

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS**



**“Manejo agronómico de cacao criollo en el banco de germoplasma y la Estación Experimental y de Prácticas, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador”**

**POR:**

Henry Alexander Muñoz Miranda

Ciudad Universitaria, Diciembre 2023

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS  
DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA**



**PASANTÍA DE INVESTIGACIÓN:**

**“Manejo agronómico de cacao criollo en el banco de germoplasma y la Estación Experimental y de Prácticas, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador”**

**POR:**

Henry Alexander Muñoz Miranda

**REQUISITOS PARA OPTAR AL TÍTULO:**

**INGENIERO AGRÓNOMO**

Ciudad Universitaria, Diciembre 2023

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**

**RECTOR:**

**M.Sc. JUAN ROSA QUINTANILLA QUINTANILLA**

**SECRETARIO GENERAL:**

**Lic. PEDRO ROSALÍO ESCOBAR CASTANEDA**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS**

**DECANO:**

**MAECE. NELSON BERNABE GRANADOS ALVARADO**

**SECRETARIO:**

**M.Sc. EDGAR GEOVANY REYES MELARA**

**JEFE DEL DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA**

**F:** \_\_\_\_\_

**M.Sc. JULIO CESAR ORTIZ PAVÓN**

**DOCENTES DIRECTORES**

**F:** \_\_\_\_\_

**M.Sc. FIDEL ÁNGEL PARADA BERRÍOS**

**COORDINADOR GENERAL DE PROCESOS DE GRADUACIÓN**

**F:** \_\_\_\_\_

**M.Sc. OSCAR ALONSO RODRÍGUEZ GRACIAS**

## RESUMEN

Con el objetivo de sistematizar el manejo agronómico del cultivo de cacao en la Estación Experimental y Prácticas, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador, se ejecutó una investigación en la que se evaluó poda y fertilización. Los niveles evaluados de los factores fueron: tres niveles de poda  $P_0$  = sin poda y sin despunte,  $P_1$  = 50% poda más despunte,  $P_2$  = 50% poda sin despunte, niveles que influyen en el rendimiento  $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  de grano seco y cuatro niveles de dosis de fertilización granulado  $D_0$  = sin fertilizante,  $D_1$  =  $0.33 \text{ kg}\cdot\text{pl}^{-1}$  fórmula 15-15-15 más  $0.69 \text{ kg}\cdot\text{pl}^{-1}$  de sulfato de amonio;  $D_2$  =  $0.66 \text{ kg}\cdot\text{pl}^{-1}$  de fórmula 15-15-15 más  $1.38 \text{ kg}\cdot\text{pl}^{-1}$  de sulfato de amonio;  $D_3$  =  $1 \text{ kg}\cdot\text{pl}^{-1}$  fórmula 15-15-15 más  $2 \text{ kg}\cdot\text{pl}^{-1}$  de sulfato de amonio, niveles que influyen en el rendimiento  $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  de grano seco. El ensayo se estableció con doce tratamientos, tres bloques, en un arreglo factorial bajo un diseño de bloques completamente al azar. Para el factor poda el mejor rendimiento lo presentó la ( $P_1$ ) 50% de poda más despunte con  $225.49 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  grano seco, para el factor dosis de fertilizante, el mejor resultado lo registro la dosis dos ( $0.66 \text{ kg}\cdot\text{pl}^{-1}$  fórmula 15-15-15 más  $1.38 \text{ kg}\cdot\text{pl}^{-1}$  sulfato de amonio) con  $295.05 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ , en cuanto a la interacción de factores el tratamiento tres ( $P_0D_2$ ) obtuvo el mejor resultado con  $500 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  de grano seco.

**Palabras clave:** poda mantenimiento, fertilización y manejo agronómico.

## **AGRADECIMIENTOS**

En primer lugar, quiero agradecer a Dios, el autor y consumidor de todos mis proyectos, gracias a su fortaleza espiritual he podido afrontar los problemas de mejor manera y resolverlos, gracias a mi Dios estoy culminando con éxito mis estudios superiores.

A mi familia que siempre con mucho esfuerzo me han apoyado económicamente para darme lo necesario para sacar adelante el sueño de ser un profesional de las ciencias agronómicas, infinitamente agradecido por su apoyo incondicional en todo tiempo.

Agradecer también a la Unidad de Estudios socioeconómicos (UESE) por permitirme ser parte de la gran familia de becarios que con mucho orgullo fui parte, siempre estaré agradecido con Dios por poner en mi camino profesionales con excelente calidad humana.

También agradecer a la Universidad de El Salvador, especialmente a mi querida Facultad de Ciencias Agronómicas, todo el personal de docentes de los diferentes departamentos y personal administrativo que tuve la oportunidad de conversar y formar una excelente amistad. Agradecer al departamento de Fitotecnia por su apoyo en la realización de la pasantía de investigación, unidad donde finalicé con éxito mi proyecto de grado.

Agradecer a los ingenieros Fidel Ángel Parada Berríos, Elías Antonio Vásquez Osegueda, Oscar Alonso Rodríguez Gracias, Humberto Ruíz Mejía, Marvin Orlando Molina Escalante, Wilmar Morales, Andrés Rivas, Juan Sánchez y Leopoldo Serrano que me apoyaron en la ejecución del proyecto de pasantía de investigación; así como también los compañeros y amigos José Ulises García Ochoa, Moisés Alejandro Cruz Mejía, Irvin Adalberto Oviedo Arévalo, Ada Maricela Ortiz, Fátima del Carmen De la O Vásquez, Tomas Alberto Henríquez Mejía y estudiantes de la asignatura Fruticultura 2,022 por haber sido parte de mi proceso de grado.

## **DEDICATORIA**

Dedicatoria a mi Dios todo poderoso; a los pilares de querer sacar adelante la carrera mi padre Gregorio Pérez Calles, a mi madre María del Carmen Miranda Belloso, a mi hermano Candelario de Jesús Muñoz Miranda, mi hermana Gabriela Pérez Miranda y a mi querido hermanito Vladimir Emmanuel Pérez Miranda que en paz descanse.

## INDICE

Contenido	Página
1. RESUMEN.....	v
2. INTRODUCCIÓN.....	xv
3. MARCO TEÓRICO .....	2
3.1. Descripción botánica .....	2
3.1.1. Raíces .....	2
3.1.2. Tallo .....	2
3.1.3. Flores .....	2
3.1.4. Frutos .....	3
3.1.5. Semillas.....	3
3.2. Requerimientos edafoclimáticos para el cultivo de cacao ( <i>Theobroma cacao</i> L.) .....	4
3.2.1. Región de adaptación del cultivo cacao .....	4
3.2.2. Tipo de suelo ideal para cultivo de cacao .....	4
Adaptación a suelos.....	4
3.2.3. Requerimientos de agua.....	5
3.2.4. Temperatura .....	5
3.2.5. Humedad relativa .....	5
3.3. Poda en cacao.....	5
3.3.1. Poda de formación .....	6
3.3.2. Poda de mantenimiento .....	6
3.3.3. Poda fitosanitaria .....	6
3.3.4. Poda de rehabilitación .....	6
3.4. Tipos de sombra requeridas .....	7
3.4.1. Sombra temporal .....	7
3.4.2. Sombra semipermanente o semi-temporal .....	7
3.4.3. Sombra permanente .....	8
3.5. Requerimiento de luz en plantas de cacao .....	8
3.6. Nutrición vegetal .....	8
3.6.1. Requerimiento de nutrimentos .....	9
3.6.2. Aplicación de fertilizante al suelo .....	9
3.7. Control de malezas.....	10
3.8. Pérdidas por plagas y enfermedades.....	10
3.9. Principales plagas.....	10
3.9.1. Trips ( <i>Selenothrips rubrocinctus</i> ) .....	10

3.9.2.	Chinche del cacao ( <i>Monalonion cf. Annulipes</i> ) .....	11
3.9.3.	Plaga de vertebrados.....	11
3.10.	Principales enfermedades.....	11
3.10.1.	Monilia.....	11
3.10.2.	Pudrición negra de la mazorca .....	12
4.	DESARROLLO DEL PROYECTO.....	13
4.1.	Localización del experimento.....	13
4.2.	Metodología de campo .....	13
4.2.1.	Selección e identificación de árboles de cacao para ensayo .....	13
4.2.2.	Muestreo de suelos parcelas de cacao presentes en la Estación Experimental y de Prácticas .....	14
4.2.3.	Poda de árboles de cacao dentro del ensayo .....	14
4.2.4.	Fertilización de árboles de cacao.....	15
4.3.	Metodología estadística.....	16
4.3.1.	Material experimental .....	16
4.3.2.	Diseño estadístico .....	17
4.3.3.	Factores en estudio .....	17
4.3.4.	Tratamientos y sus combinaciones.....	17
4.4.	Variables en estudio .....	18
4.4.1.	Número de cojinetes activos.....	18
4.4.2.	Número de flores por cojinete.....	18
4.4.3.	Amarre de frutos.....	19
4.4.4.	Número de mazorcas cosechadas.....	19
4.4.5.	Longitud de mazorcas .....	20
4.4.6.	Diámetro de mazorcas.....	20
4.4.7.	Peso de mazorcas.....	21
4.4.8.	Número de semillas por mazorca .....	21
4.4.9.	Peso de semillas con mucílago .....	21
4.4.10.	Rendimiento de grano fresco.....	22
4.4.11.	Rendimiento de grano seco .....	22
4.5.	Prácticas agronómicas .....	23
4.5.1.	Poda de formación, de mantenimiento.....	23
4.5.2.	Prácticas de poda de sombra .....	23
4.5.3.	Control de malezas.....	23

4.5.4.	Aplicación de fertilizante a las parcelas de cacao en la Estación Experimental y de Practicas y en el banco de germoplasma de la Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador.....	23
4.5.5.	Monitoreo de pulgones ( <i>Aphis fabae</i> ) .....	24
4.5.6.	Monitoreo de trigona ( <i>Trigona fuscipennis</i> ).....	24
4.5.7.	Monitoreo de chinche depredador ( <i>Zelus longipes</i> ) .....	24
4.5.8.	Monitoreo de larva de díptera ( <i>Syrphus Fabricius</i> ) .....	24
4.5.9.	Monitoreo de mazorca negra ( <i>Phytophthora palmivora</i> ) y ( <i>Colletotrichum gloeosporioides</i> ) .....	24
4.5.10.	Monitoreo de ardilla gris ( <i>Sciurus variegatoides</i> ) .....	24
4.5.11.	Monitoreo de cheje o pájaro carpintero ( <i>Melanerpes aurifrons</i> ) .....	24
5.	RESULTADOS Y DISCUSION.....	25
5.1.	Número de cojinetes florales activos .....	25
5.1.1.	Número de flores por cojinete activo.....	28
5.1.2.	Amarre de frutos.....	31
5.1.3.	Número de mazorcas cosechadas.....	34
5.1.4.	Longitud y diámetro de mazorcas .....	37
5.1.5.	Peso de mazorcas.....	39
5.1.6.	Número de semillas por mazorca .....	41
5.1.7.	Peso de semillas con mucilago.....	43
5.1.8.	Rendimiento de grano en fresco.....	45
5.1.9.	Rendimiento grano seco.....	47
5.2.	Prácticas agronómicas .....	50
5.2.1.	Poda de formación, de mantenimiento.....	50
5.2.2.	Poda de sombra .....	50
5.2.3.	Control de malezas.....	51
5.2.4.	Fertilización de arboles.....	52
5.2.5.	Daño causado por pulgones ( <i>Aphis fabae</i> ) .....	52
5.2.6.	Daño causado por trigona ( <i>Trigona fuscipennis</i> ).....	53
5.2.7.	Beneficios chinches depredador ( <i>Zelus longares</i> ) .....	54
5.2.8.	Beneficio de larva de díptera ( <i>Syrphus Fabricius</i> ).....	54
5.2.9.	Identificación de mazorca negra ( <i>Phytophthora palmivora</i> ) y ( <i>Colletotrichum gloeosporioides</i> ). .....	55
5.2.10.	Daño de ardilla gris ( <i>Sciurus variegatoides</i> ).....	55
5.2.11.	Cheje o pájaro carpintero ( <i>Melanerpes aurifrons</i> ) .....	56
6.	CONCLUSIONES .....	57

7. RECOMENDACIONES .....	58
8. BIBLIOGRAFÍA.....	59
9. ANEXOS.....	65

### INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Taxonomía del cultivo de cacao .....	2
Cuadro 2. Requerimiento de nutrimentos para el cultivo de cacao.....	9
Cuadro 3. Localización del ensayo .....	13
Cuadro 4. Factores en estudio en la investigación.....	17
Cuadro 5. Numero de tratamientos y sus combinaciones .....	17
Cuadro 6. Nomenclatura fórmula para el rendimiento en grano en fresco.....	22
Cuadro 7. Efecto de los diferentes niveles de poda y dosis de los fertilizantes en la variable número de cojinetes activos. ....	27
Cuadro 8. Efecto de los diferentes niveles de poda y dosis de los fertilizantes en la variable número de flores por cojinete .....	30
Cuadro 9. Efecto de los diferentes niveles de poda y dosis de los fertilizantes en la variable amarre de frutos en los cinco muestreos. ....	33
Cuadro 10. Efecto de los diferentes niveles de poda y dosis de los fertilizantes en la variable sumatoria de mazorcas cosechadas.....	36
Cuadro 11. Efecto de los diferentes niveles de poda y fertilización al suelo con formula 15-15-15 y sulfato de amonio, en el rendimiento peso fresco. ....	46
Cuadro 12. Efecto de los diferentes niveles de poda y fertilización al suelo, en el rendimiento grano seco. ....	49

### INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Identificación y rotulación de árboles de cacao para ensayo EEP-UES .....	13
Figura 2. Muestreo de suelos de 5 parcelas de cacao en la EEP-UES. A: perforación de agujero 0-40 cm de profundidad; B: corte de 5 cm de suelo; C: recolección de submuestras; D: homogenización de muestra; E: llenado de bolsa con 2 libras de muestra; F: rotulado. ....	14
Figura 3. Tres tipos diferentes de poda evaluados en arboles de cacao. A: Sin poda( $P_0$ ); B: 50% de poda más despunte ( $P_1$ ); C: 50% poda sin despunte ( $P_2$ ).....	15
Figura 4. Fertilización de árboles de cacao dentro del ensayo en la EEP-UES. A: pesado de las tres dosis de fertilizante; B: mezcla física de 15-15-15 más sulfato de amonio según el tratamiento; C: remoción de hojarasca; D: aplicación de fertilizante de forma homogénea al contorno del árbol; E: disposición de hojarasca al contorno del árbol. ....	16
Figura 5. Toma de datos de la variable número de cojinetes floral en un metro lineal. A: medición desde la base hasta la horqueta; B: conteo de cojinetes florales activos; C: segundo conteo de la variable. ....	18
Figura 6. Toma de datos de la variable número de flores por cojinete. ....	18
Figura 7. Toma de datos de la variable amarre o cuajado de frutos.....	19
Figura 8. Toma de datos de la variable número de mazorcas cosechadas. ....	19
Figura 9. Toma de datos de la variable longitud de mazorcas en centímetros. ....	20
Figura 10. Toma de datos de la variable diámetro de mazorcas en centímetros.....	20

Figura 11. Toma de datos de la variable peso de mazorcas en gramos .....	21
Figura 12. Toma de datos de la variable número de semillas por mazorca.....	21
Figura 13. Toma de datos de la variable peso de semillas con mucilago en gramos. ....	22
Figura 14. Efecto de los diferentes tipos de poda en el número de cojinetes activos en un metro lineal.....	25
Figura 15. Efecto de las diferentes dosis de fertilizante en el número de cojinetes activos por metro lineal.....	26
Figura 16. Comportamiento del número de cojinetes activos en los cinco muestreos de datos.....	26
Figura 17. Efecto de los diferentes niveles de poda y fertilización al suelo con formula 15-15-15 y sulfato de amonio, en el número de cojinetes activos por metro lineal. ....	27
Figura 18. Efecto de los diferentes tipos de poda en el número de flores por cojinete floral. ....	28
Figura 19. Efecto de las diferentes dosis de fertilizante en el número de flores por cojinete. ....	29
Figura 20. Efecto de los diferentes niveles de poda y dosis de los fertilizantes en la variable número de flores por cojinete. ....	29
Figura 21. Efecto de los diferentes niveles de poda y fertilización al suelo con formula 15-15-15 y sulfato de amonio en la variable flores por cojinete.....	30
Figura 22. Efecto de los diferentes tipos de poda en el amarre de frutos.....	32
Figura 23. Efecto de las diferentes dosis de fertilizante en el amarre de frutos.....	32
Figura 24. Efecto de los diferentes niveles de poda y dosis de los fertilizantes en la variable amarre de frutos en los cinco muestreos.....	33
Figura 25. Efecto de los diferentes niveles de poda y fertilización al suelo con formula 15-15-15 y sulfato de amonio en el amarre de frutos.....	34
Figura 26. Efecto de los diferentes niveles de poda en el número de frutos cosechados.....	35
Figura 27. Efecto de los diferentes niveles de dosis de fertilizante en el número de mazorcas cosechadas.....	35
Figura 28. Efecto de los diferentes niveles de poda y dosis de los fertilizantes en la variable sumatoria de mazorcas cosechadas.....	36
Figura 29. Efecto de los diferentes niveles de poda en la longitud y diámetro de mazorca.....	37
Figura 30. Efecto de los diferentes niveles de dosis de fertilizante en la longitud y diámetro de mazorcas.....	38
Figura 31. Efecto de los diferentes niveles de poda y fertilización al suelo con formula 15-15-15 y sulfato de amonio, en la longitud y diámetro de mazorcas.....	38
Figura 32. Efecto de los diferentes niveles de poda en el peso de mazorca.....	39
Figura 33. Efecto de los diferentes niveles de dosis de fertilizante en el número de semillas por mazorca.....	40
Figura 34. Efecto de los diferentes niveles de poda y fertilización al suelo en el peso de mazorcas.....	40
Figura 35. Efecto de los diferentes niveles de poda en el número de semillas por mazorca.....	41
Figura 36. Efecto de los diferentes niveles de dosis de fertilizante en el número de semillas por mazorca.....	42
Figura 37. Efecto de los diferentes niveles de poda y fertilización, en el número de semillas por mazorca.....	42

Figura 38. Efecto de los diferentes niveles de poda en el peso de semillas. ....	43
Figura 39. Efecto de los diferentes niveles de dosis de fertilizante en el peso de semillas con mucilago. ....	44
Figura 40. Efecto de los diferentes niveles de poda y fertilización al suelo con formula 15-15-15 y sulfato de amonio, en el peso de semillas con mucilago. ....	44
Figura 41. Efecto de los diferentes niveles de poda en el rendimiento en grano fresco. ..	45
Figura 42. Efecto de los diferentes niveles de dosis de fertilizante en el rendimiento en grano fresco. ....	46
Figura 43. Efecto de los diferentes niveles de poda y fertilización al suelo con formula 15-15-15 y sulfato de amonio, en el rendimiento peso fresco. ....	46
Figura 44. Efecto de los diferentes niveles de poda en el rendimiento en grano seco. ....	47
Figura 45. Efecto de los diferentes niveles de dosis de fertilizante en el rendimiento en grano seco. ....	48
Figura 46. Efecto de los diferentes niveles de poda y fertilización al suelo, en el rendimiento grano seco. ....	48
Figura 47. Poda de mantenimiento en arboles de cacao. A: corte de chupones; B: poda de plumillas; C: corte de ramas entrecruzadas; D: eliminación de ramas enfermas. ....	50
Figura 48. Poda sombra en arboles dentro de parcelas de cacao. A: corte de ramas bajas en árboles frutales; B: aplicación de pasta cubre cortes; C: eliminación de sombra alta; D: aclareo de sombra. ....	51
Figura 49. Control de malazas, parcelas de cacao presentes en la EEP-UES. ....	52
Figura 50. Fertilización de parcelas de cacao presentes en la EEP-UES. ....	52
Figura 51. Afectación en hoja de cacao por pulgón ( <i>Aphis fabae</i> ). ....	53
Figura 52. Daño de fruto por avispa trigona. ....	53
Figura 53. Chinche depredador ( <i>Zelus longipes</i> ) dentro de parcela de cacao. ....	54
Figura 54. Larva de díptera ( <i>Syrphus Fabricius</i> ) ....	54
Figura 55. Daño por <i>Phythoptora palmivora</i> y <i>Colletotrichum gloeosporioides</i> en fruto de cacao. ....	55
Figura 56. Daño de fruto de cacao por ardilla gris. ....	56
Figura 57. Daño de frutos de cacao por cheje ( <i>Melanerpes aurifrons</i> ). ....	56

### INDICE DE CUADRO ANEXOS

Cuadro A 1. Resultados análisis de suelos 5 parcelas de cacao en la EEP-UES. ....	68
Cuadro A 2. Dosis de fertilizantes aplicados en ensayo de cacao. ....	69
Cuadro A 3. Índice de semilla seca de cacao por tratamiento. ....	69
Cuadro A 4 Rendimiento en base al peso seco $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ para un año. ....	70
Cuadro A 5. Aplicación de fertilizantes a las diferentes parcelas de cacao presentes en la Estación Experimental y de Prácticas y en el banco de germoplasma de la Facultad de Ciencias Agronómicas. ....	70
Cuadro A 6. Toma de datos, muestreo 30 días después de la primera dosis de fertilizante y poda. ....	71
Cuadro A 7. Toma de datos muestreo 60 días después de la primera dosis de fertilizante y poda. ....	72
Cuadro A 8. Toma de datos muestreo 90 días después de la primera dosis de fertilizante y poda. ....	73
Cuadro A 9. Toma de datos muestreo 120 días después de la primera dosis de fertilizante y poda. ....	74

Cuadro A 10. Toma de datos muestreo 150 días después de la primera dosis de fertilizante y poda.....	75
Cuadro A 11 Análisis de varianza para los factores poda y fertilizante para los cinco muestreos.....	76
Cuadro A 12. Medidas resumen y anvas de los diferentes niveles de podas y dosis de fertilizante, datos obtenidos de los promedios y sumatoria de los diferentes muestreos..	80
Cuadro A 13. Cuadro resumen correlación de Pearson .....	81

### **INDICE FIGURAS ANEXO**

Figura A 1. Bloque 1. Distribución de árboles de cacao dentro del ensayo investigación, parcela Café Robusta más cacao. ....	65
Figura A 2. Bloque 2. Distribución de árboles de cacao dentro del ensayo investigación, parcela Agroecológica. ....	66
Figura A 3. Bloque 3. Distribución de árboles de cacao dentro del ensayo investigación, parcela El Establo.....	67
Figura A 4. Precipitaciones periodo enero a diciembre del 2022.....	68

## INTRODUCCIÓN

El cultivo de cacao es de importancia alimenticia y por tanto es de interés económico ya que genera ingresos económicos para las familias, su adaptación se da muy bien en climas tropicales y subtropicales del mundo, siendo una buena opción para muchos agricultores, su manejo agronómico permite mantener producciones sostenible, a su vez este cultivo se adapta muy bien en sistema agroforestales, pudiendo interactuar con sombra durante sus primeros años de vida, mejorando la fertilidad de los suelos (Huachos 2015).

Señalando que la baja productividad del cacao (*Theobroma. cacao* L.) en gran parte es ocasionada por las malas prácticas agronómicas, la siembra de variedades de bajo rendimiento, plagas y enfermedades, el envejecimiento de los árboles de cacao y la pérdida de fertilidad del suelo debido al uso inadecuado o nulo de fertilizantes (Cortés 2021).

En muchas fincas la poda de mantenimiento es realizada de manera errónea, lo cual se convierte en un problema, ya que árbol no mantiene la estructura ideal y no provee la suficiente entrada de luz y aireación. La sola ausencia de estos factores ayuda a la presencia de plagas y enfermedades, lo cual conlleva a una baja producción, incremento de mazorcas enfermas y como consecuencia de esto, almendras de baja calidad (Engracia 2018).

Dentro de la problemática existente en las plantaciones de cacao, resalta la importancia de buscar y diseñar acciones planificadas sistemáticamente en el tiempo, como un mayor manejo agronómico, capacitaciones técnicas y la utilización de material genético más resistente a plagas y enfermedades, que permitan mejorar la productividad y el ingreso económico de los cacaoteros. Para esto se necesita conocer el grado de participación que tendrían los productores al implementar nuevas técnicas que contrarresten la poca productividad actual de las plantaciones De La Cruz *et al.* (2015).

Los nutrientes mayormente adicionados como fertilizantes son N, P, K. No obstante, es importante recordar la relación existente entre los efectos de la luz y el grado de

nutrición del cacao, convirtiéndose éste en uno de los factores más decisivos para elevar la productividad por unidad de superficie (Johnson *et al.* 2008).

La fertilización del cacao bajo sombra solamente produce pequeños incrementos en producción, mientras que a plena exposición solar produce incrementos considerables en rendimiento de grano seco. La fotosíntesis es mucho más intensa en una plantación sin sombra y la respuesta a la fertilización es alta. Sin embargo, cuando se suprime todo el sombrero y no se fertiliza, los rendimientos se reducen apreciablemente con el tiempo (Uribe *et al.* 2000).

En El Salvador el manejo agronómico empleado en el cultivo de cacao ha permitido a través del tiempo ir mejorando la producción del cultivo, dicho manejo permite al productor de cacao planificar una serie de actividades encaminadas a la mejora del rendimiento y productividad del cultivo.

Por tal motivo el objetivo de esta investigación fue desarrollar un plan de manejo agronómico que influya en la producción de los árboles de cacao de la Estación Experimental y Practicas de la Facultad de Ciencias Agronómicas.

