café cv. Caturra Roja.....	99
18. Análisis de variancia combinado para el diámetro de brotes a los 12 meses en ensayo de poda con café var. Caturra Roja.....	100
19. Análisis de variancia combinado para la roya en ensayo de poda con café var. Caturra Roja.....	101
20. Análisis de variancia combinado para el ojo de gallo en ensayo de poda con café var. Caturra Roja.....	102
21. Costo de una poda de renovación de plantaciones de café.....	103
22. Costo de producción de una plantación nueva de café (Instalación).....	104
23. Costo de producción de una nueva plantación de café (Mantenimiento).....	105
24. Resumen del análisis de varianza para el número, longitud y diámetro de los brotes a los 3 meses en ensayo de poda con plantaciones de café var. Caturra Roja de 6 años de edad (transformación $\sqrt{x}$ ).....	106
25. Resumen del análisis de varianza para el número de ramas productivas, nudos productivos y flores en ensayo de poda con plantaciones de café var. Caturra Roja de 6 años de edad (transformación $\sqrt{x}$ ).....	106
26. Resumen del análisis de varianza para el número de frutos, peso de frutos y rendimiento en ensayo de poda con plantaciones de café var. Caturra Roja de 6 años de edad (transformación $\sqrt{x}$ ).....	107

27. Resumen del análisis de varianza para la incidencia de roya del café y ojo de pollo en ensayo de poda con plantaciones de café var. Caturra Roja de 6 años de edad (transformación $\sqrt{x}$ ).....	107
28. Prueba de Duncan del efecto de la altura de poda en promedio de fertilización para número, longitud y diámetro de brotes a los tres meses en ensayo de poda con plantaciones de café var. Caturra Roja de 6 años de edad.....	108
29. Prueba de Duncan del efecto de la altura de poda en promedio de fertilización para número de ramas productivas, nudos productivos y flores en ensayo de poda con plantaciones de café var. Caturra Roja de 6 años de edad.....	108
30. Prueba de Duncan del efecto de la altura de poda en promedio de fertilización para número de frutos, peso de frutos y rendimiento en ensayo de poda con plantaciones de café var. Caturra Roja de 6 años de edad.....	108
31. Prueba de Duncan del efecto de la altura de poda en promedio de fertilización para número de incidencia de roya y ojo de pollo en ensayo de poda con plantaciones de café var. Caturra Roja de 6 años de edad.....	109
32. Prueba de Duncan del efecto de la fertilización en promedio de la altura para número, longitud y diámetro de brotes a los tres meses en ensayo de poda con plantaciones de café var. Caturra Roja de 6 años de edad.....	109
33. Prueba de Duncan del efecto de la fertilización en promedio de la altura para número de ramas productivas, nudos productivos y flores en ensayo de poda con plantaciones de café var. Caturra Roja de 6 años de edad.....	109
34. Prueba de Duncan del efecto de la fertilización en promedio de la altura para número de frutos, peso de frutos y rendimiento en ensayo de poda con plantaciones de café var. Caturra Roja de 6 años de edad.....	110
35. Prueba de Duncan del efecto de la fertilización en promedio de la altura para número de incidencia de roya y ojo de pollo en ensayo de poda con plantaciones de café var. Caturra Roja de 6 años.....	110

36. Resumen del análisis de varianza para el número, longitud y diámetro de los brotes a los 3 meses en ensayo de poda con plantaciones de café var. Caturra Roja de 8 años de edad (transformación $\sqrt{x}$ ).....	111
37. Resumen del análisis de varianza para el número de ramas productivas, nudos productivos y flores en ensayo de poda con plantaciones de café var. Caturra Roja de 8 años de edad (transformación $\sqrt{x}$ ).....	111
38. Resumen del análisis de varianza para el número de frutos, peso de frutos y rendimiento en ensayo de poda con plantaciones de café var. Caturra Roja de 8 años de edad (transformación $\sqrt{x}$ ).....	112
39. Resumen del análisis de varianza para la incidencia de roya del café y ojo de pollo en ensayo de poda con plantaciones de café var. Caturra Roja de 8 años de edad (transformación $\sqrt{x}$ ).....	112
40. Prueba de Duncan del efecto de la altura de poda en promedio de fertilización para número, longitud y diámetro de brotes a los tres meses en ensayo de poda con plantaciones de café var. Caturra Roja de 8 años de edad.....	113
41. Prueba de Duncan del efecto de la altura de poda en promedio de fertilización para número de ramas productivas, nudos productivos y flores en ensayo de poda con plantaciones de café var. Caturra Roja de 8 años de edad.....	113
42. Prueba de Duncan del efecto de la altura de poda en promedio de fertilización para número de frutos, peso de frutos y rendimiento ensayo de poda con plantaciones de café var. Caturra Roja de 8 años de edad.....	113
43. Prueba de Duncan del efecto de la altura de poda en promedio de fertilización para número de incidencia de roya y ojo de pollo en ensayo de poda con plantaciones de café var. Caturra Roja de 8 años de edad.....	114
44. Prueba de Duncan del efecto de la fertilización en promedio de la altura para número, longitud y diámetro de brotes a los tres meses en ensayo de poda con plantaciones de café var. Caturra Roja de 8 años de edad.....	114

45. Prueba de Duncan del efecto de la fertilización en promedio de la altura para número de ramas productivas, nudos productivos y flores en ensayo de poda con plantaciones de café var. Caturra Roja de 8 años de edad.....	114
46. Prueba de Duncan del efecto de la fertilización en promedio de la altura para número de frutos, peso de frutos y rendimiento en ensayo de poda con plantaciones de café var. Caturra Roja de 8 años de edad.....	115
47. Prueba de Duncan del efecto de la fertilización en promedio de la altura para número de incidencia de roya y ojo de pollo en ensayo de poda con plantaciones de café var. Caturra Roja de 8 años de edad.....	115
48. Resumen del análisis de varianza para el número, longitud y diámetro de los brotes a los 3 meses en ensayo de poda con plantaciones de café var. Caturra Roja de 10 años de edad (transformación $\sqrt{x}$ ).....	116
49. Resumen del análisis de varianza para el número de ramas productivas, nudos productivos y flores en ensayo de poda con plantaciones de café var. Caturra Roja de 10 años de edad (transformación $\sqrt{x}$ ).....	116
50. Resumen del análisis de varianza para el número de frutos, peso de frutos y rendimiento en ensayo de poda con plantaciones de café var. Caturra Roja de 10 años de edad (transformación $\sqrt{x}$ ).....	117
51. Resumen del análisis de varianza para la incidencia de roya del café y ojo de pollo en ensayo de poda con plantaciones de café var. Caturra Roja de 10 años de edad (transformación $\sqrt{x}$ ).....	117
52. Prueba de Duncan del efecto de la altura de poda en promedio de fertilización para número, longitud y diámetro de brotes a los tres meses en ensayo de poda con plantaciones de café var. Caturra Roja de 10 años de edad.....	118
53. Prueba de Duncan del efecto de la altura de poda en promedio de fertilización para número de ramas productivas, nudos productivos y flores en ensayo de poda con plantaciones de café var. Caturra Roja de 10 años de edad.....	118

54. Prueba de Duncan del efecto de la altura de poda en promedio de fertilización para número de granos, peso de granos y rendimiento en ensayo de poda con plantaciones de café var. Caturra Roja de 10 años de edad.....	118
55. Prueba de Duncan del efecto de la altura de poda en promedio de fertilización para número de incidencia de roya y ojo de pollo en ensayo de poda con plantaciones de café var. Caturra Roja de 10 años de edad.....	119
56. Prueba de Duncan del efecto de la fertilización en promedio de la altura para número, longitud y diámetro de brotes a los tres meses en ensayo de poda con plantaciones de café var. Caturra Roja de 10 años de edad.....	119
57. Prueba de Duncan del efecto de la fertilización en promedio de la altura para número de ramas productivas, nudos productivos y flores en ensayo de poda con plantaciones de café var. Caturra Roja de 10 años de edad.....	119
58. Prueba de Duncan del efecto de la fertilización en promedio de la altura para número de frutos, peso de frutos y rendimiento en ensayo de poda con plantaciones de café var. Caturra Roja de 10 años de edad.....	120
59. Prueba de Duncan del efecto de la fertilización en promedio de la altura para número de incidencia de roya y ojo de pollo en ensayo de poda con plantaciones de café var. Caturra Roja de 10 años de edad.....	120
60. Fundo Concepción. Villa Rica 2011.....	121
61. Fundo Aroma de Montaña. Villa Rica 2011.....	121
62. Plantaciones de 6 años de edad con poda (Fundo Concepción - 2011).....	122
63. Plantaciones de 6 años de edad en crecimiento (Fundo Concepción -2012).....	122
64. Plantaciones de 8 años de edad con poda (Fundo Aroma de Montaña - 2011).....	123
65. Plantaciones de 8 años de edad en crecimiento (Fundo Aroma de Montaña - 2012).....	123

66. Plantaciones de 10 años de edad con poda (Fundo Aroma de Montaña 2011).....	124
67. Plantaciones de 10 años de edad en crecimiento (Fundo Aroma de Montaña 2012).....	124
68. Fertilización de las plantaciones de café con poda. Villa Rica 2012.....	125
69. Plantas de café con poda y fertilización en plena floración.Villa Rica - 2013.....	125
70. Producción en cereza en plantaciones de 6 años de edad.....	126
71. Producción en cereza en plantaciones de 6 años de edad.....	126
72. Producción en cereza en plantaciones de 6 años de edad.....	127

**PODA DE RENOVACIÓN COMO PRÁCTICA CULTURAL PARA LA  
PRODUCCIÓN SOSTENIBLE DE *Coffea arabica* L. EN LA SELVA  
CENTRAL DEL PERU**

**RESUMEN**

Con la finalidad de determinar el efecto de la poda y de la fertilización como componentes del manejo agronómico de plantaciones de Café (*Coffea arabica* L.) var 'Caturra', se realizó un estudio desde el año 2011 hasta el 2013, para evaluar tres alturas de corte (30, 60 y 90 cm) y dos niveles de fertilización (con y sin fertilización), en plantaciones de 6, 8 y 10 años de edad. Se empleó un diseño de bloques completos al azar con los tratamientos dispuestos en un arreglo factorial de 3 x 2, con cuatro repeticiones. En cada tratamiento se utilizaron 12 plantas para evaluar las variables agronómicas. Los resultados mostraron diferencias estadísticas altamente significativas entre las edades de plantación y alturas de corte en todas las variables evaluadas, excepto para el rendimiento. Se encontró mayor número de brotes (5.8) y de buena longitud (14.8 cm), y mayor número de ramas productivas (10.7) en las plantas de seis años. Sin embargo, en las plantas de ocho años de edad, se produjo el mayor número de nudos productivos (5.7), flores (104.7) y rendimiento (849.4 g/planta). En relación a las alturas de poda, las plantas con corte a 60 cm, presentaron mayor número de brotes (5.3), de buen tamaño (14.7 cm), mayor número de ramas (12.1) y nudos productivos (5.8), así como mayor cantidad de flores (104.2) y mayor rendimiento (817.5 g/planta). Las parcelas fertilizadas presentaron mayor crecimiento vegetativo, buena floración y mayor producción en comparación con las parcelas sin fertilización. En relación a las enfermedades, la incidencia fue de 2.4 a 3.7% para *Mycena citricolor* y de 4.7 a 7.12% para *Hemileia vastatrix*. Respecto a la sustentabilidad de la poda, en la dimensión social tuvo una alta aceptación con una 98%, en lo económico el 92% consideran que aumenta la cosecha y les permite obtener más ingresos, y en lo ecológico el 85% de los agricultores consideran que disminuye la incidencia de plagas y enfermedades, pero además el 94% de caficultores deja los restos después de la poda en el campo porque aporta nutrientes al suelo. Se concluye que la edad de plantación, altura de corte y fertilización influyen en la poda de renovación por presentar efectos en cada una las variables,

obteniéndose mayores rendimientos en las parcelas fertilizadas y rendimientos similares entre las edades y alturas de corte. La incidencia de enfermedades fue muy baja. La poda de renovación es una práctica sustentable en el cultivo de café porque su uso tiene un impacto en las tres dimensiones de la sustentabilidad (social, económica y ecológica).

**Palabras clave:** Poda de renovación, sustentabilidad, práctica cultural, caturra, fertilización, edad de la plantación, altura de corte.

**RENEWAL PRUNING AS CULTURAL PRACTICE FOR SUSTAINABLE  
PRODUCTION OF *Coffea arabica* L. IN THE CENTRAL HIGHLAND  
TROPIC OF PERU**

**ABSTRACT**

To determine the effect of renewal pruning and fertilization as cultural practices for sustainable production of coffee (*Coffea Arabica* L.) var. 'Caturra' orchards, a study was conducted from 2011 to 2013. Three cutting heights (30, 60 and 90 cm) and two levels of fertilization (with and without fertilization) were evaluated on three orchard ages (6, 8 and 10 years). A randomized complete block design with treatments arranged in a 3 x 2 factorial and four replications was used. In each treatment, agronomic variables were evaluated in 12 plants. A highly significant difference was found among orchard ages and also among pruning heights in all variables except yield. Higher number of shoots (5.8) longer shoots (14.8 cm), and higher number of productive branches (10.7) were found in plants from six years old orchards. However, plants from eight years old orchards produced the greatest number of productive nodes (5.7), flowers (104.7) and the highest yield (849.4 g/plants). With regard to pruning height, plants that were pruned at 60 cm in height, showed greater number of shoots ( 5.3) having a good size (14.7 cm), higher number of branches (12.1) and productive nodes (5.8). They also showed greater number of flowers (104.2) and higher yield (817.5 g/planta). Fertilized plots had higher vegetative growth, higher flowering capacity and greater yield as compared to plots without fertilization. Disease incidence varied from 2.4 to 3.7 % for *Mycena citricolor* and from 4.7 to 7.12% for *Hemileia vastatrix*. With regard to the sustainability of pruning, it reached 98% of acceptance in its social dimension; 92% in its economic dimension (since 92 % of farmers indicated that it increases yield and economic return) and 85% in its environmental dimension (since 85 % of farmers indicated that it reduces the incidence of pests and diseases and also because 94 % of them consider the benefits derived from using the stubble as mulching material for nutrient release to the soil. It is concluded that the orchard age, pruning height and fertilization all contribute to the benefits derived from the renewal pruning since they have positive effects on the coffee yield components. Higher yields were obtained on fertilized

plots while orchard age and pruning height gave similar yields. In general, disease incidence was very low. Renewal pruning is a cultural practice for sustainable production of coffee in the central highland tropic of Peru.

**Keywords:** Renewal pruning, sustainability, cultural practice, caturra, fertilization, orchard age, cutting height.

## I. INTRODUCCION

El café (*Coffea arabica* L.), es originario de las tierras altas de Etiopía, entre 1300 y 2000 msnm (Wintgens, 2004; Matiello *et al.*, 2005). Es cultivado en muchos países de clima tropical como: Brasil, Vietnam, Colombia, Salvador, Guatemala, Honduras entre otros (MINAGRI, 2013).

Para el caso de Perú, el café ha sido por más de un siglo, el principal producto de la economía nacional, y su producción es una de las actividades más relevantes en la Selva Central. Por lo tanto, cualquier problema de manejo agronómico que lo afecte, es de especial significancia para la economía y sustento de un número importante de familias que se ocupan de su cultivo.

El cultivo de café ha logrado permanecer a pesar de la crisis económica en el comercio mundial, gracias al esfuerzo que hacen los agricultores por mantener activa la economía. En el 2010, condiciones climatológicas favorables permitieron la recuperación de la producción, alcanzando en el 2011 un volumen récord de 328 mil toneladas, favorecido por las inversiones realizadas por los productores para la fertilización y rejuvenecimiento de una parte de sus cafetales, incentivados por los mayores precios que se pagaban en el mercado internacional, beneficiando a más de 160 mil familias de pequeños y medianos agricultores del país. En el 2012, la producción declina en un 7.6 por ciento respecto al año 2011 y se registra un volumen de 303 mil toneladas, explicada por el menor rendimiento de las plantaciones antiguas, la poca mano de obra disponible y la aparición de la roya amarilla, que daña a las hojas del cafeto.

Por otra parte, a nivel mundial el Perú aporta en promedio alrededor del 3 por ciento del total producido. En el 2012 declinó su participación a un 3.3 por ciento ya que en el 2011 había representado el 4.1 por ciento de la producción mundial. Respecto a las exportaciones peruanas de café arábico, en términos de volumen

muestra un comportamiento cíclico hasta el 2010. Al año siguiente se mantuvo la misma tendencia creciente, registrando una cifra histórica con un volumen de 293 mil toneladas. Dicho volumen declinó en -10.6 por ciento en el año 2012, a consecuencia de la menor producción y la disminución de los precios internacionales que desincentivaron mayores exportaciones (MINAGRI, 2013).

La caficultura en el Perú, a pesar de su importancia económica, enfrenta limitaciones que conllevan a índices de baja productividad. Estas limitaciones están relacionadas con prácticas agronómicas inadecuadas, la falta de adopción de innovaciones tecnológicas como la poda de recepa o renovación, problemas bióticos como la broca del café y la roya, ligada a las condiciones ambientales y varietales, que afectan significativamente su calidad y productividad.

Para establecer el manejo adecuado del cultivo de café se requiere un amplio conocimiento de la planta en lo que respecta a su crecimiento, desarrollo y producción, así como de los factores que los afectan. Entonces, el éxito del cultivo depende de la cantidad y la calidad de su crecimiento y desarrollo reproductivo (Velasco *et al.*, 2003).

Para que *C. arabica* tenga una productividad sostenible en el tiempo, es necesario realizar adecuadas prácticas de manejo agronómico. Dentro de éstas, destaca la poda de renovación de las plantas por sus diferentes efectos, ya que si no se realiza en tiempo y forma, las plantas pueden crecer demasiado afectando la producción y la estabilidad del sistema (Arcila, 2007b).

La poda es importante para aumentar el rendimiento, ya que ésta puede actuar de forma directa en determinados procesos fisiológicos, e indirectamente a través de los factores bióticos y abióticos del sistema (Arcila, 2007a). La poda de renovación busca mantener las plantas en su máxima producción mediante la renovación del tejido agotado, aprovechando las características especiales de crecimiento, con el fin de mejorar la relación entre los tejidos nuevos y los tejidos agotados que existen en las plantaciones.

El interés por la poda de recepa como parte del manejo agronómico en el cultivo del café, es creciente en nuestro País. Pero el conocimiento, adopción, implementación y registro que se tiene, es escaso y además si se realiza, no se ejecuta de manera programada. Estas discrepancias sobre las formas y momentos de la poda sugirieron la necesidad de evaluar y conocer mejor esta práctica cultural, a fin de lograr su implementación de manera regular en el manejo del cultivo y posibilitar el incremento de la producción sostenible de café en todas las zonas cafetaleras de la Selva Central.

## **1.1. OBJETIVOS**

### **1.1.1 OBJETIVO GENERAL**

- Evaluar la poda de renovación como práctica cultural para la producción sostenible del café en la Selva Central del Perú.

### **1.1.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- Determinar el efecto de la edad de plantación en la poda de renovación del café var. Caturra Roja en la selva central del Perú.
- Evaluar el efecto de la altura de corte en la poda de renovación de café var. Caturra Roja en la selva central del Perú.
- Determinar el efecto de la fertilización en la poda de renovación de café var. Caturra Roja en la selva central del Perú.
- Determinar la sustentabilidad de la poda de renovación en el café var. Caturra Roja en la selva central del Perú.

## **1.2 FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS**

La poda de renovación en café var. Caturra Roja, es una práctica cultural sustentable que incrementa la producción en la Selva Central del Perú.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1. EL CAFÉ

#### 2.1.1 BOTÁNICA DEL CAFÉ

El café (*Coffea arabica*) pertenece al grupo de las plantas fanerógamas, clase angiosperma, dicotiledónea, orden rubiales, familia de las rubiáceas y género *Coffea*. Las especies del género *Coffea* pueden ser agrupadas en cuatro secciones: *Eucoffea*, *Mascarocoffea*, *Argocoffea* e *Paracoffea*. Dentro de estas, la sección de mayor importancia económica es la *Eucoffea*, pues en ellas están contenidas las especies *C. arabica* L. y *C. canephora* Pierre (Matiello *et al.*, 2010). En la Selva Central, son cultivados principalmente cafés de la especie *C. arabica*.

El género *Coffea*, consta de 25 a 40 especies en Asia y África tropicales, siendo dos las más cultivadas, *C. arabica* y *C. canephora*. La primera especie es la más cultivada en el mundo y se siembra mayormente en Colombia, Centroamérica, Perú y Brasil. La segunda, es más resistente a las plagas y se cultiva más en África e Indonesia. El café tiene muchas variedades comerciales como Típica, Catimor, Paché, Bourbon, Caturra, etc. (Figuroa, 1990).

Es un arbusto de hasta seis metros de altura en estado silvestre. Se caracteriza porque sus hojas son perennes, opuestas, ovales, salen en pares, no tiene divisiones, los bordes son lisos y brillantes por el haz. Sus flores son de color blanco, aromáticas, agrupadas en la axila de las parejas de hojas, en cimas de 2 ó 3, constituyendo verticilos de 8 a 15 flores. En las flores están los órganos de los dos sexos, son flores hermafroditas. Generalmente, los frutos poseen dos semillas (Siles, 2001; Alves, 2003).

La planta de café tarda de dos a tres años en desarrollarse, desde la germinación, crecimiento, floración y cosecha (Charrier y Eskes, 2004; Wintgens, 2004). A los frutos se le conoce como cereza o baya, y granos o semillas los que se desarrollan dentro de la cereza, siendo estos granos los que se utilizan como bebida que se obtiene a partir de la mezcla en agua caliente de granos tostados de la planta de café (Alves, 2003).

### **2.1.2 CRECIMIENTO Y DESARROLLO DEL CAFÉ**

El café es una planta de porte arbustivo que crece continuamente, su tallo es leñoso, lignificado, recto y casi cilíndrico. Sus ramas son dimórficas, siendo su dimorfismo relacionado a la dirección del crecimiento de sus ramas. Forman dos tipos de ramas diferenciados en sus funciones: ortotrópicas y plagiotrópicas. Las ramas ortótropicas crecen verticalmente y originan las plagiotrópicas, que a su vez crecen horizontalmente y son responsables de la producción de la planta (Arcila, 2007a; Matiello *et al.*, 2010).

Las ramas se originan de las yemas múltiples existentes a lo largo del tronco de café, conocidas como seriadas y tienen la función de promover la recuperación de las plantas, cuando estas sufren algún daño o cuando son podadas. Estas yemas son las responsables de la formación de nuevas ramas ortotrópicas cuando ocurre el rompimiento de la dominancia apical través de la poda. Las yemas seriadas permanecen inactivas cuando están bajo sombra, por lo que las plantas bien desarrolladas, con una buena formación de copa y hojas, sin incidencia de luz solar en el tronco forman menos ramas laterales, como son llamados los ortotrópicos provenientes del tronco principal. Las malas labores agronómicas, como el desequilibrio nutricional, defoliaciones causadas por plagas o enfermedades, o aquellos que sufren daños climáticos como la sequía, las heladas y el granizo, exponen a los troncos estimulando a las plantas a emitir elevados números de ramas ladrones (Thomaziello y Pereira, 2008 ).

La poda hace que los cafetales emitan un gran número de "ramas ladronas", que compiten por luz, agua y nutrientes con las ramas de producción, por lo que

deben ser manejadas correctamente para que la planta se recupere. Para la formación plagiotrópica no hay yema latente, la única formada dio origen a la rama plagiotrópica. Así que si se elimina esta rama a lo largo del tallo principal, no va a crecer otra en su lugar (Matiello *et al*, 2005). Por lo tanto, el manejo correcto de las labores agronómicas siempre debe preservar el mayor número posible de ramas plagiotrópicas, de manera que no afecte la producción. En la axila de cada hoja de estas ramas se encuentran las yemas florales, llamadas "yemas seriadas", generalmente de 4 a 6 por axila foliar. Esta formación es sucesiva, pudiendo desarrollarse más en determinadas situaciones, dando origen a una rama plagiotrópica de segundo orden, además a una secuencia de 8 a 10 yemas florales con diferentes grados de desarrollo (Thomaziolo y Pereira, 2008; Arcila, 2007a).

### **2.1.3 FLORACIÓN DEL CAFÉ**

La floración es el evento más importante del cultivo del café, de su desarrollo normal depende la cantidad de frutos a cosechar. Debido a la variabilidad ambiental, específicamente el clima de las zonas cafetaleras, no siempre ocurren las condiciones más favorables para que la floración sea significativa y eficaz (Arcila, 2004).

La floración es el proceso fisiológico más importante de la planta de café, porque es un fenómeno complejo poco entendido, ya que sigue un patrón diferente al de otros cultivos. Una vez que los botones florales se han formado, crecen hasta cierto tamaño y entran en un estado de latencia o reposo por semanas, que coincide generalmente con un período seco. En esta etapa, las yemas presentan una corola con pétalos fusionados, de forma ahusada y de color verde claro. Cuando se presentan lluvias dentro del período seco, se rompe la latencia y las yemas renuevan su crecimiento en forma acelerada, durante 8 ó 10 días, momento en el que ocurre la apertura de la flor o antesis (Arcila, 2004; DaMatta *et al.*, 2007).

Después de la iniciación floral, las yemas se desarrollan durante muchos meses hasta llegar a un tamaño de 4 a 6 mm en la fase final del desarrollo de la flor. En este estado, las yemas florales se encuentran inactivas durante dos a tres meses en periodos secos. Cuando vienen las lluvias hay una estimulación por una hormona de

inhibición que es el Acido Abscísico (ABA) y después de cinco a doce días la flor se abre. Pero este proceso no se da en todas las yemas al mismo tiempo, quedándose algunas yemas que se aperturan posteriormente (Camayo y Arcila, 1996; Cilas and Descroix, 2004).

A los dos a tres años de su trasplante, se presentan las primeras floraciones de los cafetos. La mayor cantidad de flores se encuentran en las ramas primarias que habían crecido el año anterior. El extremo de la rama se queda sin florecer para hacerlo el año siguiente. El crecimiento de la rama primaria o bandola se reduce de un tercio a la mitad todos los años, pero esta disminución de longitud se compensa con las ramificaciones secundarias, terciarias y cuaternarias (Alves, 2003). En la floración del café se presentan dos procesos importantes: la iniciación de las yemas florales (seguido de una etapa de latencia) y la apertura de las flores o antesis (Wrigley, 1988).

Según Siles (2001), el fotoperiodo y la distribución de las lluvias son los factores externos que más influyen la floración de café. Sin embargo, cuando las plantas de café son expuestas continuamente a días cortos, la diferenciación ocurre a través de todo el año y la apertura de la floración es regulada por la distribución de las lluvias.

Los diferentes autores que han estudiado el proceso de la floración del cafeto, afirman que está constituido por las etapas de: (a) inducción, (b) diferenciación, (c) latencia o dormancia y (d) antesis o apertura de flor. La inducción es favorecida por fotoperiodos cortos, pero debido a que en las regiones tropicales donde se cultiva el café esta condición es permanente, se ha sugerido que factores diferentes al fotoperiodo, como la temperatura intervienen en la inducción floral. La diferenciación y desarrollo están controlados por la disponibilidad hídrica y energética, las hormonas y los nutrientes (Camayo y Arcila, 1996; Rena y Barros, 2004).

En adición al tamaño y estado de las yemas florales, el déficit hídrico afecta los otros procesos fisiológicos como la liberación de energía y el balance de las

sustancias reguladoras de crecimiento. También el llenado uniforme de las yemas florales y su desarrollo posterior en flores normales está correlacionada con el número de hojas en las ramas y el índice de almidón (carbohidratos de reserva) en la madera (Camayo *et al.*, 2003; Nunes *et al.*, 2010).

El cafeto es una planta autógama por lo que, cuando la flor se abre, parte del polen ya se ha liberado internamente, habiendo ocurrido entre el 90 a 95 por ciento de autofecundación y un 5 por ciento por el viento e insectos. La cantidad de polen producido en una planta adulta es de 2.5 millones de granos de polen. Esta cantidad es suficiente para fertilizar 20 a 30,000 flores presentes en una planta. El polen es transportado por el viento hasta 100 m (Camayo *et al.*, 2003; Cilas and Descroix, 2004).

La planta de café florece en diferentes épocas, por lo que en una misma rama se pueden encontrar frutos con distintos estados de desarrollo (Carvalho *et al.*, 2001), principalmente en los climas tropicales, donde no están bien marcadas las estaciones del año. En una planta se pueden encontrar frutos maduros, verdes, medianos, pequeños y flores, ocurriendo todas estas etapas en el mismo nudo productivo (Crisosto *et al.*, 1992).

