



Solutions for environment and development
Soluciones para el ambiente y desarrollo

CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL
DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA
ESCUELA DE POSGRADO

Herramientas para orientar estrategias de poda de café de pequeños
productores en Corquín, Copan, Honduras

Por
Gustavo Álvarez Velásquez

Tesis sometida a consideración de la Escuela de Posgrado
como requisito para optar por el grado de

Magister Scientiae en Agricultura Ecológica

Turrialba, Costa Rica, 2012

Esta tesis a sido aceptada en su presente forma por la División de Educación y la Escuela de Posgrado por el CATIE y aprobada por el comité Consejero del Estudiante como requisito parcial para optar por el grado de:

MAGISTER SCIENTIAE EN AGRICULTURA ECOLÓGICA

FIRMANTES:

Pablo Siles Ph. D.
Consejero Principal

Bruno Rapidel Ph. D.
Co-Director de Tesis

Charles Staver Ph. D.
Miembro del Comité Consejero

Reinhold Muschler Ph. D.
Miembro del Comité Consejero

Oscar Bustamante Morales Ph. D.
Miembro del Comité Consejero

Thomas Dormody, Ph. D.
Decano de la Escuela de Posgrado

Gustavo Alvares Velásquez
Candidato

DEDICATORIA

A **DIOS** por darme un día más de vida, fortaleza, sabiduría, paciencia y humildad en el desarrollo y culminación de esta etapa de mi vida.

A mis padres, Don Manuel Álvarez y Santos Velásquez que me apoyaron y estuvieron conmigo en momentos difíciles.

A mis hermanos, Elida, Rosita, José y Otilio que me dieron fuerzas y ánimos para terminar.

AGRADECIMIENTOS

Al **Instituto Hondureño del Café (IHCAFE)**, por haberme dado la oportunidad de poder realizar mis estudios de Posgrado.

A **Bioversity International y GÍZ**, por darme su apoyo económico, ya que sin la ayuda no podría haber realizado este proyecto.

A mi profesor consejero, **Ph.D Charles Staver** por su apoyo científico-técnico, durante todo el proceso de tesis.

A la **Agencia Española de Cooperación Internacional y Desarrollo (aecid)** por haberme apoyado económicamente.

Al **Ing. José Arnold Pineda** por haberme orientado con su conocimiento técnico-científico en el desarrollo del trabajo de tesis.

A los miembros del comité asesor, **Ph.D. Pablo Siles, Ph.D. Bruno Rapidel, Ph.D. Reinhold Muschler y Ph.D. Oscar Bustamante** por sus aportes y dedicación para enriquecer el documento de tesis.

Al **MSc Sergio Vílchez** por su valiosa ayuda en el análisis estadístico de los datos e interpretación de resultados.

A los productores, **Don Justino Pacheco, Don Agustín Ríos, Onan Reyes, Rigo Días, Yovani Gavarrete y Ovidio Serrano** por haber prestado las parcelas de investigación.

A los asistentes de campo, **Miguel A. Gonzales** y todo el equipo que colaboro en levantamiento de datos.

A mis paisanos, **Edwin García, Gabriela Jiménez, Jeremy Ponce y Rut Pinoth** por darme consejos sabios en los momentos difíciles.

CONTENIDO

DEDICATORIA	III
AGRADECIMIENTOS	IV
CONTENIDO	V
RESUMEN	IX
SUMMARY	XI
ÍNDICE DE CUADROS	XIII
ÍNDICE DE FIGURAS	XIV
LISTA DE UNIDADES, ABREVIATURAS Y SIGLAS.....	XVI
1 INTRODUCCIÓN	1
1.1 Objetivos del estudio	2
1.1.1 <i>Objetivo general</i>	2
1.1.2 <i>Objetivos específicos</i>	2
1.2 Preguntas de investigación.....	2
MARCO CONCEPTUAL	3
1.3 Botánica de del café.....	3
1.3.1 <i>Crecimiento de yemas y ramas</i>	3
1.3.2 <i>Floración</i>	4
1.3.3 <i>Formación de frutos</i>	6
1.3.4 <i>Poda del café</i>	6
1.4 Estrategias de podas de cafetos individuales	7
1.4.1 <i>El agobio</i>	7
1.4.2 <i>“Capa” a nivel de vivero</i>	8
1.4.3 <i>Poda colombiana</i>	8
1.5 Podas de Producción	8
1.5.1 <i>Poda calavera</i>	8
1.5.2 <i>Poda de recepa</i>	9
1.5.3 <i>Recepa por parcela</i>	9

1.5.4	<i>Poda Alta, Rock and Roll, Descope leñosos</i>	9
1.5.5	<i>Poda selectiva es una estrategia a nivel de parcela</i>	10
1.5.6	<i>Poda por hileras</i>	10
1.5.7	<i>Descope o poda Alta</i>	10
1.5.8	<i>Deshije</i>	11
1.5.9	<i>Época de poda del cafeto</i>	11
1.5.10	<i>Estudios realizados con podas</i>	12
MATERIALES Y MÉTODOS		13
1.6	Descripción de área de estudio	13
1.6.1	<i>Departamento de Copán</i>	13
1.6.2	<i>Municipio de Corquín</i>	14
	1.6.2.1 <i>Ubicación y selección de fincas</i>	15
1.6.3	<i>Estimación de cosecha 2010-2011</i>	16
1.6.4	<i>Modificación de metodología existente con grupos focales</i>	17
1.6.5	<i>Taller con técnicos del IHCAFE</i>	18
1.6.6	<i>Taller con técnicos y productores de la zona</i>	19
1.6.7	<i>Revisión final de las categorías</i>	20
1.6.8	<i>Aplicación de categorías</i>	20
1.6.9	<i>Establecimiento de ensayos de podas</i>	20
1.6.10	<i>Estimación de cosecha 2011-2012</i>	21
1.6.11	<i>Métodos estadísticos</i>	21
2	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	22
2.1.1	<i>Taller con técnicos del IHCAFE</i>	22
2.1.2	<i>Taller con técnicos y productores</i>	24
2.1.3	<i>Aplicación de diagnostico productivo en cada parcela</i>	24
2.1.4	<i>Distribución de las parcelas de acuerdo al potencial productivo</i>	26

2.1.5	<i>Distribución de ramas y frutos por estratos en la cosecha 2010-2011</i>	28
2.1.6	<i>Promedios de ramas y frutos en la cosecha 2011-2012</i>	30
2.1.7	<i>La relación que tienen los tipos de plantas con las ramas por estratos</i>	31
2.1.8	<i>La relación que tienen los tipos de plantas con los frutos por estratos</i>	32
2.1.9	<i>La relación que tienen los tipos de plantas con los frutos totales por estratos.</i> ¡Error! Marcador no definido.	
2.1.10	<i>La relación entre tipos de plantas con los nudos potencialmente productivos por estratos.</i> ¡Error! Marcador no definido.	
2.1.11	<i>Distribución de nudos potencialmente productivos</i> ¡Error! Marcador no definido.	
2.1.12	<i>Relación entre tipos de podas y la distribución de ramas por estratos</i>	36
2.1.13	<i>Distribución de frutos totales por estratos</i>	40
2.1.14	<i>Distribución general de frutos totales en cada tipo de poda</i> ¡Error! Marcador no definido.	
2.1.15	<i>Relación entre tipos de podas con la distribución nudos potencialmente productivos por estratos</i>	41
2.1.16	<i>Distribucion de nudos potencialmente productivos</i>	42
2.1.17	<i>Nueva clasificación de tipos de plantas con tipos de podas mediante de análisis de coordenadas</i>	43
2.1.18	<i>Relación entre los tipos de plantas con tipos de podas con la distribución de ramas por estratos</i>	45
2.1.19	<i>Creación de nuevas categorías de plantas en el formato de diagnósticos productivos</i>	46
2.1.20	<i>Formato final de diagnósticos productivos</i>	47
2.1.21	<i>Evaluación de los diferentes tipos de podas en la cosecha 2010-2011 y 2011-2012.</i>	47
2.1.22	<i>Comparación de las plantas como eran el año anterior y cuál ha sido el comportamiento del efecto de poda por cada tipo de planta en la cosecha 2010-2011.</i> .	49
2.1.23	<i>Evaluación a la respuesta de los diferentes tipos de poda en plantas poco productivas</i> ¡Error! Marcador no definido.	