### 3. MARCO TEÓRICO

#### 3.1. Descripción botánica

El cacao es una especie diploide ( $2n = 20$  cromosomas), de porte alto (8-20 metros de altura) y de ciclo vegetativo perenne. Este árbol crece y se desarrolla bajo sombra en los bosques tropicales húmedos de América. El cacao se divide en tres grandes grupos genéticos: criollo, forastero y trinitario (García 2019).

Cuadro 1. Taxonomía del cultivo de cacao

Categoría taxonómica	Clasificación
Clase	Angiosperma
Orden	Malvales
Familia	Esterculiáceas
Género	<i>Theobroma</i>
Especie	<i>Theobroma cacao</i>

Fuente: Batista, 2009

##### 3.1.1. Raíces

La raíz principal es pivotante y puede alcanzar de 1.5 – 2.0 metros de profundidad. Las raíces laterales mayormente se encuentran en los primeros 30 cm. del suelo alrededor del árbol pudiendo alcanzar de 5 – 6 metros de longitud horizontal (García 2019).

##### 3.1.2. Tallo

El tallo en su primera fase de crecimiento es ortotrópico (vertical), que perdura por 12-15 meses. Luego, este tipo de crecimiento se interrumpe para dar lugar a la aparición de 4 - 5 ramitas secundarias denominada “verticilo”, que crecerán de forma plagiotrópica (horizontal). Debajo de la horqueta aparecen con frecuencia brotes ortotrópicos verticales, denominados “chupones” que dan lugar a nuevas horquetas y este evento puede repetirse por 3 a 4 veces consecutivas en el tiempo. Las hojas son enteras, de 15 – 50 cm de longitud y de 5 -20 cm de ancho, con ápice acuminado o romo; simétricas en el brote ortotrópico y asimétricas en las ramas plagiotrópicas, en las cuales los dos pulvínulos están casi unidos (García 2019).

##### 3.1.3. Flores

Las flores, son hermafroditas, pentámeras (5 sépalos, 5 pétalos, 5 estaminodios, 5 estambres, y 5 lóculos por ovario); completas (todos sus verticilos florales) y

perfectas (con androceo y gineceo). Las flores aparecen en el tronco en forma solitaria o en grupos denominados “cojines florales” con un diámetro que oscila entre 1 - 1.5 cm de longitud. Los sépalos son de prefloración valvar con o sin pigmentación antociánica y los pétalos de prefloración imbricada, presentando una base cóncava seguido de un puente delgado y en el extremo superior amplio con ápice redondeado denominado “lígula” (García 2019).

Normalmente, las plantas muestran uno o dos periodos de mayor fructificación. El cacao produce una gran cantidad de flores, de las que sólo un 0.5-5% son polinizadas y producen frutos. Casi el 60 % de las flores cae después de 48 h sin ser fertilizadas (Dostert *et al.* 2011).

#### **3.1.4. Frutos**

Los frutos son bayas, con tamaños que oscilan de 10 – 42 cm, de forma variable (oblonga, elíptica, ovada, abobada, esférica y oblata); de superficie lisa o rugosa, y de color rojo o verde al estado inmaduro, según los genotipos. El ápice puede ser agudo, obtuso, atenuado, redondeado, apezonado o dentado; la cáscara gruesa o delgada, y los surcos superficiales o profundos. El epicarpio y el endocarpio son carnosos estando separados por un mesocarpio fino y leñoso (García 2019).

Normalmente, las plantas muestran uno o dos periodos de mayor fructificación. La duración del desarrollo del fruto es 150-180 días hasta que está totalmente maduro y depende principalmente del cultivar y la procedencia. Las plantas comienzan a florecer y fructificar después de 3-4 años desde la siembra. La cosecha máxima se alcanza después de 6-7 años (Dostert *et al.* 2011).

#### **3.1.5. Semillas**

Las semillas o almendras son de tamaño variable (1.2 - 3 cm), de longitud cubiertas con un mucílago o pulpa de color blanco cremoso, de distintos sabores y aromas (floral, frutal, nueces), y grados de acidez, dulzura y astringencia. Al interior están los cotiledones que pueden ser de color morado, violeta, rosado o blanco, según el genotipo (García 2019).

### **3.2. Requerimientos edafoclimáticos para el cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.)**

Los requerimientos de desarrollo para el cultivo son la temperatura y el agua ya que son factores muy importantes para completar su estado vegetativo; y a esto se le suma la velocidad del viento y la heliofanía ya que es una planta que se desarrolla bajo sombra (Dostert *et al.* 2011).

#### **3.2.1. Región de adaptación del cultivo cacao**

El cacao se cultiva mundialmente entre los 20° N y 20° S. El territorio principal de cultivo se encuentra entre los 10° N y 10° S, en un rango de elevación de 0-500 msnm (Dostert *et al.* 2011).

En El Salvador, el cultivo de cacao se puede cultivar desde 0-900 msnm. Las zonas óptimas en cuanto a temperatura anual 24-28°C, altitud 400-800 msnm, intensidad solar de 6-8 horas por día, pedológico de arenoso-arcilloso y capacidad de uso de la tierra con indicación a la vocación forestal y agropecuaria, clasificada como zona media para el desarrollo, crecimiento, producción y rentabilidad normal del cultivo de cacao (Alfaro *et al.* 2010).

#### **3.2.2. Tipo de suelo ideal para cultivo de cacao**

El cacao requiere de suelos ricos en materia orgánica, profundos, francos arcillosos con un buen drenaje y topografía regular. Dentro del factor limitante para el correcto desarrollo del cacao es la capa húmica, capa que se caracteriza por degradarse rápidamente cuando la superficie del suelo se encuentra expuesta al sol, viento y lluvia directa. Se puede brindar asociaciones auxiliares con leguminosas que proporcionen sombra directa y sean constante de sustancias nitrogenadas para el cultivo (Quirumbay 2020).

#### **Adaptación a suelos.**

El pH del suelo es uno de los factores más importantes ya que este determina la velocidad de descomposición de la materia orgánica, así como la disponibilidad de los elementos nutricionales de la planta, los suelos cuya acidez o pH, se encuentra en el rango de 6 a 7, son los óptimos para el cultivo de cacao. Sin embargo, estos

se pueden adaptar a rangos extremos muy ácidos o alcalinos ( 4.5 a 8.5) donde se verán afectado directamente en su rendimiento (Quirumbay 2020).

### **3.2.3. Requerimientos de agua**

El cacao no tolera la escasez del agua, como tampoco el encharcamiento, motivo por el cual se debe tener un control de drenaje minucioso en el área de cultivo como a su vez no debe faltar agua. La precipitación óptima para el cacao es de 1600 a 2500 mm distribuidos durante todo el año (Quirumbay 2020).

### **3.2.4. Temperatura**

Este es un factor muy importante dentro del desarrollo del cultivo en relación a la floración y fructificación del mismo. El cacao CCN-51 presenta una floración normal entre los 25°C, por lo tanto, la temperatura para el cultivo de cacao debe estar entre los valores mínimos de 23 °C, máxima 32°C y la óptima 25°C (Quirumbay 2020).

### **3.2.5. Humedad relativa**

El cacao es una planta xerófila por un determinado tiempo, por tanto, se afecta mucho si se presentan períodos secos prolongados y de humedad relativa baja. La humedad relativa influye mucho en el desarrollo de la enfermedad de la pudrición parda (*Phytophthora palmívora*), como de otras enfermedades; además de favorecer al rápido crecimiento de musgos y líquenes en los tallos y ramas de árboles, así como de otros parásitos (García 2019).

## **3.3. Poda en cacao**

La poda estimula la demanda por fotoasimilados para renovar el aparato fotosintético, de esta manera, se dinamiza la movilización de fotoasimilados a vertederos reproductivos (flores y frutos); la eliminación de hojas maduras puede forzar la producción y translocación de fotoasimilados de las hojas presentes. En general, al realizar la poda de los árboles se pretende regular su capacidad vegetativa, generar la brotación de las yemas terminales e incrementar la floración y la producción de frutos (Leiva *et al.* 2019).

Para podar los árboles de cacao, se debe considerar el tipo de propagación utilizado, ya que en un árbol originado a través de la propagación sexual (semilla),

la poda se realiza de manera diferente a un árbol proveniente de la propagación asexual (por injerto) (Rodríguez 2012).

### **3.3.1. Poda de formación**

Se efectúa durante el primer año del árbol, y consiste en dejar un solo tallo y observar la formación de la horqueta o verticilo aproximadamente entre los 10 y 16 meses de edad de la planta, con el objeto de dejar cuatro o más ramas principales o primarias para que formen el armazón y la futura copa del árbol. Estas ramas principales serán la futura madera donde se formará la mayoría de las mazorcas, lo mismo que en el tronco principal. Cuanto más tierno sea el material podado, mejores resultados se obtienen Alcívar-Valdez y Loor (2016).

### **3.3.2. Poda de mantenimiento**

Desde los dos o tres años los árboles deben ser sometidos a una poda ligera por medio de la cual se mantenga el árbol en buena forma y se eliminen los chupones y las ramas muertas o mal colocadas. El objetivo de esta poda es conservar el desarrollo y crecimiento adecuado y balanceado de la planta del cacao (Alciva y Loor 2016).

### **3.3.3. Poda fitosanitaria**

Se deben eliminar todas las ramas defectuosas, secas, enfermas, desgarradas, torcidas, cruzadas y las débiles que se presenten muy juntas. Debe comprender también la recolección de frutos dañados o enfermos. El objetivo de la poda fitosanitaria es el de mantener a las plantas en buen estado de salud. Para lograr este objetivo, se debe eliminar partes del follaje, también se elimina mazorcas infectadas con monilla y plantas parásitas que crezcan sobre la copa. Se debe realizar una poda fitosanitaria y de mantenimiento por lo menos una vez al año especialmente en la época seca (Alcívar-Valdez y Loor 2016).

### **3.3.4. Poda de rehabilitación**

Las plantaciones de cacao tienen potencial de respuesta a la aplicación de prácticas de manejo con fines de rehabilitación. Sin embargo, no todas las plantas tienen la misma capacidad de respuesta, por lo que es necesario hacer un diagnóstico de la

finca o parcela, antes de poner en marcha cualquier plan de rehabilitación (Alcívar-Valdez y Loor 2016).

### **3.4. Tipos de sombra requeridas**

El cacao es un cultivo que alcanza el mejor crecimiento, desarrollo y productividad bajo sombra, pues su hábitat es el sotobosque. El primer año exige 70% de sombra y luego del tercer año solo 30%. Además, es indispensable preparar sombra con cultivos temporales entre 6 y 8 meses antes de la siembra del cacao, tiempo en el cual su desarrollo le proporcionara la sombra adecuada, recomendando el plátano como sombra temporal y los maderables como permanentes (Arragan 2014).

#### **3.4.1. Sombra temporal**

Es aquella que se establece para regular la cantidad y la intensidad de la luz solar en la fase inicial del cultivo. Los árboles de sombra provisional normalmente se establecen seis meses antes de realizar la siembra, con la finalidad de que a esa edad ya estén en condiciones de suministrar sombra. Para una explotación con un concepto agroempresarial se recomienda utilizar como sombra provisional un solo tipo de cultivo, como puede ser *Musa spp.* (plátano o banana), según el mercado, aplicando a su vez la tecnología de ese cultivo. Así se logra mayor precisión en el marcado de la plantación y uniformidad en las cantidades de sombra y luz. Esta es una forma de lograr ingresos que ayudan con los gastos del cultivo (Arragan 2014).

#### **3.4.2. Sombra semipermanente o semi-temporal**

Los Sistemas Agroforestales (SAF) son una forma de producción agrícola y forestal conjunta, que tratan de imitar la estructura, composición y dinámica de los bosques naturales combinando especies forestales, frutales, palmáceas, medicinales y de poda, además de arroz, maíz, plátano, banano, cacao, café y cítricos, para asegurar ingresos a los productores a corto, mediano y largo plazo, dentro de los cuales cada especie ocupa durante cierto tiempo un espacio determinado y cumple un papel específico en función del sistema. En el transcurso del tiempo cada especie cumple su función y crea condiciones para otra especie (Arragan 2014).

### **3.4.3. Sombra permanente**

Tradicionalmente el agricultor lo asocia con especies leguminosas como *Inga sp*, pito, (*Eritrina sp*), madre cacao (*Gliricidia sepium*), las especies asociadas además de aportar el papel de sombra aportan otros beneficios al cultivo como la fijación de nitrógeno atmosférico; también incorporan materia orgánica al suelo y regulan condiciones climáticas externas como la temperatura, viento y humedad relativa Sánchez y Dubón (1993).

### **3.5. Requerimiento de luz en plantas de cacao**

La radiación solar influye en el crecimiento y fructificación de la planta de cacao, se conoce que el grado de luz que debe recibir una plantación de cacao está en relación a la disponibilidad de agua y nutrientes presentes en el suelo. El grado de luz que debe recibir la plantación de cacao está determinado por los requerimientos específicos del cultivo, diferencias de edad, condiciones de sitio, particularmente la fertilidad y suelos. La medida de la intensidad de luz se expresa comúnmente como porcentaje de la luminosidad total, los límites extremos aceptables de sombra para una planta como el cacao están entre 40 y 70 % (Arragan 2014).

Las plantas con alta intensidad de luz forman horquetas muy bajas, en cambio con un exceso de sombra producen horquetas muy elevadas. Lo ideal es que la planta de cacao forme su horqueta a una altura de 1.5 metros del nivel del suelo. La luminosidad puede ser regulada con una adecuada distribución y podas de los árboles de sombra y del cultivo, la falta de manejo de cacao se debe en gran parte a la falta de conocimiento fisiológico de la planta. Se recomienda la poda parcial de los árboles de sombra para evitar el estrés debido al tiempo que necesita la planta para adaptarse a las nuevas condiciones (Arragan 2014).

### **3.6. Nutrición vegetal**

Los nutrientes minerales participan en el metabolismo vegetal cumpliendo funciones específicas y esenciales como constituyentes de estructuras orgánicas, activadores de reacciones enzimáticas, portadores de carga y osmoreguladores. La nutrición vegetal es el proceso que le permite a las plantas interceptar y absorber los minerales que requiere para su crecimiento y desarrollo. El manejo de la nutrición,

con el objetivo de potenciar las actividades metabólicas de planta para convertirla en una máquina productiva natural, y optimizar el uso de los nutrientes para alcanzar la máxima productividad Uribe *et al.* (1998).

Las formulaciones se basan sobre los niveles de nitrógeno, fósforo y potasio que muestren los análisis de suelo y en las proporciones que permitan obtener mayores repuestas de producción. Generalmente hay que hacer aplicaciones de fertilizantes compuestos (N-P-K), aplicarlos al suelo y los elementos menores, se pueden aplicar foliares que son bien asimilados por las hojas (Borrero 2009).

### 3.6.1. Requerimiento de nutrimentos

Sánchez *et al* (2005) determinó en Malasia los requerimientos nutrimentales en una hectárea de cacao durante 10 años encontrando un acumulado en los tejidos de las plantas de los siguientes elementos: 438 Kg de N, 48 Kg de P, 633 Kg de K, 373 Kg de Ca, 129 Kg de Mg, 6.1 Kg de Mn, 1.1 Kg de Zn; entre otros nutrimentos.

Necesidad nutricional del cultivo en etapa vegetativa y productiva, representado por edad en meses desde vivero y establecimiento en campo.

Cuadro 2. Requerimiento de nutrimentos para el cultivo de cacao

		Requerimiento nutricional- promedio en kg.ha <sup>-1</sup>						
Estado del cultivo	Edad de la planta (meses)	N	P	K	Ca	Mg	Mn	Zn
Vivero	5 - 12	2.4	0.6	2.4	2.3	1.1	0.04	0.01
Establecimiento	28	136	14	156	113	47	3.9	0.5
Inicio de producción	39	212	23	321	140	71	7.1	0.9
Plena producción	50 - 87	438	48	633	373	129	6.1	1.5

Fuente: Thong YNG citado por Leiva Rojas, 2012

### 3.6.2. Aplicación de fertilizante al suelo

Las dosis por planta por año se deben fraccionar por lo menos en dos aplicaciones en el año. Generalmente debe aplicarlas iniciando los periodos de lluvias (mayo-junio), también se puede fraccionar en tres partes iguales la dosis recomendada y aplicarla en los periodos de inicio de lluvias (Borrero 2009).

Las distancias para su aplicación serían: para el primer año a los 50 cm del tallo, al segundo año a 80 cm de distancia, dentro del tercer y sexto año a 110 cm y a partir del séptimo año a 150 cm del tronco, dividido en dos aplicaciones en el año, en

forma circular alrededor de la planta. El fertilizante debe quedar tapado ligeramente con hojarasca o con el suelo (Borrero 2009).

### **3.7. Control de malezas**

La planta debe mantenerse libre de malezas, a un diámetro de 50 cm alrededor del tronco, utilizando controles manuales. Nunca usar herbicidas porque pueden causar daños, tanto en el tronco como en las hojas de la planta. Sólo hacer aplicaciones fuera de las áreas de influencia del cultivo y cuando fuese necesario (Batista 2009).

### **3.8. Pérdidas por plagas y enfermedades**

Una de las principales prácticas de manejo del cacaotal, para mantener una producción sostenible y de calidad, es el control de las plagas y enfermedades, ya que estas son el factor biótico de más impacto en la cacaocultura, pues en condiciones favorables (alta humedad, sombra excesiva y poca ventilación), pueden causar pérdidas hasta del 80% de la cosecha. Los mecanismos de control de plagas y enfermedades repercuten de manera directa sobre la calidad final del cacao Gómez *et al.* (2014).

### **3.9. Principales plagas**

#### **3.9.1. Trips (*Selenothrips rubrocinctus*)**

Las ninfas y adultos del trips bandirrojas del cacaotero, se alimentan de frutos y hojas. Se encuentran en colonias en el envés de las hojas de las plantas de cacao, generalmente cerca a la nervadura principal y las secundarias, donde introduce su aparato bucal cortador chupador, para alimentarse. Al inicio, las hojas atacadas muestran un color rojizo y después, bronceado o blanquecino plateado, y finalmente marrón, a medida que el tejido muere; si el ataque es fuerte, se presenta el fenómeno de “quema”, que consiste en que las hojas caen y la planta presenta defoliación parcial o total (Sermeño *et al.* 2019).

Los ataques severos pueden producir la caída prematura de las hojas dañadas, especialmente durante los periodos secos y en plantaciones con poca sombra, donde las poblaciones del insecto son más abundantes. El estrés de los árboles por nutrimentos o suelos empantanados en las plantaciones podrían favorecer la reproducción rápida del insecto (Sermeño *et al.* 2019).

### **3.9.2. Chinche del cacao (*Monalonion* cf. *Annulipes*)**

La chinche del cacao, se considera una potencial plaga de mayor importancia, porque las ninfas y adultos se alimentan directamente de brotes, tallos tiernos y frutos de cacao, extrayendo la savia, por lo cual es vector importante en la transmisión de los patógenos que causan la Monilia, mazorca negra, entre otras (Sermeño *et al.* 2019).

Para Centro América, es una plaga muy estacional, ocasionalmente importante y aparece especialmente bajo condiciones de temperaturas y humedad alta y poca sombra del cacaotal, por tanto, una práctica agrícola muy importante es mantener las plantaciones de cacao con sombra regular, eliminar plantas hospederas (Sermeño *et al.* 2019).

### **3.9.3. Plaga de vertebrados**

Amaya (2020) identifico que la especie más frecuente que dañan los árboles y frutos de cacao es la ardilla gris (*Sciurus variegatoides*).

## **3.10. Principales enfermedades**

### **3.10.1. Monilia**

La Monilia (*Moniliophthora roreri*) es otra de las enfermedades endémicas que afecta exclusivamente a los frutos del cacao en cualquier edad, es causada por el hongo deuteromiceto. Las infecciones son favorecidas por condiciones de alta humedad y temperatura. La enfermedad necesita de 6 a 10 semanas desde la penetración superficial de las mazorcas hasta que los síntomas son visibles (Gómez *et al.* 2014).

Las esporas que se producen en las mazorcas fácilmente son transportadas por el viento, la lluvia y el mismo hombre al momento de la cosecha hacia otras mazorcas, lo cual constituye una condición indispensable para la continuidad del ciclo del hongo; en caso contrario, si las mazorcas infectadas permanecen en los árboles las esporas pueden mantener su viabilidad hasta unos 9 meses después, donde se les considera como fuente principal de inóculo para su diseminación o contagio. (Gómez *et al.* 2014).

### 3.10.2. Pudrición negra de la mazorca

El cacao (*Theobroma cacao* L.) es afectado por varias enfermedades fúngicas en todas las zonas de cultivo. Una de las enfermedades más devastadoras es la pudrición negra de la mazorca, la cual es causada por varias especies de *Phytophthora* (Oomycota). La taxonomía de las especies de *Phytophthora* asociadas al cacao ha sido controversial por largo tiempo. Históricamente, las cepas aisladas de tejidos afectados se identificaron como una sola especie, *P. palmivora* (Fernández *et al.* 2018).

En la región de Latinoamérica la situación de las especies de *Phytophthora* asociadas al cacao es la más compleja; están implicados varios taxones, cuyas identidades, diversidad genética, distribución geográfica e impacto están aún bajo discusión. Esto puede estar ligado al hecho de que América del Sur es el área nativa de (*Theobroma cacao* L.) con antiguas poblaciones dispersas a través del cauce del río Amazonas. Esta área posee condiciones climáticas apropiadas para el cultivo; alto nivel de precipitaciones, humedad y temperatura (Fernández *et al.* 2018).

## 4. DESARROLLO DEL PROYECTO

### 4.1. Localización del experimento

La investigación fue ejecutada en la Estación Experimental y de Prácticas, ubicado en el municipio de San Luis Talpa en el departamento de La Paz.

Cuadro 3. Localización del ensayo

Parcelas	Latitud Norte	Longitud Oeste
Parcela: "Café robusta más cacao"	13°28'31.6"	89°05'41.4"
Parcela: "Agroecológica"	13°28'26.8"	89°05'50.6" 4"
Parcela: "El Establo"	13°28'31.2"	89°05'50.1" 4"

### 4.2. Metodología de campo

#### 4.2.1. Selección e identificación de árboles de cacao para ensayo

Para la identificación se utilizaron viñetas con un código asignado a los árboles compuesto por el bloque, y los tratamientos compuestos por los diferentes niveles poda dosis de fertilizante.

La selección de los árboles se realizó con base a la observación considerando que fueran arboles productivos, con poca o nula incidencia de plagas y enfermedades. Para la identificación se utilizó viñetas con un código compuesto por: el número de bloque, tratamiento y factor poda y factor dosis en estudio (Figura 1). Arboles seleccionados: parcela Café Robusta más cacao (Figura A1), parcela Agroecológica (Figura A2), parcela El Establo (Figura A3).



Figura 1. Identificación y rotulación de árboles de cacao para ensayo EEP-UES

#### 4.2.2. Muestreo de suelos parcelas de cacao presentes en la Estación Experimental y de Prácticas

El muestreo se realizó en cinco parcelas:

Café Robusto, Agroecológica, Sapotaceas, El Establo y Mango Panades.

En cada parcela se extrajo una muestra de dos libras de suelo, con una profundidad de corte de 0 – 40 cm, cada muestra fue debidamente homogenizados, embolsados y etiquetados (Figura 2).



Figura 2. Muestreo de suelos de 5 parcelas de cacao en la EEP-UES. A: perforación de agujero 0-40 cm de profundidad; B: corte de 5 cm de suelo; C: recolección de submuestras; D: homogenización de muestra; E: llenado de bolsa con 2 libras de muestra; F: rotulado.

#### 4.2.3. Poda de árboles de cacao dentro del ensayo

La poda realizada se definió con base a los objetivos de la investigación donde se propuso tres diferentes podas:

- a) **Poda cero o testigo ( $P_0$ ):** En la cual no se realizó poda.
- b) **Poda 50% con despunte ( $P_1$ ):** consistió en un 50% de poda con despunte, donde se eliminaron en primer lugar ramas enfermas, chupones, ramas entrecruzadas, plumillas más un despunte.

c) **Poda 50% sin despunte (P<sub>2</sub>):** 50% de poda sin despunte, para lo cual se eliminaron ramas enfermas, chupones, ramas entrecruzadas, plumillas sin ningún despunte de las ramas (Figura 3).

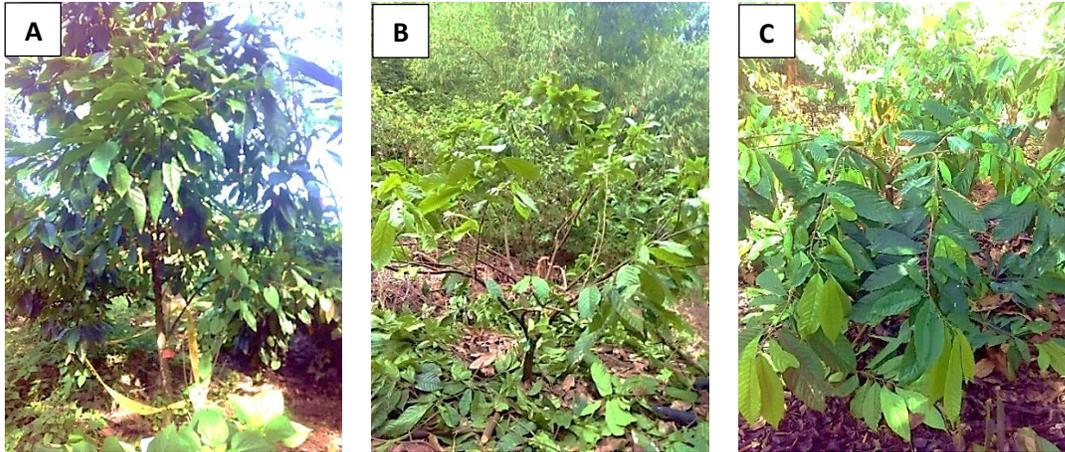


Figura 3. Tres tipos diferentes de poda evaluados en arboles de cacao. A: Sin poda (P<sub>0</sub>); B: 50% de poda más despunte (P<sub>1</sub>); C: 50% poda sin despunte (P<sub>2</sub>).