El desarrollo normal de la flor del cafeto puede ser alterado por factores genéticos, ambientales, patológicos o nutricionales, dando como resultado diferentes tipos de anomalías como atrofas o abortos, flores estrellas, flores rudimentarias, petalodía o flores que abren prematuramente. En ocasiones, puede ocurrir secamiento de los botones florales, caída de flores, pérdida o reducción de la capacidad de floración o inducción permanente de ésta. También, es frecuente que las yemas florales cambien su patrón de diferenciación y se conviertan en ramas (Arcila, 2004; Arcila *et al.*, 2007a).

La floración del café es un proceso que se relaciona directamente con el rendimiento del cultivo y que puede ser útil para estimar la cantidad de café a producir en una cosecha determinada (Camayo *et al.*, 2003; Rendón-Sáenz *et al.*, 2008).

## 2.1.4 FORMACIÓN Y MADUREZ FISIOLÓGICA DEL FRUTO

Una vez que los óvulos han sido fertilizados, empieza a desarrollar el fruto. Durante los dos primeros meses, el ovario crece muy lento, después se hace visible en una etapa inactiva. El segundo hasta el tercer mes el desarrollo del ovario es más rápido y el tegumento ocupa casi todo el espacio del óvulo. El saco embrionario crece y rellena con el endospermo.

Desde el tercero hasta el quinto mes después de la fertilización, el fruto crece en peso y volumen. El endospermo sustituye el tegumento. Después de seis a ocho meses, el fruto está maduro. Los frutos llamados cerezas cuando están maduros, son de forma ovoide, con una cicatriz en forma de disco, hacia el ápice, que es una señal de inserción en el ovario del tubo de la corola y el estilo. Los frutos maduros son de color rojo o amarillo, a veces con tonalidades anaranjadas dependiendo de la variedad. El fruto está formado por piel, pulpa (exocarpio y mesocarpio), pergamino (endocarpio), mucílago, película plateada (testa), grano o semilla (endosperma) y embrión (Salazar *et al.*, 1994).

El fruto de café es una drupa, en la cual los tejidos externos en la madurez se separan, por una capa mucilaginoso del endocarpio delgado, duro y coriáceo, llamado pergamino (Salazar *et al.*, 1994; Fournier, 1998). La pulpa de la cereza madura está formada por el exocarpio (epidermis), que es la capa externa del fruto y representa el 43.2 por ciento del fruto en base húmeda. El color de la epidermis varía desde verde o amarillo hasta rojo o rojo intenso y algunas veces hasta violeta o negro. El color depende de la variedad de café y del grado de madurez del fruto.

El estado de madurez fisiológica del fruto de café puede definirse como las alteraciones morfológicas y fisiológicas que ocurren a partir de la fecundación, seguidas por un momento en el cual las semillas están en condiciones de ser cosechadas. En Brasil, Caixeta y Alvarenga (1981), desarrollaron estudios en los que observaron los cambios físicos y fisiológicos de la semilla cuando ésta alcanza la madurez. Durante este proceso ocurren alteraciones en el contenido de materia seca, la calidad, el tamaño, la germinación y el vigor de las semillas. De acuerdo con estos

parámetros, el tiempo de madurez fisiológica del café se definió en 220 días después de la fecundación. Por otro lado, observaron que a partir de este punto, ya no hay incremento de la materia seca, lo cual puede explicarse por la interrupción de la translocación de sustancias de la planta al fruto. El máximo porcentaje de germinación (97 %) ocurre a los 200 días, pero la semilla de café inicia este proceso a los 160 días después de su fecundación, cuando aun está verde. El grado de maduración del fruto es uno de los factores más influyentes en la calidad de la cosecha así como en los factores de rendimiento en el beneficio y en la calidad de la taza.

## **2.2. PODA EN CAFETALES**

### **2.2.1 DEFINICIÓN**

La poda de los cafetales es una actividad fundamental dentro de las prácticas de manejo del cultivo. Consiste en una operación que tiene como finalidad principal eliminar parcialmente, en diferentes grados de intensidad, o totalmente las partes o tejidos de la planta que han perdido o disminuido su capacidad productiva a lo largo de los ciclos de producción, cuya posibilidad de recuperación natural es prácticamente nula (Lambot y Bouharmont, 2004; Thomaziello y Pereira, 2008). Otros definen a la poda como la eliminación total o parcial de la planta (Androcioilli Filho, 2005).

A través de la poda, la dominancia apical se suprime como resultado de un cambio en el equilibrio hormonal, lo que estimula la emisión y el desarrollo de los brotes a partir de las yemas latentes (Thomaziello y Pereira, 2008).

La importancia de la poda está directamente relacionada con el objetivo de la explotación, es decir, qué tipo de producto demanda el mercado, ya que con la poda se puede mejorar el tamaño y la calidad de los frutos (Inglez de souza, 2005). Con el manejo de la poda se percibe un aumento significativo en el volumen de café cereza, lo cual es muy importante para los productores que buscan café de calidad usando el método húmedo (Cunha *et al.*, 1999).

## 2.2.2 OBJETIVOS DE LA PODA

Existen varios objetivos de la poda en el cultivo de café. De acuerdo a Matiello *et al.* (2005) y Thomaziello y Pereira (2008), los principales son:

- Eliminar todo tejido foliar y vegetativo improductivo.
- Modificar la arquitectura de la planta.
- Estimular la producción aumentando la luminosidad en parcelas con mucha sombra.
- Eliminar ramas afectadas por plagas y enfermedades.
- Corregir y acelerar la recuperación de los cafetales afectados por efecto de las condiciones climáticas adversas como las heladas, el granizo, sequías, etc.
- Reducir las condiciones favorables para el ataque de plagas y enfermedades, mediante la entrada de luz y aire.
- Reducir la altura de las plantas, para facilitar los trabajos de manejo que requieran el uso de equipos mecanizados y facilitar la cosecha.

En resumen, el objetivo de la poda es mantener o restablecer los buenos niveles de la productividad en los cafetales, combinado con el fácil trabajo en el manejo de los cultivos (Matiello *et al.*, 2005; Thomaziello y Pereira, 2008).

## 2.2.3 TIPOS DE PODA

Las podas usuales en el cultivo de café pueden agruparse en dos tipos principales: (a) podas leves y (b) podas drásticas. Las podas leves incluyen al descope y a las podas de limpieza, mientras que las podas drásticas se refieren a la recepa y al esqueletamiento.

### a. Poda baja o recepa

Consiste en eliminar la parte aérea de la planta mediante el corte del tallo a una altura de 30 a 40 cm del nivel del suelo, con el fin de provocar la emisión de nuevos brotes y renovar completamente los tejidos improductivos de la planta de café.

La poda renovación o recepa, es considerada la más drástica ya que promueve la renovación total de la parte aérea del cafetal. Se realiza en plantaciones agotadas que han bajado sensiblemente su producción, en aquellos cultivos o plantas que perdieron sus ramas productivas inferiores. También, está indicada para plantaciones deterioradas debido a problemas climáticos, patológicos, completamente deformadas y con pocas ramas laterales (Cenicafe, 1992; Cunha *et al.*, 1999)

Si la producción fue baja y las plantas no presentan signos de agotamiento, puede realizarse inmediatamente después de la cosecha. Pero, si la producción fue alta, debe realizarse después de dos meses de la cosecha para que la planta se recupere del agotamiento provocado por la alta producción. Esta recuperación puede ser ayudada con las aplicaciones de fertilizantes y abono foliares.

La recepa modifica los procesos fisiológicos de las plantas. Es un método muy drástico de renovación del tejido que afecta incluso el volumen de raíces. Por esta razón, debe recurrirse a ella solamente después de haber efectuado otras prácticas de manejo como la poda de altura media.

En algunos casos de severo agotamiento de la planta, no se obtiene una buena respuesta a la recepa y aún más, se puede producir la muerte de las plantas. Esto ocurre cuando no se ha proporcionado un adecuado manejo a la plantación, sobre todo en la aplicación de nutrientes, ocasionándose un déficit de carbohidratos en el interior de la planta que le provoca un agotamiento severo y una escasa respuesta a la poda o la muerte del árbol (Ramírez, 1996a).

La recepa, como los otros tipos de poda, puede ser hecha en toda el área o en líneas intercaladas. Al intercalar las líneas se tiene la ventaja de preservar parcialmente la producción del cultivo, evitando dejar al productor sin cosechas. Dos años después de una cosecha alta, se efectúa la recepa de las líneas restantes.

La recepa puede ser de dos tipos, variando la altura de corte del tronco, de 0.20 a 0.80 m, pudiendo ser baja o alta. Esta última es también llamada recepa con pulmón, porque se deja algunas ramas laterales vivas (2 a 3) en la parte inferior del

corte, que ayudan a una rápida recuperación y brotación de la planta, evitando la muerte del sistema radicular (Ramírez, 1997; Matiello *et al.*, 2007).

Varios autores sugieren la conveniencia de conservar las ramas primarias activas que se encuentran en el tronco al realizar la poda baja, pues aseguran que las ramificaciones inferiores e insertadas abajo del corte de las recepas, favorecen la brotación en comparación de plantas que no las poseen, e incluso la palmilla que se forma produce buena cosecha al año siguiente (Ramírez, 1996a).

De acuerdo a Rena *et al.* (1998), después de la recepa se deben efectuar los desbrotes, dejando solo dos por tallo o tronco, de preferencia los que estuviesen alineados a las filas. Asimismo, siempre que sea necesario, debe ser combinada con la eliminación del exceso de los tallos, dejando solo aquellos mas alineados y en número variable con el distanciamiento original de la plantación.

#### **b. Poda alta o descope**

Consiste en la eliminación de la yema terminal de una planta para detener su desarrollo vertical u ortotrópico y estimular el crecimiento lateral o plagiotrópico, y el desarrollo de abundante ramificación secundaria, terciaria y cuaternaria. La altura del descope depende del desarrollo de las plantas, de la pendiente del terreno y del alcance de las manos de los recolectores en la cosecha. Debe hacerse lo más alto posible para aprovechar una mayor cantidad de ramas productivas. Inicialmente se deja crecer libremente la planta y al llegar a 1.70 m se descopa (Palma, 2001).

El descope se realiza en un lote completo cuando se tiene la certeza de que la cosecha del año siguiente será muy baja, razón por la que se practica inmediatamente después de la cosecha (Carvajal, 1984). Si el descope se realiza a 1.70 m de altura no se debe permitir el desarrollo de los brotes que surgen en las yemas que salen del corte, pero si el descope se realiza a 1.50 m se dejan los brotes a su libre crecimiento por tres años o más. Posteriormente, se practica una nueva poda a la misma altura. En Brasil le confieren algunas ventajas a este tipo de poda cuando se trabaja con variedades de porte alto como el Mundo Novo, estimulando ramas laterales,

facilitando la cosecha y el control fitosanitario (Ramírez, 1996a). Lo importante de esta poda es mantener la producción en una zona más accesible al momento de cosecha. Esta práctica se puede hacer en cualquier zona siempre y cuando se haga de la mejor manera.

Para Androciolli Filho (2005), el descope es la poda que se aplica cada 4 ó 5 años, se realiza en la mitad superior de la planta, que va desde 1.20 a 2.0 m, es adecuado para aquellas plantas que no han perdido sus ramas de la parte inferior. Vigoriza las ramas de la base forzando su crecimiento y ramificación, y mantiene la planta con una altura más adecuada para la cosecha.

Para Toledo Filho *et al.* (2000), el descope es la poda del tallo principal, hecha a una altura de 1.7 a 2.2 m. Debe realizarse después de un año de alta producción, eliminándose la parte superior de la planta. Se realiza en las plantas que muestran estado de agotamiento, cinturamiento o altura excesiva, pero en las que no hubo pérdida significativa de las ramas plagiotrópicas inferiores. La eliminación de la parte superior del tronco estimula el crecimiento de ramas laterales, mejorando las condiciones vegetativas de la copa del café y facilitando las labores culturales (Guimarães *et al.*, 2002).

Los estudios realizados por Oliveira *et al.* (2002) en el café Acaíá con 9 años de edad, distanciamiento de 1.5 x 0.70 m, en el municipio de Santo Antonio do Amparo, demostraron que los sistemas de conducción con podas menos drásticas como el descope, no proporciona altos rendimientos.

#### **2.2.4 ESTRATEGIAS DE PODA**

Las podas de renovación pueden realizarse en forma individual (poda selectiva de plantas o tallos) o en forma sistemática para grupos de plantas (poda sistemática por surcos, lotes o secuencial) (Ramírez, 1994, 1996b; Guimarães *et al.*, 2002).

La aplicación de cualquier tipo de poda programada para establecer plantas de diferentes edades, en iguales proporciones en una plantación, se denomina sistema o

estrategia de manejo, y el tiempo en el cual se completa la edad a la cual se renueva cada grupo de plantas constituye el ciclo de renovación. La duración del ciclo depende de la edad, la densidad de siembra y la localidad (Pérez e Hilje, 1981; Ramírez, 1997).

**a. Poda individual o selectiva**

Consiste en la poda individual por planta, sólo se quitan las plantas o ejes que presentan síntomas de agotamiento, así que cada una lleva un manejo diferente, dependiendo de su estado o vigor vegetativo.

Cuando la poda es parcial, se eliminan las ramas que quedan agotadas después de la cosecha; las plantas que muestran preparación para la futura cosecha no se podan. Si el agotamiento es completo, se emplea la poda de recepa. En otros casos, se aplica la poda de altura media o poda de las ramas secundarias, principalmente como tratamiento posterior al descope (Ramírez, 1996a).

Este sistema de poda individual es el que más se utiliza en la mayoría de los países cafetaleros. Los resultados experimentales de varios años han demostrado que la poda individual supera en producción a los sistemas de poda por calles o por ciclos. Ramírez (1996a), hace referencia a 20 experimentos de poda realizados en Costa Rica durante varias cosechas, señalando que en 15 de ellos el rendimiento de la poda selectiva superó a los otros sistemas evaluados. Pero, algunos autores le encuentran desventajas, por ejemplo, se requiere de personal especializado, causa desuniformidad en el cafetal, no contribuye a una producción estable y no es posible mecanizar, por lo que demanda una gran cantidad de mano de obra (Ramírez, 1997).

**b. Poda por lotes**

En este sistema, la poda se realiza dividiendo la plantación total en partes iguales de 3, 4, 5, y 6 lotes, a los que inicialmente se les poda de acuerdo a un ordenamiento preestablecido, hasta completar todos los lotes. El sistema se usa

ampliamente en Colombia y Honduras desde hace varios años, porque tiene como principal ventaja que se pueden aplicar modificaciones y ajustes mediante la puesta en práctica de manejos alternativos: recepa, poda alta y pausa, dependiendo de la evaluación de la cosecha potencial y los precios del café en el mercado (Ramírez, 1996b).

Actualmente se realizan experimentos con este sistema, sin embargo, la información obtenida es muy reciente, por lo que no se puede emitir conclusiones definitivas sobre sus ventajas y desventajas.

### **c. Podas por calles o hileras**

Este sistema es una estrategia donde la poda se realiza de forma planificada, ordenada secuencialmente y en tiempos predeterminados. La poda sistemática se originó en Hawai y consiste en podar hileras completas en proporciones determinadas por la duración de los ciclos seleccionados. Así, en un ciclo rígido de tres años, de cada tres hileras se poda una por año hasta completar en tres años el ciclo. Seguidamente se puede iniciar otro ciclo, volviendo a podar hileras recepadas al principio (Carvajal, 1984; Melles y Guimaraes, 1985; Figueroa, 1990; Palma, 2001).

El orden de aplicación de la poda para los diferentes ciclos es el siguiente: (a) ciclo de tres rígido: 1-2-3 (surco 1, 2, 3), (b) ciclo de cuatro: 1-3-2-4 (año 1: surco 1; año 2: surco 3; año 3: surco 2 y año 4: surco 4) y (c) ciclo de cinco: 1-3-5-2-4 (año 1: surco 1; año 2: surco 3; año 3: surco 5; año 4: surco 2; año 5: surco 4). La poda por calles es recomendable para fincas grandes altamente tecnificadas, con elevado uso de insumos y densidad de siembra superior a 3500 plantas por hectárea (Ramírez, 1994).

Las recepas se pueden realizar en ciclos de 3, 4, y 5 años, terminándose de podar la plantación en el último, cumpliéndose de esta manera un ciclo de poda (Ramírez, 1996b).

La principal desventaja que presentan estos sistemas, es que se eliminan plantas muy vigorosas dentro del surco que le corresponde la poda, con la consiguiente pérdida de cosecha al siguiente año. Pero, será necesario obtener más cosechas y correlacionar la respuesta de los sistemas con los factores de orden ambiental y de manejo en los lugares donde se realizan estos experimentos.

### **2.2.5 ÉPOCA DE PODA**

La poda debe ser efectuada inmediatamente después de la cosecha, pues la planta se encuentra en un estado de reposo vegetativo (Ramírez, 1994 y 1996a; Fagundes *et al.*, 2007). Según Thomaziello y Pereira (2008), los árboles podados inmediatamente después de la cosecha tienen una mayor longitud y diámetro del brote, mayor diámetro de la copa y número de ramas plagiotrópicas en comparación con aquellas que se realizan tardíamente.

Para algunos autores, las podas deben realizarse en el periodo comprendido entre el término de la cosecha e inicio de las lluvias, porque las plantas presentan una recuperación más rápida de los brotes y elongamiento de las ramas. Además, porque se evita la muerte de raíces (Matiello *et al.*, 2002). Para ello, es importante considerar el inicio de los periodos de precipitación pluvial, para evitar que la planta podada se quede mucho tiempo sin lluvia (Ramírez 1994 y 1996a; Matiello *et al.*, 2007).

Generalmente, debe comenzar a podarse después de obtener cuatro o cinco cosechas; sin embargo, no se puede generalizar, se debe de evaluar el estado de la plantación, el registro productivo de cada lote, considerar la edad del cafetal y el estado de deterioro e improductividad en que se encuentra la plantación. El café es una planta perenne y se considera que alcanza sus valores máximos de crecimiento y productividad entre los seis y ocho años de edad. Después, la planta se deteriora paulatinamente y su productividad disminuye a niveles de poca rentabilidad (Ramírez 1994 y 1996a). Por lo tanto, la edad en que debe comenzarse a podar está relacionada con el ambiente y con los diferentes factores que intervienen en el manejo del cultivo, como son la variedad, la nutrición, densidad de siembra, el

control fitosanitario, la sombra, fertilidad del suelo, altitud y clima (Ramírez 1994 y 1996a; Guimarães *et al.*, 2002; Guimarães, 2009).

Al respecto, Ramírez (1996a) hace referencia a experimentos realizados en Costa Rica que después de nueve cosechas, se obtuvieron los mayores rendimientos con la poda iniciada después de la cuarta cosecha en condiciones de 1000 msnm, 2240 mm de precipitación y 22.3 °C. El mismo experimento fue realizado en una región de mayor altura (1180 msnm), menor temperatura 20.5 °C y similar precipitación al sitio anterior, obteniéndose mayores rendimientos con la poda iniciada después de la quinta cosecha comercial. Las podas deberán ser realizadas cuando el cultivo presente agotamiento, edad avanzada o en el caso de plantaciones con altas densidades (Melles y Guimarães, 1985; DaMatta y Rodríguez, 2007).

El café, de manera general, tiene una mayor producción en las áreas de crecimiento nuevo, y la producción varía a través del tiempo. También se sabe que cada nuevo crecimiento de una rama primaria es menor que el del año anterior, en consecuencia, las ramas son cada vez menos productivas, a partir de la sexta o décima cosecha. Las ramas productivas pierden considerablemente su vigor y su crecimiento se reduce, no habiendo renovación intensa de las áreas productivas que permitan altos rendimientos (Melles y Guimarães, 1985).

Por lo tanto, las podas son prácticas realizadas por el agricultor para mantener o restablecer la conformación típica de su cafetal, que resulte en mayores cosechas, en la estabilidad de la producción, y para promover una mayor aireación interna para que las plantas sean menos susceptibles al ataque de plagas y enfermedades (Matiello, 1995).

### **2.2.6 DESBROTE**

El desbrote consiste en la selección y eliminación de los nuevos brotes que se desarrollan después de la poda, con el propósito de reducir su número, dejando solamente los más vigorosos y mejor ubicados en la base del tallo, debido a que los brotes cercanos al corte se desgarran con facilidad.

Es una labor que no debe dejar de hacerse si se han realizado las podas de los cafetos ya que al no eliminar los brotes, estos se desarrollan muy débiles y tendrán muy poca producción. El primer desbrote debe hacerse cuando los brotes alcanzan una edad de dos a tres meses, dejándose uno o dos de repuesto por la posible pérdida de los que fueron seleccionados. El segundo desbrote debe realizarse después de uno o dos meses del primero, para dejar el número definitivo de nuevos brotes, que dependerán de la densidad de siembra, y que permita obtener buenas producciones (Ramírez 1994 y 1996a).

Inicialmente, la práctica de desbrote se puede realizar de forma manual, pero a medida que pasa el tiempo los brotes desarrollan más, tornándose más gruesos, lo que dificulta el trabajo (Cunha, 2008).

Si la plantación original está sembrada a un solo eje por postura, se seleccionarán dos o tres hijos bien desarrollados y ubicados de 5 a 15 cm bajo el corte, preferentemente opuestos entre sí. Si se tiene alta densidad de población arriba, de 3500 plantas/ha, a un eje/postura, se dejarán dos ejes por cada planta; si la siembra fue a dos plantas, deben seleccionarse por lo menos tres brotes, dos ubicados en el tronco más desarrollado y uno en el de menor diámetro. Con densidades de 3000 plantas/ha o menos, a una planta por hoyo, conviene dejar tres brotes por planta para obtener más área foliar y, desde luego, mayor producción. Si el cafetal tiene más de dos ejes por postura, al momento de recepar, se debe eliminar los troncos sobrantes, cortándose a nivel del suelo o un poco más abajo. Los brotes se seleccionarán de los dos troncos más vigorosos (Ramírez 1994 y 1996b).

### **2.2.7 EQUIPO PARA LAS PODAS**

Las herramientas utilizadas para efectuar los trabajos de poda pueden ser manuales o mecanizados. Los equipos manuales consisten básicamente de serruchos tipo cola de zorro, machetes, tijeras de podar, moto sierras con disco de 80 dientes, siendo para esta actividad, los más eficientes, los equipos motorizados (Thomaziello *et al.*, 2000).

Las herramientas manuales deben ser utilizadas preferiblemente de acuerdo el tamaño del área a ser podada, al tipo de poda y edad del cultivo, por lo general son indicadas para áreas pequeñas.

Los equipos mecanizados tienen un rendimiento de trabajo más alto y con menor costo de producción. Estos son acoplados a los tractores y están constituidos de sierras, cuchillos y cortadoras circulares, verticales y horizontales, dependiendo de la operación que se pretende realizar. Normalmente son utilizados en recepas, descopes y esqueletamiento para cafetales de mayor porte (Thomaziello *et al.*, 2000).

### **2.3. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA**

En el Perú no existen muchos registros de sistemas de podas en el cultivo de café. Específicamente, para la zona cafetalera de la Selva Central, existen pocos estudios de esta naturaleza, por lo que se tendrá en consideración estudios similares efectuados en otros países.

En Costa Rica se estableció un primer experimento en el año 1978, pero, no es sino hasta 1989 cuando se desarrolla una línea de investigación agronómica multilocal para realizar estudios comparativos de respuestas productivas del cafeto a diferentes sistemas, incluida la poda por lotes (Carvajal, 1984; Melles y Guimaraes, 1985; Ramírez, 1994 ).

La investigación sobre poda de cafetos realizada bajo diferentes condiciones de clima y suelos en países como Brasil, Colombia, Guatemala, Kenia y Costa Rica (Carvajal, 1984; Figueroa, 1990; Ramírez, 1994), ha permitido conocer la excelente respuesta de la planta a esta práctica, mediante el estudio de sistemas de poda total de los ejes principales, poda de ramas, poda de bandolas, diferentes alturas de corte y otras modalidades o variantes complementarias a estas labores de manejo de plantaciones.

Ramírez (1997) evaluó el efecto de épocas de poda sobre la respuesta agronómica de cafetos de la variedad Catuaí de 22 años de edad, al iniciarse el cuarto

ciclo de poda baja. Encontró que las podas realizadas en abril presentaron un mayor número de brotes, y mayor desarrollo en grosor y altura de los nuevos ejes. En general, se estima que la respuesta agronómica del cafeto, después de cuatro tratamientos de poda baja en un sistema cíclico de manejo de hileras a cinco años, es muy favorable para continuar con la producción económica del cultivo.

En Costa Rica se ha realizado investigaciones con sistemas de poda que han incluido: (a) poda total por planta, (b) poda por parches, (c) poda por rama y (b) poda sistemática por calle (Beaumont-Fukunaga, B. F. de Hawaii). También se ha evaluado alturas de corte con y sin bandolas en la sección del tronco, así como otras modalidades de manejo (Carvajal, 1984; Ramírez, 1994 y 1996a).

En otros estudios realizados por Ramírez (1996b), se evaluó la poda selectiva, poda por hilera a cinco años y a tres años alterno, poda por lotes a 3, 4, 5 y 6 años. Encontró diferencias significativas entre tratamientos. La poda selectiva, la poda cíclica por hilera y por lotes a 5 años, resultaron ser los mejores sistemas de manejo de la planta de mayor rendimiento. La poda por lotes a 3 y 4 años componen un grupo estadístico intermedio de productividad, y la poda por hileras a 3 años alternos y poda por lotes a 6 años, constituyen los sistemas de bajo rendimiento.

Los trabajos realizados sobre el efecto del sistema de poda y la edad sobre la producción de café cv. Catuai, después de ocho periodos de cosecha presentaron diferencias significativas. La producción fue mayor con el uso del ciclo de poda de tres años alterno y cuando la poda se inició cinco años después de la siembra, siendo esta la mejor edad para dar comienzo a la renovación del tejido productor (Ramírez, 1994).

De estos experimentos conducidos a largo plazo y en diferentes ecosistemas, se ha concluido que la poda total por planta produce el más alto rendimiento, con respecto a las otras alternativas. Destaca además la respuesta en la producción cuando el corte se realiza a la mayor altura posible ya que permite aprovechar tejido aún no agotado (Carvajal, 1984; Ramírez, 1996a).

En los cultivos con alta densidad, es obligatorio realizar la poda sistemática. Con relación a las recepas, tanto a 30 como a 80 cm de altura, se observa una tendencia de cuanto más tarde se realiza la poda, menor será la producción (Oliveira *et al.*, 2002). Según este mismo autor, en los cultivos de 8 años cultivar Catuaí, la tendencia es que los sistemas de conducción con podas más drásticas, como la recepa y esqueletamiento, superen a las demás en función al cierre natural del cultivo. Los investigadores observaron que hay una tendencia a menor producción cuanto más tarde se realiza la poda.

En estudios realizados sobre la influencia de la producción en los niveles de hidratos de carbono y recuperación de café después de la recepa (corte del tallo a 40 cm del nivel del suelo), en São Sebastião do Paraíso, Minas Gerais, en un campo de cultivo de café Catuaí IAC99, de 14 años, plantados a una distancia 3.5 x 0.7 m, los autores concluyeron que las plantas con mayores producciones presentaron mayores contenidos de almidón en las hojas, ramas y tallos y después de la poda emitieron un menor número de brotes, pero más vigorosos (Livramento *et al.*, 2003). Para los cafetales en buen estado fitosanitario y nutricional, existe una relación positiva entre los niveles de productividad y el contenido de hidratos de carbono en las ramas, y los efectos de la poda son más positivos cuando este se realiza después de la cosecha (Carvalho *et al.*, 1993; Livramento *et al.*, 2003).

En ensayos realizados en cafetales agotados, el descope y descope con despunte resultaron ser mejores que las podas como la recepa a 0.40 ó 0.70 m y el testigo sin poda, además de permitir un mejor retorno a corto plazo (Sertorio *et al.*, 1995). Pero, en otros trabajos donde se evaluó el crecimiento vegetativo y la producción de cafetales recepados (0.40 m), se encontraron efectos positivos sobre estas características vegetativas evaluadas, al realizar las podas inmediatamente después de la cosecha (Pereira *et al.*, 2007).

Sin embargo, con la aplicación de estas tecnologías, se genera también la necesidad de conocer la respuesta del cafeto a la edad de inicio de la poda y fertilización, cuando se utilizan los sistemas mejor adaptados a las condiciones de la zona, toda vez que esta decisión no se ha tomado sobre la base de información

obtenida a través de la investigación. Consecuentemente, aumenta la probabilidad de iniciar la poda prematura o tardíamente, o de implementar un sistema inadecuado en función del estado de agotamiento que presenta la plantación

#### **2.4. FERTILIZACION EN CAFETALES PODADOS**

Resultados de estudios en diversas regiones del mundo reportan que al menos del 30 al 50 % de la productividad de los cultivos es atribuible a la optimización de los sistemas de suministro de nutrientes (Stewart *et al.*, 2005; Fixen and García, 2007). De los macronutrientes, el N es el elemento que más influye sobre las productividades de los cultivos agrícolas (Reis *et al.*, 2006; Leal-Varón *et al.*, 2009), en parte por las altas cantidades que se requieren de este nutriente, como por lo que puede aportar el suelo para garantizar las productividades (Rivera *et al.*, 1994; Rivera, 2006).