2.1.24	<i>Evaluación a la respuesta de los diferentes tipos de poda en plantas no productivas.....</i>	¡Error! Marcador no definido.
2.1.25	<i>Evaluación de la respuesta de la poda con frutos de la cosecha 2011-2012.....</i>	48
2.2	Discusión	52
2.2.1	<i>Diagnóstico productivo de los cafetales.....</i>	52
2.2.2	<i>Estimación de cosecha.....</i>	54
2.2.3	<i>Clasificación de tipos de podas y sistemas de podas.....</i>	56
3	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	60
3.1.1	<i>Recomendaciones.....</i>	61
3.1.2	<i>Plantear un estudio a mediano plazo</i>	61
4	BIBLIOGRAFÍA	63
	ANEXOS	67

RESUMEN

“Herramientas para orientar estrategias de poda de café de pequeños productores en Corquín, Copan, Honduras”

En Honduras el cultivo de café es uno de los de mayor importancia, donde beneficia más de 110,000 familias dedicadas a la caficultura Hondureña, y generando más de un millón de empleos directos e indirectos. El sector café en el año 2011 aportó un 3.4% al Producto Interno Bruto Nacional (PIB Nacional), contribuyendo con una generación de divisas de 1,240 millones dólares y un 28% al Producto Interno Bruto Agrícola (PIB Agrícola), favoreciendo con el 40% en los ingresos por exportaciones de los principales productos agrícolas.

El estudio se realizó en el Departamento de Copán, en el Municipio de Corquín, donde se seleccionaron 6 fincas de pequeños productores. Una vez identificadas las 6 fincas se hizo una estimación de cosecha 2010-2011. Luego se desarrollaron talleres para modificar la metodología de diagnóstico productivo con grupos focales técnicos y productores. En cada finca se hicieron diagnósticos productivos. Luego se hizo una categorización de plantas en las 6 fincas, con las categorías formadas por los técnicos y productores. Se estableció un ensayo de podas en cada finca experimental y terminando con una segunda estimación de cosecha 2011-2012.

Después del cuarto año de producción en la planta de café, la práctica de podas es la forma más aconsejable de recuperar el nivel productivo y evitar la bi-anualidad del cultivo. El manejo de podas consiste en eliminar los tejidos agotados e improductivos de las plantas haciendo diferentes tipos y técnicas de podas. Las diferentes técnicas de podas que se conocen son; agobio, capa, candelabro y poda gradual. Tipos de podas; descope, poda alta, poda media y recepa. Sistemas de podas; poda individual o selectiva, poda por hileras o ciclos y poda por lotes. Factores que están asociados a la productividad, manejo de podas, regulación de sombra y nutrición de la planta, son tres prácticas que están interrelacionada y asociada a la producción de café.

En la categorización de tipos de plantas en la cosecha 2010-2011, en plantas altamente productivas (PAP), plantas poco productivas (PP) y plantas no productivas (PNP), resultó que el número de ramas no indica que es una planta que tiene la mayor cantidad de frutos.

Palabras claves: Manejo de podas, manejo de tejidos, podas de café, crecimiento plagiotrópico, crecimiento ortotrópico, nudos productivos, planta altamente productiva, planta no productiva, planta poco productiva, descope, recepa, poda alta y poda media.

SUMMARY

Tools to Orient Six Smallholder Farmers in Strategies for Pruning Coffee Trees on their Plantations, Corquín, Copan, Honduras

In Honduras, *arabica* coffee production is of great economic importance - benefiting more than 110,000 producer families and generating more than a million jobs – both directly and indirectly – nationwide.

In 2011, the coffee sector generated more than 1,240 million dollars of foreign revenue, which represents 3.4% of Honduras' Gross Domestic Product (GDP) and 28% of the country's Agriculture Gross Domestic Product. The sale of *arabica* coffee represents 40% of Honduras' total export revenue for principal agricultural products.

This study was conducted on 6 smallholder farms in Corquín, Copan, and western Honduras. First, workshops were organized with producers and technicians to modify the methodology to evaluate production. Second, in each farm, an estimate of coffee production was made for the 2010-2011 harvest. Technicians and producers then organized the coffee trees on the plantation into different categories: plants in high production (PAP), plants in low production (PP) and plants not in production (PNP). A trial of coffee tree prunings was established in each of the six experimental farms with the following pruning techniques: topping, complete cutback, pruning of new shoots, no pruning, high-level pruning, medium-level pruning. An estimate of the harvest for each of the farms was then made for the 2011-2012 harvest.

After the fourth year of production in the coffee plantation, coffee tree pruning is the most recommended means to recover the levels of production on the farm and mitigate the biannual nature of the plants' fruiting. Prunings of the coffee plantation are designed to eliminate unproductive tissues. There are a variety of different types/techniques of prunings for the coffee plantation. The different pruning techniques are: agobio, layered, candelabro and gradual pruning. The different types of prunings are: topping, high level pruning, medium level pruning and complete cutback. The different systems of prunings are: pruning of individual trees, pruning by rows and pruning by lots. Three interrelated practices associated with the productivity of the coffee plantation include: coffee tree pruning, shade management, plant nutrition.

In the categorization of different types of coffee trees in the 2010-2011 harvest, between plants in high production (PAP), plants in low production (PP), and plants not in production (PNP), it was discovered that the number of branches did not indicate which plant would bear the most fruits.

Keywords: coffee pruning, plagiotropic growth, orthotropic growth, productive knots, plants in high production, plants in low production, plants not in production, topping, complete cutback, high-level pruning, medium-level pruning.

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Promedio de número de frutos totales por estratos en diferentes tipos de plantas en la cosecha 2010-2011. Letras distintas indican diferencias significativas según prueba LSD de Fisher ($p \leq 0.05$) en la misma fila.	34
Cuadro 2. Número de nudos potencialmente productivos por estratos en diferentes tipos de plantas en la cosecha 2010-2011. Letras distintas indican diferencias significativas según prueba LSD de Fisher ($p \leq 0.05$) en la misma fila.	35
Cuadro 3. Número de ramas por estratos en diferentes tipos de podas en la cosecha 2010-2011. Letras distintas indican diferencias significativas según prueba LSD de Fisher ($p \leq 0.05$) en la misma fila.	37
Cuadro 4. Número de frutos por estratos en diferentes tipos de podas en la cosecha 2010-2011. Letras distintas indican diferencias significativas según prueba LSD de Fisher ($p \leq 0.05$) en la misma fila.	38
Cuadro 5. Número de frutos totales por estratos en diferentes tipos de plantas en la cosecha 2010-2011. Letras distintas indican diferencias significativas según prueba LSD de Fisher ($p \leq 0.05$) en la misma fila.	40
Cuadro 6. Número de frutos totales por planta en diferentes tipos podas en la cosecha 2010-2011. Letras distintas indican diferencias significativas según prueba LSD de Fisher ($p \leq 0.05$) en la misma columna.	41
Cuadro 7. Promedio general de nudos potencialmente productivos por tipo poda en la cosecha 2010-2011. Letras distintas indican diferencias significativas según prueba LSD de Fisher ($p \leq 0.05$) en la misma fila.	42
Cuadro 8. Tipos de podas con sus respectivos criterios de selección para hacer diagnóstico productivo.	46
Cuadro 9. Formato con las nuevas categorías de plantas para hacer diagnósticos productivos.	47
Cuadro 10. Número de ramas y frutos totales por planta para diferentes tipos de podas en la cosecha 2010-2011 y 2011-2011. Letras distintas indican diferencias significativas según prueba LSD de Fisher ($p \leq 0.05$) en la misma columna.	47

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de influencia del Departamento de Copán, Honduras.....	13
Figura 2. Mapa de influencia del Departamento de Copán, Honduras.....	14
Figura 3. Mapa de influencia del Departamento de Copán, Honduras.....	15
Figura 4. Aplicación de diagnóstico productivo con las siguientes categorías, planta altamente productiva (PAP), planta poco productiva (PP) y planta no productiva (PNP). a) Parcela 1, b) parcela 2, c) Parcela 3, d) parcela 4, e) parcela 5, f) parcela 6, Corquín Copán, Honduras.	25
Figura 5. Parcela 1 y 5 con la mayor cantidad de plantas altamente productivas.	26
Figura 6. Parcela 2 y 3 con plantas poco productivas.....	27
Figura 7. Parcela 4 y 6 con la mayor cantidad de plantas poco productivas y no productivas..	27
Figura 8. Promedio de ramas y frutos, por categoría de plantas en la cosecha 2010-2011, planta altamente productiva (PAP), planta poco productiva (PP) y planta no productiva (PNP). a) Ramas b) frutos ($p<0.05$).....	28
Figura 9. Distribución de ramas y frutos en la cosecha 2010-2011, por estratos según planta altamente productiva (PAP), planta poco productiva (PP) y planta no productiva (PNP). a) Ramas b) frutos ($p<0.05$).....	29
Figura 10. Promedio de ramas(a) y frutos (b) por categoría de plantas en la cosecha 2011-2012, en planta altamente productiva (PAP), planta poco productiva (PP) y planta no productiva (PNP). Letras diferentes representan diferencias significativas ($p<0.05$).	30
Figura 11. Biplot construido mediante análisis de componentes principales con la distribución de ramas por estratos, por cada tipo de plantas en la cosecha 2010-2011.....	31
Figura 12. Biplot construido mediante análisis de componentes principales con la distribución de los frutos por estratos y los tipos de plantas en la cosecha 2010-2011.....	32
Figura 13. Biplot construido mediante análisis de componentes principales con frutos totales por estratos y los tipos de plantas en la cosecha 2010-2011.....	33
Figura 14. Biplot construido mediante análisis de componentes principales con la distribución de nudos potencialmente productivos por estratos y los tipos de planta, en la cosecha 2010-2011.	35
Figura 15. Biplot construido mediante análisis de componentes principales con la distribución de ramas por estratos y los tipos de podas, en la cosecha 2010-2011.	37