#### 4.2.4. Fertilización de árboles de cacao

La aplicación de diferentes dosis de fertilizante dentro del ensayo se realizó con base a los resultados del análisis de suelo debidamente interpretado de las cinco parcelas de cacao en estudio (Cuadro A1). Para la interpretación de análisis de suelo se utilizó el manual de resultados de análisis químicos y cálculos de enmiendas para suelos cafetaleros .

Se determinaron cuatro dosis de fertilizante:

- a) **Dosis cero (D<sub>0</sub>):** sin fertilizante.
- b) **Dosis uno (D<sub>1</sub>):** se utilizó 0.33 kg.pl<sup>-1</sup> fórmula 15-15-15 más 0.69 kg.pl<sup>-1</sup> de sulfato de amonio. la dosis inferior se distribuyó en una sola aplicación,
- c) **Dosis dos (D<sub>2</sub>):** se aplicó 0.66 kg.pl<sup>-1</sup> fórmula 15-15-15 más 1.38 kg.pl<sup>-1</sup> de sulfato de amonio. Donde se distribuyó en dos aplicaciones de 0.33 kg.pl<sup>-1</sup> formula granulada 15-15-15 más 0.69 kg.pl<sup>-1</sup> de sulfato de amonio.
- d) **Dosis tres: (D<sub>3</sub>):** utilizando 1 kg.pl<sup>-1</sup> fórmula 15-15-15 más 2 kg.pl<sup>-1</sup> de sulfato de amonio. Se distribuyó en tres aplicaciones de 0.33 kg.pl<sup>-1</sup> formula granulada 15-15-15 más 0.66 kg.pl<sup>-1</sup> de sulfato de amonio por árbol con un intervalo de un mes

entre aplicación. El fraccionar esta dosis es con el fin de evitar toxicidad en los árboles de cacao lo que provocaría un estrés en la planta (Cuadro A1).

La primera aplicación se realizó el 30 de mayo del 2022. Para esta actividad se removió la hojarasca presente en el área de aplicación de cada árbol tomando como referencia los límites de copa del árbol, esto con el fin de realizar una aplicación uniforme en toda la planta y posteriormente se devolvió la hojarasca sobre la superficie. La segunda aplicación fue el 30 de junio y la última aplicación el 7 de agosto del 2022 (Cuadro A2) (Figura 4).



Figura 4. Fertilización de árboles de cacao dentro del ensayo en la EEP-UES. A: pesado de las tres dosis de fertilizante; B: mezcla física de 15-15-15 más sulfato de amonio según el tratamiento; C: remoción de hojarasca; D: aplicación de fertilizante de forma homogénea al contorno del árbol; E: disposición de hojarasca al contorno del árbol.

### 4.3. Metodología estadística

#### 4.3.1. Material experimental

Fueron treinta y seis árboles de cacao propagados por semilla ubicados en la parcela Café Robusta, parcela Agroecológica y parcela Establo los que fueron

seleccionados para el ensayo, son árboles dentro de la etapa de fructificación, la edad de cada árbol ronda los 6 años.

#### 4.3.2. Diseño estadístico

Se utilizaron métodos estadísticos descriptivos como: gráficos, medidas de tendencia central. Además, el experimento se desarrolló bajo un arreglo factorial de primer orden Factor A y Factor B con 12 tratamientos, que consistió en todas las posibles combinaciones de los factores poda y dosis de fertilizante con un diseño estadístico de bloques completamente al azar. Se aplicó una prueba estadística de Tukey, con un nivel de significancia del 5% ya que se realizó a nivel de campo, apoyándose del programa estadístico Infostat versión 2020.

#### 4.3.3. Factores en estudio

Cuadro 4. Factores en estudio en la investigación

Factor	Niveles	
Poda	P <sub>0</sub> = Sin poda sin despunte	
	P <sub>1</sub> = 50% de poda más despunte	
	P <sub>2</sub> = 50% de poda sin despunte	
Factor	Niveles	Elemento puro kg.ha <sup>-1</sup>
Dosis de fertilizante	D <sub>0</sub> = 0 kg.pl <sup>-1</sup> de fórmula 15-15-15 más 0 kg.pl <sup>-1</sup> de sulfato de amonio	0 kg.ha <sup>-1</sup> N - 0 kg.ha <sup>-1</sup> P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> - 0 kg.ha <sup>-1</sup> K <sub>2</sub> O
	D <sub>1</sub> = 0.33 kg.pl <sup>-1</sup> fórmula 15-15-15 más 0.69 kg.pl <sup>-1</sup> sulfato de amonio	216. kg.ha <sup>-1</sup> N, 54.92 kg.ha <sup>-1</sup> P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , 54.92 kg.ha <sup>-1</sup> K <sub>2</sub> O
	D <sub>2</sub> = 0.66 kg.pl <sup>-1</sup> fórmula 15 -15 -15 más 1.38 kg.pl <sup>-1</sup> de sulfato de amonio;	432.9 kg.ha <sup>-1</sup> N, 109.86 kg.ha <sup>-1</sup> P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , 109.86 kg.ha <sup>-1</sup> K <sub>2</sub> O
	D <sub>3</sub> = 1 kg.pl <sup>-1</sup> fórmula 15-15-15 más 2 kg.pl <sup>-1</sup> de sulfato de amonio.	643.88 kg.ha <sup>-1</sup> N, 164.79 kg.ha <sup>-1</sup> P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , 164.79 kg.ha <sup>-1</sup> K <sub>2</sub> O

#### 4.3.4. Tratamientos y sus combinaciones

Cuadro 5. Numero de tratamientos y sus combinaciones

Tratamientos	Combinación	Bloques		
		I	II	III
T <sub>1</sub>	P <sub>0</sub> D <sub>0</sub>	T <sub>12</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>12</sub>
T <sub>2</sub>	P <sub>0</sub> D <sub>1</sub>	T <sub>11</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>9</sub>
T <sub>3</sub>	P <sub>0</sub> D <sub>2</sub>	T <sub>10</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>10</sub>
T <sub>4</sub>	P <sub>0</sub> D <sub>3</sub>	T <sub>5</sub>	T <sub>6</sub>	T <sub>2</sub>
T <sub>5</sub>	P <sub>1</sub> D <sub>0</sub>	T <sub>8</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>11</sub>
T <sub>6</sub>	P <sub>1</sub> D <sub>1</sub>	T <sub>7</sub>	T <sub>9</sub>	T <sub>7</sub>
T <sub>7</sub>	P <sub>1</sub> D <sub>2</sub>	T <sub>6</sub>	T <sub>7</sub>	T <sub>3</sub>
T <sub>8</sub>	P <sub>1</sub> D <sub>3</sub>	T <sub>9</sub>	T <sub>12</sub>	T <sub>4</sub>
T <sub>9</sub>	P <sub>2</sub> D <sub>0</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>5</sub>	T <sub>1</sub>
T <sub>10</sub>	P <sub>2</sub> D <sub>1</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>11</sub>	T <sub>5</sub>

$T_{11}$	$P_2 D_2$	$T_2$	$T_8$	$T_8$
$T_{12}$	$P_2 D_3$	$T_1$	$T_{10}$	$T_6$

#### 4.4. Variables en estudio

##### 4.4.1. Número de cojinetes activos

Realización cinco muestreos de la variable, se hizo el conteo total de cojinetes presentes en un metro lineal. El conteo de cada cojinete se realizó de la parte superior hacia la parte inferior del árbol. Para evitar errores se realizó dos conteos por árbol. (Figura 5).



Figura 5. Toma de datos de la variable número de cojinetes floral en un metro lineal. A: medición desde la base hasta la horqueta; B: conteo de cojinetes florales activos; C: segundo conteo de la variable.

##### 4.4.2. Número de flores por cojinete

Se realizaron cinco muestreos, en un periodo de 5 meses, para la toma de esta variable se seleccionaron al azar cinco cojinetes florales por árbol y a cada cojinete se hizo el conteo total de flores y posterior se sacó la media de flores de los cinco cojinetes activos seleccionados (Figura 6).



Figura 6. Toma de datos de la variable número de flores por cojinete.

#### 4.4.3. Amarre de frutos

Se desarrollaron cinco muestreos, en un periodo de 5 meses, en la toma de esta variable se seleccionaron frutos inmaduros  $\geq$  a 5 centímetros, en el conteo se tomaron todos los frutos presentes en el árbol. La toma de la variable se realizó cada mes. El conteo total de todos los frutos; la primera toma inicio el 7 de julio del 2022 y finalizando el 7 noviembre del 2022 (Figura 7).



Figura 7. Toma de datos de la variable amarre o cuajado de frutos.

#### 4.4.4. Número de mazorcas cosechadas

Se hicieron cinco muestreos en la toma de la variable. Se seleccionaron frutos maduros y al final se registró el acumulo de frutos cosechados para totalizar el rendimiento de cacao en un periodo determinado (Figura 8).



Figura 8. Toma de datos de la variable número de mazorcas cosechadas.

#### 4.4.5. Longitud de mazorcas

Se ejecutaron cinco muestreos, la medición se hizo desde la base del pedúnculo de la mazorca hasta la punta. En cada registro se tomaron cinco mazorcas, seleccionando desde la mazorca de menor longitud hasta la de mayor longitud, posteriormente se sacó la media de las cinco mazorcas seleccionadas (Figura 9) (Montes 2016).



Figura 9. Toma de datos de la variable longitud de mazorcas en centímetros.

#### 4.4.6. Diámetro de mazorcas

Para la variable se hicieron cinco muestreos, en un período de 5 meses. Para la medición de esta variable se utilizó pie de rey, la toma del dato se realizó en la parte media de cada mazorca. En cada registro se tomó el diámetro de cinco mazorcas, seleccionando desde la mazorca de menor longitud hasta la de mayor longitud, posteriormente se sacó la media del diámetro de cinco mazorcas seleccionadas (Figura 10).

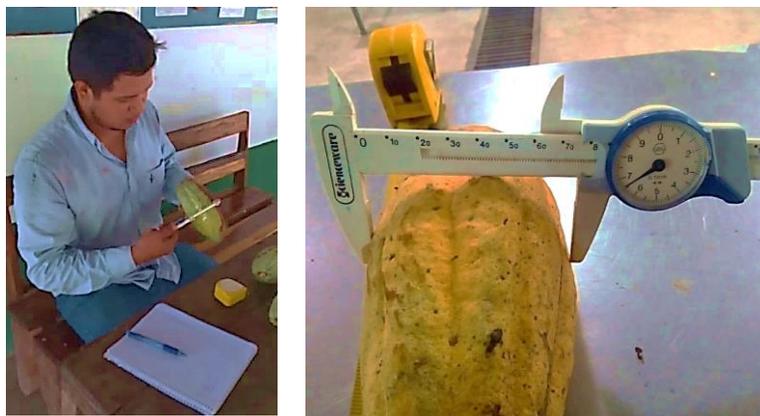


Figura 10. Toma de datos de la variable diámetro de mazorcas en centímetros.

#### 4.4.7. Peso de mazorcas

Se realizaron cinco muestreos de la variable, fue necesario utilizar balanza semi analítica. La medición se realizó a cinco mazorcas por tratamiento, seleccionado desde la mazorca de menor peso hasta la de mayor peso, posteriormente se sacó la media de las cinco mazorcas seleccionadas por muestreo (Figura 11).



Figura 11. Toma de datos de la variable peso de mazorcas en gramos

#### 4.4.8. Número de semillas por mazorca

Se realizaron cinco muestreos de la variable; el número de semillas por mazorca se realizó por conteo directo, partiendo los frutos con una navaja tratando de no dañar las semillas, las cuales fueron extraídas con la mano contándolas una por una junto con su mucílago (Figura 12).



Figura 12. Toma de datos de la variable número de semillas por mazorca.

#### 4.4.9. Peso de semillas con mucílago

Se utilizó el peso total de semillas de las mazorcas por tratamiento. Las mazorcas utilizadas para esta variable fueron peso de las mazorcas, posteriormente se dividió

el peso total entre la cantidad de mazorcas utilizadas. Para la variable se tomaron cinco muestreos durante el ensayo (Figura 13).



Figura 13. Toma de datos de la variable peso de semillas con mucilago en gramos.

#### 4.4.10. Rendimiento de grano fresco

Esta variable se obtuvo multiplicando el peso fresco total por tratamiento de las semillas por el número total de frutos cosechado por tratamiento y extrapolando luego por densidad de plantas para una hectárea (1,111 plantas). Aplicando la siguiente fórmula  $R = P_F \times N_F \times D_P$  (Cuadro 6) (Isuiza 2023).

Cuadro 6. Nomenclatura fórmula para el rendimiento en grano en fresco

R	Rendimiento
$P_F$	Peso de semillas
$N_F$	Numero de frutos cosechados
$D_P$	Densidad de plantas en una ha.

#### 4.4.11. Rendimiento de grano seco

Para obtener el rendimiento grano seco, se calculó el índice de semilla por tratamiento. Para ello se utilizó el peso promedio de semillas con mucilago por tratamiento y la cantidad de semillas promedio por mazorca (Cuadro A3), y se estimó el rendimiento de peso seco en kilogramos por hectárea para un año (Cuadro A4) (Isuiza 2023).

## **4.5. Prácticas agronómicas**

### **4.5.1. Poda de formación, de mantenimiento**

El manejo se realizó a los árboles de cacao presentes en diferentes parcelas de la Estación Experimental y de Prácticas y en el banco de germoplasma de la Facultad de Ciencias Agronómicas. Los árboles que se podaron fueron los que tenían más de 2 años de establecimiento en campo; en total se intervinieron un total de 960 árboles presentes en ambos sitios de estudio. Las partes eliminadas fueron ramas enfermas, chupones, frutos enfermos y plumillas con el único fin de permitir el ingreso de luz solar dentro de la copa del árbol y disminuir la incidencia de plagas y enfermedades dentro de las plantaciones (Alcívar y Loo 2016).

### **4.5.2. Prácticas de poda de sombra**

Los árboles a los que se realizó poda de altura fueron árboles que tenían ramas bajas y una copa de árbol demasiado densa, el propósito de la práctica fue el mayor ingreso de radiación solar para garantizar la mejor productividad.

### **4.5.3. Control de malezas**

El control de plantas competidoras de nutrientes se realizó en todas las parcelas, el área intervenida fue desde parte basal del árbol hasta los límites de la copa del árbol, con el fin de maximizar el aprovechamiento de los fertilizantes aplicados al suelo.

### **4.5.4. Aplicación de fertilizante a las parcelas de cacao en la Estación Experimental y de Prácticas y en el banco de germoplasma de la Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador**

La aplicación se realizó entre los meses de septiembre a octubre del 2022 en las principales parcelas de cacao (Cuadro A5), donde la forma de aplicación fue mediante remoción de hojarasca y tomando de referencia los límites de la copa del árbol, sitio donde se depositó el fertilizante de forma homogénea en toda el área de influencia del sistema radicular. Y luego se depositó nuevamente la hojarasca.

#### **4.5.5. Monitoreo de pulgones (*Aphis fabae*)**

La parte muestreada fue el envés de las hojas jóvenes y brotes en crecimiento, sitio de la planta preferido por los pulgones para poder perforar las partes menos lignificadas y con más presencia de sabia elaborada, rica en azúcares y almidones.

#### **4.5.6. Monitoreo de trigona (*Trigona fuscipennis*)**

La parte muestreada fueron frutos, donde la forma de daño se presentó como pequeñas raspaduras del pericarpio o cascara.

#### **4.5.7. Monitoreo de chinche depredador (*Zelus longipes*)**

El muestreo se realizó a hojas jóvenes donde se alimentan de pulgones y otros pequeños insectos.

#### **4.5.8. Monitoreo de larva de díptera (*Syrphus Fabricius*)**

La parte muestreada fueron hojas jóvenes donde parasitan pequeños pulgones en estado inmaduro. Para la identificación se hizo uso de guías técnicas de entomología y por identificación de expertos entomólogos docentes de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador.

#### **4.5.9. Monitoreo de mazorca negra (*Phytophthora palmivora*) y (*Colletotrichum gloeosporioides*)**

El muestreo se realizó a frutos inmaduros, la primera etapa fue por identificación visual de los frutos en campo, por coloración marrón oscura en la cascara y posteriormente se identificó estructuras del patógeno con el uso de microscopio en el laboratorio de Protección Vegetal de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador.

#### **4.5.10. Monitoreo de ardilla gris (*Sciurus variegatoides*)**

El muestreo se realizó en frutos en fase de madurez, donde el daño era total del fruto; considerando la parte comercial de interés son frutos sanos.

#### **4.5.11. Monitoreo de cheje o pájaro carpintero (*Melanerpes aurifrons*)**

El muestreo se realizó en frutos en fase de madurez que presentaron pequeños orificios en la cascara.

## 5. RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados son producto de cinco muestreos, los cuales se registraron en una base de datos. Muestreo de variables a los 30 días (Cuadro A6), 60 días (Cuadro A7), 90 días (Cuadro A8), 120 días (Cuadro A9) y 150 días (Cuadro A10) de los diferentes niveles de poda y aplicación de los diferentes tratamientos.

### 5.1. Número de cojinetes florales activos

Al analizar el número de cojinetes florales activos, en ninguno de los muestreos realizados se reportaron diferencias estadísticas significativas en el Análisis de Varianza (ANVA) de los diferentes niveles de los factores por separado, ni en sus interacciones (Cuadro A 11). Por otra parte, al analizar los promedios de los tratamientos, no presentó diferencias estadísticas significativas ( $P>0.05$ ) (Cuadro A 12). No obstante, al analizar los diferentes niveles de poda a partir de los 30 días después de aplicado los tratamientos pudo observarse, que cuando no se aplicó la poda se encontraron 35.85 cojinetes florales, mientras que con la poda en un 50% más despunte y sin despunte se tuvieron 28.4 y 29 cojinetes florales respectivamente (Figura 14).

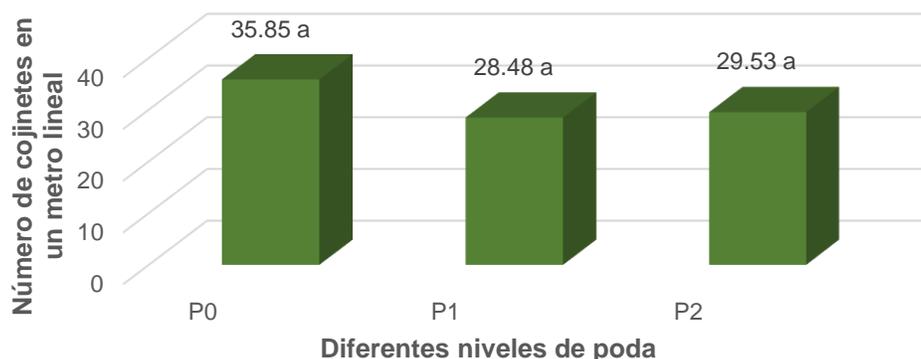


Figura 14. Efecto de los diferentes tipos de poda en el número de cojinetes activos en un metro lineal.

Con respecto a los diferentes niveles de dosis de fertilizante, se pudo observar que el nivel dos y tres, correspondientes a las dosis  $0.66 \text{ kg.pl}^{-1}$  fórmula 15-15-15 más  $1.38 \text{ kg.pl}^{-1}$  de sulfato de amonio y  $1 \text{ kg.pl}^{-1}$  fórmula 15-15-15 más  $2 \text{ kg.pl}^{-1}$  de sulfato de amonio presentaron la mayor cantidad de cojinetes florales con valores de 35.33 y 35.08 respectivamente (Figura 15).

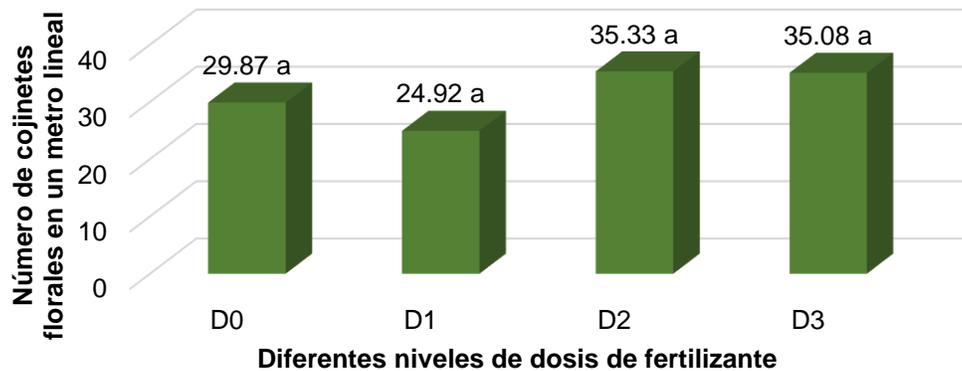


Figura 15. Efecto de las diferentes dosis de fertilizante en el número de cojinetes activos por metro lineal.

Además, puede observarse que a partir de los tratamientos con interacciones de los factores poda y dosis de fertilizante ( $P_1D_2$ ,  $P_1D_3$ ,  $P_2D_1$ ,  $P_2D_2$  y  $P_2D_3$ ) y que corresponden a los  $T_7$ ,  $T_8$ ,  $T_{10}$ ,  $T_{11}$  y  $T_{12}$  (Cuadro 7) mantuvieron constante la producción de cojinetes florales activos durante todos los muestreos realizados (entre 19.67 y 40.67 cojinetes florales) (Figura 16).

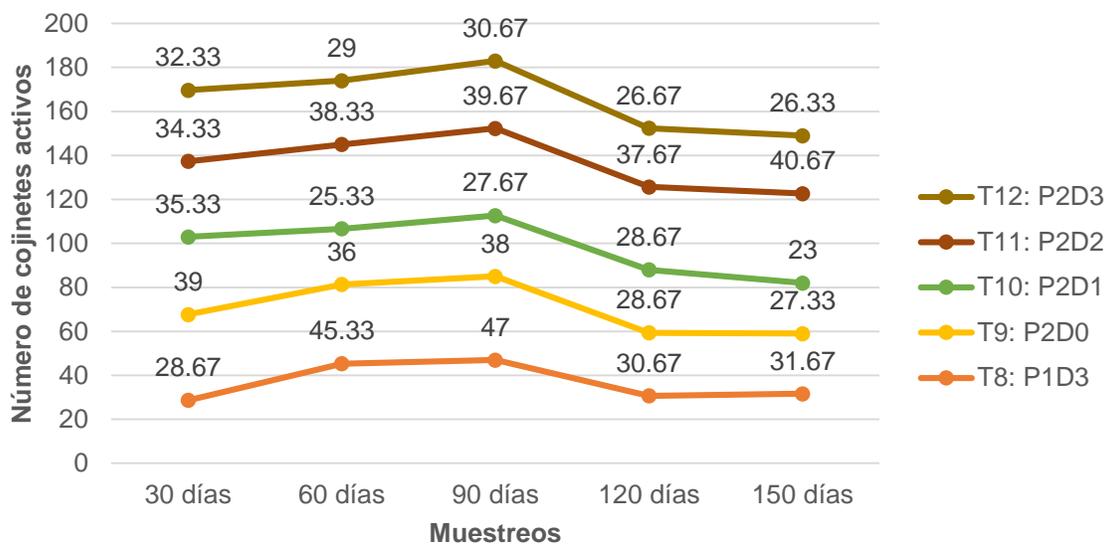


Figura 16. Comportamiento del número de cojinetes activos en los cinco muestreos de datos.

Cuadro 7. Efecto de los diferentes niveles de poda y dosis de los fertilizantes en la variable número de cojinetes activos.

Muestras	Tratamientos				
	30 días	60 días	90 días	120 días	150 días
T <sub>6</sub> : P <sub>1</sub> D <sub>1</sub>	20.00 a	22.67 a	20.67 a	10.00 a	10.67 a
T <sub>7</sub> : P <sub>1</sub> D <sub>2</sub>	28.67 a	45.33 a	47.00 a	30.67 a	31.67 a
T <sub>8</sub> : P <sub>1</sub> D <sub>3</sub>	39.00 a	36.00 a	38.00 a	28.67 a	27.33 a
T <sub>10</sub> : P <sub>2</sub> D <sub>1</sub>	35.33 a	25.33 a	27.67 a	28.67 a	23.00 a
T <sub>11</sub> : P <sub>2</sub> D <sub>2</sub>	34.33 a	38.33 a	39.67 a	37.67 a	40.67 a
T <sub>12</sub> : P <sub>2</sub> D <sub>3</sub>	32.33 a	29.00 a	30.67 a	26.67 a	26.33 a

Analizando la figura 17, se pudo observar que el tratamiento T<sub>4</sub> (P<sub>0</sub>D<sub>3</sub>) presentó un valor superior en el número de cojinetes florales con 42.27, seguido por el testigo con 39.93 cojinetes activos.