Los macronutrientes más requeridos por las plantas de café son N, P, K, Ca, Mg y S. Además, se requieren los micronutrientes B, Cu, Mn, Fe y Zn. El silicio es un elemento beneficioso para las plantas de café, actuando en la protección de las mismas contra factores adversos. Entre esos nutrientes, los más requeridos son N y K, siendo el primero el más importante en los años de baja cosecha para la formación vegetativa de la planta y el segundo en los años de alto rendimiento para la formación de frutos (Rivera, 2006; Matiello *et al.*, 2010).

Se ha reportado que para un rendimiento promedio de 18.5 sacos de café Mundo Novo y Catuaí, fueron necesarios 123 g de N y 104 g de K<sub>2</sub>O por planta y por año. Para los demás nutrientes, la cantidad media anual fue de 56 g de CaO, 35 g de MgO, 12 g de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 6 g de S, 1.850 mg de Fe, 190 mg de Mn, 185 mg de Zn, 121 mg de B y 163 mg de Cu (Matiello *et al.*, 2010). De esa forma se evidencia que los nutrientes más requeridos por las plantas de café fueron N y K.

Matiello *et al.* (2010), afirman que en promedio, por cada saco producido, los cafetales adultos y productivos, necesitan para su crecimiento y producción 6.2 kg de N, 0.6 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 5.9 kg de K<sub>2</sub>O, 3.0 kg de CaO, 1.9 kg de MgO, 0.3 kg de S, 110 g

de Fe, 10 g de Mn e Zn, 8.8 g de Cu y 6.5 g de B. Entonces la necesidad de nutrientes por saco no varía mucho de región a región. Lo que varía son los niveles de productividad alcanzados en los cultivos, pudiéndose así utilizar estos índices para estimar la necesidad de nutrientes en plantaciones de cafetales adultos.

En el caso de las plantas podadas, los nutrientes se reducen considerablemente en función de la modificación de los procesos fisiológicos, ya que no hay cosecha durante el primer año, por lo tanto no hay exportación de elementos nutricionales. Este hecho explica la falta de respuesta a la fertilización en plantas podadas, tal como lo señalan Alfaro y Moreira (1985) citados por Ramírez (1996a), quienes en un estudio realizado en Costa Rica mostraron que el abonamiento del tronco de poda no aumenta significativamente la producción en la primera cosecha. Por lo tanto, la fertilización de los brotes durante el primer año no es necesaria. Pero, otros investigadores afirman que la edad apropiada para fertilizar plantas recepadas es a los tres meses después del corte y selección de los brotes. Por lo tanto, debería establecerse un programa de fertilización en base a un análisis de suelos. No obstante, si no se cuenta con éste, inicialmente recomiendan aplicar 25-30 g de úrea por sitio, esta dosis debe repetirse cuatro meses después. En el caso que el suelo sea pobre en materia orgánica (contenidos menores de 6 %), afirman que se puede aplicar pulpa descompuesta o cualquier fuente de abono orgánico. Si el suelo es deficiente en fósforo (contenidos menores de 30 ppm), deben adicionarse 15 g de superfosfato triple a los seis meses. Cuando el calcio es deficiente (contenidos inferiores a 3 meq/100 g) es necesario adicionar 200 g de cal por planta a los ocho meses. A partir del segundo año, los criterios para la fertilización son similares a los de los cafetales en producción (Uribe y Salazar, 1984).

Los síntomas de deficiencia de elementos nutricionales son frecuentes en las plantas podadas, por lo que conviene realizar durante el año de dos a tres aplicaciones foliares, principalmente de nitrógeno y micronutrientes, para asegurar el adecuado desarrollo de los brotes. Asimismo, al inicio del desarrollo de los brotes, pueden ocurrir desequilibrios nutricionales, siendo necesaria realizar la fertilización nitrogenada. Los restos que quedan después de la poda, deben permanecer en la plantación como una cobertura. La descomposición de estos restos vegetales es

relativamente rápida, devolviendo los nutrientes y mejorando la materia orgánica del suelo. Para facilitar las labores culturales en la plantación, solo se pueden retirar las ramas más gruesas, dejando el resto en el suelo (Cannel y Kimeu, 1971; Nunes *et al.*, 2005).

La materia orgánica del suelo es el resultado de la acumulación natural de restos vegetales (exudados, muerte de raíces, hojas, ramas, frutos, etc) y animales (excrementos o muerte de la biota) que llegan al suelo. También pueden tener su origen en el hombre mismo, a través de la fertilización orgánica hecha con estiércoles (vacunos, aves y cerdos), compuestos orgánicos elaborados en la finca, con adición de residuos vegetales como la pulpa de café y con abonos verdes sembrados para incorporarlos al suelo. La materia orgánica tiene un efecto directo sobre las características físicas, químicas y biológicas del suelo, siendo considerada un factor fundamental para el mantenimiento de la capacidad productiva de los suelos en cualquier ecosistema. En café es importante porque mejora la estructura del suelo, aumenta la capacidad de retención de agua y la aireación, permitiendo una mayor penetración y distribución de las raíces del cafeto. También actúa directamente sobre la fertilidad por constituir la principal fuente de macro y micronutrientes esenciales para las plantas, como también indirectamente, a través de la disponibilidad de los nutrientes, debido al aumento de pH, además de aumentar la capacidad de retención de los nutrientes, evitando sus pérdidas. Biológicamente, aumenta la actividad biológica del suelo (microorganismos), siendo fuente de energía y nutrientes para el mismo (Ricci, 2005).

En El Salvador, Gómez y Pérez (1995) evaluaron diferentes planes de fertilización de tres localidades en fincas sembradas con la variedad Pacas, manejada con podas por calles en ciclos de tres años. En las recepas del año se evaluaron la dosis completa (DC), 1/3 y 1/2 de la misma; en las recepas del próximo año, (DC), 1/3, 1/2 y sin fertilización; a las recepas de un año (DC), 1/3 y 1/2. Finalmente, la planta adulta, dosis completa. Estos niveles fueron estructurados en cinco programas diferentes, observándose al final del ciclo que no se registraron diferencias significativas entre los mismos en el desarrollo de los brotes, capacidad de brotamiento, altura, diámetro y producción de café. El análisis económico identificó

como mejor programa 1/3 de la dosis completa en la recepa del año, la no aplicación de fertilizante en la planta a recepar el próximo año y dosis completa en la planta adulta. El ahorro promedio en fertilizantes con este programa fue de 59.4 por ciento en relación con el testigo con dosis completa. No obstante, el autor concluye que, independientemente de la utilización o no de fertilizantes al suelo en los diferentes edades de recepa, hay que considerar la aplicación de fertilizantes foliares como complemento para el normal desarrollo de las plantas.

En Guatemala, San Juan y López (1991), en una plantación manejada en ciclos de cinco años, después de ocho cosechas no encontraron diferencias en la producción de tres planes de fertilización, concluyendo que es posible suprimir la fertilización tanto en la hilera de poda del año, como en la hilera programada para poda del año siguiente, con lo que se aplica el 60 por ciento de la dosis completa por área para una aplicación generalizada.

Carvajal (1984) afirma que en Brasil, el abonamiento de las hileras podadas depende del estado general de brotación, y si está brotando muy bien, no se fertiliza durante el primer año y en caso contrario, se recomienda usar solamente abono nitrogenado en una dosis no superior a un tercio del que corresponde a una planta en producción. La fertilización debe iniciarse cuando los nuevos brotes alcanzan unos 30 cm de altura; en el segundo año, el abonamiento se incrementa a 2/3 de la cantidad total y a partir del tercer año, la dosis es normal.

## **2.5 CONCEPTOS DE AGRICULTURA SUSTENTABLE**

Existen muchas definiciones sobre agricultura sustentable, las cuales presentan el común denominador de ser diferentes de la agricultura convencional y pueden ser englobadas dentro de la sustentabilidad, que tiene como objetivos generales y básicos: conservar los recursos naturales, mejorar y mantener la estabilidad del medio ambiente (métodos biológicos de fertilización y control de plagas); mejorar la salud de los productores y los consumidores; asegurar lucros a largo plazo de los agricultores; producir considerando las necesidades intra e intergeneracionales (Tommasino, 2006).

Dentro de los conceptos, para la American Society of Agronomy (1989), “es aquella que, a largo plazo, promueve la calidad del medio ambiente y los recursos bases sobre los cuales depende la agricultura; provee las fibras y alimentos necesarios para el ser humano; es económicamente viable y mejora la calidad de vida de los agricultores y la sociedad en su conjunto”. La FAO (1991), la define como el “manejo y la conservación de la base de los recursos naturales y la orientación de cambio tecnológico e institucional, de manera a asegurar la obtención y la satisfacción continua de las necesidades humanas para las generaciones presentes y futuras. Tal desarrollo sustentable en la agricultura resulta en la conservación del suelo, del agua y de los recursos genéticos animales y vegetales, además de no degradar el ambiente, ser técnicamente apropiado, económicamente viable y socialmente aceptable”.

Por lo tanto, los requisitos que debe cumplir una agricultura sustentable son: ser suficientemente productiva, económicamente viable, ecológicamente adecuada (que conserve la base de recursos naturales y que preserve la integridad del ambiente en el ámbito local, regional y global), cultural y socialmente aceptable y técnicamente posible (Sarandón, 2002). Es decir, el concepto involucra las dimensiones que vinculan la eficiencia económica, la equidad social y la conservación ambiental, que son el trípede de la sostenibilidad. En la dimensión ambiental, se considera que la conservación y mejoría de las condiciones químicas, físicas y biológicas del suelo, de la biodiversidad, de los manantiales hídricos y de los recursos naturales, constituyen la base para el alcance de la sustentabilidad. Es importante tener el abordaje holístico y el enfoque sistémico, dando tratamiento integral a todos los elementos del agroecosistema, aliado a las estrategias de reutilización de materiales y energía y la eliminación de insumos tóxicos.

La dimensión social representa otro de los pilares básicos de la sustentabilidad e incluye la búsqueda continua de mejores niveles de calidad de vida a través de la producción y del consumo de alimentos con calidad biológica superior, y de la perspectiva de la distribución con equidad (de género, etaria y etnia) de la producción.

La sustentabilidad en la dimensión económica presupone la obtención de balances agroenergéticos positivos a partir de la compatibilización de la relación entre producción y consumo de energías no-renovables. No se trata solamente de aumento de producción y productividad agropecuaria a cualquier costo, pues la mantención de la base de recursos naturales es fundamental para las generaciones futuras. La lógica de la sustentabilidad económica no siempre se manifiesta a través de la obtención del beneficio, sino también en otros aspectos, como la subsistencia y producción de bienes de consumo en general, que no suelen aparecer en las mediciones monetarias convencionales.

La agricultura es una actividad que tiene al hombre como principal sujeto en la toma de decisiones sobre el manejo de los agroecosistemas y sus cambios. Por lo tanto, es el agricultor, con su cultura, conocimiento y escala de valores quien toma las decisiones permanentemente y estas repercuten en los aspectos socioeconómicos y ecológicos del sistema. Una agricultura sustentable, a la vez, persigue una distribución justa y equitativa; se preocupa por el rescate de prácticas de manejo, y busca reducir las desigualdades en el acceso a recursos productivos. Intenta desarrollar tecnologías y sistemas de manejo adaptado a la diversidad de condiciones ecológicas, sociales y económicas locales. Trata de ser rentable económicamente, sin dejarse llevar por una lógica de corto plazo (Masera *et al.*, 2000). Estos últimos planteamientos nos llevan a afirmar que sólo hay un tipo de agricultura, sin adjetivos, que busca armonizar al ser humano con los principios que regulan el funcionamiento de los sistemas naturales.

Por lo tanto, podemos definir a la agricultura sustentable como un sistema holístico de prácticas de producción que a largo plazo buscan mantener o mejorar la calidad del medio ambiente, usar racional y eficientemente los recursos naturales, buscar la equidad y satisfacer las necesidades humanas, y mejorar la calidad de vida de los agricultores y de la sociedad.

### III. MATERIALES Y METODOS

#### 3.1 LUGAR DE EJECUCION

El estudio se realizó en los Fundos Concepción y Aroma de Montaña, ubicados en el distrito de Villa Rica (Cuadro 1). Villa Rica es una zona cafetalera de la Selva Central del Perú, con una altitud de 1000 a 2000 msnm, precipitación anual de 1365 a 1477 mm, temperatura de 15.3 a 22.6 °C y una humedad relativa de 90 a 94 por ciento. Con cubierta vegetal conformado por especies que sirven de sombra como *Eucalyptus* sp. e *Inga* sp., que ayudan a regular los patrones de humedad y variación térmica del ambiente. Los suelos más predominantes son inceptisol y alfisol (Datos de la Municipalidad Distrital de Villa Rica). El estudio se realizó desde agosto del 2011 hasta setiembre del 2013.

**Cuadro 1: Ubicación geográfica de los fundos experimentales**

Fundos	Región	Provincia	Altitud (msnm)	Latitud Sur	Longitud Oeste
Concepción	Pasco	Oxapampa	1 345	10° 47' 195''	75° 18' 863''
Aroma de Montaña - I			1 384	10° 46' 972''	75° 19' 013''
Aroma de Montaña -II			1 362	10° 47' 103''	75° 18' 910''

#### 3.2 CARACTERIZACION DE LAS PARCELAS EXPERIMENTALES

Se seleccionaron tres lotes de café ‘Caturra Roja’; con un distanciamiento de siembra de 2 m entre hileras y 1 m entre plantas y con manejo de sombra a base de *Eucalyptus torreliana*, *Pinus tecunumanii* e *Inga* sp.

Cada unidad experimental (parcela) correspondiente a cada tratamiento, estuvo compuesta por tres hileras de café de 6 m de largo y 8 m de ancho, lo que determinó una superficie de 48 m<sup>2</sup>. Esto originó una superficie total de 1152 m<sup>2</sup> para cada lote de plantación (24 m de largo por 48 m de ancho).

### **3.3 MATERIALES**

La investigación realizada fue explicativa de tipo experimental, empleándose diferentes materiales, herramientas e insumos, y se realizaron diversos procedimientos.

#### **3.3.1 MATERIAL VEGETAL**

Para llevar a cabo el estudio se utilizaron plantaciones de café de la variedad Caturra Roja de 6, 8 y 10 años edad, respectivamente, con distancia de siembra de dos metros entre hileras y un metro entre plantas, con manejo de sombra.

#### **3.3.2 MATERIALES DE CAMPO**

Se emplearon serruchos de podar tipo cola de zorro, tijeras, moto sierra de 18", rastrillos, mochila de fumigar de 20 L, cinta métrica, vernier y balanza tipo reloj. Como fertilizantes y enmiendas se usaron dolomita, pulpa descompuesta de café, compost, guano de isla, roca fosfórica, sulphomag, sulfato de potasio y molimax café.

### **3.4. METODOLOGIA**

#### **3.4.1 PODA EN LAS PLANTACIONES DE CAFÉ**

- a. Se seleccionaron las plantaciones de café de 6, 8 y 10 años de edad. Las plantaciones de 6 años de edad en el fundo concepción y las plantaciones de 8 y 10 años de edad en el fundo Aroma de montaña (Anexos 60 y 61).

- b. Se delimitó el área experimental total según los factores y niveles en estudio, luego se procedió a marcar e identificar cada una de ellas.
- c. La poda de renovación se realizó en setiembre del año 2011, mediante el sistema de poda por lotes, inmediatamente después de finalizada la cosecha (Anexos 62, 64 y 66) .
- d. La poda se hizo con serruchos y tijeras de podar, de acuerdo a las alturas de corte establecidas.
- e. La forma del corte en todas las parcelas experimentales fue en bisel.
- f. A los tres meses después de la poda, cuando los brotes tenían entre 20 y 30 cm de longitud, se realizó el desbrote, dejando dos brotes vigorosos, preferentemente opuestos entre sí, en los cuales se realizó la evaluación de las diferentes variables.
- g. El desbrote se realizó constantemente por cada planta y en cada tratamiento.

### **3.4.2 FERTILIZACIÓN EN LAS PLANTACIONES DE CAFÉ**

- a. En el mes de junio del 2012, se inició con la fertilización al suelo.
- b. Las dosis fueron calculadas de acuerdo a los resultados del análisis de suelo de las parcelas experimentales (Anexos 1 y 2) y aplicadas en base a un programa de fertilización (Anexos 3, 4 y 5).
- c. La dosis de fertilización usada en las plantaciones de seis años de edad fue de 150-138-73 y 210-193-175 NPK kg/ha, distribuidas en tres épocas de aplicación.
- d. En las plantaciones de ocho años, la dosis fue de 120-75-120 y 195-101-195 NPK kg/ha, distribuidas en tres épocas de aplicación.
- e. La dosis de fertilización usada en las plantaciones de 10 años de edad fue de 120-86-120 y 180-107-180 kg/ha, ambas distribuidas en cuatro épocas de aplicación.
- f. Los fertilizantes y enmiendas se incorporaron uniformemente de forma manual, alrededor de las plantas de café o en media luna, teniendo en cuenta la pendiente del terreno y se cubrieron con tierra y restos vegetales (Anexo 68).

- g. Todas las parcelas después de la poda, independientemente de las alturas de corte, recibieron manejo cultural, incluyendo la limpieza manual de malezas, de acuerdo a los criterios del productor.

### **3.4.3 VARIABLES EVALUADAS**

#### **a. Número, longitud y diámetro de brotes**

A los tres meses después de la poda, se contó todos los brotes emitidos después de la poda, ubicados de 3 a 10 cm abajo del corte.

Asimismo, se seleccionó y midió en centímetros la longitud y diámetro de tres brotes, desde su unión con el tallo principal hasta el ápice del brote. Se dejó los brotes más vigorosos de la base del tallo, debido a que los brotes cercanos al corte se desgarran con facilidad (Arcila, 2007b).

Para determinar el efecto de la fertilización respecto a esta variable, la evaluación se realizó a los 12 meses, después de realizada la poda.

#### **b. Número de ramas y nudos productivos**

Se contó el número de ramas productivas a lo largo de los nuevos ejes principales de cada planta podada. Para determinar el número de nudos productivos, se contó los nudos a lo largo de las ramas productivas de cada eje principal.

#### **c. Número de flores**

Se registraron las floraciones ocurridas a los 12, 13 y 14 meses después de la poda en cada uno de los lotes de café seleccionados, durante tres períodos comprendidos entre setiembre, octubre y noviembre del 2012 (cosecha de junio, julio y agosto de 2013).

El conteo se hizo en las ramas productivas del tercio inferior, medio y superior de la planta que presentaban botones florales en estado de preantesis y antesis, según apariencia visual (Arcila, 2007a).

**d. Número y peso de frutos en cereza por rama**

Para determinar el número de frutos por rama, se recolectó y contó los frutos que alcanzaron la madurez fisiológica de la rama inferior, media y superior de cada planta.

La recolección se hizo en bolsas plásticas debidamente etiquetadas con el número de planta.

La evaluación del peso de frutos, se realizó utilizando una balanza de precisión para obtener el peso promedio de frutos en cada rama.

**e. Rendimiento**

Para obtener los datos de producción de cada una de las parcelas evaluadas, se registró y pesó en gramos la cantidad total de café cereza por planta y tratamiento en cada cosecha durante los meses de junio, julio y agosto del 2013.

Los frutos fueron cosechados en su madurez fisiológica y el peso se determinó en una balanza de precisión.

El valor de la variable respuesta se estableció como el peso total de frutos en cereza por planta expresada en gramos.

El peso de granos pergamino se determinó para cada parcela, utilizando el factor promedio de conversión de que por cada 250 kg de café cereza, se obtiene 55.2 kg de café pergamino seco con 12 por ciento de humedad.

#### **f. Incidencia de enfermedades**

Para evaluar la incidencia de roya del café (*Hemileia vastatrix*) y ojo de pollo (*Mycena citricolor*) se contó el número de plantas con síntomas de la enfermedad y se dividió sobre el número total de plantas evaluadas multiplicado por 100.

#### **3.4.4 EVALUACIÓN DE LA SUSTENTABILIDAD DE LA PODA COMO PRÁCTICA CULTURAL**

Para determinar la sustentabilidad de la poda en el cultivo del café en la localidad de Villa Rica, se realizaron 100 encuestas de cuatro preguntas que consideraban las tres dimensiones de la sustentabilidad (social, económica y ambiental), según el formato que se presenta en el Anexo 6. Los criterios para considerar si la poda es una práctica sustentable fueron los siguientes:

- Dimensión Social: La poda es sustentable si la aceptación entre los agricultores es  $\geq 50$  por ciento.
- Dimensión Económica: La poda es sustentable si  $\geq 50$  por ciento de los agricultores, consideran que aumenta la cosecha y mejora los ingresos.
- Dimensión Ecológica: La poda es sustentable si  $\geq 50$  por ciento de los agricultores, dejan los restos de la poda porque aporta nutrientes al suelo.

#### **3.5 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN Y TRATAMIENTOS**

El presente experimento se trabajó bajo un diseño de bloques completo al azar con arreglo factorial (DBCA 3 x 2) y 4 repeticiones. Los tratamientos resultaron de tres niveles de altura de corte en la poda de renovación (30, 60 y 90 cm) y dos niveles de fertilización (con fertilización y sin fertilización, según análisis de suelo), conformando un total de seis tratamientos en cada ensayo en las plantaciones de 6, 8 y 10 años de edad (Cuadro 2).

Las parcelas o unidades experimentales, estuvieron conformadas por tres hileras de cinco plantas cada una, haciendo un total de 15 plantas por unidad experimental y de 60 plantas por tratamiento. Las evaluaciones se realizaron en las tres plantas de la hilera central.

**Cuadro 2: Tratamientos evaluados en ensayos de poda de café**

FACTORES	NIVELES	TRATAMIENTOS
a. Altura de corte (cm)	A1=30	T1 = Corte a 30 cm Con fertilización
	A2=60	T2 = Corte a 60 cm Con fertilización
	A3=90	T3 = Corte a 90 cm Con fertilización
b. Fertilización	F1=Con fertilización	T4 = Corte a 30 cm Sin fertilización
	F2=Sin fertilización	T5 = Corte a 30 cm Sin fertilización
		T6 = Corte a 30 cm Sin fertilización

### 3.6 ANALISIS ESTADISTICO

Se realizó el Análisis de Variancia (ANVA) individual (Cuadro 3), análisis de varianza combinado (Cuadro 4) y la prueba de comparación de medias (Duncan), mediante el uso del programa estadístico SAS versión 9.1 con el procedimiento GLM (modelo lineal general), bajo un nivel de significancia del 5 % ( $\alpha = 0.05$ ) con cada una de las variables respuesta estudiadas.

En el caso de los datos originales del número de brotes, ramas, nudos, flores y porcentaje de roya y ojo de pollo, previo al análisis de varianza, los datos fueron transformados utilizando la transformación raíz cuadrada de X ( $\sqrt{x}$ ).

Para realizar el Análisis Combinado de Edades, se hizo la prueba de homogeneidad de varianza de los errores de cada experimento mediante la prueba de

F máximo. En todos los casos hubo homogeneidad de variancias a excepción de las variables número y peso de frutos.

**Cuadro 3: Esquema del ANVA individual de cada experimento.**

<b>FUENTES DE VARIACIÓN</b>	<b>G.L.</b>	<b>CM</b>
Altura Poda (A)	a-1	a-TC/a-1
Fertilización (F)	f-1	f-TC/f-1
A x F	(a-1)(f-1)	AF-A-F+TC/(a-1)(f-1)
Bloques	b-1	B-TC/b-1
Error	(b-1)(t-1)	TB-B-T+TC/(b-1)(t-1)
Total	N-1	

Modelo aditivo lineal:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha*\beta)_{ij} + B_k + E_{ijk}$$

Donde:

- $Y_{ijk}$  = Observación del i - ésimo primer factor, en el j - ésimo segundo factor y en el k -ésimo bloque.
- $\mu$  = Media poblacional.
- $\alpha_i$  = Efecto del i-ésimo primer factor.
- $\beta_j$  = Efecto del j-ésimo segundo factor.
- $(\alpha*\beta)$  = Efecto de la interacción del i-ésimo primer factor por el j-ésimo segundo factor
- $B_k$  = Efecto del k-ésimo bloque.
- $E_{ijk}$  = Error experimental.
- $i= 1,2,\dots,\dots,\dots, a$  (altura de poda).
- $j= 1,2,\dots,\dots,\dots, f$  (fertilizaciones).
- $k= 1,2,\dots,\dots,\dots, b$  (Bloques).

**Cuadro 4: Esquema del ANVA combinado donde todos los factores son fijos y bloques es aleatorio.**

FUENTES VARIACIÓN	DE	G.L.	E[CM]
Edades (E)		e-1	$\sigma_e^2 + af\sigma_{\tau/e}^2 + raf \sum \alpha_i^2 / (e - 1)$
Bloques/E		e(r-1)	$\sigma_e^2 + af\sigma_{\beta/e}^2$
Altura Poda (A)		a-1	$\sigma_e^2 + rfe \sum \tau_i^2 / (a - 1)$
Fertilización (F)		f-1	$\sigma_e^2 + rae \sum \lambda_j^2 / (a - 1)$
AF		(a-1)(f-1)	$\sigma_e^2 + re \sum (\tau\lambda)_{ij}^2 / (a - 1) (f - 1)$
AE		(a-1)(e-1)	$\sigma_e^2 + rf \sum (\tau\alpha)_{il}^2 / (e - 1) (a - 1)$
FE		(f-1)(e-1)	$\sigma_e^2 + ra \sum (\lambda\alpha)_{jl}^2 / (e - 1) (f - 1)$
AFE		(a-1)(f-1)(e-1)	$\sigma_e^2 + r \sum (\tau\lambda\alpha)_{ijl}^2 / (e - 1) (a - 1) (f - 1)$
Error Conjunto		e(r-1)(af-1)	$\sigma_e^2$
Total		aefr-1	

Modelo aditivo lineal:

$$Y_{ijkl} = \mu + \alpha_i + \beta_{k(l)} + \tau_i + \lambda_j + (\tau\lambda)_{ij} + (\tau\alpha)_{il} + (\lambda\alpha)_{jl} + (\tau\lambda\alpha)_{ijl} + E_{ijkl}$$

Donde:

- i= 1,2,....., a (altura de poda)
- j= 1,2,....., f (fertilizaciones)
- k= 1,2,....., r (repeticiones)
- l=1,2,....., e (edades)

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 EFECTO DE LA EDAD DE PLANTACION EN LA PODA

#### 4.1.1 EFECTO DE LA EDAD SOBRE EL NÚMERO, LONGITUD Y DIÁMETRO DE BROTES

Según el análisis de variancia (ANVA) combinado para el número, longitud y diámetro de los brotes, existieron diferencias estadísticas altamente significativas ( $P \leq 0.001$ ) entre las edades de plantación. Esto nos indica que la edad de la plantación influyó sobre estas variables (Cuadro 5 y Anexos 8, 9 y 10).

En la Prueba de Duncan (Cuadro 6), se observa que la mejor respuesta en el número de brotes por planta correspondió a las plantas de seis años de edad con 5.72 brotes, valor que fue significativamente mayor y estadísticamente diferente a los encontrados en las plantas de ocho y 10 años de edad con 4.15 y 4.13 brotes, respectivamente. La mejor respuesta para la longitud de brotes correspondió a las plantas de seis años de edad con 14.74 cm, valor que fue significativamente mayor y estadísticamente diferente a las plantas de ocho y 10 años con 12.52 y 11.50 cm de longitud, respectivamente. Para el diámetro de brotes, el mayor valor correspondió a las plantas de seis años con 12.2 mm de diámetro, seguido de 9.1 y 8.8 mm, valores que fueron estadísticamente similares y que correspondieron a las plantas de ocho y 10 años de edad, respectivamente.

Todas las plantas de diferentes edades llegaron a brotar. Este comportamiento se explica debido a la existencia de yemas latentes que se encuentran en los nudos de los tallos que se forman y multiplican cuando el tallo envejece. Estas yemas son estimuladas cuando se interrumpe la dominancia de la yema terminal del tallo por algún factor como la poda, y se forman los brotes ortotrópicos o chupones (Diniz *et al.*, 2004; Salisbury y Ross, 2000; Shimizu-Sato y Mori, 2001).

**Cuadro 5: Resumen del ANVA combinado del efecto de la edad de plantación sobre el número, longitud y diámetro de los brotes en ensayo de poda con café var. Caturra Roja, transformación  $\sqrt{x}$ .**

Fuentes de variación	G.L.	Cuadrados Medios		
		Nº de brotes	Longitud de brotes	Diámetro de brotes
Edad	2	1.060 **	66.220 **	0.843 **
Repeticiones	9	0.037	3.386	0.035
Error conjunto	45	0.038	3.171	0.037
Total	71			
C.V. (%)		9.074	13.777	19.078
Promedio		2.144	12.926	1.006

Nota: Un asterisco (\*), significación al 0.05 de probabilidad y doble asterisco (\*\*), significación al 0.01 de probabilidad.