Figura 18. Biplot construido mediante análisis de componentes principales con nudos potencialmente productivos por estratos y los tipos de podas, en la cosecha 2010-2011.	42
Figura 19. Ordenación de los tipos de plantas con tipos de podas mediante análisis de coordenada, en árbol de recorrido mínimo con el número de frutos de la cosecha 2010-2011.	44
Figura 20. Ordenación de los tipos de plantas con tipos de podas mediante análisis de coordenada, en árbol de recorrido mínimo, con el número de ramas por estratos en la cosecha 2010-2011.	44
Figura 21. Biplot construido mediante análisis de componentes principales con ramas por estratos combinando tipos de planta con tipos de poda en la cosecha 2010-2011.	45
Figura 22. Grafico de barras con diferentes tipos de poda en plantas altamente productivas comparando frutos de la cosecha 2010-2011 y 2011-2012.	50
Figura 23. Grafico de barras con diferentes tipos de poda en plantas poco productivas comparando frutos de la cosecha 2010-2011 y 201-2012.	51
Figura 24. Grafico de barras con diferentes tipos de poda en plantas no productivas comparando frutos de la cosecha 2010-2011 y 201-2012.	52
Figura 25. Interacción entre tipos de plantas con tipo de podas en frutos en la cosecha 2011-2012. Letras distintas indican diferencias estadísticas con un ($\alpha \leq 0.05$).	49

LISTA DE UNIDADES, ABREVIATURAS Y SIGLAS

ACP: Análisis de componentes principales

ANOVA: Análisis de varianza

BCH: Banco Central de Honduras

D: Descope

FHIA: Fundación Hondureña de Investigación Agrícola

IHCAFE: Instituto Hondureño del café

NP: No poda

PA: Poda Alta

PAP: Planta Altamente Productiva

PNP: Planta no Productiva

PM: Poda Media

PP: Planta poco Productiva

PR: Poda de Rebrotos

R: Recepo

1 INTRODUCCIÓN

El café (*Coffea arabica* L.), es originario de las tierras altas de Etiopía entre 1300 y 2000 metros sobre nivel del mar en África (Wintgens 2004). Actualmente es uno de los cultivos de importancia económica en muchos países del mundo como; Brasil, Vietnam, Colombia, Salvador, Guatemala, Honduras entre otros, siendo para el caso de Honduras una fuente de divisas para pequeños productores principalmente (PROMECAFE 2009).

En Honduras el café es uno de los cultivos de mayor importancia, el cual en los últimos años ha superado al banano. El cultivo de café ha logrado mantenerse activo a pesar de la crisis económica en el comercio mundial, gracias al esfuerzo que hacen los agricultores por mantener activa la economía. El sector café en el año 2011 aportó un 3.4% al Producto Interno Bruto Nacional (PIB Nacional), al contribuir con una generación de divisas por de 1,240 millones de dólares, además aportó el 28 % al Producto Interno Bruto agrícola (PIB agrícola). Por otra parte las exportaciones de café apoyan el dinamismo comercial del sector café durante el año 2011 contribuyeron con el 40% en los ingresos por exportaciones de los principales productos agrícolas (IHCAFE 2011). A pesar de la importancia del cultivo de café en Honduras, el promedio nacional es bajo de 13.60 qq/oro/mz, estos bajos rendimientos se deben que en algunas regiones cafetaleras no hacen las mejores prácticas de manejo de podas.

Debido a lo anterior este estudio trata de crear nuevas estrategias de podas, para incrementar la producción de la caficultura Hondureña.

En otros países como Colombia y Costa Rica desde el 1935 se vienen realizando una serie de estudios sobre nutrición, mejoramiento genético y manejo de plantación, con el fin de tener una mayor productividad en los cafetales (Segnini 1986). La poda del café es una práctica que se le debe dar mayor importancia, para renovar el tejido agotado e improductivo de la planta, mediante diferentes tipos de podas. El sistema de poda a emplear depende de varias circunstancias como son el tipo de plantación, condiciones climáticas de la zona, extensión del cafetal y nivel tecnológico del productor (Segnini 1986).

Después del cuarto año de producción en la planta de café, la práctica de poda es la forma más aconsejable de recuperar el nivel productivo. Estas prácticas se pueden hacer en el eje ortotrópico y plagiotrópico de la planta a diferentes alturas, dependiendo del agotamiento que presente la planta. La planta de café produce frutos solamente en los tejidos nuevos formados el año anterior debido a esto la “poda del cafeto” tiene una gran importancia ya que

ayuda a la formación de tejidos nuevos necesarios en la formación de nudos productivos (Rodríguez 1996). Los nudos productivos se mueven año a año hacia el extremo de las bandolas (crecimiento plagiotrópico) y en sentido vertical del tallo (crecimiento ortotrópico), acumulando números de nudos improductivos y defoliados de la cosecha anterior.

1.1 Objetivos del estudio

1.1.1 Objetivo general

Desarrollar herramientas que faciliten las decisiones sobre estrategias de poda en café para mejorar la estructura productiva de cafetales variables y poco productivos de pequeños productores en Honduras.

1.1.2 Objetivos específicos

- Desarrollar con técnicos y productores una clasificación de cafetos como base para una mejor toma de decisiones para el uso de diferentes tipos de podas.
- Aplicar el sistema de clasificación a la estructura productiva en la cosecha de 2010-2011.
- Comparar la respuesta a la poda en las categorías de cafetos según la estimación de cosecha de 2011-2012.
- Plantear un estudio a mediano plazo para generar y validar un modelo que permite proyectar los rendimientos en función de las estrategias de podas.

1.2 Preguntas de investigación

¿Cómo debe ser una clasificación de la capacidad productiva de cafetos?

¿Es posible desarrollar estrategias de poda que simultáneamente mejore cosecha a corto plazo y tejido productivo a mediano plazo?

MARCO CONCEPTUAL

1.3 Botánica de del café.

El cafeto pertenece a la familia de las rubiáceas. Esta familia tiene características fáciles de reconocer: las hojas salen en pares, no tiene divisiones y los bordes son lisos, en las flores están los órganos de los dos sexos, son flores hermafroditas, generalmente los frutos poseen dos semillas (Grupo Latino 2011). La planta de café tarda de dos a tres años en desarrollarse, desde la germinación, crecimiento, floración y cosecha (Wintgens 2004). A los frutos se le conoce como cereza o baya, y granos o semillas los que se desarrollan dentro de la cereza, siendo estos granos los que se utilizan como bebida que se obtiene a partir de la mezcla en agua caliente de granos tostados de la planta de café. Aunque comercialmente es considerada la bebida numero uno del mundo se estima que un tercio de la población mundial la consume (Grupo Latino 2011).

1.3.1 *Crecimiento de yemas y ramas*

A partir de 1939 se propuso una nueva terminología y una nueva clasificación conociéndose dos tipos de yemas vegetativas, yemas florales y las yemas extra-axilares o verdaderas. Sobre los ejes ortotrópicos, las yemas extra-axilares evolucionan en brotes ortotrópicos de reemplazo, raramente cimas florales. Las yemas extra-axilares dan ramas plagiotrópicas y cimas. Sobre los ejes plagiotrópicos, las yemas axilares evolucionan generalmente a cimas florales o en ramas de reproducción o reemplazo (Ramírez 1996).

Debajo de las hojas cotiledonales de las plántulas de café no existen primordios de yemas; del nudo cotiledonal hacia arriba, el segundo y tercer nudo tienen dos yemas; el cuarto nudo posee tres yemas: el quinto y sexto nudo tiene dos yemas, y los siguientes cuatro yemas, manteniéndose constante (Ramírez 1996; Arcila *et al.*; 2007). Este es el origen de las yemas laterales del tallo, también denominadas yemas seriadas del tallo. En la axila del octavo al decimo primer par de hojas surge por primera vez una yema denominada yema cabeza de serie, que da origen a la primera rama primaria (Moens 1968).