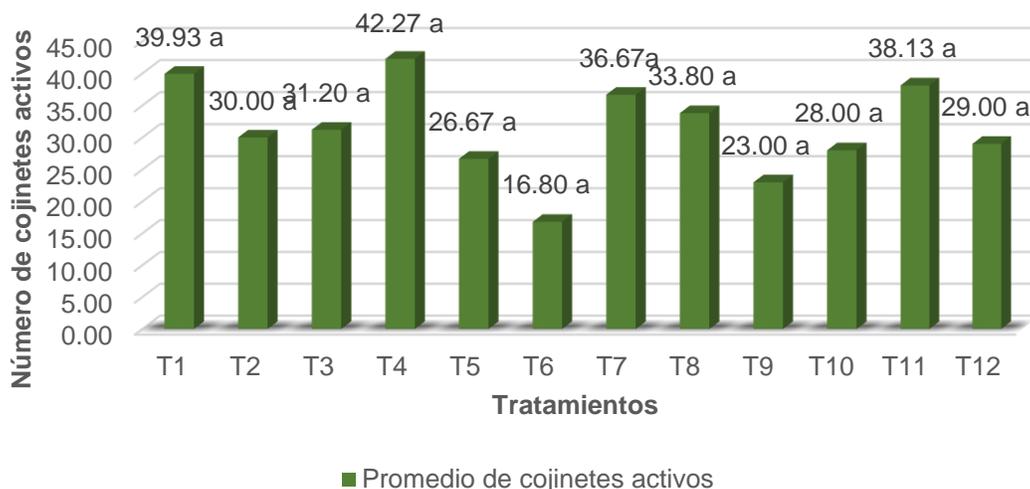


Figura 17. Efecto de los diferentes niveles de poda y fertilización al suelo con fórmula 15-15-15 y sulfato de amonio, en el número de cojinetes activos por metro lineal.

Por lo tanto, y como se discute con la información generada en los diferentes muestreos y los promedios de los tratamientos, es importante considerar la aplicación de la poda, en cuanto a que se generaran nuevos puntos de floración y fructificación y se evita el envejecimiento de las ramas, de igual manera la nutrición en el nivel dos y tres refuerza dichas estructuras. En cuanto a la variable número de cojinetes activos, Leiva *et al.* (2019) realizando podas menores del 75% del área foliar total en árboles clonales CCN-51, en un total de 7 muestreos de la variable, obtuvo un promedio de 27.43 cojinetes florales activos. Parada (2007) en el cultivo de jocote de 4 años, comprobó que árboles con una cantidad considerable de

ramas, la poda influye negativamente en el rendimiento en el primer año, y es muy probable que ocurra lo mismo con especies como el cacao, pero el mismo autor señala que con la poda de despunte en árboles en el año siguiente incremento los rendimientos al generar nuevos puntos de fructificación, porque estos son más fáciles de conducir con poda, lo que hace necesario practicar la poda en cacao desde sus primeras etapas de desarrollo y no dejar avejentar las estructuras que lo forman.

### 5.1.1. Número de flores por cojinete activo

En cuanto al número de flores por cojinete no se obtuvieron diferencias estadísticas significativas, en ninguno de los muestreos, ni en los diferentes niveles de poda y fertilizante por separado (Cuadro A 11), ni en los promedios por tratamiento ( $P > 0.05$ ) (Cuadro A 12), pero es importante rescatar la información generada a través de los respectivos promedios. Pudiéndose observar en la figura 18, que la poda en el nivel cero presento el mayor número de flores por cojinete, con 9.32 flores, seguido de los niveles uno y dos de poda, correspondiente a un 50% más despunte y 50% de poda sin despunte, obteniendo valores entre 7.58 y 7.42 flores por cojinete respectivamente.

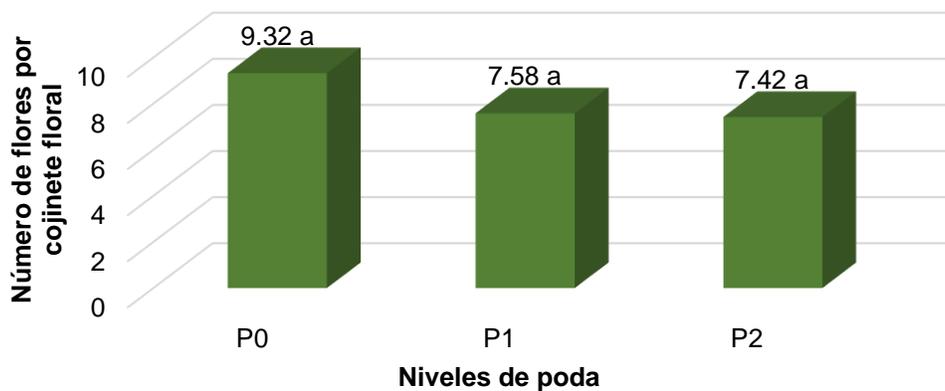


Figura 18. Efecto de los diferentes tipos de poda en el número de flores por cojinete floral. Con respecto a los diferentes niveles de dosis de fertilizante, el nivel tres obtuvo la mayor cantidad de flores, seguido del nivel cero y el nivel uno de fertilizante que reportó valores entre 8.18 y 8.11 flores por cojinete respectivamente (Figura 19).

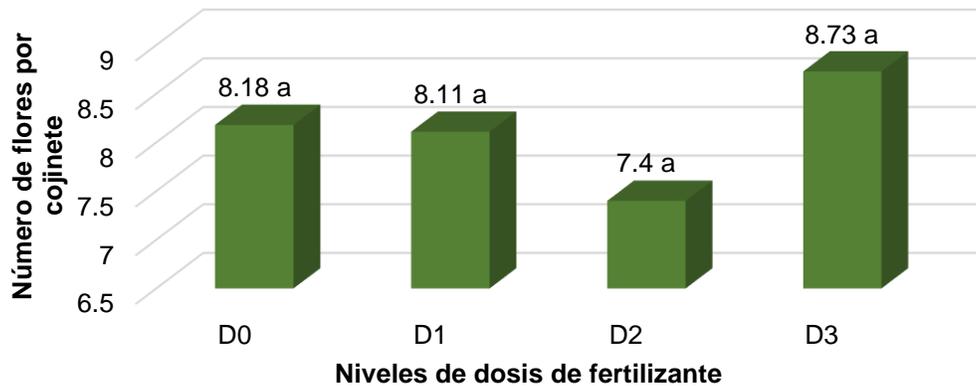


Figura 19. Efecto de las diferentes dosis de fertilizante en el número de flores por cojinete. Además, se reportó que los diferentes muestreos, los tratamientos T<sub>6</sub>, T<sub>7</sub>, T<sub>8</sub>, y T<sub>10</sub>, correspondiente a las interacciones (T<sub>6</sub>: P<sub>1</sub>D<sub>1</sub>, T<sub>7</sub>: P<sub>1</sub>D<sub>2</sub>, T<sub>8</sub>: P<sub>1</sub>D<sub>3</sub>, y T<sub>10</sub>: P<sub>2</sub>D<sub>1</sub>) (Cuadro 8) mantuvieron constante la producción de flores por cojinete activo durante todos los muestreos realizados, con valores entre 5.33 y 10.67 flores (Figura 20).

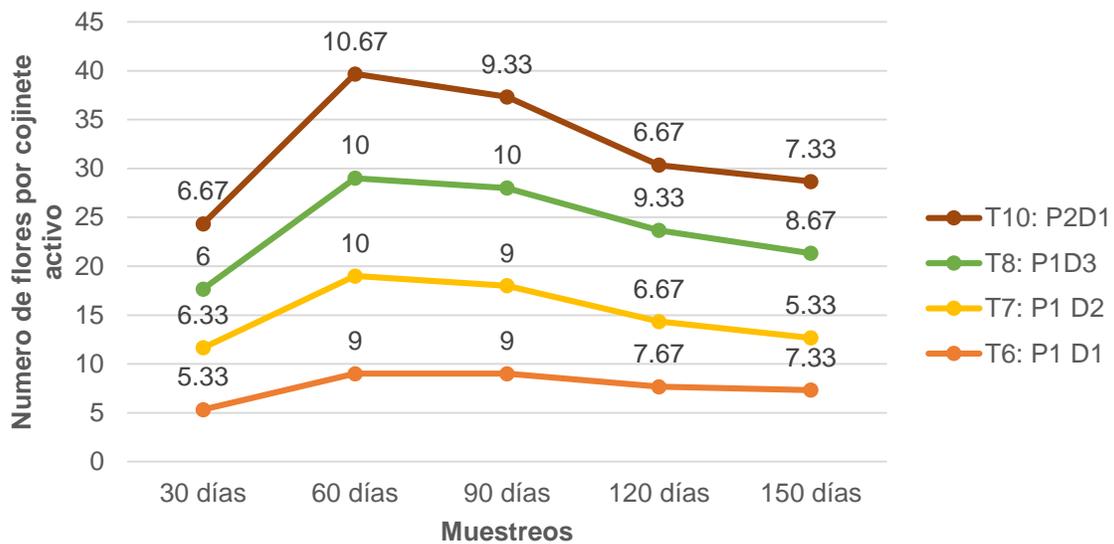


Figura 20. Efecto de los diferentes niveles de poda y dosis de los fertilizantes en la variable número de flores por cojinete.

Cuadro 8. Efecto de los diferentes niveles de poda y dosis de los fertilizantes en la variable número de flores por cojinete

Muestreros Tratamientos	Muestreros				
	30 días	60 días	90 días	120 días	150 días
T <sub>6</sub> : P <sub>1</sub> D <sub>1</sub>	5.33 a	9.00 a	9.00 a	7.67 a	7.33 a
T <sub>7</sub> : P <sub>1</sub> D <sub>2</sub>	6.33 a	10.00 a	9.00 a	6.67 a	5.33 a
T <sub>8</sub> : P <sub>1</sub> D <sub>3</sub>	6.00 a	10.00 a	10.00 a	9.33 a	8.67 a
T <sub>10</sub> : P <sub>2</sub> D <sub>1</sub>	6.67 a	10.67 a	9.33 a	6.67 a	7.33 a
T <sub>11</sub> : P <sub>2</sub> D <sub>2</sub>	6.00 a	8.33 a	7.00 a	7.67 a	8.33 a
T <sub>12</sub> : P <sub>2</sub> D <sub>3</sub>	4.33 a	10.50 a	7.00 a	7.50 a	6.00 a

Por otra parte, al analizar los promedios por tratamiento, en la figura 21, se observa que, el tratamiento T<sub>4</sub> (P<sub>0</sub>D<sub>3</sub>) y el testigo obtuvieron mejores promedios con valores entre 10.60 y 10.67 respectivamente.

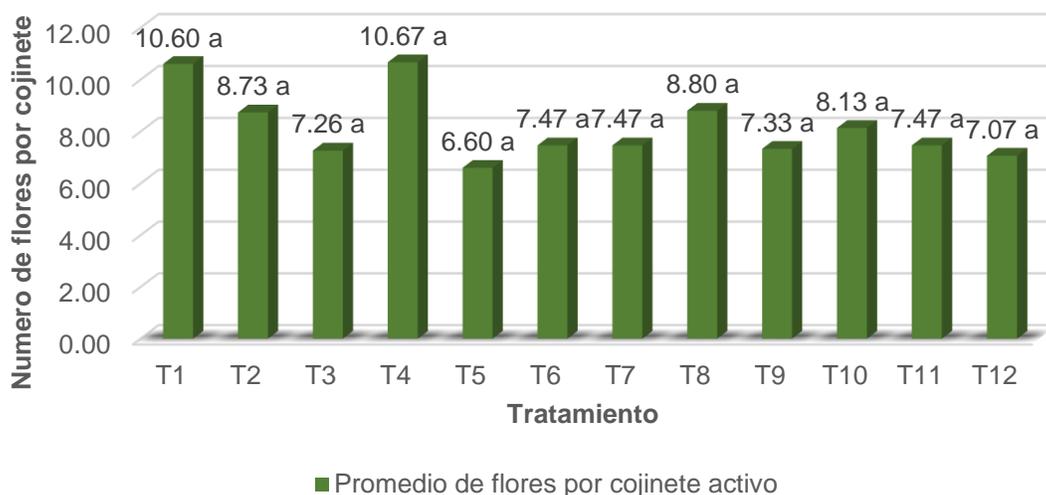


Figura 21. Efecto de los diferentes niveles de poda y fertilización al suelo con formula 15-15-15 y sulfato de amonio en la variable flores por cojinete.

En las dos variables analizadas, es importante resaltar que en los diferentes muestreos y los promedios de los tratamientos, no existe una respuesta contundente por parte de los árboles en los primeros meses de su aplicación, pero se debe considerar la aplicación de la poda, en cuanto a que se generaran nuevos puntos de floración y fructificación en etapas posteriores no evaluadas en este trabajo y se evita el envejecimiento de las ramas, de igual manera la nutrición en diferentes dosis refuerza dichas estructuras. En cuanto a la variable número de flores por cojinete activo, Leiva *et al.* (2019) determinó que realizando podas entre

el 50% y 75% del área foliar total en árboles clonales de CCN-51, en un total de 7 muestreos de la variable, obtuvo un promedio de 24.31 flores por cojinete activo. Por otra parte y en especies como la *Spondia* sp Parada (2007) comprobó que árboles de cuatro años con una cantidad considerable de ramas, la poda influye negativamente en el rendimiento en el primer año después de la poda, es muy probable que ocurra lo mismo con especies como el cacao, pero el mismo autor señala que con la poda de despunte en árboles provenientes se ha incrementado los rendimientos al generar nuevos puntos de fructificación a partir del segundo año de poda, lo que hace necesario practicar la poda en cacao desde sus primeras etapas de desarrollo y no dejar avejentar las estructuras que lo forman. Alcívar y Loor, (2016) aplicando fertilización química convencional (10-30-10); en 9 muestreos de la variable obtuvo un promedio de 14.5 flores por cojinete activo, por lo que en esta investigación los valores reportados son mayores. En cuanto a los bloques en estudio, si se encontró diferencias estadísticas significativas (Cuadro A11) correspondiente a la parcela agroecológica, dicha parcela presentó un porcentaje de materia orgánica menor en comparación a los demás bloques, con una baja fertilidad 0.96% MO, lo que demuestra que al adicionar fertilizante al suelo favoreció la cantidad de flores por cojinete, dichos resultados son respaldados por Quezada *et al.* (2008) donde estudiaron el efecto de la fertilidad de suelos áridos bajo el principio de la ley de Liebig que menciona que si un elemento nutricional (nutrimentos primarios) no se encuentra en concentraciones óptimas, el desarrollo y los rendimientos se verán afectados. Otros factores que pueden influir en los resultados es la presencia de sombra moderada en dicha parcela e individuos con potencial productivo que respondieron satisfactoriamente a los tratamientos en estudio.

### **5.1.2. Amarre de frutos**

Al analizar esta variable, se encontró diferencias estadísticas significativas en los diferentes niveles de poda, fertilización por separado con un ( $P < 0.05$ ) (Cuadro A 11), únicamente a los 30 días después de aplicado los tratamientos; por otra parte al analizando la suma total de frutos amarrados no presentó diferencias estadísticas significativas ( $P > 0.05$ ) (Cuadro A 12).

Con respecto a los diferentes niveles de poda; se obtuvo una mayor cantidad de amarre de frutos cuando no se aplicó poda, presentando un valor de 15.1 frutos. El comportamiento tanto de la poda al 50% más despunte ( $P_1$ ) y poda al 50% sin despunte ( $P_2$ ) fue prácticamente igual con valores promedio de 7.92 y 7.90 respectivamente (Figura 22).

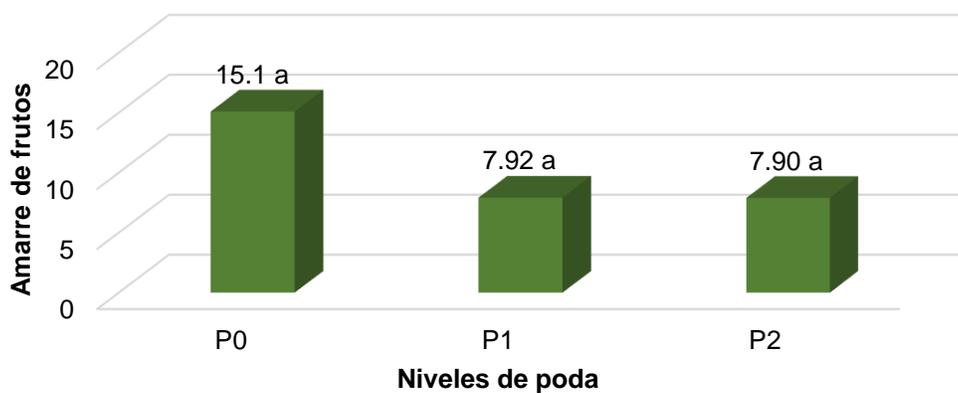


Figura 22. Efecto de los diferentes tipos de poda en el amarre de frutos.

Analizando los diferentes niveles de dosis de fertilizante, la dosis uno y la dosis dos promueven una mayor cantidad de amarre de frutos, con valores de 12.02 y 12.37 respectivamente (Figura 23).

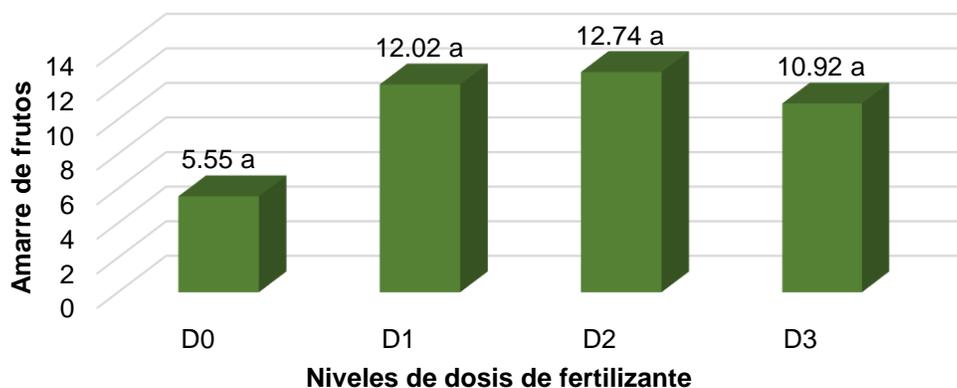


Figura 23. Efecto de las diferentes dosis de fertilizante en el amarre de frutos.

Con respecto al efecto de las interacciones se observó en el primer muestreo a los 30 días, que los tratamientos  $T_7$  ( $P_1D_2$ ) y  $T_8$  ( $P_1D_3$ ) (Cuadro 9), mantuvieron

constante la cantidad de frutos amarrados (entre 4 y 22.5 amarre de frutos), y las demás interacciones presentaron valores entre 0-6 frutos amarrados (Figura 24).

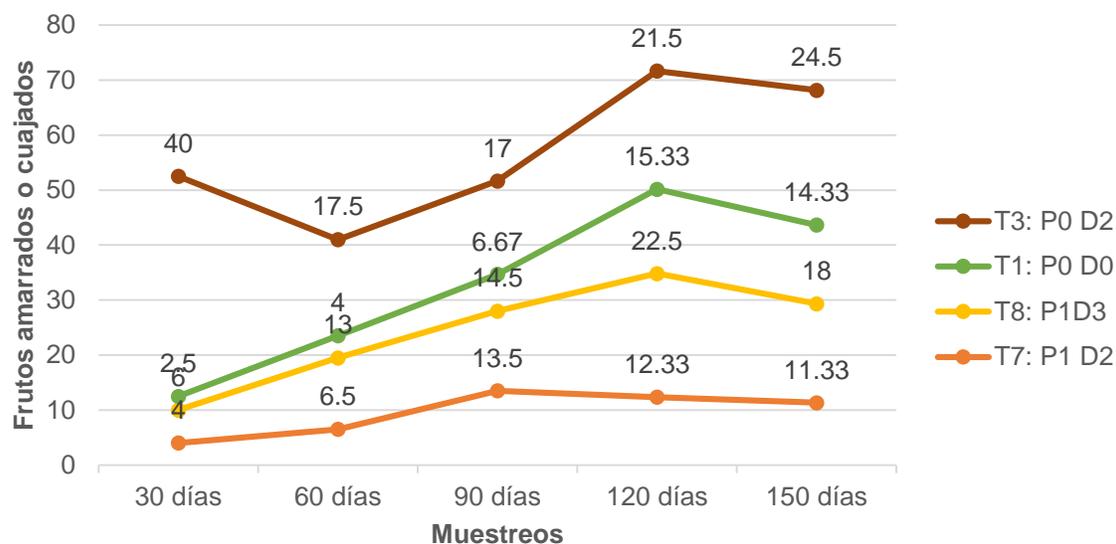


Figura 24. Efecto de los diferentes niveles de poda y dosis de los fertilizantes en la variable amarre de frutos en los cinco muestreos.

Cuadro 9. Efecto de los diferentes niveles de poda y dosis de los fertilizantes en la variable amarre de frutos en los cinco muestreos.

Tratamientos	Muestreos				
	30 días	60 días	90 días	120 días	150 días
T <sub>6</sub> : P <sub>1</sub> D <sub>1</sub>	0.00 b	14.00 e	7.00 c	3.00 a	2.67 a
T <sub>7</sub> : P <sub>1</sub> D <sub>2</sub>	4.00 d	6.50 e	13.50 c	12.33 a	11.33 a
T <sub>8</sub> : P <sub>1</sub> D <sub>3</sub>	6.00 d	13.00 e	14.50 c	22.50 a	18.00 a
T <sub>10</sub> : P <sub>2</sub> D <sub>1</sub>	0.00 a	0.00 a	1.00 c	4.00 a	37.33 a
T <sub>11</sub> : P <sub>2</sub> D <sub>2</sub>	1.00 d	0.00 c	1.00 c	4.00 a	14.00 a
T <sub>12</sub> : P <sub>2</sub> D <sub>3</sub>	2.50 d	0.00 d	0.00 b	3.50 a	7.00 a

En la figura 25 se observa que el T<sub>3</sub> (P<sub>0</sub>D<sub>2</sub>) presentó 120.5 frutos amarrados, seguido de los tratamientos T<sub>4</sub> (P<sub>0</sub>D<sub>3</sub>) y T<sub>8</sub> (P<sub>1</sub>D<sub>3</sub>) con valores de 82 y 74 frutos respectivamente.

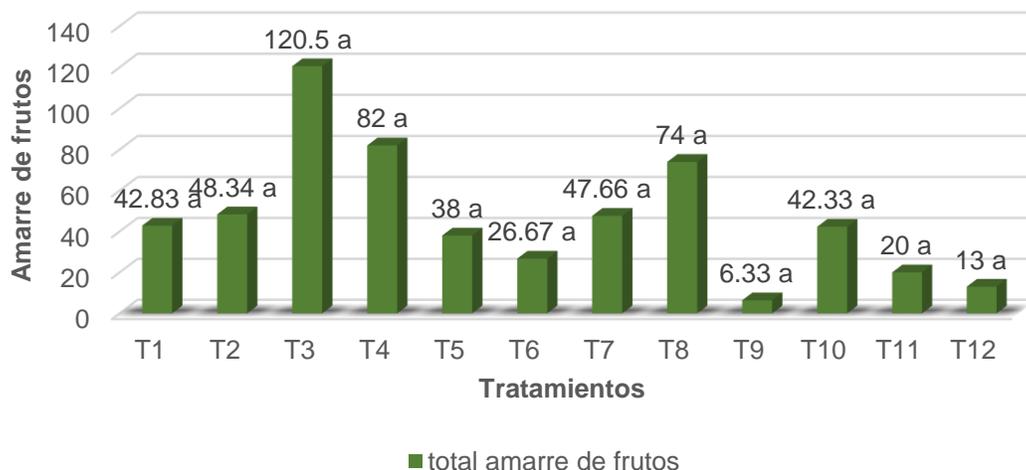


Figura 25. Efecto de los diferentes niveles de poda y fertilización al suelo con formula 15-15-15 y sulfato de amonio en el amarre de frutos.

En cuanto a la variable amarre de frutos o frutos cuajados nuestros resultados coinciden con Leiva *et al.* (2019) quién realizó tratamientos con podas menos del 25% del área foliar total sin despunte en arboles clonales CCN-51, obteniendo 123 frutos amarrados, en un total de 7 muestreos, lo que corresponde a un promedio de 15.37 frutos por muestreo. A su vez menciona que el incremento de la intensidad de poda disminuyó el Índice de Área Foliar y de manera significativa el cuajado, la retención de frutos. Con respecto a la misma variable Alcívar y Loor, (2016) aplicando fertilización química convencional (10-30-10) obtuvo un total de 240 frutos amarrados o cuajados en un periodo de 9 mes.

### 5.1.3. Número de mazorcas cosechadas

Al analizar esta variable, no se encontró diferencias estadísticas significativas en los diferentes niveles de poda y fertilización por separado (Cuadro A 11), ni en los totales de mazorcas cosechadas de los tratamientos ( $P > 0.05$ ) (Cuadro A 12). Con respecto a los diferentes niveles de poda; el nivel cero de poda presento un promedio de 4.4 mazorcas cosechadas. El comportamiento tanto de la poda al 50% más despunte ( $P_1$ ) y poda al 50% sin despunte ( $P_2$ ) presentaron valores promedio de 3.02 y 2 (Figura 26).