**Cuadro 6: Prueba de Duncan del efecto de la edad de plantación sobre el número, longitud y diámetro de brotes en promedio de altura de corte y fertilización en ensayo de poda con café var. Caturra Roja.**

Edad de plantación (años)	Nro. brotes/planta	Longitud (cm)	Diámetro (mm)
6	5.72 a	14.74 a	12.20 a
8	4.15 b	12.52 b	9.10 b
10	4.13 b	11.50 b	8.80 b

\* Las medias seguidas por la misma letra en la columna no difieren significativamente entre sí  $p \leq 0.05$

Los resultados obtenidos pueden también ser atribuidos a la juvenilidad de los tejidos, a la mayor cantidad de material fotosintético remanente y a las reservas de carbohidratos presentes en la base de los tallos de las plantas de seis años de edad, comparado con las plantaciones de ocho y 10 años de edad. Por lo tanto la posición y el número de meristemas de crecimiento no son los únicos factores que afectan la brotación (Rena y Maestri, 1984; Alves y Livramento, 2003).

La superioridad de crecimiento de los nuevos brotes en las plantas de seis años, solo fue hasta los doce meses, ya que después de ese periodo, el crecimiento se niveló y no se presentaron diferencias estadísticas significativas con las plantas de ocho y 10 años de edad, tanto para la longitud como para el diámetro de los brotes. Posiblemente, esto se debe a que las plantas de ocho y 10 años de edad requerían de un mayor tiempo para que las yemas se activen. La activación de las yemas recién se maximiza cuando las plantas empiezan su crecimiento y asimilación de nutrientes (Guimarães *et al.*, 2002).

Esta diferencia en el tamaño y número de brotes en las plantas de ocho y 10 años de edad puede estar relacionada con el contenido de azúcares solubles presentes principalmente en los tallos de las plantas, tal como manifiestan Livramento *et al.* (2003), quienes al evaluar la influencia de la producción en los niveles de carbohidratos después de una recepa total, encontraron que las plantas con mayor producción presentaron mayores contenidos de aminoácidos en las hojas, ramas y tallos, y que después de la poda emitieron menor número de brotes, pero más vigorosos.

La emisión de brotes en todos los tratamientos, sugiere que la época en que se realizó la poda (mes de setiembre) en este ensayo, es la más adecuada. Fagundes *et al.* (2007) y Thomaziello y Pereira (2008), señalan que en Brasil, la época más apropiada para la poda en cafetales, con la finalidad de tener una brotación más uniforme es aquella que se realiza después de la cosecha, en los meses de agosto a setiembre, cuando las plantas comienzan a aumentar su ritmo de crecimiento.

#### **4.1.2 EFECTO DE LA EDAD SOBRE EL NÚMERO DE RAMAS PRODUCTIVAS, NUDOS PRODUCTIVOS Y FLORES.**

Según el análisis de variancia (ANVA) combinado que se presenta en el Cuadro 7 y en los Anexos 11, 12 y 13, no hubo diferencias estadísticas para el número de ramas productivas y nudos productivos, pero si alta significación estadística para el número de flores.

En la Prueba de Duncan (Cuadro 8), se encontró que la mejor respuesta para el número de ramas productivas por planta, correspondió a las plantas de seis años de edad con 10.7 ramas productivas, valor que fue estadísticamente similar al encontrado en las plantas de ocho y 10 años con 10.3 y 9.7 ramas productivas, respectivamente (Anexos 63, 65 y 67). En el mismo cuadro se observa que la mejor respuesta para el número de nudos productivos correspondió a las plantas de ocho años de edad con 5.7 nudos, valor que fue estadísticamente similar al de las plantas de seis y 10 años de edad con 5.1 y 5.4 nudos productivos, respectivamente. Para el número de flores, el mayor valor correspondió a las plantas de ocho años de edad con 104.7 flores, valor que fue estadísticamente diferente al de las otras edades de plantación. Las plantas de 10 años ocuparon el segundo lugar con 100.9 flores y es estadísticamente diferente que el encontrado en plantas de seis años de edad con 96.3 flores.

Las ramas plagiotrópicas o primarias, son responsables de la producción de la planta (Matiello *et al.*, 2010) y se originan de las yemas de cabeza de serie y crecen horizontalmente formando un ángulo de 45 a 90° en relación al tallo ortotrópico, aunque puede variar según la variedad (Henao, 1996). Por lo tanto, el número de estas ramas y nudos son una característica morfológica del café, que se relaciona con la productividad. La variación en la tasa de crecimiento de la parte aérea del café, es decir el crecimiento de ramas ortotrópicas y plagiotrópicas, formación de nudos productivos y expansión foliar, varía razonablemente, en virtud a las condiciones climáticas, particularmente a la precipitación, temperatura, luz y el fotoperiodo que también pueden tener alguna influencia (Ronchi y DaMatta, 2007; DaMatta y Rodríguez, 2007).

**Cuadro 7: Resumen del ANVA combinado del efecto de la edad de plantación sobre el número de ramas productivas, nudos productivos y flores en ensayo de poda con café var. Caturra Roja, transformación  $\sqrt{X}$ .**

Fuentes de variación	G.L.	Cuadrados Medios		
		Nº de ramas productivas	Nº de nudos productivos	Nº de flores
Edad	2	5.919 n.s	0.095 n.s.	1.088 **
Repeticiones	9	2.182	0.036	0.051
Error conjunto	45	4.495	0.024	0.237
Total	71			
C.V. (%)		20.657	6.696	4.868
Promedio		10.264	2.310	10.009

Nota: Un asterisco (\*), significación al 0.05 de probabilidad y doble asterisco (\*\*), significación al 0.01 de probabilidad.

**Cuadro 8: Prueba de Duncan del efecto de la edad de plantación sobre el número de ramas productivas, nudos productivos y flores en promedio de altura de corte y fertilización en ensayo de poda con café var. Caturra Roja.**

Edad de plantación (años)	Ramas productivas (Nº/planta)	Nudos productivos (Nº/planta)	Flores (Nº/planta)
6	10.7 a	5.1 a	96.3 c
8	10.3 a	5.7 a	104.7 a
10	9.7 a	5.4 a	100.9 b

\* Las medias seguidas por la misma letra en la columna no difieren significativamente entre sí  $p \leq 0.05$

Es probable que los resultados de este ensayo para estos parámetros, tengan valores relativamente bajos por que el café está cultivado bajo sombra y algunos autores, como Fournier (1988) y Henao (1996), afirman que las plantas cultivadas a pleno sol tienen un menor crecimiento ortotrópico y que el café crece más lento cuando se cultiva a pleno sol. La variación en la producción de flores es un resultado esperado ya que la edad de la plantación influye en su formación, pero este factor no es el único ya que también hay otros factores como los genéticos, ambientales o nutricionales que influyen en la floración (Arcila, 2003; Arcila, 2007a).

Las plantas de seis años fueron las primeras en florear, seguido de las de ocho y 10 años de edad. Pero, las ocho y 10 años fueron las que presentaron mayor cantidad de flores, en comparación con las de seis años. Además, se encontró que la mayor concentración de flores ocurre en las ramas media e inferior de las plantas podadas y la máxima floración ocurrió entre los meses de setiembre a noviembre del 2012. Estos resultados no son simples de explicar ya que la floración en café abarca una compleja secuencia de eventos bioquímicos, fisiológicos y morfológicos que son afectados por varios factores, como la temperatura, la luz, el suelo y la disponibilidad de agua, aire, la relación carbono-nitrógeno, carga frutal y el genotipo (Rena y Barros, 2004). A la fecha, no se comprende completamente los mecanismos fisiológicos asociados con los procesos de floración en el cultivo de café (Rena *et al*, 2001; Rena y Barros, 2004).

#### **4.1.3 EFECTO DE LA EDAD SOBRE EL NÚMERO, PESO DE FRUTOS POR RAMA Y RENDIMIENTO.**

Según el análisis de variancia (ANVA) combinado que se presenta en el Cuadro 9 y en los Anexos 14, 15 y 16, hubo alta significación estadística para el número y peso de frutos, significación estadística para la interacción edad con altura, pero no se encontró significación estadística para el rendimiento.

En la Prueba de Duncan (Cuadro 10), se encontró que la mejor respuesta para el número de frutos, correspondió a las plantas de ocho con 46.5 frutos, valor que fue estadísticamente superior y diferente a lo encontrado en las otras plantaciones,

**Cuadro 9: Resumen del ANVA combinado del efecto de la plantación sobre el número de frutos, peso de frutos y rendimiento en ensayo de poda con café var. Caturra Roja, transformación  $\sqrt{X}$ .**

Fuentes de variación	G.L.	Cuadrados Medios		
		Nº de frutos	Peso de frutos	Rendimiento
Edad	2	1.145 **	760.127 **	399946.764 n.s.
Repeticiones	9	0.030	28.109	50972.870
Error conjunto	45	0.081	67.719	36671.755
Total	71			
C.V. (%)		4.318	9.849	24.158
Promedio		6.601	83.556	792.703

Nota: Un asterisco (\*), significación al 0.05 de probabilidad y doble asterisco (\*\*), significación al 0.01 de probabilidad.

**Cuadro 10: Prueba de Duncan del efecto de la edad de plantación sobre el número de frutos, peso de frutos y rendimiento en promedio de altura de corte y fertilización en ensayo de poda con café var. Caturra Roja.**

Edad de plantación (años)	Nº frutos/planta	Peso de frutos/planta (g)	Rendimiento (g/planta)
6	40.8 c	77.5 c	748.8 a
8	46.5 a	88.6 a	849.4 a
10	44.1 b	84.5 b	800.0 a

\* Las medias seguidas por la misma letra en la columna no difieren significativamente entre sí  $p \leq 0.05$

las plantas de 10 años ocuparon el segundo lugar con 44.1 frutos y es estadísticamente diferente a las plantas de seis años de edad con 40.8 frutos. Los resultados también fueron similares para el peso de frutos, es decir el mayor valor correspondió a las plantas de ocho años con 88.6 g, valor que fue estadísticamente superior a lo encontrado en las otras plantas, las plantas de 10 años ocuparon el segundo lugar con 84.5 g y es estadísticamente diferente a las plantas de seis años con 77.5 g. Para el rendimiento, el mayor valor correspondió a las plantas de ocho años con 849.4 g, valor que fue estadísticamente similar al encontrado en las plantas de seis y 10 años de edad con 748.8 y 800 g, respectivamente (Anexos 70, 71 y 72).

Considerando que el peso de frutos por planta está relacionado directamente con el número de frutos producidos por cada rama y nudo productivo y por ende, con el número de flores, se esperaba un menor rendimiento en las plantas de seis años de edad por tener el menor número de flores (Cuadro 8). Esto no fue así y contrariamente a lo esperado, el rendimiento fue estadísticamente similar a las otras edades de plantación, pero el número de frutos/planta y el peso de frutos/planta si fue estadísticamente diferente (Cuadro 10), resultados que sugieren la pérdida de frutos en las plantas de mayor edad, por fenómenos diversos que en este ensayo no se han estudiado. Aunque existen reportes que señalan que algunas plantas cultivadas autoregulan su capacidad productiva como un mecanismo de supervivencia (Salisbury y Ross, 2000). Cilas y Descroix (2004), señalan que problemas en el cuajado de frutos es la principal fuente de variación de la producción de café.

Pero, en general, la poda en café incrementa el rendimiento, respuesta que puede estar asociada al vigor de la plana, a la buena capacidad de brotamiento, a la mayor reserva de carbohidratos en las hojas y ramas, a los efectos medioambientales y asimilación de nutrientes, como lo señalan Rena *et al.* (1983) y Thomaziolo y Pereira (2008). La poda permite una renovación estructural de la planta y en consecuencia favorece una mayor aireación y entrada de luz, todo lo cual, redundo en una mayor producción. Mestre *et al.* (1995), señalaron que la poda de renovación o recepa, genera una renovación de la plantación, elimina problemas de cerramiento del cafetal y da como resultado el incremento de la producción, independientemente de la edad de plantación.

## **4.2 EFECTO DE LA ALTURA DE CORTE EN LA PODA**

### **4.2.1 EFECTO DE LA ALTURA SOBRE EL NÚMERO, LONGITUD Y DIÁMETRO DE BROTES**

Según el análisis de variancia (ANVA) combinado para el número, longitud y diámetro de los brotes, se encontró diferencias estadísticas altamente significativas entre las alturas de corte, indicando que la altura de corte influyó sobre estas variables (Cuadro 11 y Anexo 24).

En el Anexo 24, también se observa el efecto significativo de la altura de corte sobre la longitud y diámetro de los brotes en las plantaciones de seis años, y sobre el número de los brotes (Anexos 36 y 48) en las plantaciones de ocho y 10 años de edad, respectivamente, pero no se encontró efecto estadístico significativo para la longitud y diámetro.

En la Prueba de Duncan (Cuadro 12), se observa que la mejor respuesta en el número de brotes por planta correspondió a las plantas con altura de corte a 60 cm con 5.3 brotes, valor que fue significativamente mayor y estadísticamente diferente que los encontrados en las podas a 30 y 90 cm con 4.1 y 4.6 brotes, respectivamente. En el mismo cuadro se observa que la mejor respuesta para la longitud de brotes correspondió a las plantas con altura de corte a 60 cm con 14.7 cm, valor que fue mayor y estadísticamente diferente que lo encontrado en las alturas de corte a 30 y 90 cm, con 11.6 y 12.5 cm, respectivamente. Para el diámetro de brotes, el mayor valor correspondió a las plantas con altura de corte a 60 cm con 11.4 mm, seguido de 9.2 y 9.7 mm de diámetro, valores que fueron similares estadísticamente y que correspondió a las alturas de corte a 30 y 90 cm, respectivamente. Al realizar la comparación de medias para altura de corte en cada una de las edades de plantación, los resultados también fueron similares, es decir la mejor respuesta y los mayores valores para el número, longitud y diámetro de brotes correspondieron a las plantas con altura de corte a 60 cm, que fue estadísticamente diferente a las demás alturas de corte (Anexos 28, 40 y 52).

**Cuadro 11: Resumen del ANVA combinado del efecto de la altura de corte sobre el número, longitud y diámetro de los brotes en ensayo de poda con café var. Caturra Roja, transformación  $\sqrt{X}$ .**

Fuentes de variación	G.L.	Cuadrados Medios		
		Nº de brotes	Longitud de brotes	Diámetro de brotes
Altura	2	0.524 **	63.273 **	0.315 **
Repeticiones	9	0.037	3.386	0.035
Error conjunto	45	0.038	3.171	0.037
Total	71			
C.V. (%)		9.074	13.777	19.078
Promedio		2.144	12.926	1.006

Nota: Un asterisco (\*), significación al 0.05 de probabilidad y doble asterisco (\*\*), significación al 0.01 de probabilidad.

**Cuadro 12: Prueba de Duncan del efecto de la altura de poda sobre el número, longitud y diámetro de brotes en promedio de edad y fertilización en ensayo de poda con café var. Caturra Roja.**

Altura de poda (cm)	Nro. brotes/planta	Longitud (cm)	Diámetro (mm)
30	4.1 b	11.6 b	9.2 b
60	5.3 a	14.7 a	11.4 a
90	4.6 b	12.5 b	9.7 b

\* Las medias seguidas por la misma letra en la columna no difieren significativamente entre sí  $p \leq 0.05$

La emisión de brotes después de la poda, ocurre porque al eliminar la parte aérea de la planta se causa la pérdida temporal de la dominancia apical y se elimina el efecto inhibitorio sobre las yemas laterales porque se suprime la producción de auxinas, haciendo que las citoquininas presentes en las yemas latentes promueva el desarrollo de las yemas laterales (Diniz *et al.*, 2004; Salisbury y Ross, 2000; Shimizu-Sato y Mori, 2001; Shimizu-Sato *et al.*, 2009).

El mayor número de brotes/planta, la mayor longitud y el mayor diámetro de brotes siempre correspondió a las plantas que fueron podadas a 60 cm de altura, durante todo el periodo de evaluación. Llama la atención el diámetro alcanzado (11.4 mm), porque esta variable es considerada como un índice del vigor de la planta (Arias *et al.*, 1982) y determina en gran manera la capacidad del tallo en sostener toda la parte aérea de la planta. Livramento *et al.* (2003), en un ensayo donde realizó la poda de plantas de café a una altura de 40 cm sobre el nivel del suelo, encontró que el diámetro de los brotes varió de 8.1 a 10.9 mm y la longitud estuvo entre 30.8 a 46.4 cm pero sus resultados no son comparables porque las condiciones experimentales difieren de un caso a otro.

Un mayor número de brotes en las plantas cortadas a 60 cm de altura con respecto a las de 30 cm (Cuadro 10), concuerda con lo reportado por autores como Stür *et al.* (1994) y Lehmann *et al.* (1998), quienes señalan que cuando el follaje de los árboles se corta a bajas alturas, la fase de crecimiento de los brotes se retarda, siendo entonces necesario que las plantas utilicen los carbohidratos de reserva para emitir nuevas hojas y así formar un área foliar capaz de alcanzar esta fase. Además, otros investigadores como Toral e Iglesias (2007), mencionan que la mayor altura de poda garantiza en las plantas la presencia de un área adecuada de tejido parenquimático reservante y tejido meristemático activo, factores necesarios en el desarrollo del brote. Sin embargo, los resultados encontrados en las plantas podadas a 90 cm de altura, fueron contradictorios ya que en este tratamiento, la emisión de los nuevos brotes fue un poco lenta, menos vigorosa y en menor número. Estos resultados sugieren que la poda debería realizarse a una “altura óptima”, la misma que podría cambiar de una variedad a otra. Stür *et al.* (1994), señalan que es probable que podas a mayor altura, conlleven a una fase menor de recuperación para la planta.

#### **4.2.2 EFECTO DE LA ALTURA SOBRE EL NÚMERO DE RAMAS PRODUCTIVAS, NUDOS PRODUCTIVOS Y FLORES.**

Según el análisis de variancia (ANVA) combinado que se presenta en el Cuadro 13, si hubo alta significación estadística ( $P \leq 0.001$ ) entre las alturas de corte para el número de ramas productivas y nudos productivos, pero no se encontró significación estadística para el número de flores.

En los Anexos 37 y 49, también se observa el efecto significativo de la altura de corte sobre el número de ramas y nudos productivos en plantaciones de ocho y 10 años, pero no se encontró efecto estadístico significativo para el número de flores. En las plantaciones de seis años no se encontró significación estadística para el número de ramas productivas, nudos productivos y flores (Anexo 25).

En la Prueba de Duncan (Cuadro 14), se encontró que la mejor respuesta para el número de ramas productivas por planta, correspondió a la altura de poda a 60 cm con 12.1 ramas, valor que fue estadísticamente superior y diferente al encontrado en las demás alturas de corte, la poda a 90 cm ocupó el segundo lugar con 9.8 ramas y es estadísticamente similar a la altura de corte a 30 cm con 8.9 ramas. En los promedios para el número de nudos productivos por planta, el mayor valor correspondió a la altura de corte a 60 cm con 5.8 nudos productivos, valor que fue estadísticamente similar a lo encontrado en la poda a 90 cm con 5.4 nudos, pero estadísticamente diferente a lo encontrado en la altura de corte a 30 cm con 4.9 nudos productivos. En el mismo cuadro para el número de flores por planta, el mayor valor correspondió a la altura de corte a 60 cm con 104.2 flores, valor que fue estadísticamente similar a la altura de corte a 90 cm con 99.5 flores, pero superior y estadísticamente diferente a lo encontrado en la altura de corte a 30 cm con 98.2 flores por planta. Al realizar la comparación de medias para la altura de corte en cada una de las edades de plantación, los resultados también fueron similares, es decir la mejor respuesta y los mayores valores para el número de ramas productivas, nudos productivos y número de flores correspondieron a las plantas con altura de corte a 60 cm (Anexos 29, 41 y 53).

**Cuadro 13: Resumen del ANVA combinado del efecto de la altura de corte sobre el número de ramas productivas, nudos productivos y flores en ensayo de poda con café var. Caturra Roja, transformación  $\sqrt{X}$ .**

Fuentes de variación	G.L.	Cuadrados Medios		
		Nº de ramas productivas	Nº de nudos productivos	Nº de flores
Altura	2	66.619 **	0.230 **	0.613 n.s.
Repeticiones	9	2.182	0.036	0.051
Error conjunto	45	4.495	0.024	0.237
Total	71			
C.V. (%)		20.657	6.696	4.868
Promedio		10.264	2.309	10.009

Nota: Un asterisco (\*), significación al 0.05 de probabilidad y doble asterisco (\*\*), significación al 0.01 de probabilidad.

**Cuadro 14: Prueba de Duncan del efecto de la altura de poda sobre el número de ramas productivas, nudos productivos y flores en promedio de edad y fertilización en ensayo de poda con café var. Caturra Roja.**

Altura de poda (cm)	Ramas productivas (Nº/planta)	Nudos productivos (Nº/planta)	Flores (Nº/planta)
30	8.9 b	4.9 b	98.2 b
60	12.1 a	5.8 a	104.2 a
90	9.8 b	5.4 a	99.5 ab

\* Las medias seguidas por la misma letra en la columna no difieren significativamente entre sí  $p \leq 0.05$

Los resultados muestran que también para estas variables la mejor respuesta se obtuvo con las plantas podadas a una altura de 60 cm. Pero en general, la presencia de ramas productivas y nudos productivos, debe considerarse como una característica positiva porque mejora la capacidad productiva de la planta (Salazar *et al.*, 1988).

Pereira (2004), realizó la poda a 40 cm de altura en la variedad Catuai y obtuvo buena cantidad de ramas plagiotrópicas en las plantas de café. Pero el crecimiento de ramas ortotrópicas y plagiotrópicas, la formación de nudos productivos y la expansión foliar varía por efecto de las condiciones climáticas, particularmente la precipitación y la temperatura (Ronchi y DaMatta, 2007). Por otra parte, si bien las plantas podadas a 60 cm de altura tuvieron el mayor número de flores, éstas y las cortadas a 30 cm fueron las primeras en florear, en comparación con las de 90 cm. Estos resultados sugieren que la floración no depende exclusivamente de la altura de corte y que hay otros factores que influirían en este proceso, como los ambientales y nutricionales (Arcila, 2003; DaMatta *et al.*, 2007; Arcila, 2007a) que a su vez afectan los procesos bioquímicos, fisiológicos y morfológicos de la floración (Rena y Barros, 2004).

#### **4.2.3 EFECTO DE LA ALTURA SOBRE EL NÚMERO, PESO DE FRUTOS POR RAMA Y RENDIMIENTO.**

Según el análisis de variancia (ANVA) combinado que se presenta en el Cuadro 15 y en los Anexos 14, 15 y 16, hubo alta significación estadística para el número de frutos y significación estadística para el peso de frutos e interacción edad con altura, pero no se encontró significación estadística para el rendimiento.

En los Anexos 38 y 50, en las plantas de ocho y 10 años de edad, también se observa el efecto significativo de la altura de corte sobre el número y peso de frutos, pero no sobre el rendimiento. En las plantas de seis años no se encontró significación estadística para ninguna de las variables antes mencionada (Anexo 26).

En la Prueba de Duncan (Cuadro 16), se encontró que la mejor respuesta para el número de frutos por rama, correspondió a las plantas con altura de corte a 60 cm

**Cuadro 15: Resumen del ANVA combinado del efecto de la altura de corte sobre el número de frutos, peso de frutos y rendimiento en ensayo de poda con café var. Caturra Roja, transformación  $\sqrt{X}$ .**

Fuentes de variación	G.L.	Cuadrados Medios		
		Nº de frutos	Peso de frutos	Rendimiento
Altura	2	0.582 **	258.528 *	11072.419 n.s.
Repeticiones	9	0.030	28.109	50972.870
Error	45	0.081	67.719	36671.755
Total	71			
C.V. (%)		4.318	9.849	24.158
Promedio		6.601	83.556	792.703

Nota: Un asterisco (\*), significación al 0.05 de probabilidad. Doble asterisco (\*\*), significación al 0.01 de probabilidad.

**Cuadro 16: Prueba de Duncan del efecto de la altura de poda sobre el número de frutos, peso de frutos y rendimiento en promedio de edad y fertilización en ensayo de poda con café var. Caturra Roja.**

Altura de poda (cm)	Nº frutos/planta	Peso de frutos/planta (g)	Rendimiento g/planta
30	42.6 b	83.4 ab	780.8 a
60	46.2 a	86.9 a	817.5 a
90	42.6 b	80.4 b	779.9 a

\* Las medias seguidas por la misma letra en la columna no difieren significativamente entre sí  $p \leq 0.05$

con 46.2 frutos, valor que fue estadísticamente diferente y superior a lo encontrado en las demás alturas de corte, la altura de corte a 90 cm ocupó el segundo lugar con 42.6 frutos y fue estadísticamente similar a la altura de corte a 30 cm con 42.6 frutos. Para el peso de frutos por rama, el mayor valor también correspondió a la altura de corte a 60 cm con 86.9 g, valor que fue estadísticamente similar a lo encontrado en la altura de corte a 30 cm con 83.4 g, pero significativamente mayor que el encontrado en la altura de corte a 90 cm con 80.4 g. En el mismo cuadro, para el rendimiento, el mayor valor correspondió a la altura de corte a 60 cm con 817.5 g, valor que fue estadísticamente similar al encontrado en las alturas de corte a 30 y 90 cm con 780.8 y 779.9 g, respectivamente. Al realizar la comparación de medias para altura de corte en cada una de las edades de plantación, los resultados también fueron similares, es decir los mayores valores para el número de frutos, peso de frutos y rendimiento correspondieron a las plantas con altura de corte a 60 cm (Anexos 30, 42 y 54).

También en este caso, los mejores resultados correspondieron a las plantas con poda a 60 cm, aunque para el rendimiento no hubo diferencias estadísticas. Son resultados esperados ya que los frutos de café se forman y se desarrollan en las ramas plagiotrópicas primarias, secundarias y terciarias. Por lo tanto, a medida que una planta de café presenta mayor número de ramas productivas se obtendrá un mayor rendimiento (Pereira, 2007; Matiello *et al.*, 2010). Esto se debe a que las plantas al ser podadas sufren modificaciones en su arquitectura, lo que les permite captar altas radiaciones solares que podrían tener un efecto pronunciado sobre el número de cerezos (Carvalho *et al.*, 1999; Rivera, 1992). Otros factores que se citan como responsables del desarrollo del fruto están la temperatura, las reservas de carbohidratos, la luminosidad y el crecimiento del año anterior (Arias, 1982).

Estudios sobre la altura de poda han sido realizados por otros autores, Fernández *et al.* (2001), evaluaron diferentes alturas de poda calificadas como baja (25-30 cm) y alta (70 cm) en plantas de café 'Mundo Novo' de ocho años de edad y encontraron rendimientos de 10 a 10.9 sacos/ha de café beneficiado. En Colombia se estudió el efecto de la poda a 30 y 60 cm de altura, pero en ambos casos se dejaron las ramas primarias. Los rendimientos fueron altos para ambas alturas y no se encontraron diferencias significativas entre tratamientos (Cenicafé, 2001). Abreu *et*

*al.* (2005), en un estudio parecido al anterior, usando podas a 30 cm de altura y a 80 cm con ramas laterales, encontraron rendimientos óptimos en el segundo año los que variaron entre 10.4 y 25.4 sacos/ha de café beneficiado. En otro ensayo Fernández (2012), evaluó 16 tipos de poda considerando como muy baja (25 cm), baja (50 cm) y alta (100 cm) en plantas de café ‘Catuai amarillo IAC 51’ de 11 años de edad, con los que se obtuvieron rendimientos de 9.4, 36.3 y 46.3 sacos/ha de café beneficiado. Concluyó que la recepa en general puede ser una práctica importante en la recuperación de los cafetales decadentes, ya que aumentan la productividad entre 40 a 50 por ciento, comparado cuando se realiza una instalación nueva del cafetal o con un cafetal en plena producción.

Un aspecto importante a considerar es el momento de la poda que al parecer esta práctica debe realizarse inmediatamente después de la cosecha. Algunos investigadores han observado que existe una tendencia de menor producción cuando la poda o recepa se realiza más tarde (Oliveira *et al.*, 2002). Además, es necesario señalar que las plantas podadas, al margen de la edad, recién producen dos años después de haber realizado esta práctica.

### **4.3 EFECTO DE LA FERTILIZACION MINERAL, DESPUES DE LA PODA**

#### **4.3.1 EFECTO DE LA FERTILIZACIÓN SOBRE LA LONGITUD Y DIÁMETRO DE BROTES**

Según el análisis de variancia (ANVA) combinado para longitud y diámetro de los brotes, se observa que existen diferencias significativas entre los niveles de fertilización, indicando que la fertilización influyó sobre estas variables (Cuadro 17 y Anexos 17 y 18).

En la Prueba de Duncan (Cuadro 18), se observa que la mejor respuesta para la longitud de brotes correspondió a las parcelas fertilizadas con 53.4 cm, valor que fue estadísticamente diferente al encontrado en las parcelas no fertilizadas con 49.6 cm.