Entre el séptimo y octavo par de hojas verdaderas se observa en los viveros de café el apareamiento de la primera rama plagiotrópica conocida como cruz, que se origina de la primera yema cabeza de serie. Con el crecimiento del tallo principal, se van formando nuevas cruces o ramas primarias que crecen lateralmente (Palma 2001). Las yemas que son cabeza de

serie, solo originan ramas plagiotrópicas y tienen conexión vascular con el tallo desde el principio. Las yemas seriadas originan brotes ortotrópicos que solamente constituyen el potencial de brotación de la poda. Su número puede aumentar con la edad de la planta, permaneciendo latentes hasta que se suprime la dominancia apical (Palma 2001).

En las ramas primarias, y las yemas de cabeza de serie forman solo ramas plagiotrópicas secundarias, mientras que las yemas seriadas originan de dos a cuatro inflorescencias (glomérulos) y cada inflorescencia tendrá de cuatro a cinco yemas florales. También pueden originar ramas plagiotrópicas, pero no darán origen en forma natural a ramas ortotrópicas, razón por la cual no se pueden utilizar ramas plagiotrópicas para la propagación por estaca (Ramírez 1996).

Las yemas seriadas evolucionan en los ejes ortotrópicos de reemplazo y muy eventualmente en cimas florales. Según los estudios de Moens (1968), yemas seriadas lentamente son poco desarrolladas, su punta vegetativa se encuentra envuelta desde las primeras hojas y estipulas. Estas yemas se encuentran dispuestas linealmente sobre el tallo y están protegidas por vainas de estipulas.

El exceso de carbohidratos permite a la rama producir más hojas y retener más frutos. Así los frutos en crecimiento son centros de alto consumo de carbohidratos lo que pareciera estimular la actividad fotosintética de la planta (Briceño y Arias 1992).

1.3.2 Floración

La floración es el proceso fisiológico más importante de la planta de café, es de interés porque es un fenómeno complejo poco entendido, ya que la floración sigue un patrón diferente, conocido en otros cultivos. En la planta de café después de la iniciación floral, las yemas crecen a un cierto tamaño y se vuelven inactivas por semanas, o llegar hasta cuatro meses (Maestri 1975).

En los dos a tres años de su trasplante se presenta las primeras floraciones de los cafetos. La mayor cantidad de flores se encuentran en las ramas primarias que habían crecido el año anterior. El extremo de la rama se queda sin florecer para hacerlo el año siguiente. El crecimiento de la rama primaria o bandola se reduce de un tercio a la mitad todos los años, pero esta disminución de longitud se compensa con las ramificaciones secundarias, terciarias y cuaternarias (Andrade 1988).

En la floración del café se presentan dos procesos importantes: la iniciación de las yemas florales (seguido de una etapa de latencia) y la apertura de las flores o antesis (Wrigley, 1988). Según Alvim (1973, 1977), el largo del día y la distribución de las lluvias son los factores externos que más influyen la floración de café. Sin embargo, cuando las plantas de café son expuestas continuamente a días cortos, la diferenciación ocurre a través de todo el año y la apertura de la floración es regulada por la distribución de las lluvias (Siles 2001).

Los diferentes autores que han estudiado el proceso de la floración del café han sugerido que esta está constituido por las etapas de inducción, diferenciación, desarrollo, latencia y antesis (Camayo y Arcila 1996). La inducción es favorecida por fotoperiodos cortos pero debido en las regiones tropicales donde se cultiva el café esta condición es permanente, se ha sugerido que factores diferentes al fotoperiodo como la temperatura intervienen en la inducción floral. La diferenciación y desarrollo está controlada por la disponibilidad hídrica y energética, las hormonas y nutrimento.

Se observó en un trabajo de (Gopal *et al.*, 1975) que en adición al tamaño y estado de las yemas florales, el déficit hídrico afecta otros procesos fisiológicos como la liberación de energía y el balance de las sustancias reguladoras de crecimiento. También el llenado uniforme de las yemas florales y su desarrollo posteriormente en flores normales está correlacionada con el número de hojas en las ramas y el índice de almidón (carbohidratos de reserva) en la madera (Gopal *et al.*, 1975).

Después de la iniciación floral, las yemas se desarrollan durante muchos meses hasta llegar a un tamaño de 4 a 6 mm, logrando la fase final del desarrollo de la flor. En este estado las yemas florales se encuentran inactivas, en el que dura dos a tres meses en periodos secos. Cuando vienen las lluvias hay una estimulación por una hormona de inhibición que es el Ácido Abscísico (ABA) y después de cinco a doce días la flor es abierta. Pero este proceso no se da en todas las yemas al mismo tiempo, quedándose algunas yemas que tendrán su apertura posteriormente.

El café es una planta autógama por lo que, cuando la flor se abre, parte del polen ya se ha liberado internamente, habiendo ocurrido entre el 90 a 95% de autofecundación (Grupo Latino 2010), y un 5% por el viento e insectos. La cantidad de polen producido en una planta adulta es de 2.5 millones de granos de polen. Esta cantidad es suficiente para fertilizar 20 a 30,000 flores presentes en una planta. El polen es transportado por el viento hasta 100m (Wintgens 2004).

Una planta de café florece en diferentes épocas, en una misma rama se pueden encontrar frutos con distintos estados de desarrollo (Puerta-Quintero 2000), principalmente en los climas trópicos que no están bien marcada las estaciones del año. En una planta se pueden encontrar, frutos maduros, verdes, medianos, pequeños y flores, ocurriendo todas estas etapas en el mismo nudo productivo (Crisosto *et al.*, 1992).

La floración del café es un proceso que se relaciona directamente con el rendimiento del cultivo y que puede ser útil para estimar la cantidad de café a producir en una cosecha determinada, no se conocen estudios que involucren la evaluación de las floraciones para estimar la producción de café, y tampoco formas de muestreo (Rendón-Sáenz *et al.*, 2008).

1.3.3 Formación de frutos

Una vez que los óvulos han sido fertilizados se empieza a desarrollar el fruto después de la fertilización. Durante los 2 primeros meses, el ovario crece muy lento, después se hace visible en una etapa inactiva. El segundo hasta el tercer mes el desarrollo del ovario crece más rápido y el tegumento ocupa casi todo el espacio del ovulo. El saco embrionario crece y rellena con el endospermo.

Desde el tercero hasta el quinto mes después de la fertilización el fruto crece en peso y volumen. El endospermo sustituye el tegumento. Después de 6 a 8 meses el fruto esta maduro. Los frutos llamados cerezas cuando están maduros, son de forma ovoide, con una cicatriz en forma de disco, hacia el ápice, que es una señal de inserción en el ovario del tubo de la corola y el estilo. Los frutos maduros son de color rojo o amarillo, a veces con tonalidades anaranjadas dependiendo de la variedad. El fruto esta formado por: piel, pulpa (exocarpio y mesocarpio), pergamino (endocarpio), mucílago, película plateada (testa), grano o semilla (endosperma) y embrión (Grupo Latino 2011).

1.3.4 Poda del café

Esta práctica debe estar condicionada a la estructura que tenga la planta o la nueva forma que se le pretenda dar. Estas técnicas consisten en eliminar tejido agotado e improductivo para mejorar el potencial productivo de la planta o cambiar su forma normal de crecimiento, para obtener tejido nuevo que permitan mejorar la producción y tener una mayor rentabilidad de la finca. Se sabe que el cafeto produce una sola vez en una zona determinada

de su área vegetativa, que la parte que produce un año se desarrolla el año anterior y son necesario los 18 meses para los crecimientos vegetativos lleguen a ser productivos (Henríquez 1983).

1.4 Estrategias de podas de cafetos individuales

1.4.1 El agobio

El agobio es una técnica para incrementar el área foliar induciendo varios ejes verticales, esta técnica se adapta bien cuando se tienen bajas poblaciones de plantas por manzana o variedades típicas de porte alto donde se quiere aumentar la producción (Grupo Latino 2011).

Es una práctica que consiste en inclinar ramas, brotes o la planta misma con el objetivo de provocar el crecimiento de nuevos hijos. El manejo se realiza agobiando ejes de la planta, para una formación de canasta, siempre y cuando las plantaciones sean jóvenes y variedades típicas (Menéndez 1977). Otra definición de agobio: es inclinar la planta a 45 grados aproximadamente, con el propósito de inducir a que se desarrollen nuevos ejes o brotes verticales del tallo original, estimulando las yemas laterales por el efecto de inclinación. Esta práctica se recomienda aplicar en plantas jóvenes que tienen flexibilidad para evitar quebraduras en el tallo (Henríquez 1983).