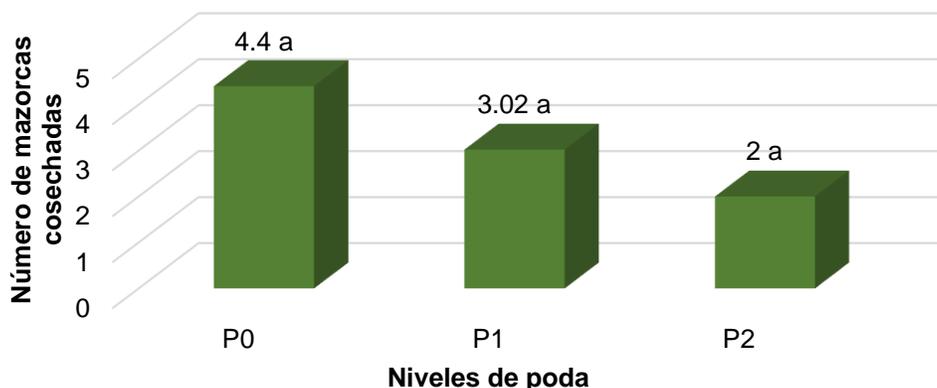


Figura 26. Efecto de los diferentes niveles de poda en el número de frutos cosechados

Cuando analizamos los diferentes niveles de fertilizante, el nivel tres (D<sub>3</sub>) y el nivel cero (D<sub>0</sub>) obtuvieron valores de 4.83 y 3.75 mazorcas cosechadas respectivamente (Figura 27).

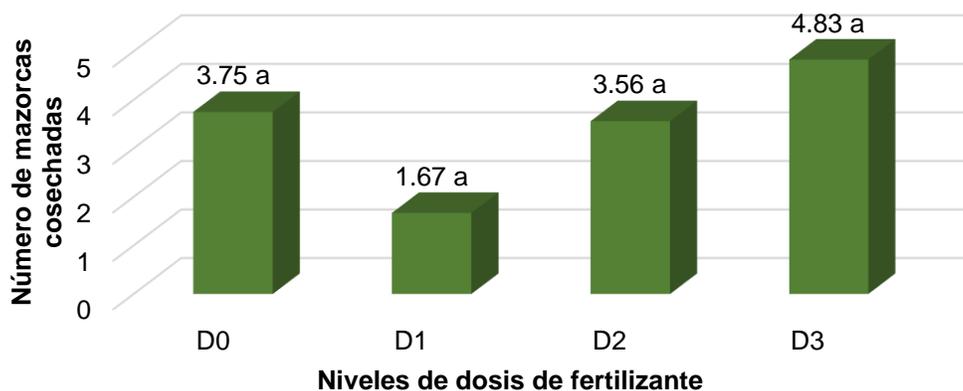


Figura 27. Efecto de los diferentes niveles de dosis de fertilizante en el número de mazorcas cosechadas.

Analizando los totales de mazorcas cosechadas no se reportó diferencias estadísticas significativas, con un ( $P > 0.05$ ) (Cuadro A 12). Pero al analizar la figura 28, se puede observar que el tratamiento tres correspondiente a la interacción (P<sub>0</sub>D<sub>2</sub>) presentó un total de 34 mazorcas cosechadas, así mismo los tratamientos T<sub>7</sub> (P<sub>1</sub>D<sub>2</sub>) y T<sub>8</sub> (P<sub>1</sub>D<sub>3</sub>) reportaron 11 y 15 mazorcas cosechadas respectivamente (Cuadro 10).

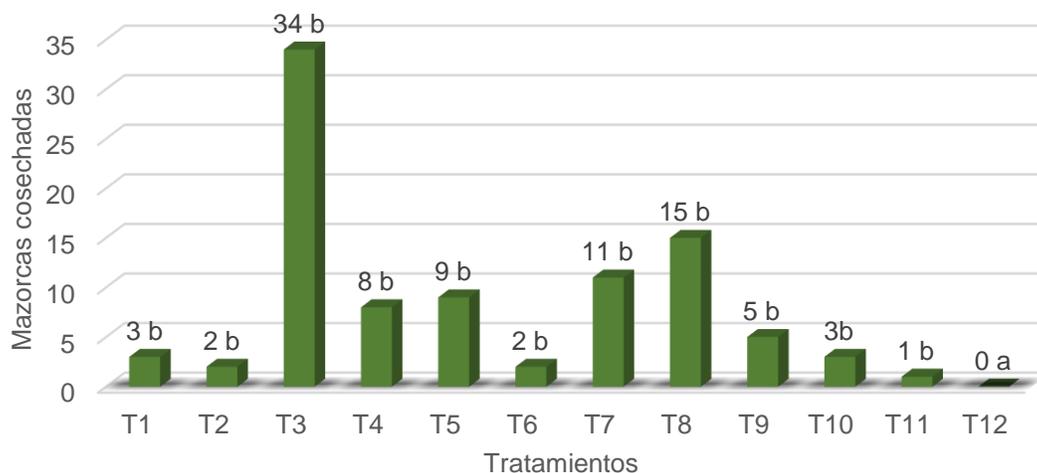


Figura 28. Efecto de los diferentes niveles de poda y dosis de los fertilizantes en la variable sumatoria de mazorcas cosechadas.

Cuadro 10. Efecto de los diferentes niveles de poda y dosis de los fertilizantes en la variable sumatoria de mazorcas cosechadas.

Tratamientos	Interacción	Total, de mazorcas
T <sub>1</sub>	P <sub>0</sub> D <sub>0</sub>	3.00 sd
T <sub>2</sub>	P <sub>0</sub> D <sub>1</sub>	2.00 sd
T <sub>3</sub>	P <sub>0</sub> D <sub>2</sub>	34.00 sd
T <sub>4</sub>	P <sub>0</sub> D <sub>3</sub>	8.00 sd
T <sub>5</sub>	P <sub>1</sub> D <sub>0</sub>	9.00 sd
T <sub>6</sub>	P <sub>1</sub> D <sub>1</sub>	2.00 sd
T <sub>7</sub>	P <sub>1</sub> D <sub>2</sub>	11.00 sd
T <sub>8</sub>	P <sub>1</sub> D <sub>3</sub>	15.00 sd
T <sub>9</sub>	P <sub>2</sub> D <sub>0</sub>	5.00 sd
T <sub>10</sub>	P <sub>2</sub> D <sub>1</sub>	3.00 sd
T <sub>11</sub>	P <sub>2</sub> D <sub>2</sub>	1.00 sd
T <sub>12</sub>	P <sub>2</sub> D <sub>3</sub>	0.00 sd

En cuanto a la variable cosecha de mazorcas, Leiva *et al.* (2019) aplicando una poda menor del 25% del área foliar total en arboles clonales CCN-51; realizando 7 muestreos de la variable, obtuvo un total de 32 frutos cosechados; también menciona que un aumento en la intensidad de poda disminuye el número de mazorcas en edad de cosecha. Los resultados reportados por Trujillo (2019), manifiesta que al realizar poda en arboles de cacao; realizado en 12 muestreos obtuvo un promedio de 33 frutos por árbol, también reporta que la cantidad de frutos que cada árbol produjo es diferente y que la expresión de esta característica puede

ser afectada por condiciones ambientales, como la falta de precipitaciones anuales (Figura A 4), compatibilidad sexual y las condiciones naturales de polinización. Similar resultado obtuvo Engracia (2018), quien evaluó podas del 30% del árbol en el año, realizó 12 muestreos de la variable, obtuvo un promedio de 34 mazorcas cosechadas. Briones (2018), realizando 9 muestreos de la variable mazorcas cosechas, registro un total de 15.67 mazorcas por árbol, donde aplicó urea y muriato de potasio. Por otra parte, el MAG (2011), indica que el número de frutos para considerar un árbol como buen productor se encuentra en el rango de 30 a 40 frutos.

#### 5.1.4. Longitud y diámetro de mazorcas

Al analizar la variable, no se encontró diferencias estadísticas significativas en los diferentes niveles de poda y fertilización por separado (Cuadro A11), ni en los promedios por tratamiento ( $P > 0.05$ ) (Cuadro A 12). No obstante, es importante destacar, que cuando no se aplicó la poda ( $P_0$ ) se generaron mazorcas con longitudes de 15.96 centímetros, mientras que con la poda en un 50% más despunte ( $P_1$ ) y sin despunte ( $P_2$ ) se generaron 14.45 y 15.48 centímetros de longitud. En cuanto al diámetro al no realizar poda se obtuvo 7.8 centímetros, mientras que con la poda en un 50% más despunte y sin despunte generaron 7.15 y 6.83 centímetros de diámetro respectivamente (Figura 29).

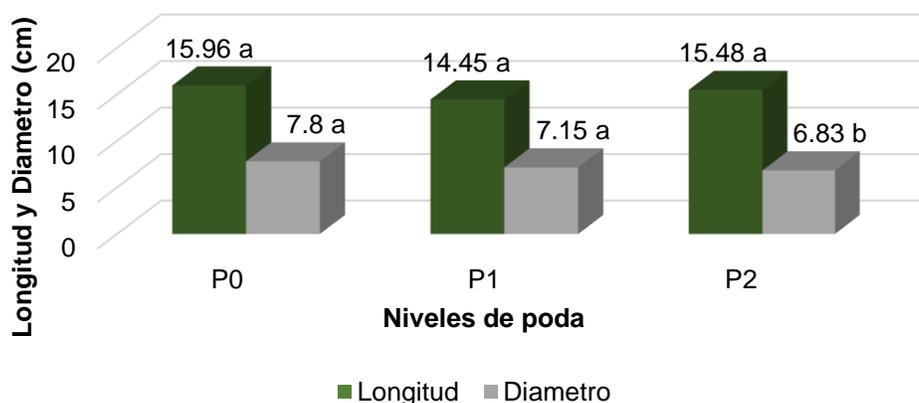


Figura 29. Efecto de los diferentes niveles de poda en la longitud y diámetro de mazorca.

Con respecto a los diferentes niveles de dosis de fertilizante, se pudo observar que el nivel uno ( $D_1$ ) y el nivel a dosis tres ( $D_3$ ) promueven en los árboles, mazorcas con

longitudes de 17.17 y 15.19 centímetros y diámetros de 7.74 y 7.34 centímetros respectivamente (Figura 30).

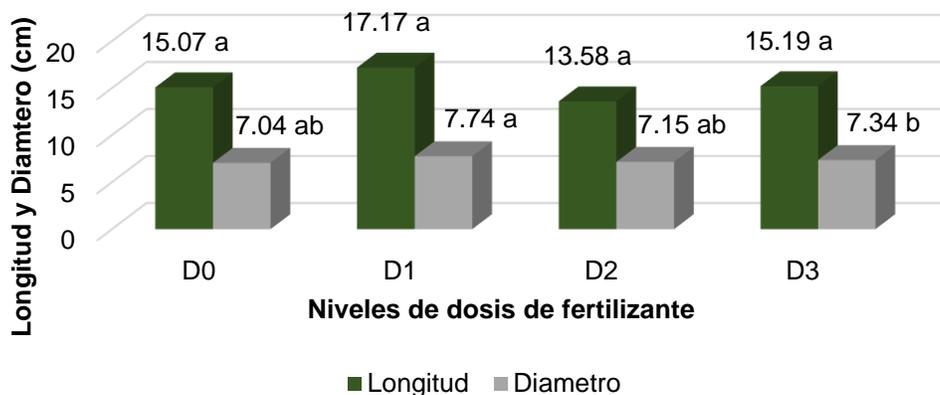


Figura 30. Efecto de los diferentes niveles de dosis de fertilizante en la longitud y diámetro de mazorcas.

En la figura 31, se observa que el T<sub>2</sub> (P<sub>0</sub>D<sub>1</sub>) del factor dosis en su nivel uno, obtuvo los mejores resultados con 19 cm de longitud y 8.25 cm de diámetro de mazorcas.

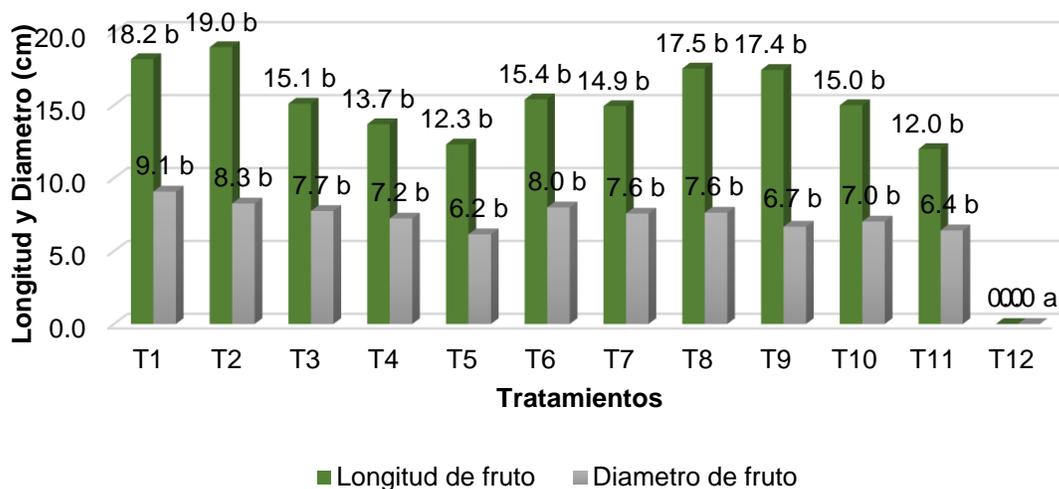


Figura 31. Efecto de los diferentes niveles de poda y fertilización al suelo con fórmula 15-15-15 y sulfato de amonio, en la longitud y diámetro de mazorcas.

Al realizar análisis de correlación de Pearson, se encontró correlación positiva entre el diámetro en centímetros y la longitud de mazorca con una  $r = 0.66$ , lo que indica dependencia entre las variables (Cuadro A 13).

Con respecto a la longitud de mazorcas Engracia (2018), realizando 12 muestreos de la variable, reporto que el tratamiento sin poda obtuvo los mejores resultados con

20.8 centímetros, seguido del tratamiento con poda menor del 25% de la copa del árbol con 20.2 centímetros. El mismo autor reporto que tanto el tratamiento sin poda y el tratamiento con un 20% de poda, obtuvieron 7.9 centímetros de diámetro de mazorca respectivamente. En cuanto a la misma variable, Montes (2016) reporto que al aplicar fosfato diamónico más sulfato de amonio en clones CCN-51, registro un promedio de 23 centímetros de longitud. Por otra parte, el mismo autor menciona que al aplicar fosfato diamónico más sulfato de amonio obtuvo mazorcas con diámetros de 11.33 centímetros.

### 5.1.5. Peso de mazorcas

Al analizar la variable peso de mazorcas no se encontró diferencias estadísticas significativas en los diferentes niveles de poda y fertilización por separado ( $P>0.05$ ) (Cuadro A 11). Por otra parte, al analizar los promedios de los tratamientos sí presentó diferencias estadísticas significativas con un ( $P<0.05$ ) (Cuadro A 12).

No obstante, es importante destacar, que en los tratamientos donde no se aplicó poda se generaron frutos de 431.38 gramos de peso, mientras que cuando se aplicó poda en un 50% más despunte y sin despunte generaron pesos entre 329.75 y 247.34 gramos respectivamente (Figura 32).

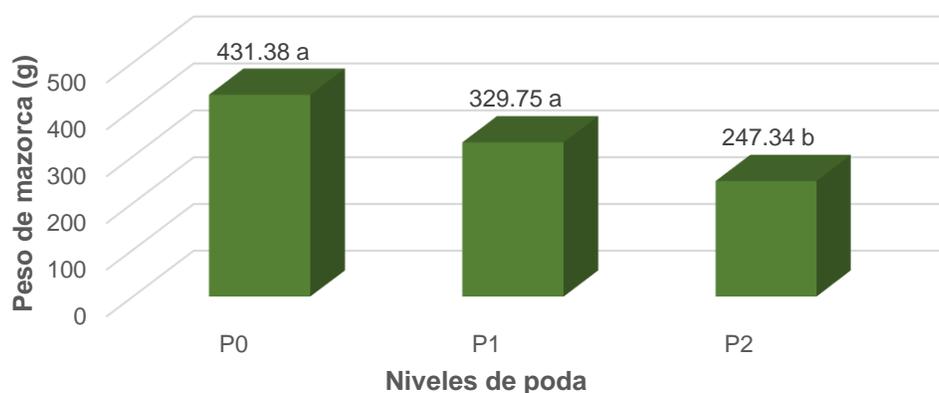


Figura 32. Efecto de los diferentes niveles de poda en el peso de mazorca.

Con respecto a los diferentes niveles de dosis de fertilizante, se puede observar que la dosis uno y la tres se obtuvieron peso de mazorcas de 386.79 372.32 gramos (Figura 33).

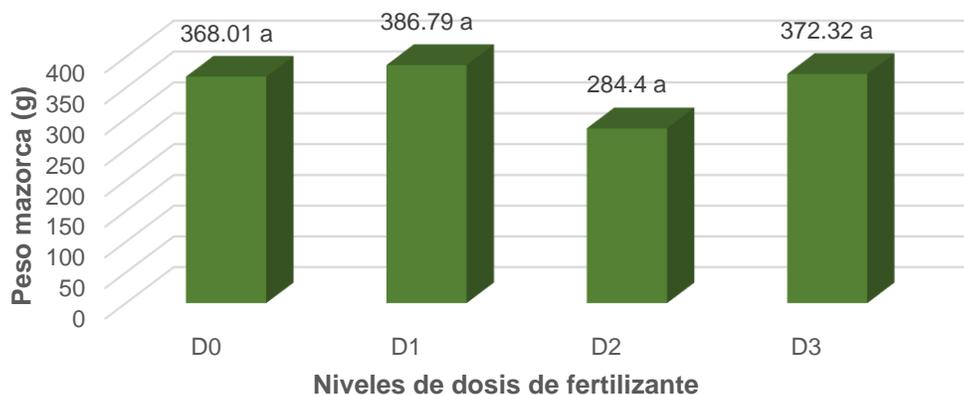


Figura 33. Efecto de los diferentes niveles de dosis de fertilizante en el número de semillas por mazorca.

Analizando la figura 34, se puede observar que el tratamiento sin poda y sin dosis de fertilizante obtuvo 696.7 gramos de peso, seguido del T<sub>2</sub> (P<sub>0</sub>D<sub>1</sub>) con 517.5 gramos.

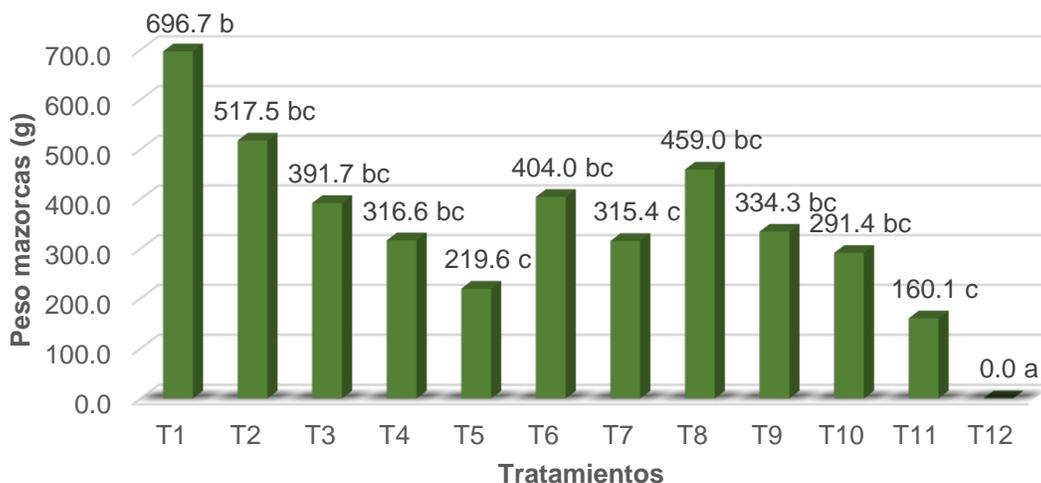


Figura 34. Efecto de los diferentes niveles de poda y fertilización al suelo en el peso de mazorcas.

Al analizar la correlación de Pearson se encontró una alta correlación positiva entre la longitud de mazorca y diámetro de la mazorca con el peso de la misma de  $r = 0.89$ . (Cuadro A13). Similares resultados encontraron López *et al.* (2013), reportando una alta correlación positiva entre la longitud del fruto por el peso del fruto y diámetro del fruto por el peso del fruto con valores  $r = 0.74$  y  $r = 0.84$  respectivamente, implicando dependencia entre las variables.

En cuanto a la variable peso de mazorcas Isuiza (2023) al aplicar fórmula urea más fosfato diamónico y cloruro de en una plantación de CCN-51 de 8 años, realizando 12 muestreos en la variable obtuvo peso promedio de mazorcas de 437.2 gramos. Por otra parte Franco-Portillo *et al.* (2019), realizando una caracterización morfoagronómica, encontró árboles con valores promedio de 451.80 gramos por mazorca en árboles sin ningún tipo de poda y fertilización, a su vez es importante mencionar que en los primeros meses de realizar la poda, disminuye el rendimiento por la remoción de tejido vegetativo, otro factor que podría haber mejorado el peso de mazorca en el tratamiento testigo es la disponibilidad del porcentaje de materia orgánica, donde en los análisis de suelo realizados a las parcelas se reportó 1.964%.

#### 5.1.6. Número de semillas por mazorca

Al analizar la variable número de semillas por mazorca, no se encontraron diferencias estadísticas significativas en los diferentes niveles de poda y fertilización por separado (Cuadro A 11), ni en los promedios de los tratamientos con un ( $P > 0.05$ ) (Cuadro A 12). Es importante mencionar, que cuando se aplicó un 50% de poda sin despunte se obtuvieron 36.25 semillas por mazorca, mientras que sin poda y un 50% más despunte se formaron 30.95 y 30.57 semillas por mazorca respectivamente (Figura 35).

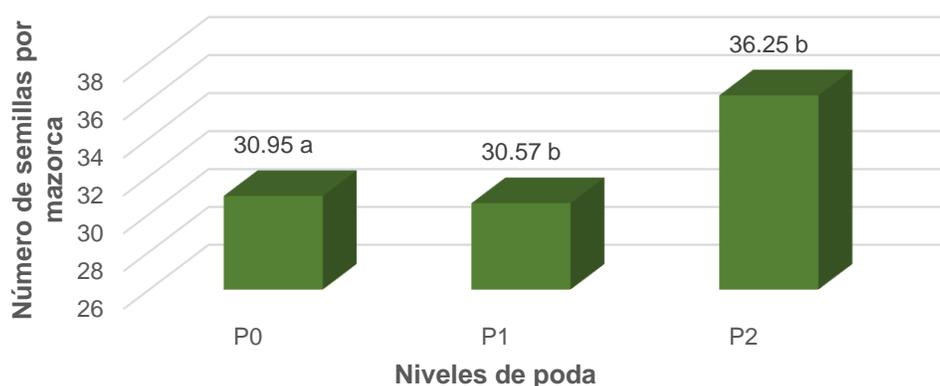


Figura 35. Efecto de los diferentes niveles de poda en el número de semillas por mazorca.

Con respecto a los diferentes niveles fertilizante, se puede observar que el nivel tres (D<sub>3</sub>) y el nivel uno (D<sub>1</sub>) obtuvieron la mayor cantidad de semillas por mazorca con valores de 36.21 y 31 respectivamente (Figura 36).

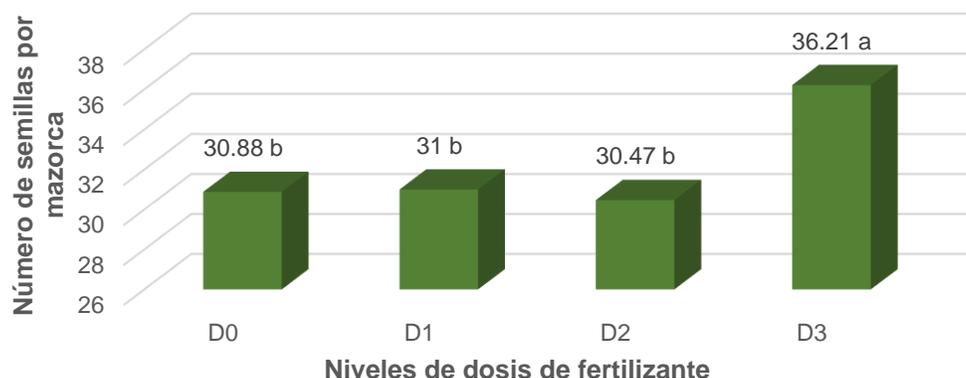


Figura 36. Efecto de los diferentes niveles de dosis de fertilizante en el número de semillas por mazorca.

En la figura 37, se observa que el T<sub>11</sub> (P<sub>2</sub>D<sub>2</sub>), obtuvo un valor de 46 semillas; seguido de los tratamientos T<sub>9</sub>, T<sub>8</sub> Y T<sub>6</sub> correspondiente (P<sub>2</sub>D<sub>0</sub>, P<sub>1</sub>D<sub>3</sub> y P<sub>1</sub>D<sub>1</sub>), presentaron valores de 42, 40.1 y 39 semillas por mazorca respectivamente.

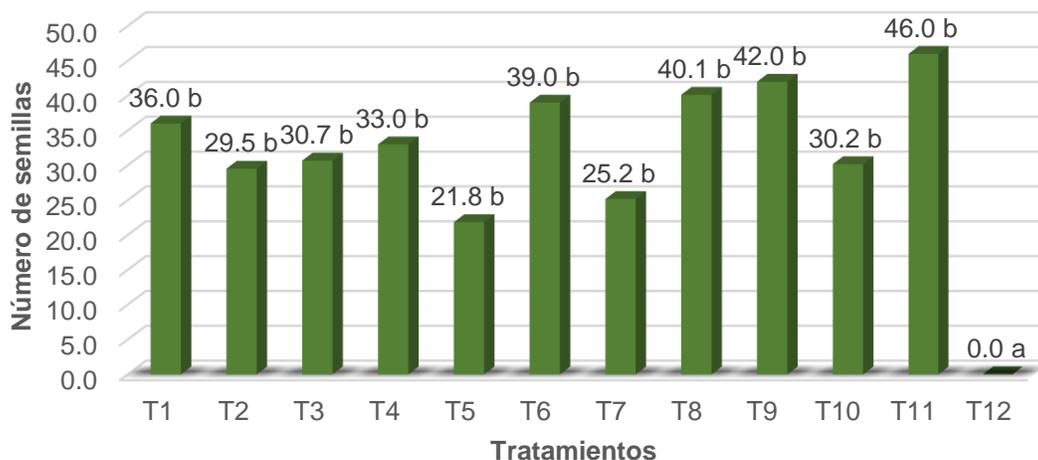


Figura 37. Efecto de los diferentes niveles de poda y fertilización, en el número de semillas por mazorca.