**Cuadro 17. Resumen del ANVA combinado del efecto de la fertilización sobre la longitud y diámetro de los brotes en ensayo de poda con café var. Caturra Roja, transformación  $\sqrt{x}$ .**

Fuentes de variación	G.L.	Cuadrados Medios	
		Longitud de brotes	Diámetro de brotes
Fertilización	1	260.688 *	0.211 **
Repeticiones	9	444.545	0.010
Error	45	39.331	0.021
Total	71		
C.V. (%)		12.169	11.896
Promedio		51.532	1.230

Nota: Un asterisco (\*), significación al 0.05 de probabilidad y doble asterisco (\*\*), significación al 0.01 de probabilidad.

**Cuadro 18: Prueba de Duncan del efecto de la fertilización sobre la longitud y diámetro de brotes en promedio de edad y altura de corte en ensayo de poda con café var. Caturra Roja.**

Fertilización	Longitud (cm)	Diámetro (mm)
Con	53.4 a	12.8 a
Sin	49.6 b	11.7 b

\* Las medias seguidas por la misma letra en la columna no difieren significativamente entre sí  $p \leq 0.05$

En el mismo cuadro se observa que la mejor respuesta para el diámetro de brotes correspondió a las parcelas fertilizadas con 12.8 mm, valor que fue estadísticamente mayor y diferente que el encontrado en las parcelas no fertilizadas con 11.7 mm.

Los resultados muestran claramente el efecto significativo de la fertilización sobre la longitud y el diámetro de los brotes de café var. Caturra Roja y es que la mejora del crecimiento en las plantas cultivadas por efecto de la fertilización mineral y orgánica, ha sido ampliamente documentada (Reis *et al.*, 2006; Leal-Varón *et al.*, 2009; Sadeghian, 2010; Sadeghian y Gonzáles, 2012). El efecto de la fertilización sobre el crecimiento de plantas café a nivel de vivero y también en plantaciones comerciales fue reportado por Julca *et al.* (2009), en un estudio realizado con la variedad Caturra Roja en la selva central del Perú.

Otros autores como Alves *et al.* (2000), encontraron un efecto significativo de la fertilización mineral sobre el diámetro y longitud de las plantas café. También Silva *et al.* (2002), encontraron un crecimiento diferenciado cuando evaluaron diferentes dosis de fertilización en plantas de café. Los nutrientes fácilmente asimilables por la planta facilitan la reproducción y el crecimiento celular en el tejido leñoso para incrementar el diámetro del tallo (Sadeghian, 2008).

#### **4.3.2 EFECTO DE LA FERTILIZACIÓN SOBRE EL NÚMERO DE RAMAS PRODUCTIVAS, NUDOS PRODUCTIVOS Y FLORES.**

Según el análisis de variancia (ANVA) combinado que se presenta en el Cuadro 19 y Anexo 25, hubo alta significación estadística de la fertilización para el número de ramas productivas, número de nudos productivos y número de flores. En los Anexos 25, 37 y 49, también se observa el efecto significativo de la fertilización sobre el número de nudos productivos y flores, pero no sobre el número de ramas productivas en las tres edades de plantación.

En la Prueba de Duncan (Cuadro 20), se observa la mejor respuesta para el número de ramas productivas por planta, correspondió a las parcelas con fertilización

**Cuadro 19: Resumen del ANVA combinado del efecto de la fertilización sobre el número de ramas productivas, nudos productivos y flores en ensayo de poda con café var. Caturra Roja, transformación  $\sqrt{X}$ .**

Fuentes de variación	G.L.	Cuadrados Medios		
		Nº de ramas productivas	Nº de nudos productivos	Nº de flores
Fertilización	1	19.706 **	1.009 **	15.866 **
Repeticiones	9	2.182	0.036	0.051
Error conjunto	45	4.495	0.024	0.237
Total	71			
C.V. (%)		20.657	6.696	4.868
Promedio		10.264	2.309	10.009

Nota: Un asterisco (\*), significación al 0.05 de probabilidad y doble asterisco (\*\*), significación al 0.01 de probabilidad.

**Cuadro 20: Prueba de Duncan del efecto de la fertilización sobre el número de ramas productivas, nudos productivos y flores en promedio de edad y altura de corte en ensayo de poda con café var. Caturra Roja.**

Fertilización	Ramas productivas (Nº/planta)	Nudos productivos (Nº/planta)	Flores (Nº/planta)
Con	10.8 a	5.9 a	110.0 a
Sin	9.7 b	4.8 b	91.3 b

\* Las medias seguidas por la misma letra en la columna no difieren significativamente entre sí  $p \leq 0.05$

con 10.8 ramas productivas, valor que fue significativamente superior y diferente al encontrado en las parcelas no fertilizadas con 9.7 ramas productivas. En el mismo cuadro se observa que la mejor respuesta para el número de nudos productivos correspondió a las parcelas fertilizadas con 5.9 nudos productivos, valor que fue significativamente superior y diferente al de parcelas no fertilizadas con 4.8 nudos. Para el número de flores, el mayor valor correspondió a las parcelas fertilizadas (Anexo 69) con 110.0 flores, valor que fue estadísticamente superior y diferente al encontrado en las parcelas no fertilizadas con 91.3 flores.

Al realizar la comparación de medias para fertilización en cada una de las edades de plantación, los resultados también fueron similares, es decir la mejor respuesta y los mayores valores para el número de ramas productivas, nudos productivos y flores correspondieron a las parcelas fertilizadas que fue estadísticamente diferente al de parcelas no fertilizadas (Anexos 33, 45 y 57).

Los resultados muestran, claramente el efecto significativo de la fertilización en el crecimiento del café, y se tiene más ramas productivas, mayor número de nudos productivos y de flores/planta. Estos resultados corroboran el efecto de la fertilización sobre el crecimiento a nivel de vivero y también en plantaciones comerciales, como ocurrió en un estudio realizado con la variedad Caturra Roja en la selva central (Julca *et al.*, 2009).

Este efecto positivo también ha sido reportado por otros autores, como Vilella y Faria (2003), quienes en un ensayo para evaluar diferentes láminas de riego y la fertilización, encontraron influencia de la fertilización sobre la longitud de las ramas plagiotrópicas. De otro Alves *et al.* (2000), al evaluar diferentes láminas de irrigación y fertilización, no encontraron influencia de la fertilización sobre el crecimiento de café. Años más tarde, Costa *et al.* (2010), en un experimento con dos cultivares de *Coffea arabica*, encontraron que la fertilización a base de NPK permitió el aumento del número de ramas y nudos productivos. Para Rivera *et al.* (1994) y Matiello *et al.* (2010), el N es el elemento más importante en la formación vegetativa del café, aunque Valle Filho (2008), reportó una mayor altura de planta por efecto de la fertilización fosforada en plantas podadas.

La producción de un 20 por ciento más de flores/planta por efecto de la fertilización es un resultado esperado ya que la nutrición adecuada de las plantas es uno de los factores importantes durante el proceso de floración del café (Arcila, 2003; Arcila, 2007a). Además, a dicho tratamiento le correspondió una mayor cantidad de ramas productivas y, según Rena y Maestri (1984), existe una fuerte relación entre la floración y el crecimiento de las ramas y, como consecuencia, entre la floración y la producción.

#### **4.3.3 EFECTO DE LA FERTILIZACIÓN SOBRE EL NÚMERO, PESO DE FRUTOS POR RAMA Y RENDIMIENTO.**

Según el análisis de variancia (ANVA) combinado que se presenta en el Cuadro 21, hubo alta significación estadística para el número de frutos, peso de frutos y para el rendimiento.

En los Anexos 26, 38 y 50, también se observa el efecto significativo de la fertilización sobre el número y peso de frutos en las tres edades de plantación, pero sólo se encontró significación estadística para el rendimiento en las plantaciones de 10 años de edad.

En la Prueba de Duncan (Cuadro 22), se encontró que la mejor respuesta para el número de frutos por rama, correspondió a las parcelas fertilizadas con 48.2 frutos, valor que fue estadísticamente superior y diferente al encontrado en las parcelas sin fertilización con 39.4 frutos. Los resultados también fueron similares para el peso de frutos por rama, es decir el mayor valor correspondió a las parcelas con fertilización con 92.5 g, valor que fue significativamente superior y diferente al encontrado en las parcelas sin fertilización con 74.6 g. Para el rendimiento, el mayor valor correspondió a las parcelas con fertilización con 850.4 g, valor que fue estadísticamente superior y diferente al encontrado en las parcelas sin fertilización con 748.8 g.

Al realizar la comparación de medias para fertilización en cada una de las edades de plantación, los resultados también fueron similares, es decir los mayores

**Cuadro 21: Resumen del ANVA combinado del efecto de la fertilización sobre el número de frutos, peso de frutos y rendimiento en ensayo de poda con café var. Caturra Roja, transformación  $\sqrt{x}$ .**

Fuentes de variación	G.L.	Cuadrados Medios		
		Nº de frutos	Peso de frutos	Rendimiento
Fertilización	1	8.042 **	5712.629 **	484344.504 **
Repeticiones	9	0.030	28.109	50972.870
Error	45	0.081	67.719	36671.755
Total	71			
C.V. (%)		4.318	9.849	24.158
Promedio		6.601	83.556	792.703

Nota: Un asterisco (\*), significación al 0.05 de probabilidad y doble asterisco (\*\*), significación al 0.01 de probabilidad.

**Cuadro 22: Prueba de Duncan del efecto de la fertilización sobre el número, de frutos, peso de frutos y rendimiento en promedio de edad y altura de corte en ensayo de poda con café var. Caturra Roja.**

Fertilización	Nº frutos/planta	Peso de frutos/planta (g)	Rendimiento g/planta
Con	48.23 a	92.46 a	874.7 a
Sin	39.38 b	74.64 b	710.7 b

\* Las medias seguidas por la misma letra en la columna no difieren significativamente entre sí  $p \leq 0.05$

valores para el número de frutos, peso de frutos y rendimiento correspondieron a las parcelas fertilizadas que fue estadísticamente diferente a las parcelas sin fertilización (Anexos 34, 46 y 58).

Los resultados sobre el número de frutos, peso de frutos y rendimiento confirman el efecto positivo de la fertilización en el cultivo de café. El peso de frutos por planta está relacionado directamente con el número de ramas productivas, de flores y de frutos producidos en cada rama. Por lo tanto, los factores que influyen en el crecimiento vegetativo, incluyendo la disponibilidad de nutrientes también se relacionan indirectamente con el número de botones florales (Barros *et al.*, 1999). La mayor producción en las parcelas con fertilización, también puede atribuirse a un mejor cuajado de frutos (Cilas y Descroix, 2004). Otros autores, como Matiello *et al.* (2010), encontraron que el N y K son los nutrientes más requeridos por las plantas de café para obtener una buena producción. Por lo tanto, la productividad de los cultivos es atribuible a la optimización de los sistemas de suministro de nutrientes (Stewart *et al.*, 2005; Stewart, 2007; Fixen and García, 2007).

Con respecto a la fertilización del café podado, Carvajal (1984) afirma que la fertilización en plantas con poda, depende del estado general de brotación, ya que si está brotando muy bien, no se fertiliza durante el primer año, caso contrario debe iniciarse cuando los nuevos brotes alcanzan unos 30 cm de altura. No es el caso de las plantas no podadas, donde los fertilizantes suministrados, influyen principalmente sobre el crecimiento vegetativo de ese año, mientras que la producción del grano tiene lugar en las ramas formadas el año anterior (Mestre, 1995).

Sin embargo, es importante mencionar que hay experiencias donde no se ha demostrado el efecto positivo de la fertilización en el café. Por ejemplo, San Juan y López (1991), en una plantación manejada en ciclos de cinco años y después de ocho cosechas, no encontraron diferencias en la producción usando tres planes de fertilización y concluyeron que es posible suprimir la fertilización tanto en la hilera de poda del año, como en la hilera programada para poda del año siguiente. Pero, esta experiencia, lo que nos muestra realmente es que la respuesta a los planes de fertilización en un cultivo, difieren de un lugar a otro, debido a diferentes factores y

especialmente a la fertilidad del suelo (Sadeghian, 2008). Por otra parte, los resultados de mayor rendimiento de este ensayo demuestran como las plantas responden al efecto de la poda en la producción de frutos, independientemente de la edad y altura de corte. Confirma que antes de adoptar cualquier tipo de poda, es necesario analizar aspectos como cultivar, edad de plantación, localización, áreas con incidencia de plagas (Thomaziello y Pereira, 2008).

#### **4.4 EFECTO DE LA PODA Y LA FERTILIZACION SOBRE LA INCIDENCIA DE ENFERMEDADES**

El cultivo de café es afectado tanto por plagas como por enfermedades que afectan de manera negativa los rendimientos y la producción. *Hemileia vastatrix* y *Mycena citricolor* siguen siendo las enfermedades principales de este cultivo en el mundo. Estas plagas son menos importantes en algunas altitudes, sin embargo requieren un control químico en la mayoría de las regiones cafetaleras. Aunque el tratamiento de las enfermedades comúnmente se lleva a cabo por medio de fungicidas que contaminan el medio ambiente, existe una demanda por buscar otras formas de manejo que ayuden a disminuir el porcentaje de incidencia de las enfermedades (Carvalho *et al.*, 2002; Matiello e Almeida, 2006).

Según el análisis de variancia (ANVA) combinado que se presenta en el Cuadro 23 y Anexos 19 y 20, hubo significación estadística para edad de plantación en relación a la roya del café y alta significación estadística para fertilización tanto en la roya amarilla como en ojo de pollo. Pero no se encontró significación estadística en altura de corte para ambas enfermedades foliares.

En los Anexos 27, 39 y 51, también se observa resultados similares, es decir hubo efecto significativo de la fertilización sobre la incidencia de roya amarilla y ojo de pollo, pero no se encontró significación estadística entre las alturas de corte.

En la Prueba de Duncan (Cuadro 23), se encontró que la mayor incidencia de la roya del café correspondió a las plantas de seis años de edad con 6.6 por ciento, valor que fue estadísticamente superior al encontrado en las plantas de ocho años y 10 años

**Cuadro 23: Resumen del ANVA combinado del efecto de la poda y fertilización sobre la incidencia de roya del café y ojo de gallo en ensayo de poda con café var. Caturra Roja, transformación  $\sqrt{x}$ .**

Fuentes de variación	G.L.	Cuadrados Medios	
		Roya del café	Ojo de pollo
Edad	2	0.457 *	0.051 n.s.
Altura	2	0.102 n.s.	0.139 n.s.
Fertilización	1	4.677 **	2.826 **
Repeticiones	9	0.085	0.253
Error	45	0.068	0.176
Total	71		
C.V. (%)		10.827	25.069
Promedio		2.402	1.675

Nota: Un asterisco (\*), significación al 0.05 de probabilidad y doble asterisco (\*\*), significación al 0.01 de probabilidad.

**Cuadro 24: Prueba de Duncan del efecto de la poda y fertilización sobre la incidencia de roya del café y ojo de pollo en ensayo de poda con café var. Caturra Roja.**

Edad de plantación (años)	Roya del café (%)	Ojo de pollo (%)
6	6.6 a	3.1 a
8	5.5 b	2.8 a
10	5.6 b	3.1 a
Altura de poda (cm)		
30	6.2 a	2.66 a
60	5.6 a	3.08 a
90	5.98 a	3.31 a
Fertilización		
Con	4.7 b	2.4 b
Sin	7.12 a	3.7 a

\* Las medias seguidas por la misma letra en la columna no difieren significativamente entre sí  $p \leq 0.05$

de edad con 5.5 y 5.6 por ciento de incidencia, respectivamente. Para el ojo de pollo, la incidencia varió de 2.8 a 3.1 por ciento y no hubo diferencias estadísticas entre las edades de plantación y alturas de corte. La incidencia de ambas enfermedades fue menor en las parcelas fertilizadas con 2.4 y 4.7 por ciento, valores que fueron estadísticamente diferentes a los encontrados en las parcelas no fertilizadas. Al realizar la comparación de medias para altura y fertilización en cada una de las edades de plantación, los resultados también fueron similares, es decir que el menor porcentaje de incidencia correspondió a las parcelas fertilizadas (Anexos 31, 43 y 55) y que no hubo diferencias estadísticas entre las alturas de corte (Anexos 35, 47 y 59).

La incidencia de roya del café (4.7 – 7.12 %) y de ojo de pollo (2.3 - 3.7 %) fueron bajas en comparación con la incidencia reportada para cada una de estas enfermedades en esta parte de la selva central del Perú en café var. Caturra Roja (Julca *et al.*, 2010) y Catimor (Julca *et al.*, 2013). Una mayor incidencia de la roya amarilla en las plantas podadas a 30 cm, comparadas con las de 60 y 90 cm de altura de corte, podría deberse a la ubicación de las nuevas hojas, que por estar más bajas, están más expuestas a infecciones tempranas por su cercanía a las fuentes de inóculo (hojas infectadas en el suelo) o expuestas a la salpicadura de la lluvia, que es un medio de diseminación del patógeno.

El uso de la poda para bajar la incidencia del ojo de pollo en café ha sido documentada anteriormente en Costa Rica (Rodríguez *et al.*, 2004). Para el caso de la roya amarilla no se tiene referencias, pero Julca (2013), recomienda podar las plantaciones completamente defoliadas por efecto de esta enfermedad en el Perú pues se considera que esta práctica permite eliminar el tejido enfermo y bajar la densidad de inóculo, además de cambiar las condiciones micro-climáticas que favorecen la enfermedad. Esto es muy interesante porque a pesar de los grandes avances ocurridos en el control químico de estas enfermedades, el uso de la poda de renovación dentro de un programa de manejo agronómico del cultivo, constituye una estrategia de control cultural accesible y económicamente aceptable para disminuir los daños causados por estos patógenos en café. Una mayor incidencia de estas enfermedades por efecto de la fertilización es contraria a aquella aseveración que señala que las plantas bien nutridas no se enferman.

Algunos autores consideran que los nutrientes minerales tienen efectos indirectos sobre factores que pueden aumentar o reducir la resistencia de las plantas a los patógenos, tales como morfología (forma de crecimiento), anatomía (paredes celulares de epidermis más gruesas y lignificadas) y composición química (síntesis de compuestos tóxicos) (Marschner, 1995; Matiello *et al.*, 2006). Pero, Julca *et al.* (2010), en un estudio realizado en Villa Rica con la var. Catimor, encontraron una mayor incidencia de ojo de pollo por efecto de la fertilización, pero menor incidencia para el caso de la roya del café. En otro ensayo realizado en la selva central del Perú, con café var. Caturra Roja, para estudiar la relación entre la nutrición mineral y la incidencia de la roya del café, no se encontraron resultados claros y la relación entre la concentración de un nutriente determinado y la roya, cambiaba de un lugar a otro (Julca *et al.*, 2013).

#### **4.5 LA SUSTENTABILIDAD DE LA PODA COMO PRÁCTICA CULTURAL**

Los resultados muestran que la poda es una práctica sustentable en el cultivo de café porque su uso tiene un impacto en las tres dimensiones de la sustentabilidad (social, económica y ecológica).

En el Cuadro 25, se observa que en la dimensión social la aceptación de la poda es alta con un 98 por ciento, así mismo su impacto en la dimensión económica, también es significativa ya que el 92 por ciento de los encuestados lo realiza porque aumenta la cosecha y les permite obtener más ingresos.

En el mismo cuadro se observa que la poda también tiene un gran impacto ecológico ya que el 85 por ciento de los agricultores consideran que disminuye la incidencia de plagas y enfermedades en el cafetal, pero además el 94 por ciento de caficultores deja los restos después de la poda en el campo porque aporta nutrientes al suelo.

El impacto económico de la poda también se confirma cuando se hace un análisis de los costos de producción y la utilidad neta que se obtiene con un cafetal podado comparado con una plantación sin podar y una nueva plantación (Cuadro 26).

**Cuadro 25: Nivel de aceptación, razones para hacerlo y que se hace con los restos de la poda del café.**

<b>1. Usted hace la poda en su cafetal (Dimensión social)</b>	
A.- Si	98.0 %
B.- No	2.0 %
<b>2. Porque hace poda en su cafetal (Dimensión económica)</b>	
A.- Aumenta la cosecha y tengo más ingresos.	92.0 %
B.- Disminuye la incidencia de plagas y enfermedades.	85.0 %
C.- No lo sé, pero es obligatoria.	0.0 %
<b>3. Que hace con los restos de la poda (Dimensión ecológica)</b>	
A.- Lo saca del campo y lo elimina.	2.0 %
B. - Lo deja en el campo, es costoso y trabajoso sacarlo.	2.0%
C.- Lo deja en el campo, porque aporta nutrientes al suelo.	94.0%

**Cuadro 26: Costos de producción y utilidad entre diferentes tipos de plantaciones de café.**

<b>Análisis económico</b>	<b>Plantaciones de café</b>		
	<b>Con poda</b>	<b>Sin podar</b>	<b>Nueva</b>
Rendimiento (kg/ha)	1037.76	480	550
Precio de venta (S/.)	8.00	8.00	8.00
Valor total de la cosecha (S/.)	8302.08	3 840.00	4 400.00
Total costo de producción (S/.)	4538.35	5 810.20	10 473.40
Utilidad neta (S/.)	3 763.73	-1 970.20	-6 073.40

La utilidad neta de la primera (S/. 3763.73), es mayor que las otras parcelas de café, donde el principal problema son los altos costos de producción. Rena *et al* (2003) y Matute y Pineda (2011), señalan que los factores que más contribuyen para los altos costos de producción en plantaciones nuevas de café son la mano de obra, los fertilizantes y pesticidas. Los detalles se presentan en los Anexos 21, 22 y 23. Para este caso, el Cuadro 26 ha sido construido con datos provenientes de la zona de estudio. Sin lugar a dudas, el rendimiento del café es una variable importante a tener en cuenta en el análisis de la rentabilidad de este cultivo. Pero el rendimiento depende de la variedad y otros factores como el sistema de manejo, el medioambiente, el estado fitosanitario del cafetal, etc. (Matiello *et al.*, 2005; Thomaziello y Pereira, 2008).

La poda es probablemente la práctica más difundida en los últimos tiempos entre los caficultores, quizá por ello su alto nivel de aceptación en la selva central del Perú. Es importante evaluar y potenciar los diferentes capitales presentes en los sistemas agrícolas, como factor importante para mejorar y desarrollar los procesos de innovación ya que solo así se dará sostenibilidad y seguridad a los medios de vida para satisfacer las necesidades básicas de los agricultores (Frankenberger and Drinkwater, 1999).

Engel (1997) y Leeuwis and Van den Ban (2004), señalan que la adopción de la innovación requiere de una estrecha cooperación, coordinación e integración de ideas, experiencias y de creatividad en el sistema de trabajo realizado por los diferentes actores, con la finalidad de generar y transferir conocimiento e innovación viable.

El porcentaje de caficultores (94 %) que dejan los restos de la poda en el campo porque aportan nutrientes al suelo (Nunes *et al.*, 2005), sugiere un conocimiento sobre los beneficios de esta decisión. Cannel y Kimeu (1971), encontraron que cada árbol de café absorbe aproximadamente 100 g N, 6 g P, 100 g K, 35 g Ca y 10 g Mg por año y una parte de éstos retorna al suelo con las podas y la caída de hojas. Resultados similares sobre el reciclaje de nutrientes, también fueron encontrados por Matiello y Almeida (2009).

En general, los resultados de la poda garantizarían la sustentabilidad de las propiedades agrícolas porque reducen el impacto negativo que toda actividad productiva tiene sobre el medio ambiente, buscando la sustentabilidad de la actividad pero sin perder su competitividad (Marques, 2009; Thomaziello y Pereira, 2008).

## V. CONCLUSIONES

- La edad de plantación influyó en la poda de renovación de los cafetales, porque a menor edad de la plantación, estas respondieron rápidamente con la brotación y emisión de brotes y mayor número de ramas. Sin embargo, se alcanzó los mayores rendimientos cuando se inició la poda en cafetales con ocho años de edad.
- La altura de corte tuvo un efecto en la poda de renovación de los cafetales. Siendo la poda a 60 cm quién presentó mayor capacidad de brotamiento, brotes de mayor longitud generándose, por lo tanto, un mayor desarrollo de área foliar, mayor número de ramas productivas y producción de frutos en cereza.
- Las plantas con poda respondieron positivamente a la fertilización en todas las parcelas evaluadas, garantizando un rendimiento de 17.5 quintales de café pergamino por hectárea.
- La poda y fertilización redujeron la incidencia de la roya del café y del ojo de pollo.
- La poda es una práctica sustentable en el cultivo de café porque su uso tiene un impacto positivo en las tres dimensiones de la sustentabilidad (social, económica y ecológica).
- La poda demostró ser una práctica importante en la recuperación de los cafetales, aumentando la productividad hasta en un 40 por ciento y reduciendo la incidencia de enfermedades.

## **VI. RECOMENDACIONES**

- Profundizar el estudio de la poda del café en las diversas variedades cultivadas en el país.
- Impulsar y profundizar el uso de la poda, ya que es una práctica importante dentro del agroecosistema café para el manejo sostenible de los cafetales.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Abreu, NAA De; Guimarães, RJ; Oliveira, AL De; Oliveira, S De; Vallone, HS; Mendes, ANG. 2005. Efeito de diferentes épocas nos tipos de podas em lavouras adensadas. SBICafé. UFV. 3 p.
- Altieri, MA; Funes, MF; Petersen, P; Tomic T. & Medina, Ch. 2011. Sistemas agrícolas ecológicamente eficientes para los pequeños agricultores. Foro Europeo de Desarrollo Rural 2011. Palencia. España. 27 p.
- American Society of Agronomy 1989. Decisions Reached on Sustainable Agriculture. Agronomy News. Madison. Wisconsin. 15 p.
- Alves, MEB; Faria, MA; Guimarães, RJ; Muniz, JA; Silva, EL. 2000. Crescimento do cafeeiro sob diferentes lâminas de irrigação e fertirrigação. Rev. bras. eng. agríc. 4(2):219-225.
- Alves, JD; Livramento, DE. 2003. Morfologia e fisiologia do cafeeiro. Lavras. Universidade Federal de Lavras – UFLA. FAEPE v.1, 49 p.
- Androciolli Filho A. 2005. Poda do cafeeiro. Cafeicultura. A Revista do Agronegocio Café. Consultado 23 setiembre 2013. Disponible en <http://www.revistacafeicultura.com.br/index.php?tipo=ler&mat=3649>
- Arcila, PJ; Jaramillo, RA. 2003. Relación entre la humedad del suelo, la floración y el desarrollo del fruto del cafeto. Avances Técnicos Cenicafé no.311:1-8.
- \_\_\_\_\_. 2004. Anormalidades en la floración del cafeto. Avances Técnicos Cenicafé no.320:1-8.
- \_\_\_\_\_. 2007a. Sistemas de producción de café en Colombia: Crecimiento y desarrollo de la planta de café. Eds. PJ Arcila; VF Farfán; BA Moreno; GL Salazar; GE Hincapié. Cenicafé. Colombia. p. 21-60.
- \_\_\_\_\_. 2007b. Sistemas de producción de café en Colombia: Renovación y administración de los cafetales para estabilizar la producción de la finca. Eds. PJ Arcila; VF Farfán; BA Moreno; GL Salazar; GE Hincapié. Cenicafé. Colombia. p. 145-160.
- Arias, MO. 1982. Algunos aspectos sobre fisiología de crecimiento y desarrollo del cafeto. Curso de caficultores para técnicos. Anacafe. CATIE. Guatemala. p. 66-79.
- Barros, RS; Maestri, M; Rena, BA. 1999. Physiology of growth and production of the coffee tree - A review. Journal of Coffee Research 27(1):1-54.
- Caixeta, IF; Alvarenga, G. 1981. Maturação fisiológica da semente do cafeeiro *Coffea arabica* L. cv. Mundo Novo. Ciencia e Prática 5(1):48-54.

Camayo, VGC; Arcila, PJ. 1996. Estudio anatómico y morfológico de la diferenciación y desarrollo de las flores del café *Coffea arabica* L. variedad Colombia. *Cenicafé* 47(39):121-139.

\_\_\_\_\_; Chaves, CB; Arcila, PJ; Jaramillo, RA. 2003. Desarrollo floral del café y su relación con las condiciones climáticas de Chinchiná - Caldas. *Cenicafé* 54(1):35-49.

Cannel, MGR; Kimeu, BS. 1971. Uptake and distribution of micronutrients in trees of *Coffea arabica* L. in Kenya as affected by seasonal climatic differences and the presence of fruits. *Annals of Applied Biology* 68:213-230.

Carvajal, JF. 1984. *Cafeto: Cultivo y Fertilización*. 2da. Ed. Instituto Internacional de la Potasa. Quito. 254 p.

Carvalho, CHS; Rena, AB; Pereira, AA; Cordeiro, AT. 1993. Relação entre a produção, teores de N, P, K, Ca, Mg amido e a seca de ramos do Catimor (*Coffea arabica* L.). *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 28:665-673.