Las plantas preferidas para el agobio son de uno a dos años de edad. Se puede mantener la planta con un gancho de madera clavado en el suelo. El agobio de la planta provoca la distribución desigual del contenido de auxina y estimula la formación y activación de yemas que dan origen al desarrollo de brotes ortotrópicos. Una vez que los brotes han alcanzado una altura conveniente, se seleccionan los más vigorosos en números de dos a tres y se eliminan los demás. El cafeto tiene un tronco soporte que lleva una cierta cantidad de brotes, los cuales constituyen otros tallos productores (Ramírez 1996).

La época para realizar el agobio depende del estado de desarrollo y vigor de las plantas, pudiéndose hacer a los seis meses después del trasplante mientras la planta tenga aún cierta flexibilidad para evitar quebraduras del tallo. Al momento de realizar el agobio, debe eliminarse las bandolas de la base del tallo inclinado para despejar el lomo sobre el que brotarán los nuevos ejes verticales, de los cuales se seleccionan dos o tres, dependiendo de la densidad de siembra (Palma 2001).

1.4.2 “Capa” a nivel de vivero

A partir de la misma planta o unidad productiva se puede inducir o crear estructuras foliares altamente eficientes ya sea por podas o siembras simultáneas de una planta por bolsa, que permita incrementar la productividad y rentabilidad de las plantaciones. Por lo general se hace en los viveros que tienen una planta por bolsa. Esta práctica se hace cuando la planta tiene cinco o seis pares de hojas verdaderas; antes de que brote la primera rama de cruz. Como se hace esta práctica eliminando el punto terminal de crecimiento exactamente en el quinto par de hojas. Con la eliminación del punto terminal se estimula el brote de dos ejes verticales. Se recomienda sembrar al campo definitivo al emitir brotes nuevos (IHCAFE 2010).

1.4.3 Poda colombiana

Consiste en dejar los cafetos a libre crecimiento durante tres años, luego se realiza un descope para estimular el desarrollo de ramas plagiotrópicas las cuales son renovadas periódicamente por medio de la poda. Bajo este manejo las plantas tienen un solo eje, conteniendo una gran cantidad de ramas, mostrando capas sucesivas de tejidos renovados de ramas laterales (Ramírez 1996).

1.5 Podas de Producción

1.5.1 Poda calavera

Es un caso especial de renovación denominado poda calavera, que consiste en eliminar total o parcialmente las ramas primarias del tallo principal y dejar que se desarrollen y dejar que se desarrollen los brotes ortotrópicos que se generen (Chebabi, 1975). Esta práctica tiene la desventaja, la baja producción de las plantas durante los primeros 18 meses después de su ejecución pero en este caso se recompensa con una alta producción en los dos años siguientes. Consiste en dejar una pequeña porción de las ramas primarias, con la ventaja de que en estos muñecos se produzca ramas secundarias en las cuales se obtenga alguna producción en los dos primeros dos años (Arcila *et al.*; 2007).

1.5.2 Poda de recepa

Consiste en eliminar la parte aérea de la planta mediante un corte que se realiza a una altura de 0.30, a 0.40m del suelo. Por sus características de su altura de su corte, se puede considerar poda drástica. Esta poda se recomienda usar cuando la planta presenta el agotamiento completo en todos sus tejidos productivos (Ramírez 1996).

Es la forma apropiada para establecer ciclos de renovación ordenados, lo que se conoce como ciclos de podas y su duración esta en el porcentaje de plantas que desee recepar, en cada intervalo del ciclo. Si se emplea un ciclo de cuatro años, significa que cada año será recepado el 25% del total, donde la plantación debe estar dividida en bloques o hileras, comenzando el año uno y terminando el año cuatro de renovar la finca (Henríquez 1983). Recepa intercalada, consiste en recepar intercaladamente un cafeto si y el otro no, de acuerdo a un ciclo previamente establecido, este sistema es aplicable a cafetales con altas y bajas densidades, permitiendo la distribución uniforme de luz (Menéndez 1977).

Para poner en practica este sistema se enumeran las hileras de 1 al 3 (1, 2, y 3), ya sea de ciclos rígidos de tres, cuatro y cinco años. En ciclos rígidos de 4, el primer año se podan o recepa todos los surcos números 1, el segundo año se podan los surcos numero 3, el tercer año se podan los surcos numero 2, y el cuarto año se podan los surcos numero 4, terminando el cuarto año (1, 3, 2 y 4), el quinto año no hay poda hasta el sexto año de nuevo en el surco numero 1 en los hijos.

1.5.3 Recepa por parcela

Está práctica no tiene ningún grado de tecnificación y se aplica en cafetales completamente agotados, consiste en dividir lotes o parcelas iguales 3, 4, 5 y hasta 6 lotes (IHCAFE 2010), llevando acabo un control de población y record en la producción, recepando la parcela que el año anterior a producido el máximo y el año siguiente está agotada, o de acuerdo a un orden establecido con anticipación (Menéndez 1977).

1.5.4 Poda Alta, Rock and Roll, Descope leñosos

Consiste en realizar el corte del eje ortotrópico a una altura de 0.80 a 2m, dependiendo del grado de agotamiento que presenta la planta. Para lograr una respuesta productiva económica a la ejecución de este tipo de poda, se debe tomar en cuenta algunos factores que

condicionan al cultivo como; luminosidad en la plantación, exceso de sombrero, altas densidades de siembra, pueden disminuir la capacidad productiva de la planta. Inconveniente de la poda alta, es cuando las plantas presentan un pobre desarrollo del sistema radicular. En esta condición los hijos presentan un desarrollo limitado en grosor y altura, tornándose poco productivas (Ramírez 1996).

1.5.5 Poda selectiva es una estrategia a nivel de parcela

Es cuando las plantas presentan ejes improductivos como otros con preparación para la cosecha siguiente, sometiendo a poda los ejes únicamente agotados. Otra modalidad asociada al criterio de poda selectiva diseñada en Costa Rica, es el sistema de podas por parches, mediante el cual se sigue un procedimiento combinado con el Rock and Roll en grupo de plantas que se encuentran en la misma área (Ramírez 1996). Este sistema es el que más se utiliza en la mayoría de los países cafetaleros. Si el agotamiento es completo, se emplea la poda de recepa; en otros casos se aplica la poda de altura media o poda de las ramas secundarias, principalmente como tratamiento posterior al descope (Palma 2001).

1.5.6 Poda por hileras

Este sistema se originó en Hawai y consiste en podar hileras completas en proporciones determinadas por la duración de los ciclos seleccionados; en un ciclo rígido de tres, de cada tres hileras se recepa una por año hasta completar en tres años el ciclo (Palma 2001). Las recepas se pueden hacer en ciclos de 3, 4, y 5 años, en el último año termina de podar la plantación y se dice que se ha cumplido con un ciclo de poda (Ramírez 1996).

1.5.7 Descope o poda Alta

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

En Brasil (MIC-IBC, 1986) le confieren algunas ventajas a este tipo de poda cuando se trabaja con variedades de porte alto como el Mundo Novo, estimulando ramas laterales, facilitando la cosecha y el control fitosanitario (Ramírez 1996). Lo importante de esta poda es mantener la producción en una zona más accesible al momento de cosecha. Esta práctica se puede hacer en cualquier zona siempre y cuando se haga de la mejor manera.

1.5.8 Deshije

Consiste en cortar los brotes que se desarrollan por una poda o agobio de la planta seleccionando los que crea más conveniente y vigorosos (Henríquez 1983). Con este propósito se aplica un procedimiento de raleo y selección de los brotes mas vigorosos, preferiblemente localizados 2 a 3cm hacia abajo del corte y con la mayor separación entre ellos. También eliminando los hijos que brotan juntos o unidos por su base, dado que tienden a desgarrarse con facilidad. El numero de deshijas o repasos que se deben efectuar a partir de la primera selección, van a depender de factores climáticos y de la características de la plantación (Ramírez 1996).

Otros recomiendan que el primer deshije debe hacerse cuando los brotes tengan una edad de tres o cuatro meses, dejando uno o dos hijos de repuesto por la posible pérdida de los que fueron seleccionados. El segundo deshije se hará unos dos o tres meses después del primero, dejando el número definitivo de ejes que permita obtener buenas producciones. Si la plantación original está sembrada a un solo eje por postura, se seleccionarán dos o tres hijos bien desarrollados y ubicados de 5 a 15 cm bajo el corte, preferentemente opuestos entre sí (Palma 2001).