En cuanto a la variable número de semillas Trujillo (2019), al evaluar diferentes niveles de poda, en 12 muestreos de la variable obtuvo un promedio de 43 semillas por mazorca. Con respecto a la misma variable Engracia (2018), menciona que al

realizar poda del 30% de la copa en clones CCN-51, en 12 muestreos obtuvo un promedio de 44.8 semillas por mazorca. En su investigación Chinin (2015), obtuvo mejores resultados con el tratamiento raleo de ramas y ramas sin despunte en clones CCN-51, realizando 8 muestreos obtuvo un promedio de 59 semillas. Por otra parte, Briones (2018) aplicando urea más muriato, reporto en 9 muestreos de la variable obtuvo un promedio de 44 semillas por mazorca.

### 5.1.7. Peso de semillas con mucilago

Al analizar el peso de semillas, se encontró diferencias estadísticas significativas en los diferentes niveles de poda y fertilización, en el muestreo a los 30 días con un ( $P < 0.05$ ) (Cuadro A 11), pero en los sucesivos muestreos no se reportó significancia estadística. En cuanto al promedio de los tratamientos no presento diferencias estadísticas significativas ( $P > 0.05$ ) (Cuadro A 12). Es importante destacar, que, al evaluar los diferentes niveles de poda, cuando no se aplicó poda se produjo pesos de 130.39 gramos de peso de semillas con mucilago, mientras que con la poda en un 50% más despunte y sin despunte generaron 74.43 y 22.12 gramos de semilla con mucilago respectivamente (Figura 38).

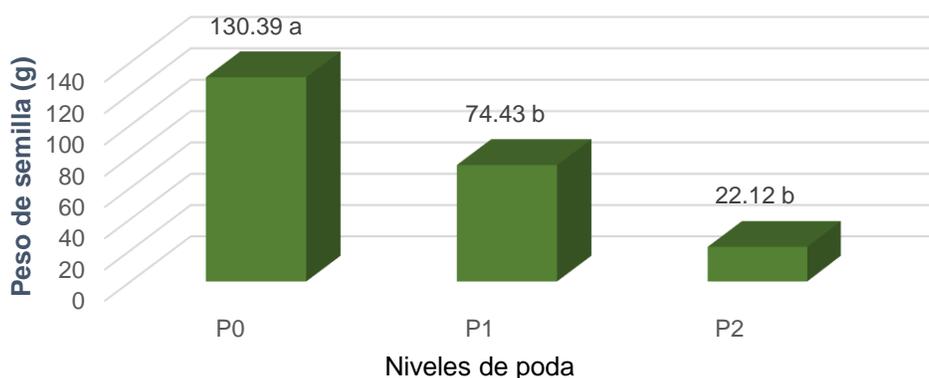


Figura 38. Efecto de los diferentes niveles de poda en el peso de semillas.

Con respecto a los diferentes niveles de dosis de fertilizante, en la figura 39 se puede observar que la dosis cero y la uno promueve en los árboles, peso de semillas con mucilago con valores de 94.84 y 85.13 gramos de peso de semilla.

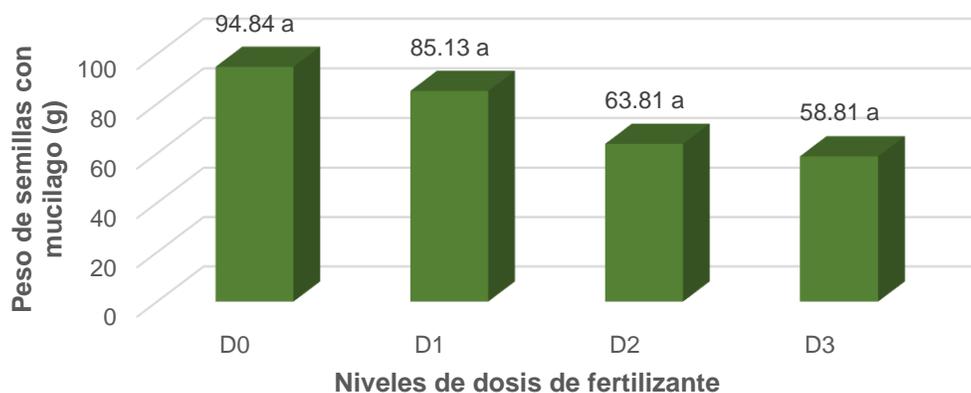


Figura 39. Efecto de los diferentes niveles de dosis de fertilizante en el peso de semillas con mucilago.

En la figura 40, se observa que tanto el tratamiento sin poda y fertilización (testigo) T<sub>1</sub> (P<sub>0</sub>D<sub>0</sub>) y el T<sub>4</sub> (P<sub>0</sub>D<sub>3</sub>) presentaron valores superiores en el peso de semillas con mucilago con 155.44 y 162 gramos respectivamente.

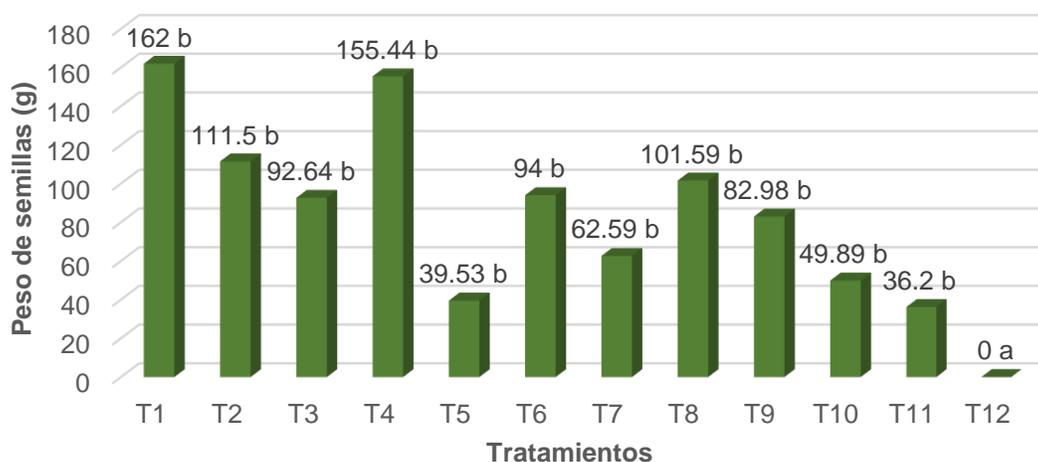


Figura 40. Efecto de los diferentes niveles de poda y fertilización al suelo con formula 15-15-15 y sulfato de amonio, en el peso de semillas con mucilago.

En los resultados donde el tratamiento testigo obtuvo el mejor promedio de peso de semilla, se podría deber a la fertilidad de suelo presente en las parcelas, reportado en los análisis de suelos, con un valor de materia orgánica de 1.964% (Cuadro A1). En cuanto a la variable peso de semilla con mucilago Engracia (2018) realizando poda menor del 30% en clones CCN-51, en 12 muestreos de la variable obtuvo

177.7 gramos de peso de semilla. Con respecto a la misma variable Alava y Farinango (2023) cuando aplicaron formula 12-11-18, en clones CCN-51, obtuvieron un peso promedio de 321.31 gramos. En su investigación Huachos (2015) obtuvo resultados menores, utilizando urea y muriato de potasio, en clones ICS 95 de 4 años con valores de 85.63 gramos de peso fresco de almendras por mazorca.

### 5.1.8. Rendimiento de grano en fresco

Al analizar la variable, no se encontró diferencias estadísticas significativas en los diferentes niveles de poda y fertilización por separado (Cuadro A 11); por otra parte, al analizar los promedios de los tratamientos no presentó diferencias estadísticas significativas ( $P > 0.05$ ) (Cuadro A 12). No obstante, es importante destacar la importancia de la aplicación de los diferentes niveles de poda; registrando que cuando se realizó poda del 50% más despunte se obtuvo un rendimiento en grano en fresco de  $751.62 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ; seguido de un 50% de poda sin despunte con  $631.85 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  respectivamente (Figura 41).

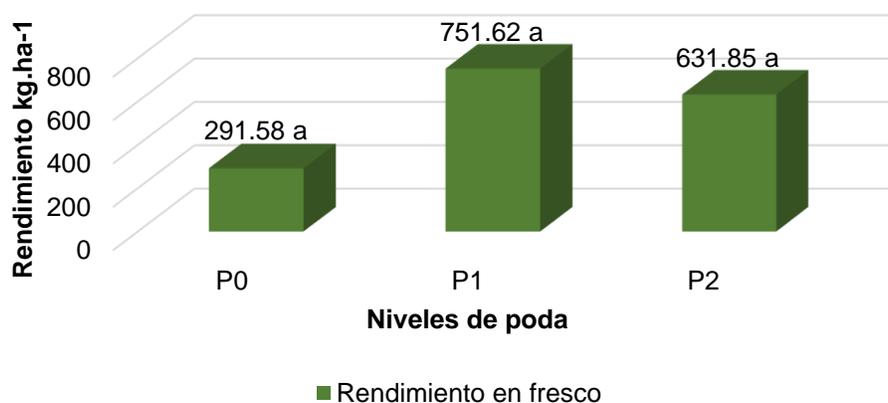


Figura 41. Efecto de los diferentes niveles de poda en el rendimiento en grano fresco.

Con respecto a los diferentes niveles de fertilizante, la dosis dos y la tres promueven en los árboles, rendimientos en grano en fresco de  $983.5 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  y  $607.18 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  respectivamente (Figura 42).

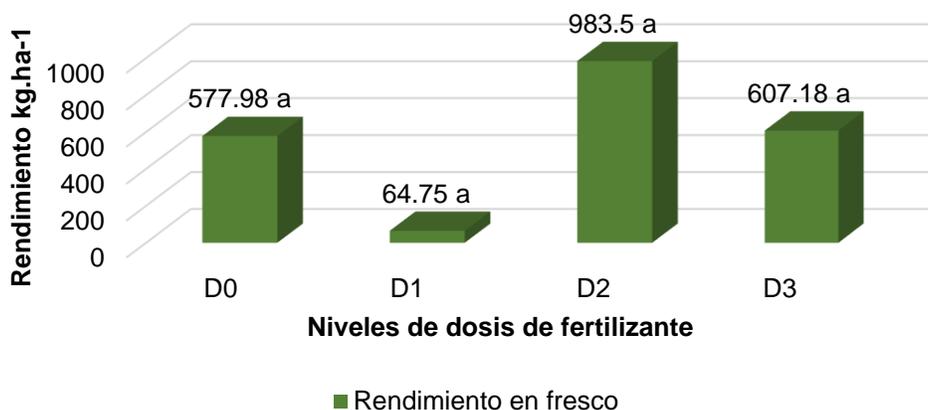


Figura 42. Efecto de los diferentes niveles de dosis de fertilizante en el rendimiento en grano fresco.

Analizando la figura 43, se observa que el T<sub>3</sub> (P<sub>0</sub>D<sub>2</sub>), registro un valor en grano en fresco de 1,666.68 kg.ha<sup>-1</sup>; a su vez el T<sub>1</sub> (testigo) obtuvo un rendimiento de 1,295.87 kg.ha<sup>-1</sup>. También la combinación de factores correspondiente al T<sub>8</sub> (P<sub>1</sub>D<sub>3</sub>) presento valores en grano en fresco de 949.6 kg.ha<sup>-1</sup>.



Figura 43. Efecto de los diferentes niveles de poda y fertilización al suelo con formula 15-15-15 y sulfato de amonio, en el rendimiento peso fresco.

Cuadro 11. Efecto de los diferentes niveles de poda y fertilización al suelo con formula 15-15-15 y sulfato de amonio, en el rendimiento peso fresco.

Tratamientos	Promedios	
	Rendimiento grano en fresco kg.ha <sup>-1</sup>	
T <sub>1</sub> : P <sub>0</sub> D <sub>0</sub>	1,295.87 b	
T <sub>2</sub> : P <sub>0</sub> D <sub>1</sub>	592.56 b	
T <sub>3</sub> : P <sub>0</sub> D <sub>2</sub>	1,666.68 b	
T <sub>4</sub> : P <sub>0</sub> D <sub>3</sub>	942.53 b	
T <sub>5</sub> : P <sub>1</sub> D <sub>0</sub>	569.06 b	

T <sub>6</sub> : P <sub>1</sub> D <sub>1</sub>	499.15 b
T <sub>7</sub> : P <sub>1</sub> D <sub>2</sub>	615.05 b
T <sub>8</sub> : P <sub>1</sub> D <sub>3</sub>	949.66 b
T <sub>9</sub> : P <sub>2</sub> D <sub>0</sub>	1,101.22 b
T <sub>10</sub> : P <sub>2</sub> D <sub>1</sub>	129.19 b
T <sub>11</sub> : P <sub>2</sub> D <sub>2</sub>	98.12 b
T <sub>12</sub> : P <sub>2</sub> D <sub>3</sub>	0.00 a

En cuanto a la variable rendimiento en grano en fresco, Briones (2018), reporto que al aplicar urea más muriato de potasio en arboles de cacao CCN-51 de 4 años, obtuvo un promedio de 3,404.25 kg.ha<sup>-1</sup> de grano en fresco.

### 5.1.9. Rendimiento grano seco

Al analizar esta variable, no hubo diferencias estadísticas significativas en los diferentes niveles de poda y fertilización por separado (Cuadro A 11); al analizar los promedios, no presentó diferencias estadísticas significativas ( $P > 0.05$ ) (Cuadro A 12). No obstante, es importante destacar la importancia de la aplicación de los diferentes niveles de poda; dado que cuando se realizó un 50% de poda más despunte se obtuvieron rendimientos en grano en seco de 225.49 kg.ha<sup>-1</sup>; seguido de un 50% de poda sin despunte con 189.56 kg.ha<sup>-1</sup> de rendimiento respectivamente (Figura 44).

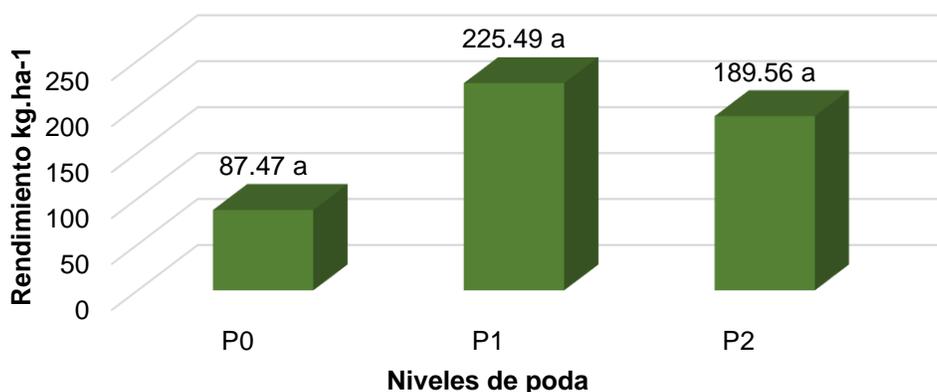


Figura 44. Efecto de los diferentes niveles de poda en el rendimiento en grano seco.

Con respecto a los diferentes niveles de dosis de fertilizante, la dosis dos y la tres presentaron rendimientos en grano seco de 295.05 y 182.16 kg.ha<sup>-1</sup> respectivamente (Figura 45).

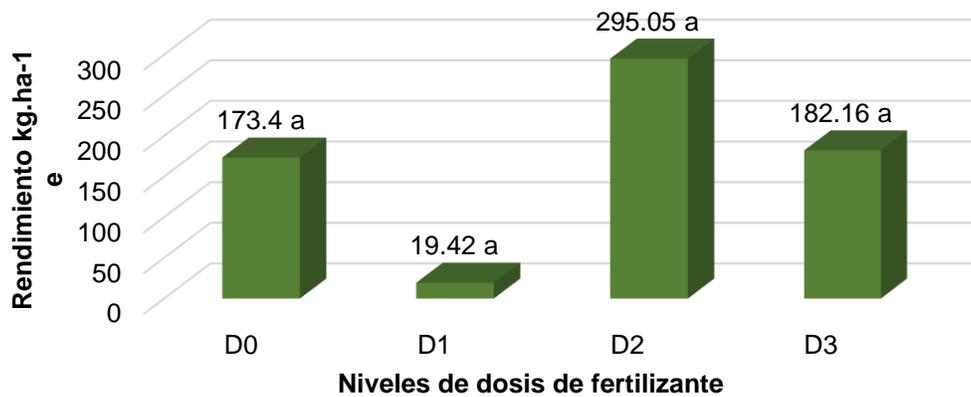


Figura 45. Efecto de los diferentes niveles de dosis de fertilizante en el rendimiento en grano seco.

Analizando la figura 46, se observa que el tratamiento tres en el nivel dos de dosis de fertilizante, correspondiente al T<sub>3</sub> (P<sub>0</sub>D<sub>2</sub>), obtuvo un rendimiento de 500 kg.ha<sup>-1</sup> de grano seco, a su vez el T<sub>1</sub> (sin poda y fertilización) presentó un rendimiento de 388.76 kg.ha<sup>-1</sup>.



Figura 46. Efecto de los diferentes niveles de poda y fertilización al suelo, en el rendimiento grano seco.

Cuadro 12. Efecto de los diferentes niveles de poda y fertilización al suelo, en el rendimiento grano seco.

Tratamientos	Promedios	Rendimiento grano en seco kg.ha <sup>-1</sup>
T <sub>1</sub> : P <sub>0</sub> D <sub>0</sub>		388.76 b
T <sub>2</sub> : P <sub>0</sub> D <sub>1</sub>		177.77 b
T <sub>3</sub> : P <sub>0</sub> D <sub>2</sub>		500.00 b
T <sub>4</sub> : P <sub>0</sub> D <sub>3</sub>		282.76 b
T <sub>5</sub> : P <sub>1</sub> D <sub>0</sub>		177.77 b
T <sub>6</sub> : P <sub>1</sub> D <sub>1</sub>		149.75 b
T <sub>7</sub> : P <sub>1</sub> D <sub>2</sub>		184.52 b
T <sub>8</sub> : P <sub>1</sub> D <sub>3</sub>		284.90 b
T <sub>9</sub> : P <sub>2</sub> D <sub>0</sub>		330.37 b
T <sub>10</sub> : P <sub>2</sub> D <sub>1</sub>		38.76 b
T <sub>11</sub> : P <sub>2</sub> D <sub>2</sub>		29.44 b
T <sub>12</sub> : P <sub>2</sub> D <sub>3</sub>		0.00 a

Al realizar el análisis de correlación de Pearson ( $r$ ), se encontró correlación positiva entre el rendimiento peso de grano fresco kg.ha<sup>-1</sup> y el número de mazorcas cosechadas con una  $r = 0.93$ . Además, entre el rendimiento en peso fresco kg.ha<sup>-1</sup> y el rendimiento en grano seco kg.ha<sup>-1</sup> con una  $r = 1$ , lo que indica que las variables son dependientes entre sí (Cuadro A 13).

En una investigación realizada por Trujillo (2019), expresa que al realizar podas en arboles de cacao; en 12 muestreos de la variable registro un rendimiento en grano seco de 839 kg.ha<sup>-1</sup>, lo que demuestra que la intervención en los árboles para moldear su arquitectura a través de la poda provocó la eliminación de un número mayor de ramas primarias y secundarias improductivas y enfermas, procurando obtener tres o cuatro ramas primarias para que la planta adopte la mejor forma. En cuanto a la misma variable Engracia (2018), realizando un despunte más un aclareo al año de a un 30% de la copa del árbol en una plantación clonal CCN-51; en 12 muestreos de la variable obtuvo un rendimiento de grano seco de 2,618.2 kg.ha<sup>-1</sup>, a su vez menciona que la poda de mantenimiento debe ser ligera, es decir no cortar muchas ramas con hojas a fin de asegurar una buena área foliar, también menciona que la cantidad de material que se elimina no debe ser excesiva, considerando que

las mazorcas formadas en el árbol deben ser “alimentadas” por las hojas, y que las podas muy fuertes alteran la producción regular.

## 5.2. Prácticas agronómicas

### 5.2.1. Poda de formación, de mantenimiento

En las diferentes parcelas se realizó poda de mantenimiento, donde se eliminó ramas entrecruzadas, ramas enfermas y plumillas; para ello se utilizaron herramientas como machete, cola de zorro, tijeras manuales, con el propósito de facilitar el ingreso de luz solar dentro de la copa del árbol; asimismo, darle una mejor arquitectura a cada árbol y con el fin de facilitar prácticas de cosecha (Figura 47).



Figura 47. Poda de mantenimiento en arboles de cacao. A: corte de chupones; B: poda de plumillas; C: corte de ramas entrecruzadas; D: eliminación de ramas enfermas.

### 5.2.2. Poda de sombra

En las parcelas intervenidas, se eliminaron ramas que obstruían el ingreso de la radiación dentro de las parcelas e impedían el buen crecimiento de los árboles de cacao; las especies intervenida que sirven como sombra se encuentran arboles de

paterna (*Inga paterna* L.), níspero (*Manilkara zapota*), almendro (*Andira inermis* L.), tempisque (*Sideroxylon capiri*), aceituno (*Simarouba glauca*), naranjo agrio (*Citrus aurantium*), ojuste (*Brosimum alicastrum* L.). Para la eliminación de ramas bajas se utilizaron: podadora de altura y motosierra profesional peine “18” (Figura 48).



Figura 48. Poda sombra en arboles dentro de parcelas de cacao. A: corte de ramas bajas en árboles frutales; B: aplicación de pasta cubre cortes; C: eliminación de sombra alta; D: aclareo de sombra.

### 5.2.3. Control de malezas

La práctica consistió en la eliminación de malezas presentes en las parcelas de cacao, para ello se utilizaron machetes y cumas con el fin de eliminar plantas competidoras de nutrientes y luz solar presentes en las parcelas de interés. A su vez se pretendió disminuir la cantidad de plantas hospedantes de insectos plagas que pudieron afectar los árboles de cacao (Figura 49).



Figura 49. Control de malazas, parcelas de cacao presentes en la EEP-UES.

#### 5.2.4. Fertilización de arboles

Se fertilizaron 960 árboles de las cinco parcelas de cacao presentes en la EEP-UES, el lugar de aplicación fue desde la base del árbol hasta el límite de las ramas, el fertilizante depositado se cubrió con hojarascas producto de las anteriores podas de mantenimiento (Figura 50).



Figura 50. Fertilización de parcelas de cacao presentes en la EEP-UES.

#### 5.2.5. Daño causado por pulgones (*Aphis fabae*)

Dentro del monitoreo se encontró presencia de pulgones en hojas jóvenes de cacao, donde su principal daño aparentemente es la succión de savia mediante pequeñas

perforaciones en la parte del envés de las hojas jóvenes. Según Meza Juárez, (2018) el daño directo causado por el pulgón es a través de succionar la savia presente en las partes tiernas de la planta, principalmente en la parte apical, reflejando daños en las hojas y produciendo plantas débiles con un aspecto amarillento (Figura 51).



Figura 51. Afectación en hoja de cacao por pulgón (*Aphis fabae*).

#### **5.2.6. Daño causado por trigona (*Trigona fuscipennis*)**

Produce la caída de frutos pequeños y daña la cascara de frutos, generando raspados en la superficie, lo que podría propiciar el ingreso de patógenos y bajando la calidad y presentación del fruto. Según López-Guillén *et al*, (2021) *Trigona fuscipennis* daña la lámina foliar de las hojas tiernas o jóvenes, en ocasiones defolia más del 50% de una planta y en otras solamente muerden los márgenes de unas cuantas hojas. Rara vez dañan pedúnculos de flores y el pericarpio de mazorcas de cacao tiernas o jóvenes. Esta especie de Trigona daña las plantas de manera localizada y se encuentran generalmente en grupos de hasta cinco individuos en una sola hoja (Figura 52).



Figura 52. Daño de fruto por avispa trigona

### 5.2.7. Beneficios chinches depredador (*Zelus longares*)

Se encontró entre la diversidad insectil, chinches que se alimentan de áfidos y otros insectos que afectan follaje y frutos, dentro de la biodiversidad de insectos podemos contar con la presencia de agentes controladores de insectos dañinos que afectan los árboles de cacao. Según Ramírez-Cortes *et al.* (2011) las chinches son polípagos depredadores de una amplia variedad de insectos de los órdenes Coleoptera (cucarachones), Lepidoptera (mariposas y polillas y Diptera (moscas) (Figura 53).



Figura 53. Chinche depredador (*Zelus longipes*) dentro de parcela de cacao

### 5.2.8. Beneficio de larva de díptera (*Syrphus Fabricius*)

Las larvas son depredadoras de pulgones principalmente, aunque también se alimentan de trips, pequeñas larvas de mariposas y pequeños artrópodos de cuerpo blando. Según Nájera y Souza, (2013) se ha determinado que una larva puede consumir hasta 400 pulgones durante todo su desarrollo. Los adultos se alimentan de néctar, polen o mielecilla producida por pulgones (Figura 54).