Carvalho, LM; Fahl, JI; Triveling, PCO; Queiroz-Voltan, RB. 1999. Carbon isotope discrimination and gas exchange in Coffee species grown under different irradiance regimes. *Rev. Bras. Fis. Veg.* 11:63-68.

Carvalho, LM. *et al.* 2001. Aspectos morfofisiológicos das cultivares de café Catuaí Vermelho e Conilon. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 36: 411-416.

Carvalho, VL; Cunha, RL; Chalfoun, SM. 2002. Manejo ecológico das principais doenças do café. *Informe Agropecuário* 23:101-114.

Charrier, A; Eskes, AB. 2004. Botany and genetics of coffee. In: Wintgens, JN. ed. *Coffee: Growing, Processing, Sustainable Production: A Guidebook for Growers, Processors, Traders, and Researchers*. Germany. Wiley-VCH. p.25-56.

Centro Nacional de Investigaciones de Café- CENICAFE. 2001. *Resumen Informe Anual de Actividades 2000-2001*. Chinchiná, Cenicafé. 140 p.

Centro Nacional de Investigaciones de Café- CENICAFE. 1992. La renovación de los cafetales por zoca. *Avances Técnicos* 174:1-8.

Cilas, Ch; Descroix, F. 2004. Yield Estimation and Harvest Period. In: Wintgens, JN. ed. *Coffee: Growing, Processing, Sustainable Production: A Guidebook for Growers, Processors, Traders, and Researchers*. Germany. Wiley-VCH. p. 593–603.

Costa, AR; Rezende, R; Freitas, PSL, Frizzone, JA; Júnior, CH. 2010. Número de ramos plagiotrópicos e produtividade de duas cultivares de café utilizando irrigação por gotejamento. *Rev. Ciênc. Agron.* 41(4):571-581.

Crisosto, CH; Grantz, DA; Meinzer, FC. 1992. Effects of water deficit on flower opening in coffee (*Coffea Arabica* L). *Tree Physiology* 10(2):127-139.

Cunha, RL; Da Mendes, ANG; Guimarães, RJ; Carvalho, J. 1999. Efeito da época, altura de poda e adubação foliar na recuperação de cafeeiros (*Coffea arabica* L.) depauperados. *Ciênc. agrotec.* 23:22-26.

\_\_\_\_\_. 2008. Poda do cafeeiro: índices e coeficientes técnicos. Informe Agropecuário. 29(247):64-73.

DaMatta, FM. Ronchi, CP; Maestri, M; Barros, RS. 2007. Ecophysiology of coffee growth and production. *Braz. J. Plant Physiol.* 19(4):485-510.

\_\_\_\_\_; Rodríguez, N. 2007. Producción sostenible de cafetales en sistemas agroforestales del Neotrópico: una visión agronómica y ecofisiológica. *Agronomía Colombiana* 25(1):113-123.

Diniz, JDN; *et al.* 2004. Avaliação dos efeitos da quebra da dominância apical e do BAP na multiplicação *in vitro* de *Heliconia stricta* H. *Rev. Ciênc. Agron.* 35:232-237.

Engel, PG. 1997. Hacia un entendimiento de la organización social de la innovación. In: *La organización social de la innovación: Enfocando en/sobre la interacción de los agentes involucrados.* Netherlands: Royal Tropical Institute. p.125-153.

Fagundes, AV; Garcia, AWR; Reis, RP. 2007. Determinação da melhor época de esqueletamento em lavouras de café. In: *Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras, 33.* Lavras. Trabalhos apresentados. Rio de Janeiro. MAPA/PROCAFÉ. p.17-18.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, IT). 1994. *International Framework for Evaluating Sustainable Land Management.* FESLM. World Soil Resources Report. Roma. Italia. 74 p.

Fernandes, ALT; Santinato, R; Drumond, LCD; Silva, RP; Oliveira, CB. 2001. Recuperação de lavoura cafeeira com 10 tipos de poda e 3 níveis de tecnologia, na região de Uberaba – Minas Gerais. In: *Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil.* Septiembre 24-27. EMBRAPA. p. 1873-1879.

\_\_\_\_\_; Santinato, F; Santinato, R; Michelin, V. 2012. Condução das podas do cafeeiro irrigado por gotejamento cultivado no cerrado de Minas Gerais. *Enciclopédia Biosfera* 8(15):487-494.

Figuerola, N. 1990. Evaluación del método de poda Beaumont-Fukunaga en ciclos de tres, cuatro o cinco años comparada con la poda selectiva por planta. *Revista Cafetalera.* no 309:25-26.

Fixen, PE; Garcia, FO. 2007. Decisiones efectivas en manejo de nutrientes mirando más allá de la próxima cosecha. *Rev. Informaciones Agronómicas* 64: 5-11.

Fournier, LA. 1998. El cultivo del cafeto (*Coffea arabica* L.) al sol o la sombra: Un enfoque agronómico y ecofisiológico. *Agronomía Costarricense* 12(1): 131-146.

Frankenberger, T; Drinkwater, M. 1999. Household livelihood security: A holistic approach for addressing poverty and vulnerability. CARE. 38 p.

Gómez, OA; Pérez, DA. 1995. Evaluación de diferentes alternativas de fertilizar cafetos manejados en recepa por surco de acuerdo a la edad de la recepa. En: Memoria XVII Simposio sobre Caficultura Latinoamericana. IICA-PROMECAFE. El Salvador. v.1, p.21.

Guimarães, RJ; Mendes, ANG; Souza, CAS. 2002. Podas do cafeeiro: épocas, tipos de podas, podas x adensamento da lavoura. In Guimarães, RJ; Mendes, AG; Souza, CAS. eds. Cafeicultura p. 182-193.

\_\_\_\_\_; et al. 2009. Manejo da lavoura cafeeira, podas, arborização, culturas intercalares. Lavras. UFLA. FAEPE. p.19.

Henao, JJ. 1996. El Café en Venezuela. Ediciones de la Biblioteca. UCV. Segunda edición. Caracas, Venezuela. 280 p.

Inglez De Souza, JS. 2005. Poda das Plantas Frutíferas. O guia indispensável para o cultivo de frutas. São Paulo, Brasil. Edit. AMPUB Comercial Ltda. 189 p.

Julca, A. et al. 2009. Selección de fuentes naturales para la fertilización de café en el marco de una agricultura orgánica (Resultados de ensayos en vivero y campos comerciales). Informe Final de proyecto financiado por INCAGRO. UNALM-FDA-INIA-Café Perú-JNC. Lima. 59 p.

\_\_\_\_\_; et al. 2010. Efecto de la sombra y la fertilización sobre las principales plagas del café var. Catimor en Villa Rica (Pasco, Perú). UNALM-FDA. Lima. 23 p.

\_\_\_\_\_; Echevarría, C; Ladera, Y; Borjas, R; Cruz, R; Bello, S; Crespo, R. 2013. Una revisión sobre la roya del café (*Hemileia vastatrix*) algunas experiencias y recomendaciones para el Perú. IRD Selva-FDA. Lima. 41 p.

Lambot, C; Bouharmont, P. 2004. Pruning. In: Wintgens, JN. ed. Coffee: Growing, Processing, Sustainable Production: A Guidebook for Growers, Processors, Traders, and Researchers. Germany. Wiley-VCH. p. 284–307.

Leal-Varón, LA; Salamanca-Jimenez, A; y Sadeghian-Khalajabadi, S. 2009. Pérdidas de nitrógeno por volatilización en cafetales en etapa productiva. Rev. Informaciones Agronómicas 4:1-4.

Leeuwis, C; Van Den Ban, A. 2004. Changing perspectives on innovation In: Communication for Rural Innovation: Rethinking Agricultural Extension. Third Edition. London Oxford: Blackwell Science Ltd. p.129-146.

Lehmann, J; Peter, I; Steglich, C; Gebauer, G; Huwe, B; Zech, W. 1998. Below-ground interactions in dryland forestry. Forest Ecol. Manag. 111: 157-169.

Livramento, DE; et al. 2003. Influência da produção nos níveis de carboidratos e recuperação de cafeeiros após a recepagem. *Revista Ceres* 50(292):737-752.

Marques Da Silva, MT. 2009. Podas do cafeeiro. Tesis grau de Tecnólogo em Cafeicultura. Minas Gerais. Brasil. IFECT. 28 p.

Marschner, H. 1995. *Mineral Nutrition of Higher Plants*. 2da. Ed. New York. Academic Press. 889 p.

Masera, O; Astier, M; López-Ridaura, M 2000. El marco de evaluación del MESMIS. En: *Sustentabilidad y sistemas campesinos. Cinco experiencias de evaluación en el México Rural*. Masera, O y López - Ridaura Editores. 346 p.

Matiello, JB; Santinato, R; Fernandes, DR; et al. 1995. *Sistemas de produção na cafeicultura moderna*. Rio de Janeiro. Koogan. 102 p.

\_\_\_\_\_; et al. 2002. *Cultura de café no Brasil: novo manual de recomendações*. MAPA/PROCAFÉ. Rio de Janeiro. 387 p.

\_\_\_\_\_; Santinato, R; Garcia, AWR; Almeida, SR; Fernandes, DR. 2005. *Cultura de café no Brasil: novo manual de recomendações*. MAPA/PROCAFE. Rio de Janeiro. Editora Bom Pastor. 438 p.

\_\_\_\_\_; Almeida, SR. 2006. *A ferrugem do cafeeiro no Brasil e seu controle*. MAPA/PROCAFE. Rio de Janeiro. 98 p.

\_\_\_\_\_; Garcia, AWR; Almeida, SR. 2006. *Adubos, corretivos e defensivos para a lavoura cafeeira*. MAPA/PROCAFE. Rio de Janeiro. 112 p.

\_\_\_\_\_. 2007. *A poda em cafezais*. *Revista Coffea*. no.11:1-39.

\_\_\_\_\_; Almeida, SR. 2009. *Quantificacao do proceso de reciclagem de folhas em cafezais*. *Revista Coffea*. no.16:20-21.

\_\_\_\_\_; et al. 2010. *Cultura de Café no Brasil: Manual de recomendações*. MAPA/PROCAFE. Rio de Janeiro. 542 p.

Matute, ON; Pineda, JA. 2011. *Guía para determinación de costos de producción en café*. Departamento de Investigación y Desarrollo de IHCAFE. Tegucigalpa, Honduras. 45 p.

Melles, CCA; Guimarães, PTG. 1985. *Podas de cafeeiro*. *Informe Agropecuario Belo Horizonte* 11(126): 69-75.

Mestre, MA; Salazar JN. 1995. *Productividad de siembras nuevas y socas de café*. *Avances Técnicos Cenicafé* no.201:1-17.

MINAGRI (Ministerio de Agricultura y Riego). 2013. *Situación del mercado del café en grano*. Oficina de Estudios Económicos y Estadísticos. Lima. 4 p.

Nunes, FL; Camargo, MBP; Fazuoli, LC; Rolim, CDS; Pezzopane, MJR. 2010. Modelos agrometeorológicos de estimativa de duração do estágio floração-maturação para três cultivares de café arábica. *Bragantia* 69(4):1011-1018.

Nunes, AML; Souza, FF; Costa, JNM; Santos, JCF; Pequeno, PLL; Costa, RSC. da; Veneziano, W. 2005. Cultivo do Café Robusta em Rondônia. EMBRAPA Rondônia. 5, Dez. 2005.

Oliveira, S; Vallone, HS; Guimarães, RJ; Alvarenga, G; Barbosa, CM. 2002. Efeito de diferentes intensidades de decote e desponte na produção de cafeeiros adensados. In III Simpósio de Pesquisa cafeeira do Sul de Minas Gerais. Lavras. Anais. Brasil. p. 120.

Palma, MR. 2001. Manual de Caficultura. Tercera edición. Instituto Hondureño del Café. Tegucigalpa. Honduras. p. 91-101.

Pereira, SP; Cunha, RL. 2004. Caracterização fenológica e reprodutiva de cafeeiros em diversos espaçamentos, antes e após a poda. Mestrado em Fitotecnia. Lavras, Brasil. Universidade Federal de Lavras. 105 p.

\_\_\_\_\_; Guimarães, RJ; Bartholo, GF; Guimarães, PTG; Alves, JD. 2007. Crescimento vegetativo e produção de cafeeiros (*Coffea arabica* L.) recepadados em duas épocas, conduzidos em espaçamentos crescentes. *Ciênc. agrotec.* 31(3):643-649.

Pérez, V; Hilje, L. 1981. La poda del cafeto. Guía práctica del cultivo de café. Compañía Costarricense del Café, S. A. Circular Técnica N° 80. San José, Costa Rica. 47 p.

Ramírez, J. 1994. Sistemas y edades de inicio de la poda de cafetos (*Coffea arabica*) cv. Catuai. *Agronomía Costarricense* 18(1): 61-65.

\_\_\_\_\_. 1996a. Poda y manejo de *Coffea arabica* L. Instituto del Café de Costa Rica, Centro de Investigaciones en Café (ICAFE). San José. Costa Rica. 60 p.

\_\_\_\_\_. 1996b. Estudios de sistemas de poda de café por hileras y por lotes. *Agronomía Costarricense* 20(2):167-172.

\_\_\_\_\_. 1997. Respuesta agronómica a épocas de poda en cafetos sometidos a cuatro periodos de poda baja. Memoria Resultados y Avances de Investigación. Centro de Investigaciones en Café (ICAFE). San José. Costa Rica.

Reis, AR; Furlani, JE; Buzetti, S; Andreotti, A. 2006. Diagnóstico da exigência do cafeeiro em nitrogênio pela utilização do medidor portátil de clorofila. *Bragantia* 65:163-171.

Rena, AB; Pereira, AA; Bartholo, GF. 1983. Teor foliar de minerais, conteúdo caulinar de amido e o depauperamento de algumas progênies de café resistentes à

ferrugem. In: Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras. Poços de Caldas. Resumos. Rio de Janeiro. p. 169-170.

\_\_\_\_\_; Maestri, M. 1984. Fisiologia do cafeeiro. In: Rena, AB; Malavolta, E; Yamada, T. Eds. In Simposio sobre Fatores que Afetam a Produtividade do Cafeeiro. Poços de Caldas, Novembro 5-9. Viscosa. Universidad Federal de Viscosa. v.2, 87 p.

\_\_\_\_\_; Nacif, AP; Guimarães, PTG; Pereira, AA. 1998. Poda do cafeeiro: aspectos morfológicos, ecofisiológicos e agronômicos. EPAMIG Informe Agropecuário. 19(193):71-80.

\_\_\_\_\_; Barros, RS; Maestri, M. 2001. Desenvolvimento reprodutivo do cafeeiro. In: Zambolim, L. ed. Tecnologias de produção de café com qualidade. Viçosa. Universidad Federal de Viscosa. p. 101-128.

\_\_\_\_\_; Nacif, AP; Guimarães, PTG. 2003. Fenologia, produtividade análise econômica do cafeeiro em cultivos com diferentes densidades de plantio e doses de fertilizantes. In: Zambolim, L. ed. Produção Integrada de Café. Viçosa. Universidad Federal de Viscosa. p. 133-196

\_\_\_\_\_; Barros, RS. 2004. Aspectos críticos no estudo da floração do café. In: Zambolim, L. ed. Efeitos da irrigação sobre a qualidade e produtividade do café. Viçosa. Universidad Federal de Viscosa. p. 149- 172.

Rendón-Saenz, JR; Arcila, PJ; Montoya, REC. 2008. Estimación de la producción de café con base en los registros de floración. Cenicafe 59(3):238-259.

Ricci, MSF; et al. 2005. Growth rate and nutritional status of an organic coffee cropping system. Scientia Agricola 62(2):138-144.

Rivera, RC; et al. 1994. La fertilización nitrogenada del cafeto en diferentes condiciones edafoclimáticas de Cuba. Cultivos Tropicales 15(1):5-11.

Rivera, R. 1992. Crecimiento y producción de fitomasa de una plantación de cafeto a plena exposición solar sobre suelo ferralítico rojo compactado. Cultivos Tropicales 13:(2-3) 60-68.

\_\_\_\_\_. 2006. Nutrición y fertilización de *Coffea arabica* en Cuba. En: Rivera, R; Soto, F. eds. El cultivo del cafeto en Cuba. Investigaciones y Resultados. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas Cuba. 500 p.

Rodriguez, CM; Soto, J; Odando, JJ; Mora, O. 2004. Manejo integrado del Ojo de Gallo del café. Instituto del Café de Costa Rica.

Ronchi, CP; Da Matta, FM. 2007. Aspectos fisiológicos do Café Conilon. In: Ferrão, RG; Fonseca, AFA. et al. eds. Café Conilon. Vitória. INCAPER. p. 95-119.

Sadeghian, KS. 2008. Fertilidad del suelo y nutrición del café en Colombia: Guía práctica. Avances Técnicos Cenicafe no 32. 43 p.

\_\_\_\_\_. 2010. Fertilización: Una práctica que determina la producción de los cafetales. Avances Técnicos Cenicafé no 391:1-8.

\_\_\_\_\_; Gonzáles, H. 2012. Alternativas generales de fertilización para cafetales en la etapa de levante. Avances Técnicos Cenicafé no 423:1-4.

Salazar, NJ; Orozco FJ; Clavijo, JF. 1988. Características morfológicas, productivas y componentes de rendimiento de dos variedades de café: Colombia y Caturra. Cenicafé 39(2):43-60.

Salazar, MR; Riaño, NM; Arcila, PJ; Ponce, CA. 1994. Estudio morfológico, anatómico y ultraestructural del fruto de café, *Coffea arabica* L. Cenicafé 45(3):93-105.

Salisbury, FB; Ross, CW. 2000. Fisiología de Plantas. Edit. Paraninfo/Thomson Learning. Madrid. España. 985 p.

San Juan, JR; López EE. 1991. Evaluación de tres planes de fertilización combinados con poda Beaumont-Fukunaga a ciclo de cinco años. En: XIV Simposio de Caficultura Latinoamericana. PROMECAFE. Panama. p.73.

Sarandon, SJ. 2002. El desarrollo y uso de indicadores para evaluar la sustentabilidad de los agroecosistemas. In: Agroecología. El camino hacia una agricultura sustentable. Sarandon, J. ed. Edit. Científicas americanas. Buenos Aires. Cap.20:393-414.

Sertorio, RA; Sebastião, CR; Santinato, R; Prado, JR; Silva, VA. 1995. Níveis de tecnologia associados a poda na recuperação de cafeeiros depauperados. In: Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras, 21. Resumos. Caxambú. p.187-189.

Shimizu-Sato, S; Mori, H. 2001. Control of outgrowth and dormancy in axillary buds. Plant. Phys. 127(04):1405-1413.

\_\_\_\_\_; Tanaka, M; Mori, H. 2009. Auxin–cytokinin interactions in the control of shoot branching. Plant. Mol. Biol. 69:429–435.

Siles, PG. 2001. Comportamiento fisiológico del café asociado con *Eucalyptus deglupta*, *Terminalia iverensis* y sin sombra. Thesis M. Sc. Turrialba, Costa Rica. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. 102 p.

Silva, AM; et al. 2002. Avaliação da época de irrigação e da fertirrigação sobre a produtividade do café. Rev. bras. eng. agríc. 22(1):33-42.

Stewart, WM; Dibb, DW; Johnston, AE; Smyth, T. 2005. The contribution of commercial fertilizer to food production. Agron. Jour. 97:1-6.

\_\_\_\_\_. 2007. Consideraciones en el uso eficiente de nutrientes. Rev. Informaciones Agronómicas 67:1-6.

Stür, WW; Shelton, HM; Gutteridge, RC. 1994. Defoliation management of forage tree legumes. En: Gutteridge, RC; Shelton, HM. eds. Forage tree legumes in tropical agriculture. CAB Internacional. p. 147-157.

Thomaziello, RA; Fazuoli, LC; Pezzopane, JRM; Fahl, JI; Carelli, MLC. 2000. Café Arábica: Cultura e Técnica de Produção. Campinas. IAC. 82 p. (Boletim Técnico, 187).

\_\_\_\_\_; Pereira, SP. 2008. Poda e condução do cafeeiro arábica. Campinas. IAC. 39 p. (Boletim Técnico, 203).

Tommasino, H. 2006. Sustentabilidad Rural: Desacuerdos y controversias. Coord. H Tommasino; P de Hegedüs. Extensión: reflexiones para la intervención en el medio urbano y rural. Universidad de la República. Montevideo. p. 79-98.

Toledo Filho, JA de; Oliveira, EG de; Costa, TE Da; Thomaziello, RA. 2000. Poda e condução do cafeeiro. Campinas. CATI. 35 p. (Boletim Técnico, 238).

Toral, OC; Iglesias, JM. 2007. Efecto de la poda en el rendimiento de biomasa de 20 accesiones de especies arbóreas. Pastos y Forrajes 30(3):341-355.

Uribe, A; Salazar, N. 1984. Distancia de siembra y dosis de fertilizantes en la producción de café. Cenicafé 32(3):71-87.

Valle Filho, JGR. Do. 2008. Desenvolvimento vegetativo do cafeeiro recepado com diferentes doses e fontes de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Tesis do grau de Tecnólogo em Cafeicultura. Muzambinho. Brasil. EAFMuz. 50 p.

Velasco, E; Verdecía, J; Rodríguez, L; Medina, R. 2003. Desarrollo vegetativo de cafetos durante el primer año después de una poda baja a la sombra y a plena exposición solar. Revista Café Cacao 4(1):19-23.

Vilella, WMC; Faria, MA. 2003. Crescimento do cafeeiro submetido a diferentes cinco lâminas de irrigação e três parcelamentos de adubação. Irriga. 8(2):168-177.

Wrigley, G. 1988. *Coffee*. New York: John Wiley and Sons. 639 p.

Wintgens, JN. 2004. Coffee: Growing, Processing, Sustainable Production: A Guidebook for Growers, Processors, Traders, and Researchers. Weinheim, Germany. Wiley-VCH. 975 p.

## **VIII. ANEXOS**

**ANEXO 1.** Resultado del análisis de suelo de plantaciones de 6 y 10 años de edad en ensayo de poda con café var. Caturra Roja.

ANÁLISIS DE SUELOS : CARACTERIZACIÓN																												
Solicitante :		ROBERT RAFAEL RUTTE																										
Departamento:		JUNIN														Provincia :		CHANCHAMAYO										
Distrito :		LA MERCED														Predio :												
Referencia :		H.R. 35526-033C-12														Fact.:		Pendiente					Fecha :		23/05/12			
Número de Muestra		C.E.		Análisis Mecánico							Clase	CIC	Cationes Cambiables						Suma	Suma	%							
Lab	Claves	pH	(1:1)	CaCO <sub>3</sub>	M.O.	P	K	Arena	Limo	Arcilla	Textural	Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Al <sup>+3</sup> + H <sup>+</sup>	De	de	Sat. De									
		( 1:1 )	dS/m	%	%	ppm	ppm	%	%	%		meq/100g						Cationes	Bases	Bases								
5977	Robert Richard Rafael Rutte, café - 6 años	5.32	0.12	0.00	6.07	1.9	106	73	23	4	Fr.A.	20.32	6.07	1.30	0.35	0.10	0.30	8.11	7.81	38								
5978	Robert Richard Rafael Rutte café - 10 años	4.50	0.15	0.00	5.45	2.7	78	51	35	14	Fr.	26.72	3.75	1.25	0.63	0.08	6.90	12.61	5.71	21								
A = Arena ; A.Fr. = Arena Franca ; Fr.A. = Franco Arenoso ; Fr. = Franco ; Fr.L. = Franco Limoso ; L = Limoso ; Fr.Ar.A. = Franco Arcillo Arenoso ; Fr.Ar. = Franco Arcilloso ; Fr.Ar.L. = Franco Arcillo Limoso ; Ar.A. = Arcillo Arenoso ; Ar.L. = Arcillo Limoso ; Ar. = Arcilloso																												
<i>Ing. Braulio La Torre Martínez</i> <i>Jefe del Laboratorio</i>																												

**ANEXO 2.** Resultado del análisis de suelo de plantaciones de 8 años de edad en ensayo de poda con café var. Caturra Roja.

ANALISIS DE SUELOS : CARACTERIZACION																						
Solicitante :		ROBERT RAFAEL RUTTE																				
Departamento:		JUNIN														Provincia :		CHANCHAMAYO				
Distrito :		LA MERCED														Predio :						
Referencia :		H.R. 35526-033C-12							Fact.: Pendiente				Fecha :		23/05/12							
Número de Muestra		C.E.		Análisis Mecánico							Clase	CIC	Cationes Cambiables						Suma	Suma	%	
Lab	Claves	pH	(1:1)	CaCO <sub>3</sub>	M.O.	P	K	Arena	Limo	Arcilla	Textural	Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Al <sup>+3</sup> + H <sup>+</sup>	de	de	Sat. De			
		( 1:1 )	dS/m	%	%	ppm	Ppm	%	%	%		meq/100g						Cationes	Bases	Bases		
5976	Robert Richard Rafael Rutte, café - 8 años	4.65	0.15	0.00	3.17	2.7	64	57	35	8	Fr.A.	13.76	3.61	0.75	0.25	0.10	0.90	5.61	4.71	34		
A = Arena ; A.Fr. = Arena Franca ; Fr.A. = Franco Arenoso ; Fr. = Franco ; Fr.L. = Franco Limoso ; L = Limoso ; Fr.Ar.A. = Franco Arcillo Arenoso ; Fr.Ar. = Franco Arcilloso ; Fr.Ar.L. = Franco Arcillo Limoso ; Ar.A. = Arcillo Arenoso ; Ar.L. = Arcillo Limoso ; Ar. = Arcilloso																						
																	<i>Ing. Braulio La Torre Martínez</i>					
																	<i>Jefe del Laboratorio</i>					

**ANEXO 3.** Programa de fertilización para el ensayo de poda con café var. Caturra Roja en plantaciones de 6 años de edad.

<b>Programa de fertilización para café de 6 años de edad</b>			
<b>Primera Aplicación (g/planta)</b>			
<b>Fertilizante</b>	<b>30 cm</b>	<b>60 cm</b>	<b>90 cm</b>
<b>Insumo</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Cantidad</b>
Pulpa de café descompuesto	250	250	250
Guano de isla	100	150	150
Sulfato de K	-	20	20
Ulexita	3	5	5
Fecha de aplicación: Junio del 2012			
<b>Segunda Aplicación (g/planta)</b>			
<b>Fertilizante</b>	<b>30 cm</b>	<b>60 cm</b>	<b>90 cm</b>
<b>Insumo</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Cantidad</b>
Pulpa de café descompuesto	150	150	150
Guano de isla	75	100	100
Sulpomag	10	20	20
Sulfato de K	5	10	10
Fecha de aplicación: Setiembre a Octubre del 2012			
<b>Tercera Aplicación (g/planta)</b>			
<b>Fertilizante</b>	<b>30 cm</b>	<b>60 cm</b>	<b>90 cm</b>
<b>Insumo</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Cantidad</b>
Guano de isla	75	100	100
Sulpomag	10	20	20
Sulfato de K	5	10	10
Fecha de aplicación: Un mes antes de la cosecha – 2013			

**ANEXO 4.** Programa de fertilización para el ensayo de poda con café var. Caturra Roja en plantaciones de 8 años de edad.

<b>Programa de fertilización para café de 8 años de edad</b>			
<b>Primera Aplicación (g/planta)</b>			
<b>Fertilizante</b>	<b>30 cm</b>	<b>60 cm</b>	<b>90 cm</b>
<b>Insumo</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Cantidad</b>
Roca fosfatada	30	30	30
Dolomita molida	60	60	60
Fecha de aplicación: Junio del 2012			
<b>Segunda Aplicación (g/planta)</b>			
<b>Fertilizante</b>	<b>30 cm</b>	<b>60 cm</b>	<b>90 cm</b>
<b>Insumo</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Cantidad</b>
Compost	250	250	250
Molimax café	40	65	65
Fecha de aplicación: Julio – inicio agosto 2012			
<b>Tercera Aplicación (g/planta)</b>			
<b>Fertilizante</b>	<b>30 cm</b>	<b>60 cm</b>	<b>90 cm</b>
<b>Insumo</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Cantidad</b>
Compost	250	250	250
Molimax café	40	65	65
Fecha de aplicación: Noviembre del 2012			
<b>Cuarta Aplicación (g/planta)</b>			
<b>Fertilizante</b>	<b>30 cm</b>	<b>60 cm</b>	<b>90 cm</b>
<b>Insumo</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Cantidad</b>
Molimax café	40	65	65
Fecha de aplicación: Un mes antes de la cosecha – 2013			

**ANEXO 5.** Programa de fertilización para el ensayo de poda con café var. Caturra Roja en plantaciones de 10 años de edad.