1.5.9 Época de poda del cafeto

La época más apropiada para podar el café es inmediatamente después de la cosecha, ya que la planta se encuentra en un estado de reposo vegetativo. Una vez realizada la poda del cafetal, lo ideal es manejar los arboles de sombra. El cultivo de café mas arboles de sombra, es una combinación ideal para la protección del medio ambiente y especialmente el suelo (IHCAFE 2010). En Honduras esta fase ocurre durante el verano entre los meses de marzo y abril en la mayoría de las regiones productivas (FHIA 2004). Algunos autores no

recomiendan podar durante la mayor inflorescencia, ya que el productor no quiere podar nada de la planta.

1.5.10 Estudios realizados con podas

Estudio realizado en Costa Rica, por Ramírez (1996), donde evaluó poda selectiva, poda por hilera a 5 años y a tres años alterno, poda por lotes a 3, 4, 5 y 6 años. Encontrando diferencias significativas entre tratamientos. La poda selectiva, la poda cíclica por hilera y por lotes a 5 años, resultaron ser los mejores sistemas de manejo de la planta de mayor rendimiento. La poda por lotes a 3 y 4 años componen un grupo estadístico intermedio de productividad, y la poda por hileras a 3 años alternos y poda por lotes a 6 años constituyen los sistemas de bajo rendimiento.

Las primeras investigaciones que se efectuaron en Honduras según Palma (2001) en Comayagua cultivar típica y se continuaron en Campamento, Olancho, en cultivar Catuaí dónde las podas selectiva supero las podas por ciclo y por lotes sin embargo al modificarse con perdones por efecto de buena cosecha vs. Precio se encontró que un ciclo de cuatro años con pausa o (perdón) durante cuatro cosechas supero a la poda selectiva y a las cíclicas manejadas con pausa o (perdón).

MATERIALES Y MÉTODOS

1.6 Descripción de área de estudio

1.6.1 *Departamento de Copán.*

La ciudad maya de Copán fue un centro gubernamental y ceremonial de la antigua civilización maya. En la actualidad, Copán es un sitio arqueológico ubicado en el Departamento de Copán, al occidente de Honduras. Ubicado a orillas del río Copán, éste había erosionado una importante porción del lado oriental de la acrópolis (Figura 1). A partir de la década de 1940, el curso de agua ha sido desviado para proteger al sitio arqueológico (Agurcia *et al.*; 2005).

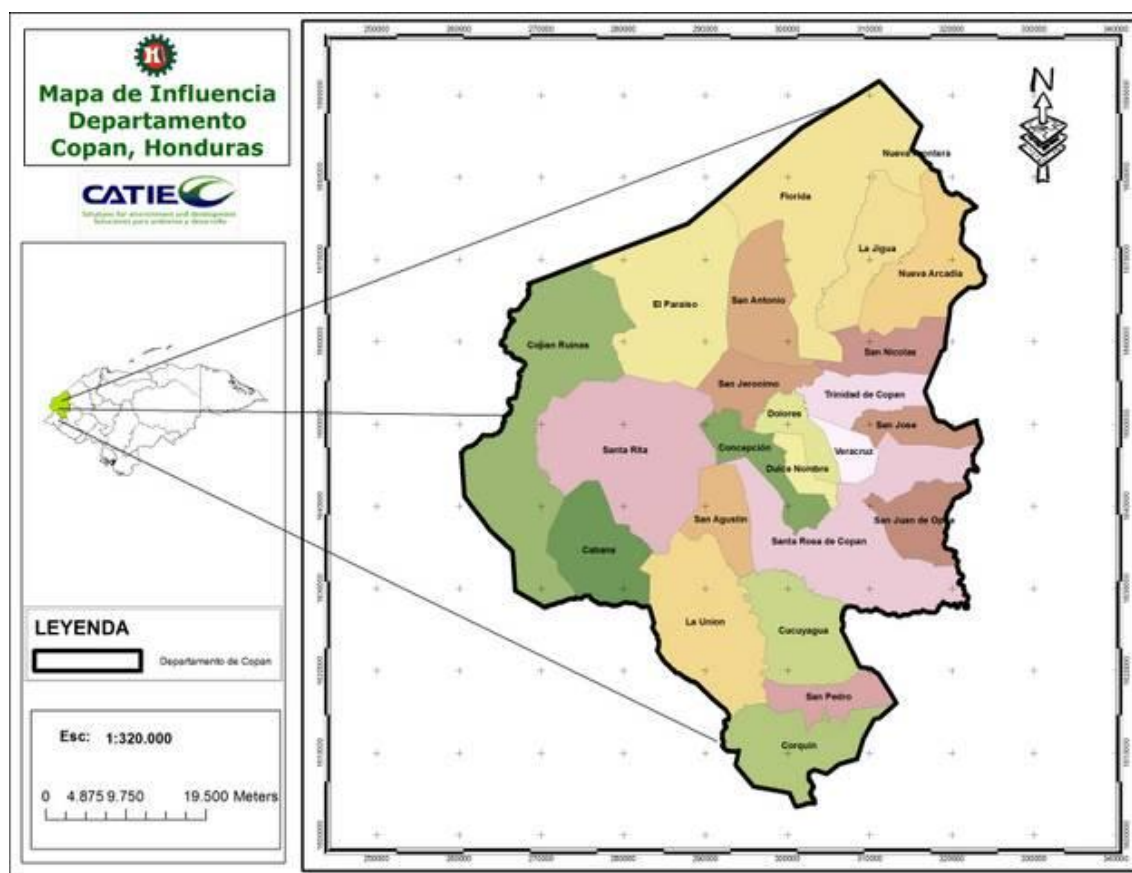


Figura 1. Mapa de influencia del Departamento de Copán, Honduras.

Copan es uno de los departamentos que produce el 39.9% de la producción nacional de café, con las fincas sembradas desde 800-1600msnm (IHCAFE 2011).

1.6.2 Municipio de Corquín

El Municipio de Corquín Copán, está ubicado en la parte Sur del departamento de copan desviando a la izquierda en el Km 177 de la carretera a occidente, exactamente en el municipio de Cucuyagua, a 11 Km de distancia. El municipio tiene una extensión territorial de 138.6 Km² y una población 15,800 habitantes, de los cuales un 60% se encuentran en el área rural (18 aldeas) y el 40% en el casco urbano (12 barrios), el 30% son mujeres, 25% hombres, 20% jóvenes y 25% niños. Corquín copan tiene los siguientes limites: al Norte Municipio de San Pedro de Copan y La Unión, al Sur Municipio de Sensenti y Belén Gualcho, al Este Municipio de San Manuel lempira, al Oeste Municipio de Lucerna Ocatepeque y La unión Copan. La topografía del terreno esta compuesta de zonas montañosas, con pendientes pronunciadas hasta de 35 grados, a excepción de un valle en la parte Norte del Municipio. Corquín copan está rodeado de la montaña de Celaque declarada Parque Nacional ubicada al este del municipio, formando alturas de los 900 a 1800msnm. La temperatura promedio es de 22 grados centígrados, pero oscila entre los 12 y 30grados centígrados durante el año. Corquín presenta excelentes condiciones para el cultivo de café. Cuenta con 7000 hectáreas sembradas de café distribuidas en 3700 productores, entre pequeños medianos y grandes (IHCAFE 2011).

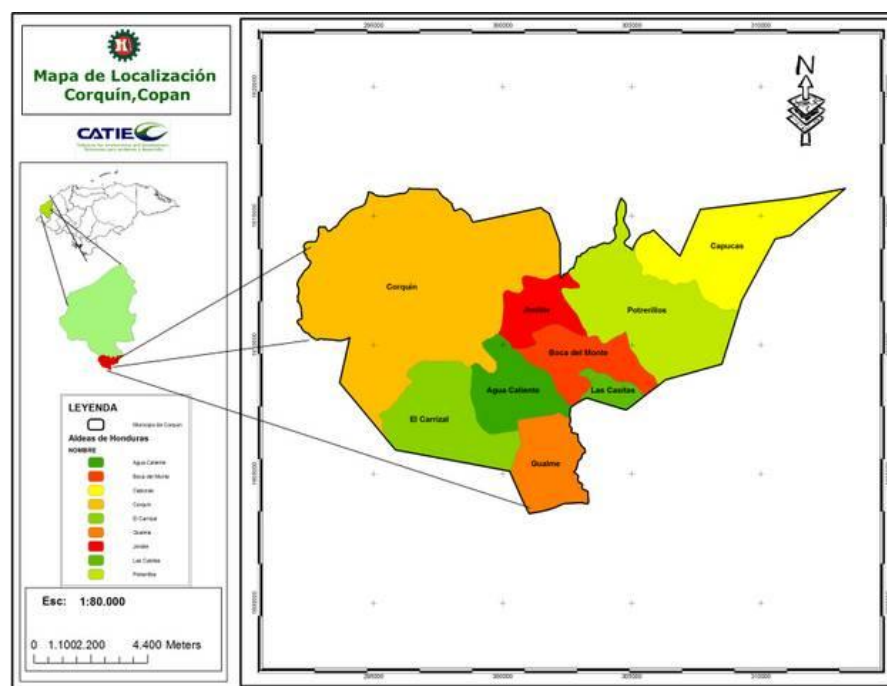


Figura 2. Mapa de influencia del Departamento de Copán, Honduras.