Figura 54. Larva de díptera (*Syrphus Fabricius*)

### 5.2.9. Identificación de mazorca negra (*Phytophthora palmivora*) y (*Colletotrichum gloeosporioides*).

Entre los agentes causales de enfermedades en el cultivo de cacao se encontró al agente causal *Phytophthora palmivora*, y *Colletotrichum gloeosporioides* responsable del daño de fruto, donde se observa un daño completo abarcando cascara y almendras del fruto. Según Ploetz, (2007) estima que el complejo *Phytophthora spp.* puede causar pérdidas cercanas al 10% de la producción mundial, bajo condiciones favorables para su desarrollo dentro de las plantaciones. Según Cedeño y Carrero, (2003) el agente causal de la antracnosis del cacao es el hongo *Colletotrichum gloeosporioides*, el cual infecta hojas, ramas y mazorcas, ocasionando pérdidas apreciables en la cosecha. En frutos inmaduros produce lesiones superficiales pequeñas, hundidas y oscuras, las cuales más tarde dañan los tejidos internos y las almendras (Figura 55).



Figura 55. Daño por *Phytophthora palmivora* y *Colletotrichum gloeosporioides* en fruto de cacao

### 5.2.10. Daño de ardilla gris (*Sciurus variegatoides*)

En cuanto a daño de la parte comercial de una plantación de cacao, son los vertebrados que en mayor medida causan más daños, debido a su gran capacidad de identificar frutos maduros, una forma de disminuir daños por invertebrados es cosechar frutos periódicamente en intervalos de 4 a 7 días. Según Amaya (2020) las ardillas pueden dañar plantaciones de cacao, pudiendo afectar el 40% de las plantas de cacao y dañar el 27% de los frutos. Amaya-Ariola (2020) menciona que

los vertebrados silvestres, afectan el 67% de las plantas de cacao y se alimentan del 46.7% de los frutos; y la especie que causó mayor porcentaje de daño fue la ardilla gris que afectó el 40% de las plantas de cacao y dañó el 27% de los frutos (Figura 56).



Figura 56. Daño de fruto de cacao por ardilla gris

#### 5.2.11. Cheje o pájaro carpintero (*Melanerpes aurifrons*)

La forma de dañar frutos es mediante pequeños orificios, esto causa el ingreso de plagas o enfermedades que dañan la parte comercial. Según FAO, (2011) el ataque de frutos por pájaros carpinteros y roedores ocasionaron daños menores del 1 % en el ensayo ejecutado en zona montañosa de Nipe-Sagua-Baracoa, Guantánamo, Cuba (Figura 57).



Figura 57. Daño de frutos de cacao por cheje (*Melanerpes aurifrons*).

## 6. CONCLUSIONES

- Los mejores resultados en cuanto al factor poda, los obtuvo la poda uno ( $P_1$ ), el cual corresponde a un 50% de poda más un despunte con  $225.49 \text{ kg.ha}^{-1}$  de grano seco.
- En cuanto al factor fertilización al suelo, el mejor resultado lo obtuvo la dosis dos ( $0.66 \text{ kg.pl}^{-1}$  de la fórmula 15-15-15 más  $1.38 \text{ kg.pl}^{-1}$  de sulfato de amonio) con  $295.05 \text{ kg.ha}^{-1}$  grano seco.
- Tomando en cuenta los promedios de las interacciones, los mejores resultados lo obtuvieron el tratamiento tres de la interacción ( $P_0D_2$ ), el cual presento un rendimiento en grano seco de  $500 \text{ kg.ha}^{-1}$ .

## 7. RECOMENDACIONES

- Se recomienda podas menores al 50%, entre un 25% a 35%, dado que al eliminar un exceso de follaje los árboles tienden a disminuir el amarre de frutos y el rendimiento de grano seco.
- La dosis de fertilizante recomendada es la de 0.66 kg.pl<sup>-1</sup> 15-15-15 más 1.38 kg.pl<sup>-1</sup> de sulfato de amonio, distribuido en dos aplicaciones, considerando que fue la que mejores resultados presento en la variable rendimiento kg.ha<sup>-1</sup> de grano seco.
- En cortes de rama mayores de dos centímetros de diámetro se debe aplicar pasta cobre corte, como preventivo a enfermedades fúngicas.
- Primera poda se debe realizar a finales de abril e inicios de mayo, si se cuenta con sistema de riego focalizado en la parcela.

## 8. BIBLIOGRAFÍA

- Alava-Navarrete DJ y Farinango-Herrera LV. 2023. Respuesta agronómica DEL cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.) a la aplicación de fertilizantes orgánicos y químicos en el sector los laureles del cantón la maná. Consultado 24 jul. 2023. Disponible: <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/10106>
- Alcívar-Valdez, JP; Loor-Velez, MV. 2016. Respuesta del cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.) a la poda y fertilización orgánica y química. consultado 14 feb. 2023. Disponible en: <https://repositorio.espam.edu.ec/handle/42000/461>
- Alfaro-Melgar, MC; Romero Reyes, JB; Ponce Torres, RE. 2010. Caracterización y zonificación de áreas potenciales para el cultivo de cacao en El Salvador. Consultado 13 jun. 2023. Disponible en: <https://webquery.ujmd.edu.sv/siab/bvirtual/BIBLIOTECA%20VIRTUAL/TESIS/04/IAL/ADAC0000868.pdf>
- Amaya-Ariola, CA. 2020. "Vertebrados plaga: identificación y cuantificación de sus daños en tres fincas de cacao (*Theobroma cacao* L.) de El Salvador" (en línea). Consultado 30 mar. 2022. Disponible en. <http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/21380>
- Arragan-Tancara, LA. 2014. Efecto de la poda y raleo de árboles, en un sistema agroforestal sucesiones en producción de cacao (*Theobroma cacao* L.), del ato deni (en línea). Consultado el 30 ene. 2022. Disponible en: <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/5376/T-1975.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Batista, L.; 2009. Guía Técnica el Cultivo de Cacao en la República Dominicana. Centro para el Desarrollo Agropecuario y Forestal (en línea). Consultado el 30 ene. 2022. Disponible en: [www.cedaf.org.do](http://www.cedaf.org.do)
- Borrero, CA. 2009. Fertilización del cultivo de cacao en sitio definitivo (en línea). Consultado 12 abr. 2022. Disponible en: [http://cadenacacaoca.info/CDOC-Deployment/documentos/fertilizacion\\_del\\_cultivo\\_de\\_cacao\\_en\\_sitio\\_definitivo.pdf](http://cadenacacaoca.info/CDOC-Deployment/documentos/fertilizacion_del_cultivo_de_cacao_en_sitio_definitivo.pdf)
- Briones-Herrera, JA. 2018. "Evaluación de la respuesta de cacao CCN-51 a plena exposición solar a las aplicaciones de Nitrógeno (N) y Potasio (K) en la zona de Zapotal, Provincia de Los Ríos" Consultado 24 jul. 2023. disponible en: <https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/3308>
- Cedeño, L; Carrero, C. 2003. Antracnosis del cacao. Consultado 25 mar. 2023. Disponible en: [https://www.researchgate.net/profile/Luis-Cedeno-3/publication/329815091\\_ANTRACNOSIS\\_DEL\\_CACAO/links/5c1c1d29a6fdccfc705da9b1/ANTRACNOSIS-DEL-CACAO](https://www.researchgate.net/profile/Luis-Cedeno-3/publication/329815091_ANTRACNOSIS_DEL_CACAO/links/5c1c1d29a6fdccfc705da9b1/ANTRACNOSIS-DEL-CACAO)
- CENTA (Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal). 2021. Capacitación sobre manejo de podas y fertilización en cacao (en línea, sitio web). Consultado 12 abr. 2021. Disponible en: <https://www.centa.gob.sv/capacitacion-sobre-manejo-de-podas-y-fertilizacion-en-cacao/>

- Chinin-Macias, RM. 2015. Evaluación de tres formas de podas en cacao ccn-51 y sistema de riego subfoliar con pistola senniger 3012. Consultado 20 dic. 2022. Disponible en: <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/8645>
- Cortés-Castillo, CA. 2021. Implementación de un plan piloto para la recuperación de un cultivo de cacao (*Theobroma cacao L*) mediante el manejo técnico en condiciones del municipio de Francisco Pizarro Nariño (en línea). Consultado el 14 feb. 2022. Disponible en: [https://ciencia.lasalle.edu.co/ingenieria\\_agronomica/224/](https://ciencia.lasalle.edu.co/ingenieria_agronomica/224/)
- De La Cruz-Landero, E; Córdova Avalos, V; García López, E; Bucio Galindo, A; Jaramillo Villanueva, JL. 2015. Manejo agronómico y caracterización socioeconómica del cacao en Comalcalco, Tabasco. Foresta Veracruzana, México. Consultado el 14feb. 2022. Disponible en: <https://www.redalyc.org/journal/497/49742125005/html/>
- Deras-Guardado, EC; López, M; Parada-Berríos, FA; Lara-Ascencio, F; Vásquez-Osegueda, EA; Lovo-Lara, LM. 2018. Caracterización morfoagronómica in situ de cacao criollo (*Theobroma cacao L.*) en lugares de prevalencia natural y su incidencia en la selección de germoplasma promisorio. Consultado 8 feb. 2023. Disponible en: <https://www.agronomia.ues.edu.sv/agrociencia/index.php/agrociencia/article/download/88/108>
- Dostert, N; Roque, J; Cano, A; Torre, M y Weigend, M. 2011. Hoja. Botánica: Cacao (en línea). Consultado 12 abr. 2022. Disponible en: [http://www.botconsult.com/downloads/Hoja\\_Botanica\\_Cacao\\_2012.pdf](http://www.botconsult.com/downloads/Hoja_Botanica_Cacao_2012.pdf)
- Engracia Manobanda, JH. 2018. "Evaluación de cuatro tipos de poda de mantenimiento en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao*) CCN-51 en la zona de Zapotal, provincia de Los Ríos". Consultado 24 may. 2023. Disponible en: <https://bibliotecadigital.udea.edu.co/handle/10495/13902>
- Fernández-Maura, Y; Lachenaud, P; Decock C; Díaz-Rodríguez, A; Abreu-Romero, N. 2018. Caracterización de *Phytophthora*, agente etiológico de la pudrición negra de la mazorca del cacao en Cuba y Guyana Francesa (en línea). Consultado 12 abr. 2022. Disponible en: <http://scielo.sld.cu/pdf/cag/v45n3/0253-5785-cag-45-03-17.pdf>
- Franco-Portillo, RA; Romero-Quintanilla, JC; Parada-Berríos, FA; Urrutia-Rodríguez, EA; Arias de Linares, AY; Vásquez-Osegueda, EA. 2019. Formación de un banco de germoplasma de cacao (*Theobroma cacao L.*) con árboles criollos seleccionados en el municipio de San Pedro Nonualco, departamento de La Paz, El Salvador. Consultado 8 feb. 2023. Disponible en: <https://revistas.ues.edu.sv/index.php/minerva/article/view/2416>
- García-Guerrero, WA. 2019. "Caracterización diferencial dendrológica del cacao criollo – (*Theobroma cacao L.*) de jaén y san Ignacio – región Cajamarca" (en línea). Consultado 12 abr. 2022. Disponible en: <http://repositorio.unj.edu.pe/handle/UNJ/126>

- Gene-Albrigo, L; Galán Saúco, V. 2002. Inducción del botón floral, floración y cuajado de algunos cultivos de frutales tropicales y subtropicales, con especial referencia a los cítricos (en línea). Consultado 24 jul. 2023. Disponible en : [https://www.actahort.org/books/632/632\\_10.htm](https://www.actahort.org/books/632/632_10.htm)
- Gómez-Aliaga, R; García Blas, R; Tong, F, González Huertas, C. 2014. Paquete tecnológico del cultivo de cacao fino de aroma (en línea). Consultado el 5 feb. 2022. Disponible en: [https://vinculate.concytec.gob.pe/wp-content/files/Paquete\\_Tecnologico\\_Cultivo\\_Cacao.pdf](https://vinculate.concytec.gob.pe/wp-content/files/Paquete_Tecnologico_Cultivo_Cacao.pdf)
- Huachos-Acosta, H. 2015. Fertilización con nitrógeno y potasio en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao L.*) clon ICS 95 en Cubantia- Pangoa. Consultado 20 nov. 2022. Disponible en: <https://repositorio.uncp.edu.pe/handle/20.500.12894/4014>
- ISUIZA-BARDALES, A. 2023. COMPARATIVO DE DOSIS DE FERTILIZACIÓN QUÍMICA SOBRE LA PRODUCTIVIDAD DEL CULTIVO DE CACAO (*Theobroma cacao L.*) CLON CCN 51 EN LA LOCALIDAD LA UNIÓN CFB KM 75. Consultado 24 jul. 2023. Disponible en: [http://repositorio.unu.edu.pe/bitstream/handle/UNU/6334/B5\\_2023\\_UNU\\_AGRONOMIA\\_2023\\_T\\_BARDALES-ALEGRIA\\_V1.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unu.edu.pe/bitstream/handle/UNU/6334/B5_2023_UNU_AGRONOMIA_2023_T_BARDALES-ALEGRIA_V1.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Johnson, J; Bonilla, J; Agüero, L. (2008). Manual de Manejo y Producción del Cacaotero. Nicaragua: CENIDA. Consultado 26 nov. 2023. Disponible en: <https://www.academia.edu/download/33061038/moniliaaaaaaa.pdf>
- Leiva-Rojas, El. 2012. Aspectos para la nutrición del cacao (*Theobroma cacao L.*) (en línea). Consultado 12 abr. 2022. Disponible en: [https://www.academia.edu/download/53540879/NUTRICION\\_EN\\_CACAO.pdf](https://www.academia.edu/download/53540879/NUTRICION_EN_CACAO.pdf)
- Leiva-Rojas, El; Gutiérrez-Brito, EE; Pardo-Macea, CJ; Ramírez-Pisco, R. 2019. Comportamiento vegetativo y reproductivo del cacao (*Theobroma cacao L.*) por efecto de la poda (en línea). Consultado el 4 Feb. 2022. Disponible en: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S018773802019000200137&script=sci\\_ar text](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S018773802019000200137&script=sci_ar text)
- López-Guillén, G; Chamé-Vázquez, ER; Avendaño-Arrazate, CH. 2021. Primer Registro de *Trigona fuscipennis* Asociada a *Theobroma cacao L.* en Chiapas, México. Consultado 25 mar. 2023. Disponible en: <https://bioone.org/journals/southwestern-entomologist/volume-46/issue-2/059.046.0234/----Custom-HTML----Primer/10.3958/059.046.0234.short>
- López-Hernández, JA; Ortiz-Mejía, FN; Parada-Berríos, FA; Lara-Ascencio, F; Vásquez-Osegueda, EA. 2013. Caracterización morfoagronómica de cacao criollo (*Theobroma cacao L.*) y su incidencia en la selección de germoplasma promisorio en áreas de presencia natural en El Salvador. (en línea). Consultado 22 jun. 2023. Disponible en: <https://www.camjol.info/index.php/revminerva/article/view/12523>

- MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería, CR), 2011. Desarrollo cacaotero y diversificación productiva en Talamanca. (en línea). Consultado 24 jul. 2023. Disponible en: [http://www.mag.go.cr/acerca\\_del\\_mag/programas/sixaola-proy02-CRCacao.pdf](http://www.mag.go.cr/acerca_del_mag/programas/sixaola-proy02-CRCacao.pdf)
- MARN (Ministerio de Recursos Naturales y Medio Ambiente). 2022. Consultado el 14 feb. 2022. Disponible en: <https://marn.gob.sv/>
- Montes-Mosquera, M. 2016 “EFECTOS DEL FOSFORO Y AZUFRE SOBRE EL RENDIMIENTO DE MAZORCAS, EN UNA PLANTACIÓN DE CACAO (*Theobroma cacao* L.) CCN-51, EN LA ZONA DE BABAHOYO” consultado 24 jul. 2023 disponible en: <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/3358/E-UTB-FACIAGING?sequence=1>
- Meza-Juárez, J. 2018. Evaluación de insecticidas orgánicos y químicos para el control del pulgon negro (*Aphis fabae* S.) en el cultivo de haba (*Vicia faba* L.) en San Mateo Atenco, edo. de México. Consultado 25 mar. 2023. Disponible en: <http://ri.uaemex.mx/handle/20.500.11799/95398>
- Nájera-Rincón, MB; Souza, B. 2013. Insectos benéficos, guía para su identificación. Instituto Nacional De Investigaciones Forestales, Agrícolas Y Pecuarias (INIFAP) Consultado 22 dic. 2022. Disponible en: [https://www.ciaorganico.net/documypublic/551\\_INSECTOS\\_BENEFICOS\\_Guia\\_\(2\).pdf](https://www.ciaorganico.net/documypublic/551_INSECTOS_BENEFICOS_Guia_(2).pdf)
- Noboa-Gurumendi, E. 2015. Efecto de la fertilización química en el rendimiento del cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.) en la zona de Baldramina alta cantón Quevedo. Consultado 15 feb. 2023. Disponible en: <https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/1985>
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). 2011. Plagas fundamentales y sus afectaciones en plantaciones de cacao con diferentes densidades de árboles de sombra en el macizo montañoso de baracoa. Consultado 25 mar. 2023. Disponible en: <https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=CU2012800078>
- Parada-Berríos, FA. 2007. EL CULTIVO DE JOCOTE DE VERANO (*Spondia purpúrea* L.). Consultado 24 jul. 2023. Disponible en: <https://www.agronomia.ues.edu.sv/agrociencia/index.php/agrociencia/article/view/123>
- Paspuel-Huera, ME. 2018. Respuesta del cacao a la aplicación del fertilizante “full cacao” en comparación con la fertilización convencional en Pangua, Quito: Universidad Central del Ecuador. Consultado 20 nov 2022. Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/15195/1/T-UCE-0004-A82-2018.pdf>

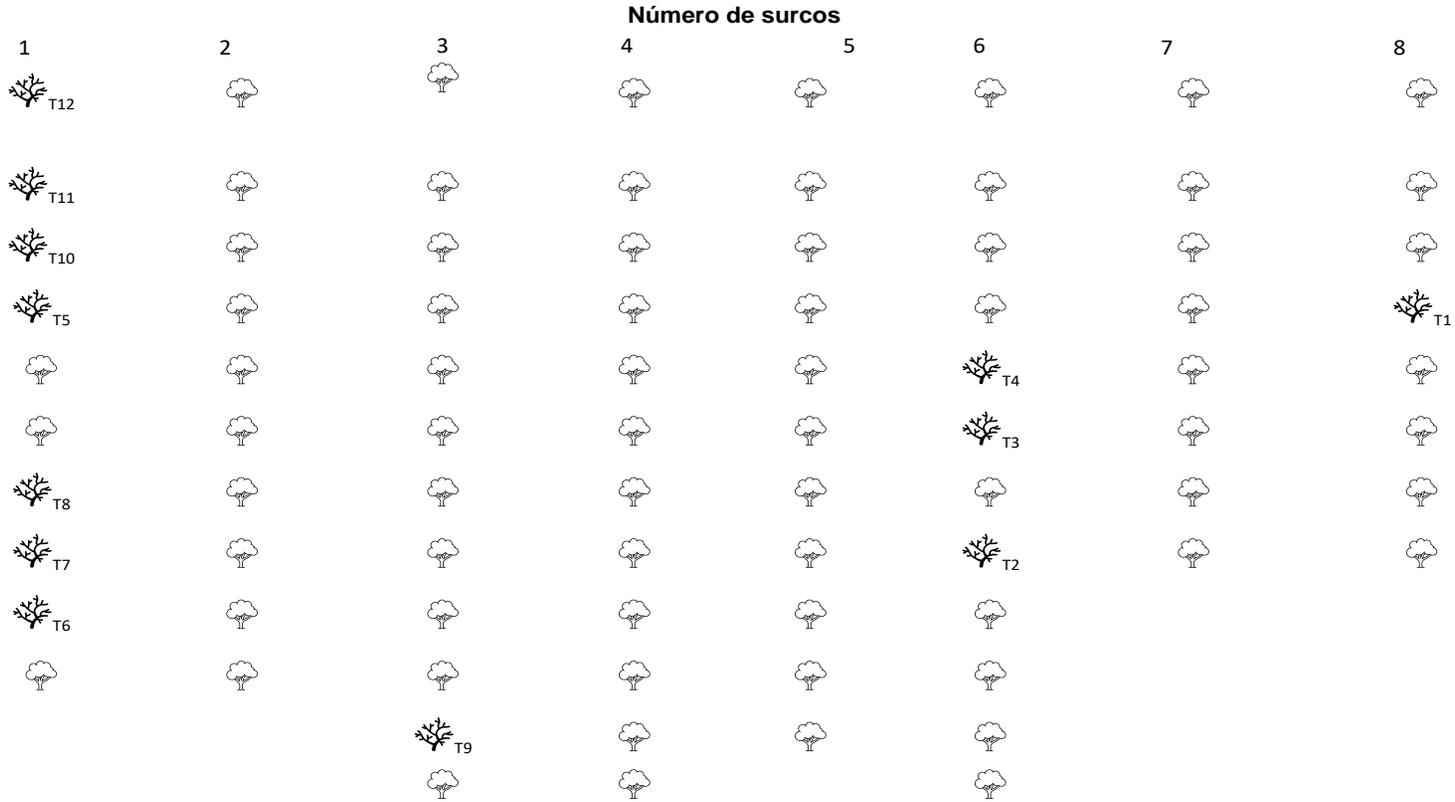
- Ploetz, RC. 2007. Cacao Diseases: Important Threats to Chocolate Production Worldwide (en línea). Consultado 25 mar. 2023. Disponible en: <https://apsjournals.apsnet.org/doi/pdf/10.1094/phyto-97-12-1634>
- Quezada, C; Sandoval, M y Zagal, E. 2008. Manejo de suelos en zonas áridas. Consultado 30 nov. 2023. Disponible en: [https://scholar.google.es/scholar?cluster=7224534345304504760&hl=es&as\\_sdt=2005&scioldt=0,5](https://scholar.google.es/scholar?cluster=7224534345304504760&hl=es&as_sdt=2005&scioldt=0,5)
- Quiñonez-Pianchiche, WD. 2015. "Efecto de la aplicación de tres niveles de fertilizante eco-cacao en la producción de cacao (*Theobroma cacao* L.) en esmeraldas". (en línea). Consultado 9 may. 2023. Disponible: <https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/2404/1/T-UTEQ-0314.pdf>
- Quirumbay-Clavijo, JK. 2020. Estudio de factibilidad para la producción de cacao (*Theobroma cacao* L.) variedad ccn-51, en la parroquia colonche provincia de santa elena (en línea). Consultado 12 abr. 2022. Disponible en: <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/6309>
- Ramírez-Cortés, HJ; Gil Palacio, ZN; Benavides Machado, P; Bustillo Pardey, AE. 2011. Estudio de los insectos asociados a un nuevo disturbio en café denominado Chamusquina. Consultado 25 mar. 2023. Disponible en: <https://revistas.udenar.edu.co/index.php/rfacia/article/view/90>
- Rodríguez-Artavia, C. 2012. Poda de formación de cacao injertado. Secretaría Ejecutiva de Planificación Sectorial Agropecuaria (SEPSA) (en línea). Consultado 12 abr. 2022. Disponible en: [http://www.infoagro.go.cr/InfoRegiones/Publicaciones/HojasDivulgativas/Poda\\_formation\\_cacao\\_injertado.pdf](http://www.infoagro.go.cr/InfoRegiones/Publicaciones/HojasDivulgativas/Poda_formation_cacao_injertado.pdf)
- Ruales-Mora, JL; Hurbano Orjuela, H; Ballesteros, W. 2011. Efecto de la fertilización con diversas fuentes sobre el rendimiento de cacao (*Theobroma cacao* L.) (en línea). Consultado 18 ene. 2023. Disponible en: <https://revistas.udenar.edu.co/index.php/rfacia/article/view/17>
- Sánchez, J; Dubón, A. 1993. Efecto de especies de sombra permanente no tradicionales en el cultivo de cacao. Consultado 12 abr. 2022. Disponible en: <http://www.sidalc.net/repdoc/A3927e/A3927e.pdf>
- Sánchez, L.; Parra, D.; Gamboa, E. y Rincón, J. 2005. Rendimiento de una plantación comercial de cacao ante diferentes dosis de fertilización con N P K, en el sureste del estado Táchira, Venezuela (en línea). Consultado 12 abr. 2022. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/857/85717208.pdf>
- Sermeño-Chicas, JM; Pérez, D; Serrano-Cervantes, L; Parada-Jaco, ME; Joyce, AL; Maldonado-Santos, EJ; Alvares-Leiva, YA; Rodríguez-Sabrán, FM, Girón-Segovia, CD; García-Sánchez, DA; Hernández-León, CE; Rivas-Nieto, F; Rivera-Mejía, FA; Parada-Berrios, FA, Rodríguez-Urrutia, EA; Vásquez-Osegueda, EA; Lovo-Lara,

- LM. 2019. Insectos como plagas potenciales del cacao (*Theobroma cacao* L.) en El Salvador (en línea). Consultado el 5 Feb. 2022. Disponible en: <https://minerva.sic.ues.edu.sv/index.php/Minerva/article/view/30>
- Suarez-Fernández, EO y Tapias Arciniegas, FM. 2019. Evaluación del efecto de diferentes niveles de fertilización sobre floración y cuajado de frutos en Tangelo (*Citrus paradisi* x *Citrus reticulata*) en el corregimiento Villa Sucre, municipio de arboledas, Norte de Santander. Consultado 24 jul. 2023. Disponible en: <http://repositoriodspace.unipamplona.edu.co/jspui/handle/20.500.12744/5848>
- Trujillo-Ruiz, PA. 2019. Evaluación de la productividad del cultivo de cacao, mediante la comparación de dos sistemas de poda, en la respuesta al rendimiento y calidad, en Maceo, Antioquia. Consultado 24 jul. 2023, disponible en: [https://bibliotecadigital.udea.edu.co/dspace/bitstream/10495/13902/1/TrujilloRuizP\\_A\\_2019\\_ProductividadCacaoPoda.pdf](https://bibliotecadigital.udea.edu.co/dspace/bitstream/10495/13902/1/TrujilloRuizP_A_2019_ProductividadCacaoPoda.pdf)
- Uribe, A; Méndez, H; Mantilla, J. 1998. Efecto de niveles de nitrógeno, fósforo y potasio sobre la producción de cacao en suelo del Departamento de Santander. Revista Suelos Ecuatoriales (en línea). Consultado 13 abr. 2022. Disponible en: [http://cadenacacaoca.info/CDOC-Deployment/documentos/19\\_Fertilizacion\\_del\\_cacao.pdf](http://cadenacacaoca.info/CDOC-Deployment/documentos/19_Fertilizacion_del_cacao.pdf)
- Uribe, A; Méndez, H y Mantilla, J. 2000. Efectos de niveles de Nitrógeno, Fosforo y Potasio en la producción de Cacao en Colombia. Consultado 26 nov. 2023. Disponible en: [http://www.ipni.net/publication/ia-lahp.nsf/0/1A900A384392D6AB852579A300799E61/\\$FILE/Efecto%20de%20niveles%20de%20NPK.pdf](http://www.ipni.net/publication/ia-lahp.nsf/0/1A900A384392D6AB852579A300799E61/$FILE/Efecto%20de%20niveles%20de%20NPK.pdf)

### 9. ANEXOS



Distribución de árboles de cacao para ensayo, parcela café robusta, (bloque 1)



Calle hacia el casco de la Estación Experimental

Figura A 1. Bloque 1. Distribución de árboles de cacao dentro del ensayo investigación, parcela Café Robusta más cacao.