<b>Programa de fertilización para café de 10 años</b>			
<b>Primera Aplicación (g/planta)</b>			
<b>Fertilizante</b>	<b>30 cm</b>	<b>60 cm</b>	<b>90 cm</b>
<b>Insumo</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Cantidad</b>
Roca fosfatada	40	40	40
Dolomita molida	120	120	120
Fecha de aplicación: Junio del 2012			
<b>Segunda Aplicación (g/planta)</b>			
<b>Fertilizante</b>	<b>30 cm</b>	<b>60 cm</b>	<b>90 cm</b>
<b>Insumo</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Cantidad</b>
Compost	125	125	125
Molimax café	40	60	60
Fecha de aplicación: Julio – inicio agosto 2012			
<b>Tercera Aplicación (g/planta)</b>			
<b>Fertilizante</b>	<b>30 cm</b>	<b>60 cm</b>	<b>90 cm</b>
<b>Insumo</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Cantidad</b>
Compost	125	125	125
Molimax café	40	60	60
Fecha de aplicación: Noviembre del 2012			
<b>Cuarta Aplicación (g/planta)</b>			
<b>Fertilizante</b>	<b>30 cm</b>	<b>60 cm</b>	<b>90 cm</b>
<b>Insumo</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Cantidad</b>
Molimax café	40	60	60
Fecha de aplicación: Un mes antes de la cosecha – 2013			

**ANEXO 6.** Formato de encuesta para estudiar la sustentabilidad de la poda en el cultivo de café en Villa Rica.

<b><u>ENCUESTA SOBRE SUSTENTABILIDAD DE LA PODA EN CAFÉ</u></b>	
<b>Nombres y Apellidos:</b>	
<b>DNI:</b>	<b>Localidad:</b>
<b>Pregunta 1.- Usted hace la poda en su cafetal.</b>	
A.- Si	
B.- No	
<b>Pregunta 2.- Porque, <u>NO hace poda</u> en su cafetal.</b>	
A.- Daña la planta.	
B.- Es muy costoso.	
C.- Es muy trabajoso.	
<b>Pregunta 3.- Porque, <u>SI hace poda</u> en su cafetal.</b>	
A.- Aumenta la cosecha y tengo más ingresos.	
B.- Disminuye la incidencia de plagas y enfermedades.	
C.- No lo sé, pero es obligatoria.	
<b>Pregunta 4.- <u>SI hace poda</u>, que hace con los restos de la poda.</b>	
A.- Lo saca del campo y lo elimina.	
B. - Lo deja en el campo, porque es costoso y trabajoso sacarlo.	
C.- Lo deja en el campo, porque aporta nutrientes al suelo.	

**ANEXO 7.** Relación de productores que participaron en la encuesta.

<b>N°</b>	<b>Apellidos y nombres</b>	<b>DNI</b>	<b>Localidad</b>
1	Abel Espíritu, Juan Tiberio	45184927	CC. NN. Milagros
2	Abel Espíritu, Jhon Marcos	44476755	CC. NN. Milagros
3	Abel Cruz, Francisco	04317005	CC. NN. Milagros
4	Aguilar Velasque, Simeon	04350678	Palomar
5	Alarcón Flores, Rafael Julián	41017258	CC. NN. Milagros
6	Alfaro Bautista, Ernestino	14329206	Alto Eneñas
7	Aliaga Resalvin, Nancy	04352443	El Oconal
8	Álvarez Aybar, Ana Luz	04315851	Alto Eneñas
9	Álvarez Aybar, Elvira Margarita	04319505	Alto Eneñas
10	Amorin Cartolini, Zaida Ruth	04329231	Ubiriki
11	Ancco Barrial, Soledad Virginia	40948295	El Milagro
12	Andia Flores, Raymundo	04316154	Palomar
13	Andia Lazo, Cayo Victoriano	04351705	Alto Oconal
14	Andia Olivares, Manuel	72612192	Palomar
15	Andia Salazar, Juana Cristina	04323250	Eneñas
16	Andrade Sulca, Mario	04319006	El Oconal
17	Aponte Totos, Paulina	23667866	Alto Entaz
18	Aranda Verde, Fidelia	04352037	Oyon
19	Aranda Verde, Enma	04316616	El Oconal
20	Arbocco Barriga, Mour	04323127	La Limeña
21	Arroyo Cardenas, Hector	40340329	Alto Churumazú
22	Arroyo Cardenas, Hector	04351126	Alto Churumazú
23	Antezana Cesar, Luis Alberto	04328917	Cacazú
24	Ascencio Lazaro, Abel	04317390	CC. NN. Bilingüe
25	Ascencio Lazaro, José Antonio	04322818	CC. NN. Bilingüe
26	Avendaño Alarcon, Rosendo	04330376	Canal de Piedra
27	Avendaño De Moscoso, Candelaria	20558602	Entaz
28	Barrial Huamán, Bertha Matilde	07264801	Cacazú
29	Bernaola Cuadros, Alfonso Aldo	04319999	Cedro Pampa
30	Bernaola Yoban, Dino	06441528	Yezú
31	Bernaola Muller, Dagomar	06753902	CC. NN. Maime
32	Borda Diaz, Francisco	04316937	Eneñas
33	Boza Ccoicca, Rodrigo	04318014	Eneñas
34	Bullon Lobo, Kelly Mordely	46889324	Puente Paucartambo

”...continuación”

<b>N°</b>	<b>Apellidos y nombres</b>	<b>DNI</b>	<b>Localidad</b>
35	Cabrera De Leguia, Vicenta	04317247	Cedro Pampa
36	Campos Rodas, Jenny	04352312	El Oconal
37	Campos Santos, Medalit Miriam	45609320	Pampa Encantada
38	Cardenas Verde, Edmundo Fermin	04318952	Eneñas
39	Cardenas Verde, Arcenio Macario	04319875	Alto Eneñas
40	Casafranca Cáceres, Roberto	04323878	Palomar
41	Castañeda Quezada, Nohelia Isabel	46145003	Pampa Encantada
42	Castañeda Sotos, Aide Maruja	04323750	Canal de Piedra
43	Castañeda Vargas, Antenor	10167391	Palomar
44	Castro Zuñiga, Victor Juan	04350613	Entaz
45	Ccoica Condori, Andres Sosimo	20565481	Pampa Encantada
46	Centeno Avendaño, Hector	04329450	Canal de Piedra
47	Chipana Ventura, Grabiell	04329043	CC. NN. Milagros
48	Chipana Quispe, Marcelino	04330142	El Oconal
49	Chirinos Perez, Oscar Ricardo	09114769	Cedro Pampa
50	Colina Entazú, Pablo	04315985	CC. NN. Milagros
51	Colorado Grijalba, Luis Benito	04352107	Pampa Encantada
52	Condori Mamani, Juan De Dios	04317626	CC. NN. Ñagazu
53	Cruz Lujan, Oscar	10631559	Eneñas
54	Cuadros Gaspar, Janeth	42440822	CC. NN. Ñagazú
55	Cusi Alarcón, Ismael	44328337	Mellizos
56	Cusi Alarcón, Juan Antonio	04351253	Mellizos
57	Cusi Huamán, Octavio	04317924	Yezú
58	Cusi Paragua, Cirilo	04351096	Yezú
59	Domínguez Casanto, Guillermo	04309528	CC. NN. Ñagazú
60	Duran Aldana, Maribel	20741798	Pampa Encantada
61	Duran Aldana, Gilver Isidro	04329509	Pampa Encantada
62	Duran Aldana, Javier Amadeo	04313680	Pampa Encantada
63	Duran Aldana, Mónica Magdalena	20571326	Pampa Encantada
64	Duran Ricaldi, Amadeo	23559472	Pampa Encantada
65	Duran Ricaldi, Lidia	20535881	Pampa Encantada
66	Escobal Dumas, Delia	20522189	Ñagazú
67	Espilco Quispe, Simón	04319231	Villa Rica

”...continuación”

<b>N°</b>	<b>Apellidos y nombres</b>	<b>DNI</b>	<b>Localidad</b>
68	Emilio Lichan, Juan	07788804	Bocaz
69	Escarzo Orderes, Arnulfo	043296603	Pampa Encantada
70	Espilco Vda. De Vasquez	25744357	Villa Rica
71	Espinoza Loyola, Juan Carlos	04329608	Santa Herminia
72	Estrada Santivañez, Juan Aladino	04322864	Eneñas
73	Estrada Santivañez, Mafalda	04319336	Eneñas
74	Estrella Poma, David	20524304	Santa Elena
75	Flores Domínguez, Leo Tabita	72612192	Palomar
76	Gamboa Llerena, Eduardo	07196969	Eneñas
77	Gallardo Flores, Pelayo	04315679	El Oconal
78	Gallo Álvarez, Paúl Daniel	18199572	Eneñas
79	Garrido Mansilla, Yanina	40453429	El Oconal
80	Gaspar De López, Rosa	04318789	CC. NN. Maime
81	Gaspar Sebastián, Elsa Felicia	20585963	CC. NN. Ñagazú
82	Gonzales Buleje, Teofilo	04319147	Canal de Piedra
83	Gonzales De Loaiza, Epifania	04316065	Alto Yurinaki
84	Guillermo Suarez, Jorge	43468012	CC. NN. Milagros
85	Guisado Palomino, Nemecio	04317684	Palomar
86	Guisado Salazar, Maura	04329229	Alto Entaz
87	Gutiérrez Andia, Jorge	04316151	Santa Herminia
88	Gutiérrez Chipana, Leyda Amelia	40978606	Palomar
89	Heindirnger De Mooli, Ana Lida	04319032	Santa Herminia
90	Hidalgo Huertas, Noe	24987396	Centro Unión
91	Huacachi Rojas, Martha Jesusa	40168609	Pampa Encantada
92	Huamán Lapa, Julian	04350726	CC. NN. Ñagazú
93	Huamán Navarro, Alfonso	04352341	Cacazú
94	Huamán Quispe, Rafael	20567660	CC. NN. Milagros
95	Huamán Samora, Ignacio	0436846	Palomar
96	Huaranga Rafael, Luz Marlene	04330287	El Oconal
97	Huaranga Rafael, Luis Cesar	20595354	San José
98	Hurtado Duran, Reynaldo	41829493	Pampa Encantada
99	Laura Villar, Flavio Juan	91885336	Pampa Encantada
100	Martínez Ascencio, Antonio	04351610	CC. NN. Bilingüe

**ANEXO 8.** Análisis de varianza combinado para número de brotes en ensayo de poda con plantaciones de café var. Caturra Roja de 6, 8 y 10 años de edad, transformación  $\sqrt{X}$ .

<b>Fuentes de variación</b>	<b>G.L.</b>	<b>S.C.</b>	<b>C.M.</b>	<b>F-Valor</b>	<b>Pr &gt; F</b>	<b>Sign.</b>
Edad (E)	2	2.120	1.060	28.27	0.0001	**
Repeticiones	9	0.337	0.037	0.99	0.4607	n.s.
Altura (A)	2	1.048	0.524	13.85	<.0001	**
Fertilización (F)	1	0.001	0.001	0.02	0.9005	n.s.
A x F	2	0.008	0.004	0.11	0.8951	n.s.
E x A	4	0.249	0.062	1.65	0.1793	n.s.
E x F	2	0.003	0.002	0.04	0.9611	n.s.
E x A x F	4	0.014	0.004	0.09	0.9837	n.s.
Error conjunto	45	1.702	0.038			
Total	71	5.484				
C.V. (%)	9.074					
Promedio	2.144					

\* Significación al 0.05 de probabilidad

\*\* Significación al 0.01 de probabilidad

**ANEXO 9.** Análisis de varianza combinado para la longitud de brotes en ensayo de poda con plantaciones de café var. Caturra Roja de 6, 8 y 10 años de edad, transformación  $\sqrt{X}$ .

<b>Fuentes de variación</b>	<b>G.L.</b>	<b>S.C.</b>	<b>C.M.</b>	<b>F-Valor</b>	<b>Pr &gt; F</b>	<b>Sign.</b>
Edad (E)	2	132.441	66.220	19.56	0.0005	**
Repeticiones	9	30.470	3.386	1.07	0.4046	n.s.
Altura (A)	2	126.545	63.273	19.95	<.0001	**
Fertilización (F)	1	0.002	0.001	0.00	0.9825	n.s.
A x F	2	0.029	0.014	0.00	0.9955	n.s.
E x A	4	31.011	7.753	2.44	0.0601	n.s.
E x F	2	0.077	0.039	0.01	0.9879	n.s.
E x A x F	4	0.914	0.228	0.07	0.9902	n.s.
Error conjunto	45	142.712	3.171			
Total	71	464.200				
C.V. (%)	13.777					
Promedio	12.926					

\* Significación al 0.05 de probabilidad

\*\* Significación al 0.01 de probabilidad

**ANEXO 10.** Análisis de varianza combinado para el diámetro de brotes en ensayo de poda con plantaciones de café var. Caturra Roja de 6, 8 y 10 años de edad, transformación  $\sqrt{X}$ .

<b>Fuentes de variación</b>	<b>G.L.</b>	<b>S.C.</b>	<b>C.M.</b>	<b>F-Valor</b>	<b>Pr &gt; F</b>	<b>Sign.</b>
Edad (E)	2	1.687	0.843	24.09	0.0002	**
Repeticiones	9	0.315	0.035	0.95	0.4929	n.s.
Altura (A)	2	0.629	0.315	8.54	0.0007	**
Fertilización (F)	1	0.011	0.011	0.30	0.5841	n.s.
A x F	2	0.006	0.003	0.08	0.9198	n.s.
E x A	4	0.153	0.038	1.04	0.3991	n.s.
E x F	2	0.001	0.000	0.01	0.9887	n.s.
E x A x F	4	0.002	0.000	0.01	0.9996	n.s.
Error conjunto	45	1.658	0.037			
Total	71	4.462				
C.V. (%)	19.078					
Promedio	1.006					

\* Significación al 0.05 de probabilidad

\*\* Significación al 0.01 de probabilidad

**ANEXO 11.** Análisis de varianza combinado para número de ramas productivas en ensayo de poda con plantaciones de café var. Caturra Roja de 6, 8 y 10 años de edad, transformación  $\sqrt{X}$ .

<b>Fuentes de variación</b>	<b>G.L.</b>	<b>S.C.</b>	<b>C.M.</b>	<b>F-Valor</b>	<b>Pr &gt; F</b>	<b>Sign.</b>
Edad (E)	2	0.246	0.123	1.83	0.2160	n.s.
Repeticiones	9	0.607	0.067	0.58	0.8030	n.s.
Altura (A)	2	3.325	1.663	14.40	<.0001	**
Fertilización (F)	1	0.503	0.503	4.36	0.0425	*
A x F	2	0.019	0.010	0.08	0.9197	n.s.
E x A	4	0.987	0.247	2.14	0.0917	n.s.
E x F	2	0.028	0.014	0.12	0.8863	n.s.
E x A x F	4	0.289	0.072	0.63	0.6467	n.s.
Error conjunto	45	5.195	0.115			
Total	71	11.200				
C.V. (%)	10.687					
Promedio	3.179					

\* Significación al 0.05 de probabilidad

\*\* Significación al 0.01 de probabilidad

**ANEXO 12.** Análisis de varianza combinado para número de nudos productivos en ensayo de poda con plantaciones de café var. Caturra Roja de 6, 8 y 10 años de edad, transformación  $\sqrt{X}$ .

<b>Fuentes de variación</b>	<b>G.L.</b>	<b>S.C.</b>	<b>C.M.</b>	<b>F-Valor</b>	<b>Pr &gt; F</b>	<b>Sign.</b>
Edad (E)	2	0.189	0.095	2.62	0.1269	n.s.
Repeticiones	9	0.325	0.036	1.51	0.1723	n.s.
Altura (A)	2	0.520	0.230	10.86	0.0001	**
Fertilización (F)	1	1.009	1.009	42.16	<.0001	**
A x F	2	0.014	0.007	0.28	0.7552	n.s.
E x A	4	0.025	0.006	0.26	0.9005	n.s.
E x F	2	0.009	0.004	0.18	0.8377	n.s.
E x A x F	4	0.011	0.003	0.12	0.9751	n.s.
Error conjunto	45	1.077	0.024			
Total	71	3.179				
C.V. (%)	6.696					
Promedio	2.310					

\* Significación al 0.05 de probabilidad

\*\* Significación al 0.01 de probabilidad

**ANEXO 13.** Análisis de varianza combinado para número de flores en ensayo de poda con plantaciones de café var. Caturra Roja de 6, 8 y 10 años de edad, transformación  $\sqrt{X}$ .

<b>Fuentes de variación</b>	<b>G.L.</b>	<b>S.C.</b>	<b>C.M.</b>	<b>F-Valor</b>	<b>Pr &gt; F</b>	<b>Sign.</b>
Edad (E)	2	2.176	1.088	21.44	0.0004	**
Repeticiones	9	0.457	0.051	0.21	0.9910	n.s.
Altura (A)	2	1.226	0.613	2.58	0.0868	n.s.
Fertilización (F)	1	15.865	15.866	66.83	<.0001	**
A x F	2	0.002	0.001	0.00	0.9951	n.s.
E x A	4	1.764	0.441	1.86	0.1345	n.s.
E x F	2	0.019	0.009	0.04	0.9610	n.s.
E x A x F	4	0.340	0.084	0.36	0.8372	n.s.
Error conjunto	45	10.683	0.237			
Total	71	32.532				
C.V. (%)	4.868					
Promedio	10.009					

\* Significación al 0.05 de probabilidad

\*\* Significación al 0.01 de probabilidad

**ANEXO 14.** Análisis de varianza combinado para número de frutos en ensayo de poda con plantaciones de café var. Caturra Roja de 6, 8 y 10 años de edad, transformación  $\sqrt{X}$ .

<b>Fuentes de variación</b>	<b>G.L.</b>	<b>S.C.</b>	<b>C.M.</b>	<b>F-Valor</b>	<b>Pr &gt; F</b>	<b>Sign.</b>
Edad (E)	2	2.290	1.145	38.24	<.0001	**
Repeticiones	9	0.269	0.030	0.37	0.9442	n.s.
Altura (A)	2	1.164	0.582	7.16	0.0020	**
Fertilización (F)	1	8.042	8.042	98.98	<.0001	**
A x F	2	0.105	0.052	0.65	0.5293	n.s.
E x A	4	1.160	0.290	3.57	0.0130	*
E x F	2	0.213	0.106	1.31	0.2800	n.s.
E x A x F	4	0.186	0.047	0.57	0.6830	n.s.
Error conjunto	45	3.656	0.081			
Total	71	17.085				
C.V. (%)	4.318					
Promedio	6.601					

\* Significación al 0.05 de probabilidad

\*\* Significación al 0.01 de probabilidad

**ANEXO 15.** Análisis de varianza combinado para el peso de frutos en ensayo de poda con plantaciones de café var. Caturra Roja de 6, 8 y 10 años de edad, transformación  $\sqrt{X}$ .

<b>Fuentes de variación</b>	<b>G.L.</b>	<b>S.C.</b>	<b>C.M.</b>	<b>F-Valor</b>	<b>Pr &gt; F</b>	<b>Sign.</b>
Edad (E)	2	1520.253	760.127	27.04	0.0002	**
Repeticiones	9	252.982	28.109	0.42	0.9203	n.s.
Altura (A)	2	517.055	258.528	3.82	0.0294	*
Fertilización (F)	1	5712.629	5712.629	84.36	<.0001	**
A x F	2	98.838	49.419	0.73	0.4876	n.s.
E x A	4	802.417	200.604	2.96	0.0296	*
E x F	2	309.262	154.631	2.28	0.1136	n.s.
E x A x F	4	165.330	41.333	0.61	0.6573	n.s.
Error conjunto	45	3047.343	67.719			
Total	71	12426.110				
C.V. (%)	9.849					
Promedio	83.556					

\* Significación al 0.05 de probabilidad

\*\* Significación al 0.01 de probabilidad

**ANEXO 16.** Análisis de varianza combinado para el rendimiento en ensayo de poda con plantaciones de café var. Caturra Roja de 6, 8 y 10 años de edad, transformación  $\sqrt{X}$ .

<b>Fuentes de variación</b>	<b>G.L.</b>	<b>S.C.</b>	<b>C.M.</b>	<b>F-Valor</b>	<b>Pr &gt; F</b>	<b>Sign.</b>
Edad (E)	2	79893.52 8	39946.764	0.78	0.4856	n.s.
Repeticiones	9	458755.8 24	50972.870	1.39	0.2211	n.s.
Altura (A)	2	22144.83 7	11072.419	0.30	0.7409	n.s.
Fertilización (F)	1	484344.5 04	484344.504	13.21	0.0007	**
A x F	2	1853.940	926.970	0.03	0.9751	n.s.
E x A	4	13942.49 5	3485.624	0.10	0.9835	n.s.
E x F	2	9928.051	4964.025	0.14	0.8738	n.s.
E x A x F	4	4879.701	1219.925	0.03	0.9978	n.s.
Error conjunto	45	1650228. 991	36671.755			
Total	71	2725971. 870				
C.V. (%)	24.158					
Promedio	792.703					

\* Significación al 0.05 de probabilidad

\*\* Significación al 0.01 de probabilidad

**ANEXO 17.** Análisis de varianza combinado para la longitud de brotes a los doce meses en ensayo de poda con plantaciones de café var. Caturra Roja de 6, 8 y 10 años de edad, transformación  $\sqrt{X}$ .

<b>Fuentes de variación</b>	<b>G.L.</b>	<b>S.C.</b>	<b>C.M.</b>	<b>F-Valor</b>	<b>Pr &gt; F</b>	<b>Sign.</b>
Edad (E)	2	1578.101	789.051	17.71	0.0008	**
Repeticiones	9	400.902	44.545	1.13	0.3606	n.s.
Altura (A)	2	38.799	19.400	0.49	0.6139	n.s.
Fertilización (F)	1	260.689	260.689	6.63	0.0134	*
A x F	2	8.361	4.180	0.11	0.8994	n.s.
E x A	4	224.772	56.193	1.43	0.2400	n.s.
E x F	2	4.780	2.390	0.06	0.9411	n.s.
E x A x F	4	20.526	5.132	0.13	0.9705	
Error conjunto	45	1769.915	39.331			
Total	71	4306.843				
C.V. (%)	12.170					
Promedio	51.532					

\* Significación al 0.05 de probabilidad

\*\* Significación al 0.01 de probabilidad

**ANEXO 18.** Análisis de varianza combinado para el diámetro de brotes a los doce meses en ensayo de poda con plantaciones de café var. Caturra Roja de 6, 8 y 10 años de edad, transformación  $\sqrt{X}$ .

<b>Fuentes de variación</b>	<b>G.L.</b>	<b>S.C.</b>	<b>C.M.</b>	<b>F-Valor</b>	<b>Pr &gt; F</b>	<b>Sign.</b>
Edad (E)	2	0.071	0.035	3.43	0.0780	n.s.
Repeticiones	9	0.093	0.010	0.48	0.8789	n.s.
Altura (A)	2	0.087	0.044	2.04	0.1424	n.s.
Fertilización (F)	1	0.211	0.211	9.87	0.0030	**
A x F	2	0.037	0.018	0.86	0.4293	n.s.
E x A	4	0.049	0.012	0.58	0.6802	n.s.
E x F	2	0.005	0.003	0.12	0.884	n.s.
E x A x F	4	0.014	0.003	0.16	0.9565	n.s.
Error conjunto	45	0.964	0.021			
Total	71	1.532				
C.V. (%)	11.896					
Promedio	1.230					

\* Significación al 0.05 de probabilidad

\*\* Significación al 0.01 de probabilidad

**ANEXO 19.** Análisis de varianza combinado para la incidencia de roya en ensayo de poda con plantaciones de café var. Caturra Roja de 6, 8 y 10 años de edad, transformación  $\sqrt{X}$ .

<b>Fuentes de variación</b>	<b>G.L.</b>	<b>S.C.</b>	<b>C.M.</b>	<b>F-Valor</b>	<b>Pr &gt; F</b>	<b>Sign.</b>
Edad (E)	2	0.914	0.457	5.40	0.0288	*
Repeticiones	9	0.762	0.085	1.25	0.2886	n.s.
Altura (A)	2	0.205	0.102	1.51	0.2314	n.s.
Fertilización (F)	1	4.677	4.677	69.17	<.0001	**
A x F	2	0.231	0.116	1.71	0.1926	n.s.
E x A	4	0.387	0.097	1.43	0.2392	n.s.
E x F	2	0.341	0.171	2.53	0.0913	n.s.
E x A x F	4	1.122	0.030	0.45	0.7722	n.s.
Error conjunto	45	3.043	0.068			
Total	71	10.683				
C.V. (%)	10.827					
Promedio	2.402					

\* Significación al 0.05 de probabilidad

\*\* Significación al 0.01 de probabilidad

**ANEXO 20.** Análisis de varianza combinado para la incidencia de ojo de pollo en ensayo de poda con plantaciones de café var. Caturra Roja de 6, 8 y 10 años de edad, transformación  $\sqrt{X}$ .

<b>Fuentes de variación</b>	<b>G.L.</b>	<b>S.C.</b>	<b>C.M.</b>	<b>F-Valor</b>	<b>Pr &gt; F</b>	<b>Sign.</b>
Edad (E)	2	0.103	0.051	0.20	0.820	n.s.
Repeticiones	9	2.281	0.253	1.44	0.2015	n.s.
Altura (A)	2	0.279	0.139	0.79	0.4589	n.s.
Fertilización (F)	1	2.826	2.826	16.02	0.0002	**
A x F	2	0.601	0.300	1.70	0.1933	n.s.
E x A	4	0.372	0.093	0.53	0.7162	n.s.
E x F	2	0.696	0.347	1.97	0.1510	n.s.
E x A x F	4	0.089	0.022	0.13	0.9718	n.s.
Error conjunto	45	7.939	0.176			
Total	71	15.189				
C.V. (%)	25.068					
Promedio	1.67					

\* Significación al 0.05 de probabilidad

\*\* Significación al 0.01 de probabilidad

**ANEXO 21.** Costo de una poda de renovación en plantaciones de café.

<b>ACTIVIDAD/RUBROS</b>	<b>UNIDAD DE MEDIDA</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO UNITARIO S/.</b>	<b>COSTO TOTAL S/.</b>
<b>A. COSTOS DIRECTOS</b>				<b>4,125.78</b>
<b>1. Mano de Obra</b>				<b>2,050.00</b>
Poda	Jornal	10	30.00	300.00
Desbrote (3 v)	Jornal	8	30.00	240.00
Deshierbo Manual (3 v)	Jornal	12	30.00	360.00
Fertilización	Jornal	4	30.00	120.00
Control fitosanitario	Jornal	2	30.00	60.00
Análisis de suelo	Unidad	1	130.00	130.00
Cosecha	Jornal	20	30.00	600.00
Beneficio	Jornal	6	30.00	180.00
Ensacado	Jornal	2	30.00	60.00
<b>2. Insumos</b>				<b>1,582.00</b>
Roca Fosfórica	Saco	4	37.00	148.00
Dolomita	Saco	6	27.00	162.00
Molimax café	Saco	12	106.00	1,272.00
<b>3. Herramientas</b>				<b>390.00</b>
Tijera	Unidad	3	18.00	54.00
Serrucho	Unidad	10	25.00	250.00
Machete	Unidad	2	16.00	32.00
Lima	Unidad	2	12.00	24.00
Costales	Unidad	10	3.00	30.00
<b>4. Transporte</b>				<b>103.78</b>
Cosecha (flete)	Kilos	1,037.76	0.10	103.78
<b>B. COSTOS INDIRECTOS</b>				<b>412.58</b>
1. Imprevistos 10% C.D				412.58
<b>TOTAL COSTOS DE RENOVACION</b>				<b>4,538.35</b>

**ANEXO 22.** Costo de producción de una plantación nueva de café (Instalación).

ACTIVIDADES	COEFICIENTES TECNICOS				
	JORNALES	Kg	UNIDAD	VALOR UNITARIO S/.	VALOR TOTAL S/.
<b>1. PREPARACION DE TERRENO</b>					
1.1 Rozo y tumba selectiva	20			30.00	600
1.2 Limpieza de troncos y ramas	8			30.00	240
<b>SUB TOTAL</b>	<b>28</b>	<b>0</b>	<b>0</b>		<b>840</b>
<b>2. SUSTRATO</b>					
2.1 Preparación de sustrato	4			30.00	120
2.2 compra de bolsas			5000	0.05	250
2.3 llenado de bolsas	2			30.00	60
<b>SUB TOTAL</b>	<b>6</b>	<b>0</b>	<b>5000</b>		<b>430</b>
<b>3. PESTICIDAS</b>					
3.1 Para vivero	10			30.00	300
		6		30.00	180
3.2 Para plantación definitiva		6		30.00	180
<b>SUB TOTAL</b>	<b>10</b>	<b>12</b>	<b>0</b>		<b>660</b>
<b>4. SIEMBRA TEMPORAL Y PERMANENTE</b>					
4.1 Hijuelos de plátanos			625	0.80	500
4.2 Plantones de paca			100	0.60	60
<b>SUB TOTAL</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>725</b>		<b>560</b>
<b>5. PLANTACION TERRENO DEFINITIVO</b>					
5.1 Alineamiento y poceo	12			30.00	360
5.2 Plantac. Sombra temp.	4			30.00	120
5.3 Plantac. Sombra permn.	6			30.00	180
<b>SUB TOTAL</b>	<b>22</b>	<b>0</b>	<b>0</b>		<b>660</b>
<b>6. ABONAMIENTO</b>					
6.1 Roca fosfórica		800		0.75	600
6.2 Sulfato de potasio		340		2.50	850
6.3 Guano de isla		600		1.30	780
<b>SUB TOTAL</b>	<b>0</b>	<b>1740</b>	<b>0</b>		<b>2230</b>
7.1 Deshierbos	18			30.00	540
7.2 Tratamiento fitosanitario	6			30.00	180
<b>SUB TOTAL</b>	<b>24</b>	<b>0</b>	<b>0</b>		<b>720</b>
<b>B). COSTOS INDIRECTOS</b>					<b>915</b>
<b>B.1 Gastos administrativos (5% CD) y costos financieros</b>					<b>915</b>
<b>COSTO TOTAL DE PRODUCCION</b>					<b>7015</b>

**ANEXO 23.** Costo de producción de una plantación nueva de café (Mantenimiento).

<b>ACTIVIDAD/RUBROS</b>	<b>UNIDAD DE MEDIDA</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO UNITARIO S/.</b>	<b>COSTO TOTAL S/.</b>
<b>A. COSTOS DIRECTOS</b>				<b>3,144.00</b>
<b>1. Mano de Obra</b>				<b>1,320.00</b>
Deshierbo Manual (3 v)	Jornal	24	30.00	720.00
Abonamiento	Jornal	8	30.00	240.00
Podas sanitarias	Jornal	8	30.00	240.00
Control fitosanitario	Jornal	4	30.00	120.00
<b>2. Insumos</b>				<b>1,678.00</b>
Guano de Isla	Saco	10	63.00	630.00
Roca Fosforica	Saco	4	37.00	148.00
Sulfato de Potasio	Saco	6	120.00	720.00
Caldos minerales	Kilos	12	15.00	180.00
<b>3. Herramientas</b>				<b>91.00</b>
Tijera	Unidad	1	18.00	18.00
Serrucho	Unidad	1	25.00	25.00
Machete	Unidad	3	16.00	48.00
<b>4. Transporte</b>				<b>55.00</b>
Cosecha (flete)	Kilos	550	0.10	55.00
<b>B. COSTOS INDIRECTOS</b>				<b>314.40</b>
1. Imprevistos 10% C.D				314.40
<b>TOTAL COSTOS DE MANTENIMIENTO</b>				<b>3,458.40</b>

**ANEXO 24.** Resumen del análisis de varianza para el número, longitud y diámetro de los brotes a los 3 meses en ensayo de poda con plantaciones de café var. Caturra Roja de 6 años de edad (transformación  $\sqrt{x}$ ).