La metodología se desarrollo partiendo de la base de datos del IHCAFE donde se seleccionaron 6 fincas de pequeños productores. Una vez identificadas las 6 fincas, se hizo una estimación de cosecha 2010-2011. Luego se desarrolló un taller para modificar la metodología de diagnósticos productivos con grupos focales técnicos y productores. Después se aplicó las nuevas categorías en las 6 fincas donde se hizo la estimación de cosecha durante dos años, caracterizando cada una de las categorías formadas por los técnicos y productores. Se hizo el establecimiento de un ensayo de podas en cada finca experimental y terminando con una segunda estimación de cosecha 2011-2012.

1.6.2.1 Ubicación y selección de fincas

Las fincas seleccionadas están ubicadas en diferentes zonas de Corquín, la parcela 1 se ubica en la Aldea, El Caralito a 1243 msnm. La parcela 2, se ubica en la Aldea, Los Naranjos a 1151msnm. La parcela 3, se ubica en la Aldea El Caralito a 1210msnm. La parcela 4, se ubica en la Aldea, Los Naranjos a 1112msnm. La parcela 5 se ubica en la Aldea, Los Naranjos a 1137msnm. La parcela 6, se ubica en la Aldea, Jimilile a 1037msnm. Todas las fincas se encuentran cerca del Centro Experimental del IHCAFE en Corquín Copan.

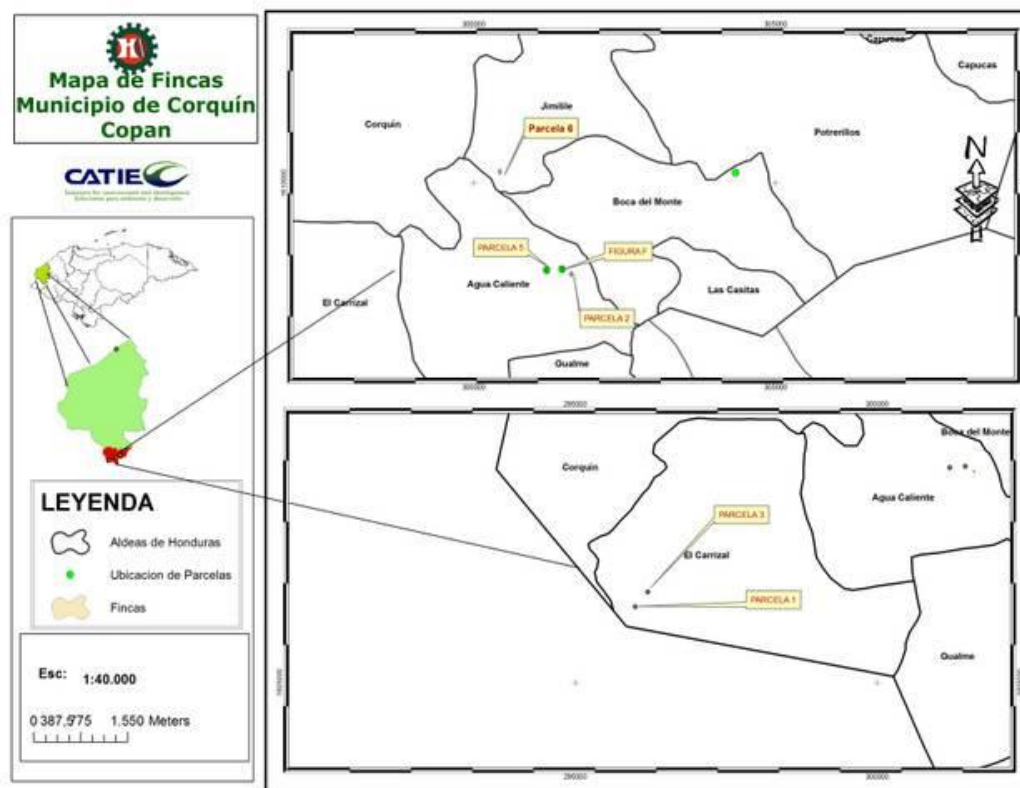


Figura 3. Mapa de influencia del Departamento de Copán, Honduras.

Las fincas seleccionadas en el estudio fueron obtenidas de la base de datos del IHCAFE registrados en la cosecha del año 2009-2010. La base de datos se encuentra en la agencia regional de Corquín Copan, donde tiene registrado a los productores de la región, en el cual se lleva el registro de cosechas anteriores, la ubicación, y área de la finca.

De la base de datos original se realizó una preselección de 40 fincas con y sin fertilización, de las cuarentas fincas preseleccionadas, se eligieron 6 que cumplieran con los siguientes criterios:

- El área de la finca debía ser mínimo 2 ha en producción, con una parcela útil estudiada de 400 plantas.
- La edad de la plantación es de 9 a 15 años, contando con un nivel de sombra entre 30 y 50%, tomando en cuenta las especies más predominantes en las zonas cafetaleras de Honduras que son las *Ingas sp* y algunos árboles maderables.
- Las 6 parcelas identificadas tienen un programa de manejo que incluye, con y sin fertilización.
- La topografía de la finca es de un 30 % de pendiente. Con un tipo de suelo intermedio para el cultivo de café.
- La variedad seleccionada fue catuaí y caturra que son las más cultivadas por pequeños productores Hondureños.

1.6.3 Estimación de cosecha 2010-2011

Considerando que las fincas cafetaleras en general presentan lotes de producción de características diferentes, el establecimiento de las unidades de muestreo se llevó a cabo de forma particular en cada finca, realizando un reconocimiento de la parcela experimental, con una unidad de muestreo de 400 plantas. Cada una de las plantas fue identificada por un número, en la que se realizó una estimación de cosecha 2010-2011 y 2011-2012.

La estimación de cosecha en cada planta se realizó siguiendo la metodología presentada en el “Seminario Taller Regional Sobre Pronósticos de Cosecha” en Honduras por la (Comisión Nacional del Café de Nicaragua 1994). Cada planta se dividió en estratos de 60cm, contando el número de ramas presentes en cada estrato. Cada 5 ramas se seleccionó una rama de manera sistemática contando el número total de frutos, nudos productivos, nudos sin granos ni hojas, nudos con hojas y granos, y ramas totales de cada planta. Luego se sumaron los totales de cada una de las ramas y dividiendo entre el total de ramas que se contabilizó de cada estrato, se

obtuvo el promedio de frutos por bandola. El promedio de frutos por rama, se multiplico por el número total de ramas productivas, obteniéndose de esta forma la cantidad de frutos por planta. Este promedio se dividió entre el número de frutos presente en un Kilo de café cereza. El número de frutos presente en un kilo de café cereza, se determinó cosechando cuatro muestras de frutos maduros de diferentes tamaños, para sacar un promedio en un kilo. El promedio de frutos maduros encontrados en un kg fué de 607 granos en cereza peso fresco, 323gramos peso seco en uva y 202 gramos en oro con un 12% de humedad. Una vez conocido el promedio de granos presente en un kilo, se dividió el número de granos totales en cada planta entre el número de granos presente en cada kilo. Luego esto se multiplico por el número de plantas presente en cada finca experimental. En un estudio realizado por CENICAFE en Colombia, se encontró un promedio por cereza propuesto de 1.8 g, que es una referencia para la estimación (Rendón-Sáenz *et al*, 2008). Otros estudios realizados en Colombia encontraron que el factor de conversión de 5 kg de café cereza por 1kg de café pergamino seco (Aristizábal-Arias y Duque-Orrego 2007).

1.6.4 Modificación de metodología existente con grupos focales

El objetivo principal de este estudio es validar una herramienta de monitoreo y evaluación de cafetales para los productores y técnicos. Esta herramienta debe permitir una mejor descripción de los cafetales enfocándose en los procesos de la toma de decisiones en el manejo de tejidos. La herramienta se desarrolló de forma participativa, tomando en cuenta a los usuarios finales de esta herramienta, como son técnicos de IHACFE y productores de la zona estudiada. Se estableció además una comparación entre la metodología actual de diagnostico productivos elaborada por (Guharay *et al.*, 2000) y una modificación que incluye nuevas categorías que fueron creadas por los técnicos y productores.