**Distribución de árboles de cacao para ensayo, parcela el establo, (bloque 3)**

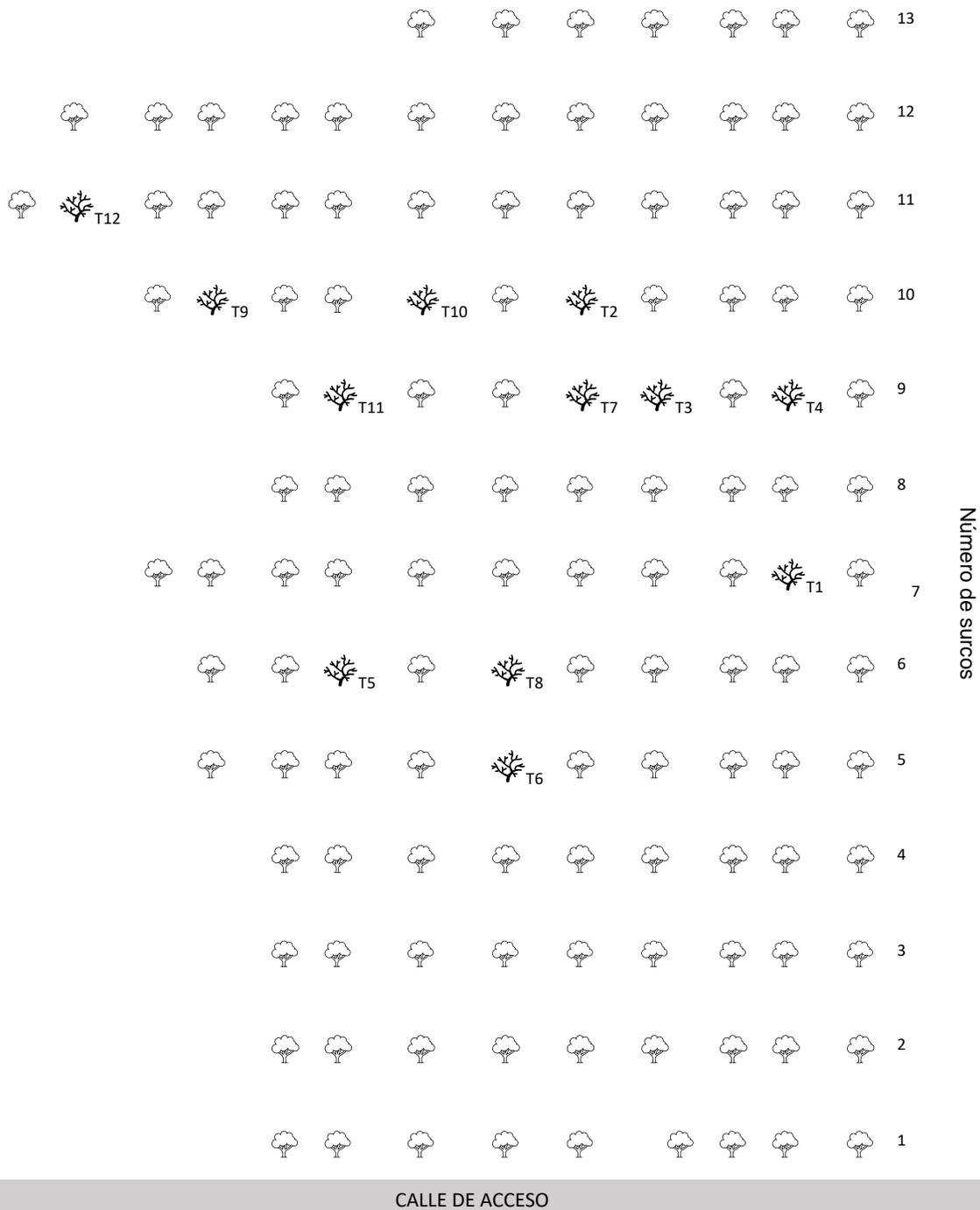


Figura A 3. Bloque 3. Distribución de árboles de cacao dentro del ensayo investigación, parcela El Establo.

Cuadro A 1. Resultados análisis de suelos 5 parcelas de cacao en la EEP-UES

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS  
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA AGRÍCOLA

**RESULTADO DE ANÁLISIS**

Fecha de Emisión : Ciudad Universitaria, 05 de mayo de 2022.  
Tipos de Muestras: suelos.  
Análisis solicitado: fosforo, Calcio,Aluminio,Magnesio, Nitrogeno,Materia Organica,  
PH,conductividad Electrica.  
Usuario : Ing, Fidel Angel Berrios – UES

RESULTADOS DE ANALISIS

Muestra		Metodología							
ID interno	Id Usuario	ppm Ca	ppm Mg	ppm Al	ppm P	% N	pH	µS/cm Conductividad	% Materia Orgánica
		Volumétrico			UV	micro-Kjedahl	Potenciométrico	Volumétrico	
MXP28	2022 mango Panales	89.81	9.64	8.99	9.62	0.31	6.12	41.30	2.27
MXP29	2022 el establo	85.12	10.83	8.99	22.53	0.41	6.20	50.30	2.04
MXP30	2022 agrologia	76.31	11.55	8.99	15.51	0.36	6.30	30.90	0.96
MXP31	2022 café robusta	81.01	8.74	8.99	28.73	0.25	5.57	49.80	1.61
MXP32	2022 nispero zapote	77.48	8.90	no detectado	11.96	0.27	5.76	51.40	2.89

Analista: Lic. Guillermo Jacob Pineda Magaña

**"HACIA LA LIBERTAD POR LA CULTURA"**

Ing. Juan Milton Flores Tensos.  
Referente del Departamento de Química Agrícola

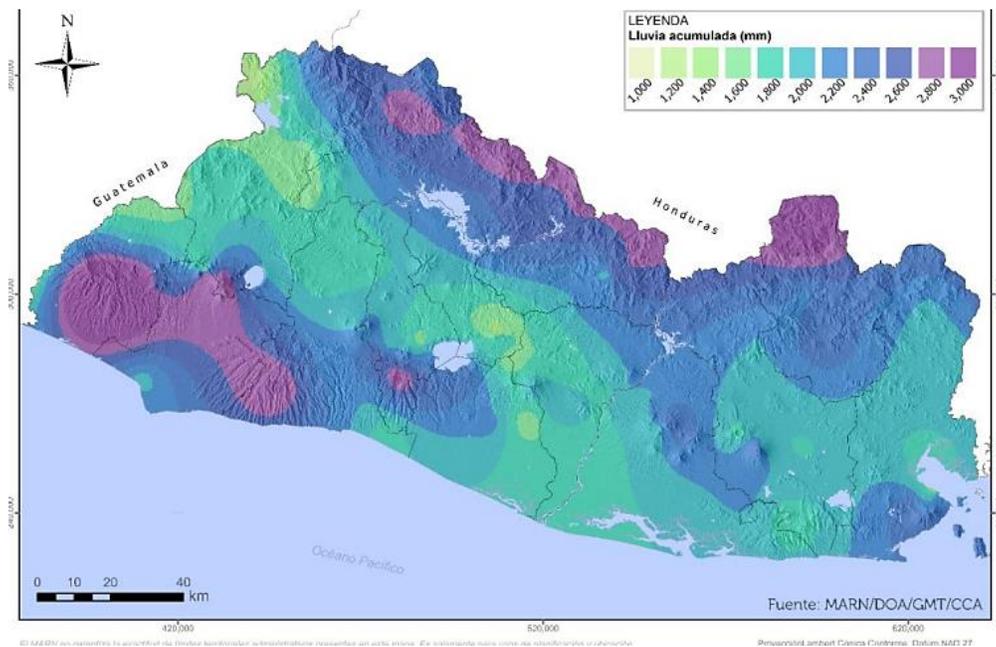


Figura A 4. Precipitaciones periodo enero a diciembre del 2022.

Cuadro A 2. Dosis de fertilizantes aplicados en ensayo de cacao

Dosis	Fertilizante comercial	Dosis por planta	Primera aplicación	Segunda aplicación	Tercera aplicación
D <sub>0</sub>	Formula 15-15-15 más sulfato de amonio	Sin fertilizante (testigo)			
D <sub>1</sub>	Formula 15-15-15 más sulfato de amonio	0.33 kg.pl <sup>-1</sup> fórmula 15-15-15 más 0.69 kg.pl <sup>-1</sup> de sulfato de amonio	0.33 kg.pl <sup>-1</sup> fórmula 15-15-15 más 0.69 kg.pl <sup>-1</sup> de sulfato de amonio		
D <sub>2</sub>	Formula 15-15-15 más sulfato de amonio	0.66 kg.pl <sup>-1</sup> fórmula 15-15-15 más 1.38 kg.pl <sup>-1</sup> de sulfato de amonio	0.33 kg.pl <sup>-1</sup> 15-15-15 más 0.69 kg.pl <sup>-1</sup> de sulfato de amonio	0.33 kg.pl <sup>-1</sup> fórmula 15-15-15 más 0.69 kg.pl <sup>-1</sup> de sulfato de amonio	
D <sub>3</sub>	Formula 15-15-15 más sulfato de amonio	1 kg.pl <sup>-1</sup> fórmula 15-15-15 más 2 kg.pl <sup>-1</sup> de sulfato de amonio	0.33 kg.pl <sup>-1</sup> 15-15-15 más 0.66 kg.pl <sup>-1</sup> de sulfato de amonio	0.33 kg.pl <sup>-1</sup> formula-15-15-15 más 0.66 kg.pl <sup>-1</sup> de sulfato de amonio	0.34 kg.pl <sup>-1</sup> fórmula 15-15-15 más 0.66 kg.pl <sup>-1</sup> de sulfato de amonio

Cuadro A 3. Índice de semilla seca de cacao por tratamiento

Tratamiento	Promedio de semillas	Peso promedio de semillas en fresco (g)	Peso seco granos por tratamiento
T <sub>1</sub>	36	162	$0.3 \cdot 162 / 36 = 1.35$
T <sub>2</sub>	29.5	111.5	$0.3 \cdot 111.5 / 29.5 = 1.13$
T <sub>3</sub>	30	96.12	$0.3 \cdot 96.12 / 30 = 0.96$
T <sub>4</sub>	33	139.58	$0.3 \cdot 139.58 / 33 = 1.27$
T <sub>5</sub>	18.33	39.53	$0.3 \cdot 39.53 / 18.33 = 0.65$
T <sub>6</sub>	39	94	$0.3 \cdot 94 / 39 = 0.72$
T <sub>7</sub>	26.25	70.19	$0.3 \cdot 70.19 / 26.25 = 0.80$
T <sub>8</sub>	39.4	103.43	$0.3 \cdot 103.43 / 39.4 = 0.79$
T <sub>9</sub>	42	82.98	$0.3 \cdot 82.98 / 42 = 0.59$
T <sub>10</sub>	30.25	51.13	$0.3 \cdot 51.13 / 30.25 = 0.51$
T <sub>11</sub>	46	36.2	$0.3 \cdot 36.2 / 46 = 0.24$
T <sub>12</sub>	-	-	-

Cuadro A 4 Rendimiento en base al peso seco  $\text{kg.ha}^{-1}$  para un año

Tratamientos	Rendimiento en base al peso grano seco ( $\text{kg.ha}^{-1}$ ) en 5 meses	Rendimiento en base al peso grano seco ( $\text{kg.ha}^{-1}$ )	Rendimiento grano seco ( $\text{kg.ha}^{-1}$ ) en 12 meses
T <sub>1</sub>	162.0	$(162.0 \times 12 \text{ meses}) / 5 \text{ meses} = 388.8$	388.76
T <sub>2</sub>	74.1	$(74.1 \times 12 \text{ meses}) / 5 \text{ meses} = 177.84$	177.84
T <sub>3</sub>	295.9	$(295.9 \times 12 \text{ meses}) / 5 \text{ meses} = 710.2$	710.2
T <sub>4</sub>	221.2	$(221.2 \times 12 \text{ meses}) / 5 \text{ meses} = 530.88$	530.88
T <sub>5</sub>	43.0	$(43.0 \times 12 \text{ meses}) / 5 \text{ meses} = 103.2$	103.2
T <sub>6</sub>	62.4	$(62.4 \times 12 \text{ meses}) / 5 \text{ meses} = 149.76$	149.76
T <sub>7</sub>	93.3	$(93.3 \times 12 \text{ meses}) / 5 \text{ meses} = 223.92$	223.92
T <sub>8</sub>	117.6	$(117.6 \times 12 \text{ meses}) / 5 \text{ meses} = 282.24$	282.24
T <sub>9</sub>	137.7	$(137.7 \times 12 \text{ meses}) / 5 \text{ meses} = 330.48$	330.48
T <sub>10</sub>	17.1	$(17.1 \times 12 \text{ meses}) / 5 \text{ meses} = 41.04$	41.04
T <sub>11</sub>	12.3	$(12.3 \times 12 \text{ meses}) / 5 \text{ meses} = 29.52$	29.52
T <sub>12</sub>	-	-	-

Cuadro A 5. Aplicación de fertilizantes a las diferentes parcelas de cacao presentes en la Estación Experimental y de Prácticas y en el banco de germoplasma de la Facultad de Ciencias Agronómicas.

Fertilizante comercial	Dosis por planta	Primera aplicación	Segunda aplicación	Observaciones
Formula 15-15-15 más sulfato de amonio	0.66 $\text{kg.pl}^{-1}$ . formula 15-15-15 más 1.38 $\text{kg.pl}^{-1}$ . de sulfato de amonio	0.33 $\text{kg.pl}^{-1}$ fórmula 15-15-15 más 0.69 $\text{kg.pl}^{-1}$ . de sulfato de amonio	0.33 $\text{kg.pl}^{-1}$ fórmula 15-15-15 más 0.69 $\text{kg.pl}^{-1}$ . de sulfato de amonio	-











Cuadro A 11 Análisis de varianza para los factores poda y fertilizante para los cinco muestreos.

Variables	CME	CV	R2	s	P-valor
<b>Muestreo 30 días</b>					
Número de cojinetes activos por metro lineal	234.41	55.73	0.26	17.44	A=0.28 B=0.52 AxB=0.71
Número de flores por cojinete	4.86	37.24	0.35	2.00	A=0.07 B=0.59 AxB=0.53
Número de amarre de frutos	190.41	35.85	0.99	2.12	A=0.07 B=0.03 AxB=0.02
Número de frutos cosechados	0.33	108.03	0.31	4.50	A=0.74 B=0.78 AxB=0.87
Longitud de mazorcas (cm)	9.45	27.97	0.32	3.26	A=0.70 B=0.91 AxB=0.47
Diámetro de mazorcas (cm)	0.19	12.58	0.29	0.65	A=0.76 B=0.85 AxB=0.63
Peso de mazorca (g)	10974.10	26.19	0.70	65.6	A=0.51 B=0.28 AxB=0.19
Número de semillas por mazorca	98.38	31.90	0.41	9.37	A=0.80 B=0.57 AxB=0.93
Peso de semillas en baba (g)	4422.91	15.42	0.98	7.50	A=0.001 B=0.008 AxB=0.004
Rendimiento grano en fresco	67420.52	114.46	0.29	658.35	A=0.76 B=0.80 AxB=0.77 A=0.76

Rendimiento grano seco	6067.35	114.45	0.29	197.50	B=0.80 AxB=0.77
<b>Muestreo 60 días</b>	<b>CME</b>	<b>CV</b>	<b>R2</b>	<b>s</b>	<b>P-valor</b>
Número de cojinetes activos por metro lineal	173.82	49.69	0.27	14.90	A=0.37 B=0.39 AxB=0.69
Número de flores por cojinete	6.92	39.37	0.21	3.42	A=0.54 B=0.59 AxB=0.81
Número de amarre de frutos	72.21	91.51	0.53	6.78	A=0.97 B=0.52 AxB=0.44
Número de frutos cosechados	0.00	0.00	1.00	0.00	A=sd B=sd AxB=sd
Longitud de mazorcas (cm)	0.00	0.00	1.00	0.00	A=sd B=sd AxB=sd
Diámetro de mazorcas (cm)	0.00	0.00	1.00	0.00	A=sd B=sd AxB=sd
Peso de mazorca (g)	0.00	0.00	1.00	0.00	A=sd B=sd AxB=sd
Número de semillas por mazorca	0.00	0.00	1.00	0.00	A=sd B=sd AxB=sd
Peso de semillas en baba (g)	0.00	0.00	1.00	0.00	A=sd B=sd AxB=sd
Rendimiento grano en fresco	0.00	0.00	1.00	0.00	A=sd B=sd AxB=sd
Rendimiento grano seco	0.00	0.00	1.00	0.00	A=sd B=sd AxB=sd
<b>Muestreo 90 días</b>	<b>CME</b>	<b>CV</b>	<b>R2</b>	<b>s</b>	<b>P-valor</b>
					A=0.53

Número de cojinetes activos por metro lineal	421.58	55.23	0.32	15.74	B=0.44 AxB=0.32
Número de flores por cojinete	10.36	33.95	0.34	2.70	A=0.33 B=.41 AxB=0.38
Número de amarre de frutos	64.36	82.03	0.65	7.47	A=0.28 B=0.09 AxB=0.60
Número de frutos cosechados	0.00	0.00	1.00	0.00	A=sd B=sd AxB= sd
Longitud de mazorcas (cm)	0.00	0.00	1.00	0.00	A=sd B=sd AxB= sd
Diámetro de mazorcas (cm)	0.00	0.00	1.00	0.00	A=sd B=sd AxB= sd
Peso de mazorca (g)	0.00	0.00	1.00	0.00	A=sd B=sd AxB= sd
Número de semillas por mazorca	0.00	0.00	1.00	0.00	A=sd B=sd AxB= sd
Peso de semillas en baba (g)	0.00	0.00	1.00	0.00	A=sd B=sd AxB= sd
Rendimiento grano en fresco	0.00	0.00	1.00	0.00	A=sd B=sd AxB= sd
Rendimiento grano seco	0.00	0.00	1.00	0.00	A=sd B=sd AxB= sd
<b>Muestreo 120 días</b>	<b>CME</b>	<b>CV</b>	<b>R2</b>	<b>s</b>	<b>P-valor</b>
Número de cojinetes activos por metro lineal	348.78	68.65	0.29	14.23	A=0.46 B=0.50

					AxB=0.45
					A=0.25
Número de flores por cojinete	17.68	65.20	0.26	3.73	B=0.71
					AxB=0.72
					A=0.18
Número de amarre de frutos	80.76	141.94	0.28	11.02	B=0.95
					AxB=0.95
					A=sd
Número de frutos cosechados	0.00	0.00	1.00	0.00	B=sd
					AxB=sd
					A=sd
Longitud de mazorcas (cm)	0.00	0.00	1.00	0.00	B=sd
					AxB= sd
					A=sd
Diámetro de mazorcas (cm)	0.00	0.00	1.00	0.00	B=sd
					AxB= sd
					A=sd
Peso de mazorca (g)	0.00	0.00	1.00	0.00	B=sd
					AxB= sd
					A=sd
Número de semillas por mazorca	0.00	0.00	1.00	0.00	B=sd
					AxB= sd
					A=sd
Peso de semillas en baba (g)	0.00	0.00	1.00	0.00	B=sd
					AxB=sd
					A=sd
Rendimiento grano en fresco	0.00	0.00	1.00	0.00	B=sd
					AxB= sd
					A=sd
Rendimiento grano seco	0.00	0.00	1.00	0.00	B=sd
					AxB= sd
					A=sd
					B=0.43
					AxB=0.56
					A=0.78
Número de flores por cojinete	4.74	43.15	0.17	2.86	B=0.74
					AxB=0.83

Número de amarre de frutos	397.76	99.94	0.42	11.21	A=0.63 B=0.72 AxB=0.13
Número de frutos cosechados	0.75	17.50	0.94	0.71	A=0.47 B=0.06 AxB=0.22
Longitud de mazorcas (cm)	12.57	7.66	0.82	1.66	A=0.44 B=0.65 AxB=0.11
Diámetro de mazorcas (cm)	0.10	10.63	0.27	1.15	A=0.83 B=0.78 AxB=0.74
Peso de mazorca (g)	24843.00	21.28	0.76	87.50	A=0.63 B=0.39 AxB=0.22
Número de semillas por mazorca	12.00	26.62	0.55	7.07	A=0.68 B=0.49 AxB=0.72
Peso de semillas en baba (g)	168.75	23.26	0.35	23.16	A=0.66 B=0.78 AxB=0.64
Rendimiento grano en fresco	193101.22	26.44	0.90	192.72	A=0.24 B=0.16 AxB=0.15
Rendimiento grano seco	17380.48	26.44	0.90	57.82	A=0.24 B=0.16 AxB=0.15

A=factor poda, B=factor dosis y AxB=interacción de factores.

Cuadro A 12. Medidas resumen y anvas de los diferentes niveles de podas y dosis de fertilizante, datos obtenidos de los promedios y sumatoria de los diferentes muestreos.

Variables	CME	CV	R2	s	P-valor
Número de cojinetes activos por metro lineal	124.94	47.96	0.27	12.56	AxB=0.76 Bloq=0.95
Número de flores por cojinete	4.96	27.96	0.54	2.42	AxB=0.46 Bloq=0.006

Numero frutos amarrados	126.64	89.36	0.51	6.99	AxB=0.19 Bloq=0.20
Mazorcas cosechadas	5.39	83.48	0.62	2.05	AxB=0.57 Bloq=0.87
Longitud de mazorcas (cm)	6.30	13.83	0.83	2.27	AxB=0.35 Bloq=0.06
Diámetro de mazorcas (cm)	0.84	9.66	0.80	0.60	AxB=0.29 Bloq=0.32
Peso de mazorca (g)	28687.30	25.64	0.89	72.02	AxB=0.09 Bloq=0.19
Número de semillas por mazorca	116.86	18.75	0.83	4.03	AxB=0.93 Bloq=0.93
Peso de semillas en baba (g)	1037.06	37.49	0.84	24.14	AxB=0.52 Bloq=0.57
Rendimiento grano en fresco	294099.87	93.62	0.61	454.82	AxB=0.72 Bloq=0.77
Rendimiento grano seco	26468.81	93.62	0.61	136.44	AxB=0.72 Bloq=0.77

Medidas resumen y anvas de los diferentes tipos de podas y diferente dosis de fertilizante, datos obtenidos de la suma total de todos los muestreos

Variables	CME	CV	R2	s	P-valor
Número de amarre de frutos	1154.81	95.88	0.47	38.32	0.47
Número de frutos cosechados	29.51	133.17	0.43	6.94	0.84

Cuadro A 13. Cuadro resumen correlación de Pearson

Variable(1)	Variable(2)	Pearson	p-valor
Número de mazorcas cosecha..	Rendimiento fresco (Kg/Ha)..	0.93	<0.0001
Número de mazorcas cosecha..	Rendimiento seco (Kg/Ha)	0.93	<0.0001
Longitud mazorcas (cm)	Diámetro mazorcas (cm)	0.66	0.0028
Longitud mazorcas (cm)	Peso promedio mazorca (g)	0.69	0.0017
Diámetro mazorcas (cm)	Longitud mazorcas (cm)	0.66	0.0028
Diámetro mazorcas (cm)	Peso promedio mazorca (g)	0.89	<0.0001
Peso promedio mazorca (g)	Longitud mazorcas (cm)	0.69	0.0017
Peso promedio mazorca (g)	Diámetro mazorcas (cm)	0.89	<0.0001
Rendimiento fresco (Kg/Ha)..	Número de mazorcas cosecha..	0.93	<0.0001
Rendimiento fresco (Kg/Ha)..	Rendimiento seco (Kg/Ha)	1	<0.0001
Rendimiento seco (Kg/Ha)	Rendimiento fresco (Kg/Ha)..	1	<0.0001