Fuentes de variación	G.L.	Cuadrados Medios		
		Nº de brotes	Longitud de brotes	Diámetro de brotes
Repeticiones	3	0.050 n.s.	1.512 n.s.	0.017 n.s.
Altura (A)	2	0.082 n.s.	57.934 **	0.292 **
Fertilización (F)	1	0.001 n.s.	0.018 n.s.	0.007 n.s.
AF	2	0.000 n.s.	0.310 n.s.	0.002 n.s.
Error	15	0.026	2.913 n.s.	0.045 n.s.
Total	23			
C.V. (%)		6.725	11.570	17.388
Promedio		2.386	14.750	1.222

Nota: Un asterisco (\*), significación al 0.05 de probabilidad y doble asterisco (\*\*), significación al 0.01 de probabilidad.

**ANEXO 25.** Resumen del análisis de varianza para el número de ramas productivas, nudos productivos y flores en ensayo de poda con plantaciones de café var. Caturra Roja de 6 años de edad (transformación  $\sqrt{x}$ ).

Fuentes de variación	G.L.	Cuadrados Medios		
		Nº de ramas productivas	Nº de nudos productivos	Nº de flores
Repeticiones	3	0.133 n.s.	0.047 n.s.	0.062 n.s.
Altura (A)	2	0.229 n.s.	0.060 n.s.	0.350 n.s.
Fertilización (F)	1	0.240 n.s.	0.414 **	4.884 **
AF	2	0.127 n.s.	0.007 n.s.	0.010 n.s.
Error	15	0.186 n.s.	0.033	0.348
Total				
C.V. (%)		13.292	8.064	6.030
Promedio		3.248	2.244	9.790

Nota: Un asterisco (\*), significación al 0.05 de probabilidad y doble asterisco (\*\*), significación al 0.01 de probabilidad.

**ANEXO 26.** Resumen del análisis de varianza para el número de frutos, peso de frutos y rendimiento en ensayo de poda con plantaciones de café var. Caturra Roja de 6 años de edad (transformación  $\sqrt{x}$ ).

Fuentes de variación	G.L.	Cuadrados Medios		
		Nº de frutos	Peso de frutos	Rendimiento
Repeticiones	3	0.038 n.s.	50.529 n.s.	33568.758 n.s.
Altura (A)	2	0.321 n.s.	130.050 n.s.	4044.011 n.s.
Fertilización (F)	1	1.656 **	904.459 *	102701.550 n.s.
AF	2	0.009 n.s.	15.409 n.s.	627.265 n.s.
Error	15	0.171	127.477	52735.656
Total	23			
C.V. (%)		6.498	14.568	30.670
Promedio		6.371	77.499	748.750

Nota: Un asterisco (\*), significación al 0.05 de probabilidad y doble asterisco (\*\*), significación al 0.01 de probabilidad.

**ANEXO 27.** Resumen del análisis de varianza para la incidencia de roya del café y ojo de pollo en ensayo de poda con plantaciones de café var. Caturra Roja de 6 años de edad (transformación  $\sqrt{x}$ ).

Fuentes de variación	G.L.	Cuadrados Medios	
		Roya del café	Ojo de pollo
Repeticiones	3	0.002 n.s.	0.366 n.s.
Altura (A)	2	0.118 n.s.	0.205 n.s.
Fertilización (F)	1	0.638 **	2.551 **
AF	2	0.040 n.s.	0.158 n.s.
Error	15	0.067	0.154
Total	23		
C.V. (%)		10.097	23.264
Promedio		2.561	1.687

Nota: Un asterisco (\*), significación al 0.05 de probabilidad y doble asterisco (\*\*), significación al 0.01 de probabilidad.

**ANEXO 28.** Prueba de Duncan del efecto de la altura de poda en promedio de fertilización para número, longitud y diámetro de brotes a los tres meses en ensayo de poda con plantaciones de café var. Caturra Roja de 6 años de edad.

<b>Altura (cm)</b>	<b>Nro. brotes/planta</b>	<b>Longitud (cm)</b>	<b>Diámetro (mm)</b>
30	5.25 b	12.29 c	10.7 b
60	6.21 a	17.63 a	14.4 a
90	5.71 ab	14.33 b	11.6 b

**ANEXO 29.** Prueba de Duncan del efecto de la altura de poda en promedio de fertilización para número de ramas productivas, nudos productivos y flores en ensayo de poda con plantaciones de café var. Caturra Roja de 6 años de edad.

<b>Altura (cm)</b>	<b>Nro. Ramas productivas</b>	<b>Nro. Nudos</b>	<b>Nro. Flores/planta</b>
30	10.46 b	4.67 a	95.79 a
60	11.88 a	5.46 a	100.58 a
90	9.83 ab	5.13 a	92.54 a

**ANEXO 30.** Prueba de Duncan del efecto de la altura de poda en promedio de fertilización para número de frutos, peso de frutos y rendimiento en ensayo de poda con plantaciones de café var. Caturra Roja de 6 años.

<b>Altura (cm)</b>	<b>Nro. Frutos/planta</b>	<b>Peso de frutos</b>	<b>Rendimiento</b>
30	40.46 a	79.08 a	751.0 a
60	43.50 a	80.50 a	770.0 a
90	38.41 a	72.92 a	725.2 a

**ANEXO 31.** Prueba de Duncan del efecto de la altura de poda en promedio de fertilización para número de incidencia de roya y ojo de pollo en ensayo de poda con plantaciones de café var. Caturra Roja de 6 años.

<b>Altura (cm)</b>	<b>Incidencia de roya</b>	<b>Ojo de gallo</b>
30	6.88 a	2.75 a
60	5.92 a	2.83 a
90	7.13 a	3.79 a

**ANEXO 32.** Prueba de Duncan del efecto de la fertilización en promedio de la altura para número, longitud y diámetro de brotes a los tres meses en ensayo de poda con plantaciones de café var. Caturra Roja de 6 años.

<b>Nivel de fertilización</b>	<b>Nro. brotes/planta</b>	<b>Longitud (cm)</b>	<b>Diámetro (mm)</b>
Con fertilización	5.69 a	60.20 a	1.34 a
Sin fertilización	5.75 a	56.11 a	1.21 a

**ANEXO 33.** Prueba de Duncan del efecto de la fertilización en promedio de la altura para número de ramas productivas, nudos productivos y flores en ensayo de poda con plantaciones de café var. Caturra Roja de 6 años.

<b>Nivel de fertilización</b>	<b>Nro. Ramas productivas</b>	<b>Nudos (cm)</b>	<b>Nro. Flores/planta</b>
Con fertilización	11.33 a	5.67 a	105.06 a
Sin fertilización	10.11 a	4.50 b	87.56 b

**ANEXO 34.** Prueba de Duncan del efecto de la fertilización en promedio de la altura para número de frutos, peso de frutos y rendimiento en ensayo de poda con plantaciones de café var. Caturra Roja de 6 años.

<b>Nivel de fertilización</b>	<b>Nro. Frutos/planta</b>	<b>Peso de frutos</b>	<b>Rendimiento</b>
Con fertilización	44.11 a	83.64 a	814.17 a
Sin fertilización	37.47 b	71.36 b	683.33 a

**ANEXO 35.** Prueba de Duncan del efecto de la fertilización en promedio de la altura para número de incidencia de roya y ojo de pollo en ensayo de poda con plantaciones de café var. Caturra Roja de 6 años.

<b>Nivel de fertilización</b>	<b>Incidencia de roya</b>	<b>Ojo de gallo</b>
Con fertilización	5.81 b	2.03 b
Sin fertilización	7.47 a	4.22 a

**ANEXO 36.** Resumen del análisis de varianza para el número, longitud y diámetro de los brotes a los 3 meses en ensayo de poda con plantaciones de café var. Caturra Roja de 8 años de edad (transformación  $\sqrt{x}$ ).

Fuentes de variación	G.L.	Cuadrados Medios		
		Nº de brotes	Longitud de brotes	Diámetro de brotes
Repeticiones	3	0.011 n.s.	0.858 n.s.	0.014 n.s.
Altura (A)	2	0.092 *	6.698 n.s.	0.027 n.s.
Fertilización (F)	1	0.002 n.s.	0.018 n.s.	0.004 n.s.
AF	2	0.001 n.s.	0.032 n.s.	0.000 n.s.
Error	15	0.016	2.173	0.023
Total	23			
C.V. (%)		6.205	11.766	16.724
Promedio		2.033	12.528	0.912

Nota: Un asterisco (\*), significación al 0.05 de probabilidad y doble asterisco (\*\*), significación al 0.01 de probabilidad.

**ANEXO 37.** Resumen del análisis de varianza para el número de ramas productivas, nudos productivos y flores en ensayo de poda con plantaciones de café var. Caturra Roja de 8 años de edad (transformación  $\sqrt{x}$ ).

Fuentes de variación	G.L.	Cuadrados Medios		
		Nº de ramas productivas	Nº de nudos productivos	Nº de flores
Repeticiones	3	0.033 n.s.	0.056 n.s.	0.014 n.s.
Altura (A)	2	1.484 **	0.117 **	0.388 n.s.
Fertilización (F)	1	0.216 n.s.	0.339 **	5.774 **
AF	2	0.012 n.s.	0.003 n.s.	0.040 n.s.
Error	15	0.082	0.016	0.144
Total				
C.V. (%)		8.979	5.411	3.710
Promedio		3.185	2.369	10.215

Nota: Un asterisco (\*), significación al 0.05 de probabilidad y doble asterisco (\*\*), significación al 0.01 de probabilidad.

**ANEXO 38.** Resumen del análisis de varianza para el número de frutos, peso de frutos y rendimiento en ensayo de poda con plantaciones de café var. Caturra Roja de 8 años de edad (transformación  $\sqrt{x}$ ).

Fuentes de variación	G.L.	Cuadrados Medios		
		Nº de frutos	Peso de frutos	Rendimiento
Repeticiones	3	0.018 n.s.	17.299 n.s.	56509.906 n.s.
Altura (A)	2	0.494 **	410.894 **	7549.980 n.s.
Fertilización (F)	1	2.868 **	2147.080 **	197171.005 n.s.
AF	2	0.028 n.s.	90.884 n.s.	1689.780 n.s.
Error	15	0.046	52.091	46468.527
Total	23			
C.V. (%)		3.141	8.143	25.992
Promedio		6.805	88.625	829.361

Nota: Un asterisco (\*), significación al 0.05 de probabilidad y doble asterisco (\*\*), significación al 0.01 de probabilidad.

**ANEXO 39.** Resumen del análisis de varianza para la incidencia de roya del café y ojo de pollo en ensayo de poda con plantaciones de café var. Caturra Roja de 8 años de edad (transformación  $\sqrt{x}$ ).

Fuentes de variación	G.L.	Cuadrados Medios	
		Roya del café	Ojo de pollo
Repeticiones	3	0.146 n.s.	0.010 n.s.
Altura (A)	2	0.020 n.s.	0.073 n.s.
Fertilización (F)	1	2.594 **	0.182 n.s.
AF	2	0.108 n.s.	0.161 n.s.
Error	15	0.045	0.220
Total	23		
C.V. (%)		9.151	28.899
Promedio		2.313	1.625

Nota: Un asterisco (\*), significación al 0.05 de probabilidad y doble asterisco (\*\*), significación al 0.01 de probabilidad.

**ANEXO 40.** Prueba de Duncan del efecto de la altura de poda en promedio de fertilización para número, longitud y diámetro de brotes a los tres meses en ensayo de poda con plantaciones de café var. Caturra Roja de 8 años.

<b>Altura (cm)</b>	<b>Nro. brotes/planta</b>	<b>Longitud (cm)</b>	<b>Diámetro (mm)</b>
30	3.88 b	12.04 a	0.87 a
60	4.67 a	13.58 a	0.98 a
90	3.92 b	11.96 a	0.89 a

**ANEXO 41.** Prueba de Duncan del efecto de la altura de poda en promedio de fertilización para número de ramas productivas, nudos productivos y flores en ensayo de poda con plantaciones de café var. Caturra Roja de 8 años.

<b>Altura (cm)</b>	<b>Nro. Ramas productivas</b>	<b>Nudos (cm)</b>	<b>Nro. Flores/planta</b>
30	7.67 b	5.12 b	104.92 ab
60	13.08 a	6.25 a	109.17 a
90	10.25 b	5.58 b	100.08 b

**ANEXO 42.** Prueba de Duncan del efecto de la altura de poda en promedio de fertilización para número de frutos, peso de frutos y rendimiento en ensayo de poda con plantaciones de café var. Caturra Roja de 8 años.

<b>Altura (cm)</b>	<b>Nro. Frutos/planta</b>	<b>Peso de frutos</b>	<b>Rendimiento</b>
30	46.46 b	90.79 a	823.8 a
60	49.88 a	94.46 a	862.5 a
90	43.17 c	80.63 b	801.8 a

**ANEXO 43.** Prueba de Duncan del efecto de la altura de poda en promedio de fertilización para número de incidencia de roya y ojo de pollo en ensayo de poda con plantaciones de café var. Caturra Roja de 8 años de edad.

<b>Altura (cm)</b>	<b>Incidencia de roya</b>	<b>Ojo de gallo</b>
30	5.37 a	2.50 a
60	5.79 a	3.17 a
90	5.37 a	2.75 a

**ANEXO 44.** Prueba de Duncan del efecto de la fertilización en promedio de la altura para número, longitud y diámetro de brotes a los tres meses en ensayo de poda con plantaciones de café var. Caturra Roja de 8 años.

<b>Nivel de fertilización</b>	<b>Nro. brotes/planta</b>	<b>Longitud (cm)</b>	<b>Diámetro (mm)</b>
Con fertilización	4.19 a	49.83 a	1.27 a
Sin fertilización	4.11 a	46.75 a	1.18 a

**ANEXO 45.** Prueba de Duncan del efecto de la fertilización en promedio de la altura para número de ramas productivas, nudos productivos y flores en ensayo de poda con plantaciones de café var. Caturra Roja de 8 años de edad.

<b>Nivel de fertilización</b>	<b>Nro. Ramas productivas</b>	<b>Nudos (cm)</b>	<b>Nro. Flores/planta</b>
Con fertilización	10.94 a	6.22 a	114.78 a
Sin fertilización	9.72 a	5.08 b	94.67 b

**ANEXO 46.** Prueba de Duncan del efecto de la fertilización en promedio de la altura para número de frutos, peso de frutos y rendimiento en ensayo de poda con plantaciones de café var. Caturra Roja de 8 años.

<b>Nivel de fertilización</b>	<b>Nro. Frutos/planta</b>	<b>Peso de frutos</b>	<b>Rendimiento</b>
Con fertilización	51.19 a	98.08 a	920.00 a
Sin fertilización	41.81 b	79.17 b	738.72 a

**ANEXO 47.** Prueba de Duncan del efecto de la fertilización en promedio de la altura para número de incidencia de roya y ojo de pollo en ensayo de poda con plantaciones de café var. Caturra Roja de 8 años.

<b>Nivel de fertilización</b>	<b>Incidencia de roya</b>	<b>Ojo de gallo</b>
Con fertilización	3.97 b	2.53 a
Sin fertilización	7.06 a	3.08 a

**ANEXO 48.** Resumen del análisis de varianza para el número, longitud y diámetro de los brotes a los 3 meses en ensayo de poda con plantaciones de café var. Caturra Roja de 10 años de edad (transformación  $\sqrt{x}$ ).

Fuentes de variación	G.L.	Cuadrados Medios		
		Nº de brotes	Longitud de brotes	Diámetro de brotes
Repeticiones	3	0.051 n.s.	7.787 n.s.	0.075 n.s.
Altura (A)	2	0.474 **	14.146 n.s.	0.071 n.s.
Fertilización (F)	1	0.001 n.s.	0.042 n.s.	0.002 n.s.
AF	2	0.011 n.s.	0.129 n.s.	0.002 n.s.
Error	15	0.072	4.429	0.042
Total	23			
C.V. (%)		13.323	18.299	23.201
Promedio		2.012	11.500	0.885

Nota: Un asterisco (\*), significación al 0.05 de probabilidad y doble asterisco (\*\*), significación al 0.01 de probabilidad.

**ANEXO 49.** Resumen del análisis de varianza para el número de ramas productivas, nudos productivos y flores en ensayo de poda con plantaciones de café var. Caturra Roja de 10 años de edad (transformación  $\sqrt{x}$ ).

Fuentes de variación	G.L.	Cuadrados Medios		
		Nº de ramas productivas	Nº de nudos productivos	Nº de flores
Repeticiones	3	0.036 n.s.	0.005 n.s.	0.077 n.s.
Altura (A)	2	0.443 *	0.096 *	0.757 n.s.
Fertilización (F)	1	0.075 n.s.	0.264 **	5.226 **
AF	2	0.015 n.s.	0.003 n.s.	0.121 n.s.
Error	15	0.078	0.023	0.220
Total				
C.V. (%)		9.004	6.489	4.682
Promedio		3.105	2.317	10.021

Nota: Un asterisco (\*), significación al 0.05 de probabilidad y doble asterisco (\*\*), significación al 0.01 de probabilidad.

**ANEXO 50.** Resumen del análisis de varianza para el número de frutos, peso de frutos y rendimiento en ensayo de poda con plantaciones de café var. Caturra Roja de 10 años de edad (transformación  $\sqrt{x}$ ).

Fuentes de variación	G.L.	Cuadrados Medios		
		Nº de frutos	Peso de frutos	Rendimiento
Repeticiones	3	0.033 n.s.	16.499 n.s.	62839.945 **
Altura (A)	2	0.347 **	118.792 *	6449.675 n.s.
Fertilización (F)	1	3.731 **	2970.353 **	194400.000 **
AF	2	0.108 *	25.792 n.s.	1049.775 n.s.
Error	15	0.027	23.588	10811.083
Total	23			
C.V. (%)		2.467	5.745	12.997
Promedio		6.628	84.542	799.999

Nota: Un asterisco (\*), significación al 0.05 de probabilidad y doble asterisco (\*\*), significación al 0.01 de probabilidad.

**ANEXO 51.** Resumen del análisis de varianza para la incidencia de roya del café y ojo de pollo en ensayo de poda con plantaciones de café var. Caturra Roja de 10 años de edad (transformación  $\sqrt{x}$ ).

Fuentes de variación	G.L.	Cuadrados Medios	
		Roya del café	Ojo de pollo
Repeticiones	3	0.106 n.s.	0.384 n.s.
Altura (A)	2	0.158 n.s.	0.047 n.s.
Fertilización (F)	1	1.786 **	0.789 *
AF	2	0.028 n.s.	0.027 n.s.
Error	15	0.091	0.155
Total	23		
C.V. (%)		12.952	22.94
Promedio		2.332	1.715

Nota: Un asterisco (\*), significación al 0.05 de probabilidad y doble asterisco (\*\*), significación al 0.01 de probabilidad.

**ANEXO 52.** Prueba de Duncan del efecto de la altura de poda en promedio de fertilización para número, longitud y diámetro de brotes a los tres meses en ensayo de poda con plantaciones de café var. Caturra Roja de 10 años.

<b>Altura (cm)</b>	<b>Nro. brotes/planta</b>	<b>Longitud (cm)</b>	<b>Diámetro (mm)</b>
30	3.17 b	10.35 b	0.80 a
60	5.17 a	12.96 a	0.99 a
90	4.08 ab	11.19 ab	0.86 a

**ANEXO 53.** Prueba de Duncan del efecto de la altura de poda en promedio de fertilización para número de ramas productivas, nudos productivos y flores en ensayo de poda con plantaciones de café var. Caturra Roja de 10 años.

<b>Altura (cm)</b>	<b>Nro. Ramas productivas</b>	<b>N° nudos (cm)</b>	<b>Nro. Flores/planta</b>
30	8.50 b	4.83 b	93.92 b
60	11.38 a	5.79 a	102.79 ab
90	9.33 ab	5.58 a	105.88 a

**ANEXO 54.** Prueba de Duncan del efecto de la altura de poda en promedio de fertilización para número de frutos, peso de frutos y rendimiento en ensayo de poda con plantaciones de café var. Caturra Roja de 10 años.

<b>Altura (cm)</b>	<b>Nro. Frutos/planta</b>	<b>Peso de frutos</b>	<b>Rendimiento</b>
30	40.96 b	80.21 b	767.50 a
60	45.13 a	85.83 a	820.00 a
90	46.33 a	87.58 a	812.50 a

**ANEXO 55.** Prueba de Duncan del efecto de la altura de poda en promedio de fertilización para número de incidencia de roya y ojo de pollo en ensayo de poda con plantaciones de café var. Caturra Roja de 10 años.

<b>Altura (cm)</b>	<b>Incidencia de roya</b>	<b>Ojo de gallo</b>
30	6.29 a	2.75 a
60	5.04 a	3.25 a
90	5.45 a	3.37 a

**ANEXO 56.** Prueba de Duncan del efecto de la fertilización en promedio de la altura para número, longitud y diámetro de brotes a los tres meses en ensayo de poda con plantaciones de café var. Caturra Roja de 10 años.

<b>Nivel de fertilización</b>	<b>Nro. brotes/planta</b>	<b>Longitud (cm)</b>	<b>Diámetro (mm)</b>
Con fertilización	4.14 a	50.28 a	1.25 a
Sin fertilización	4.14 a	46.03 b	1.14 a

**ANEXO 57.** Prueba de Duncan del efecto de la fertilización en promedio de la altura para número de ramas productivas, nudos productivos y flores en ensayo de poda con plantaciones de café var. Caturra Roja de 10 años.

<b>Nivel de fertilización</b>	<b>Nro. Ramas productivas</b>	<b>Nudos (cm)</b>	<b>Nro. Flores/planta</b>
Con fertilización	10.08 a	5.89 a	110.19 a
Sin fertilización	9.39 a	4.92 b	91.53 b

**ANEXO 58.** Prueba de Duncan del efecto de la fertilización en promedio de la altura para número de frutos, peso de frutos y rendimiento en ensayo de poda con plantaciones de café var. Caturra Roja de 10 años.

<b>Nivel de fertilización</b>	<b>Nro. Frutos/planta</b>	<b>Peso de frutos</b>	<b>Rendimiento</b>
Con fertilización	49.39 a	95.67 a	890.00 a
Sin fertilización	38.89 b	73.42 b	710.00 b

**ANEXO 59.** Prueba de Duncan del efecto de la fertilización en promedio de la altura para número de incidencia de roya y ojo de pollo en ensayo de poda con plantaciones de café var. Caturra Roja de 10 años.

<b>Nivel de fertilización</b>	<b>Incidencia de roya</b>	<b>Ojo de gallo</b>
Con fertilización	4.33 b	2.50 b
Sin fertilización	6.86 a	3.75 a

**ANEXO 60.** Fundo Concepción. Villa Rica 2011.



**ANEXO 61.** Fundo Aroma de Montaña. Villa Rica 2011.



**ANEXO 62.** Plantaciones de 6 años de edad con poda (Fundo Concepción - 2011).



**ANEXO 63.** Plantaciones de 6 años de edad en crecimiento (Fundo Concepción - 2012).



**ANEXO 64.** Plantaciones de 8 años de edad con poda (Fundo Aroma de Montaña - 2011).



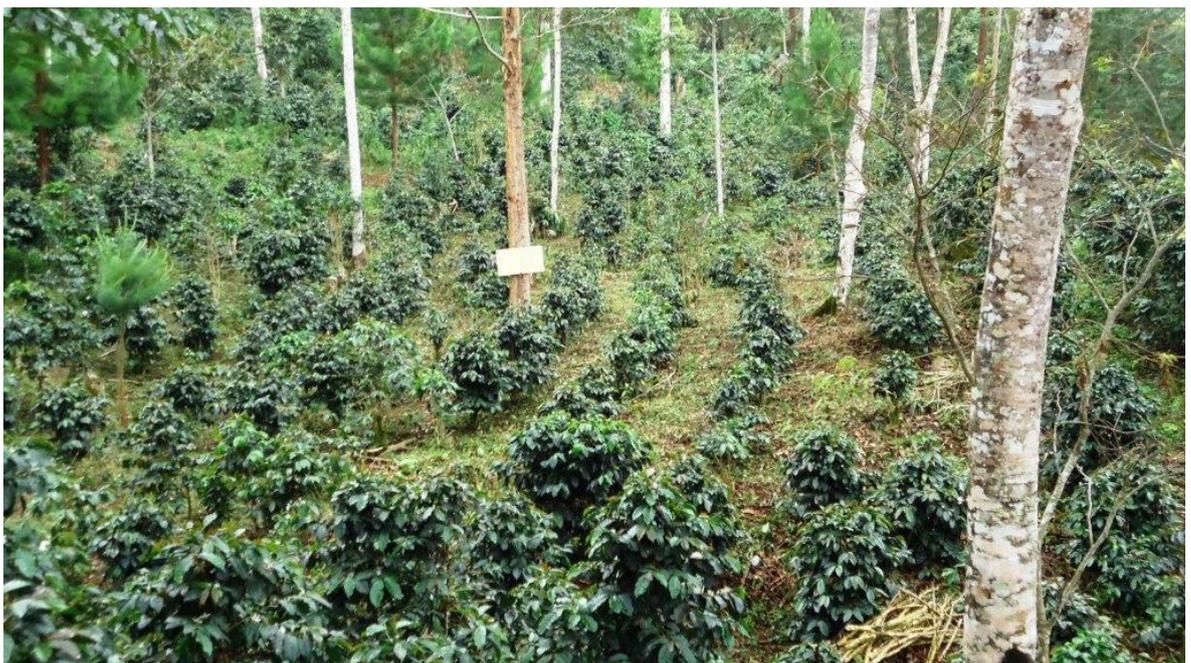
**ANEXO 65.** Plantaciones de 8 años de edad en crecimiento (Fundo Aroma de Montaña - 2012).



**ANEXO 66.** Plantaciones de 10 años de edad con poda (Fundo Aroma de Montaña – 2011).



**ANEXO 67.** Plantaciones de 10 años de edad en crecimiento (Fundo Aroma de Montaña - 2012).



**ANEXO 68.** Fertilización de las plantaciones de café con poda. Villa Rica 2012.



**ANEXO 69.** Plantaciones de café con poda y fertilización en plena floración. Villa Rica 2013.



**ANEXO 70.** Producción en cereza en plantaciones de 6 años de edad.



**ANEXO 71.** Producción en cereza en plantaciones de 8 años edad.



**ANEXO 72.** Producción en cereza en plantaciones de 10 años de edad.