Con la finalidad de organizar el manejo de cafetales el grupo de trabajo de café de CATIE ha trabajado en una versión de evaluación del potencial productivo como una herramienta para productores y técnicos. A partir de este trabajo la *versión “Como realizar un diagnostico productivo en mi cafetal”* ha sido empleado como una herramienta de diagnóstico en Centroamérica.

Se presentaron algunas categorías propuestas por técnicos y productores en la metodología de diagnóstico productivo por (Guharay *et al.*; 2000) antes de la creación de las nuevas categorías por los técnicos y productores de la zona. Esta versión práctica de

diagnostico cuenta con 6 categorías de plantas en las cuales se pueden clasificar plantas de café como se detalla a continuación.

Plantas productivas; es aquella planta que tiene 60 ramas o más en producción, con buen vigor vegetativo, cantidad de pisos de bandolas o ramas con presencia de flores y frutos abundantes.

Plantas que requieren algún tipo de poda; es aquellas que solo en la parte terminal conservan producción o solo en dos estratos en la cual hay una parte central sin producción.

Plantas que requieren ser recepadas; son aquellas plantas que presentan muchos espacios improductivos, especialmente en el estrato medio y bajo, con presencia de frutos en la parte terminal de la planta.

Planta que necesita ser renovada; es aquella planta que tiene menos de 20% de follaje y su estructura productiva es bien pobre con nula capacidad de regeneración.

Plantas recepadas el año anterior; son aquellas plantas que tienen una respuesta a la recepa con presencia de hijos o brotes en formación.

Espacio vacíos o falla; son espacios donde se perdió la planta ya sea por muerte natural o falla física de la finca.

La metodología incluye la selección de 4 puntos dentro de lotes de producción. Cada punto está conformado por 25 plantas (un cuadro de 5 plantas por 5 surcos). En cada punto examinamos las plantas visualmente y la clasificamos dentro de las categorías anteriores.

1.6.5 Taller con técnicos del IHCAFE

El taller se realizo con la presencia de 12 técnicos de agencias de la regional de IHCAFE Santa Rosa de Copan, especialistas en manejo de podas que dan asistencia técnica a pequeños productores. Este grupo de técnicos trabajo en el taller sobre manejo de podas, incorporando conocimientos para validar una nueva herramienta de diagnostico productivo a futuro, con nuevas categorías de plantas con potencial productivo.

El taller se inició con un cuestionario de entrada para evaluar el conocimiento de los técnicos sobre manejo de podas, seguido de una presentación acerca de la investigación, sus objetivos y alcances esperados. Posteriormente se hizo una presentación de un video de 15 minutos sobre las experiencias en el manejo de podas por el IHCAFE, con el objetivo de retroalimentar con ideas o sugerencias que ayudaran a tener una mejor visión en el grupo de técnicos. A continuación se presentó la metodología propuesta por Aguilar *et al* 2000 y

CATIE para realizar diagnósticos productivos donde se presentaron las actuales categorías de plantas de acuerdo a potencial productivo.

Con los técnicos se logró ver la herramienta que existía para hacer diagnósticos productivos y cuáles eran las cosas que deberían de mejorar. Comentarios: Plantas que requieren de algún tipo de poda, no se entendía por no tener los criterios definidos. Posteriormente se realizó una gira a las parcelas experimentales para probar otra metodología de diagnósticos productivos, que es la que actualmente se utiliza por Instituto Hondureño del Café (IHCAFE). Rescatando sugerencias que podían ser adoptadas por los productores en la creación de nuevas categorías que se establecieron conforme a su arquitectura y las opciones posibles de poda para mejorar su estructura productiva.

Al regresar de campo se trabajó en la creación de nuevas categorías de plantas que fueron formadas conforme a los siguientes criterios; altura de la planta, número de ramas, estratos con ramas y frutos. Luego se solicitó a los participantes agruparse para hacer una discusión por cada categoría de planta, asegurándose que en cada grupo existiera por lo menos un técnico con mayor conocimiento en podas del IHCAFE de cada agencia. Al final se realizó una plenaria donde cada grupo presentó sus comentarios y sugerencias en las nuevas categorías propuestas de acuerdo con sus realidades y contexto de las plantaciones de la región estudiada.

1.6.6 Taller con técnicos y productores de la zona.

La siguiente etapa de la evaluación de las categorías formuladas fue una prueba de campo y evaluación por parte de productores y técnicos de la zona. Para esta etapa se realizó un taller con una fase de evaluación en aula y campo, siendo integrado por 15 productores y 5 técnicos del IHCAFE, los productores fueron seleccionados del programa de escuelas de campo y administradores de finca. Esta evaluación se llevó a cabo por medio del desarrollo de un taller sobre la implementación de una herramienta metodológica que facilite diagnósticos productivos en plantaciones de café con énfasis en poda. Inicialmente se comenzó con la presentación de las nuevas categorías de plantas que fue el producto que se sacó del taller con los técnicos del IHCAFE. Luego se les explicó en qué consistían las nuevas categorías de plantas y cuáles eran algunos criterios que se debían tener en cuenta al momento de aplicarlo

en el campo. También se presentaron algunas fotografías de plantas que eran similares a los criterios de las nuevas categorías.

Posteriormente se hizo una prueba de campo en una finca de un productor cercano, del centro experimental del IHCAFE en Corquín, donde se desarrollo el taller, usando las nuevas categorías. Los productores y técnicos de campo solicitaron que se definieran bien los criterios de cada categoría de planta, resultando más fácil hacer un tipo de poda en el campo, ya que se dieron cuenta los productores que era difícil poder decidir cuál era el tipo de poda que se le aplicaba a cada planta según la categoría.

1.6.7 Revisión final de las categorías

Una última etapa de revisión de la metodología se llevo a cabo con técnicos de IHCAFE para definir algunos criterios de las categorías propuestas en los talleres. Las sugerencias y dificultades de los productores fueron revisadas para definir las posibles categorías que podrían ser utilizadas en mejorar el potencial productivo de la planta.

1.6.8 Aplicación de categorías

Con el fin de conocer el rendimiento promedio de cada una de las categorías de plantas propuestas por los técnicos y productores, se aplicó esta caracterización en las 6 fincas seleccionadas para estimar cosecha durante el periodo 2010-2011. En cada una de las fincas se evaluaron todas las plantas y se realizo una evaluación visual y se clasifico dentro de las nuevas categorías propuestas.

1.6.9 Establecimiento de ensayos de podas.

Se estableció un ensayo de podas en las 6 fincas experimentales, aplicando las nuevas categorías propuestas por los técnicos y productores. La práctica de poda, se hizo con la ayuda de una persona entrenada con la capacidad de diferenciar los diferentes tipos de podas propuestas por los técnicos e investigador.

1.6.10 Estimación de cosecha 2011-2012

En el mes de agosto y septiembre se hizo una segunda estimación de cosecha 2011-2012, en las mismas 6 fincas seleccionadas. Aplicando la misma metodología que se utilizó en la primera estimación de cosecha.

1.6.11 Métodos estadísticos

Para ver la relación del tipo de poda y las variables que describen el componente, se utilizó las técnicas de análisis multivariado entre las cuales están; Componentes principales, árbol de clasificación, análisis de correspondencias simples y múltiples. Mediante componentes se permite relacionar los criterios que determinan los tipos de podas.

Para evaluar el efecto del tipo de poda en diferentes tipos de plantas sobre la producción de café se realizó un análisis de varianza bajo la teoría de los modelos lineales y mixtos. El diseño planteado en el análisis fue en bloque con una estructura de parcela dividida, donde la parcela principal era el tipo de planta y la subparcela era el tipo de poda. Los bloques fueron declarados en el modelo como un efecto aleatorio. Por no tener las suficientes repeticiones en todos los tratamientos dentro de todos los bloques este fue desbalanceado.

En los diferentes grupos de tipos de plantas y tipos de podas se utilizó la prueba de comparaciones de medias LSD Fisher a una significancia de 0.05. Los datos fueron analizados mediante el programa estadístico InfoStat versión 2009 (Di Rienzo et ál. 2009).

2 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

2.1.1 Taller con técnicos del IHCAFE

Se logro obtener aportes muy valiosos para reforzar los resultados obtenidos de este trabajo de investigación. A continuación se describen las preguntas de la evaluación que se hizo a los técnicos. ¿Qué entiende por manejo de tejidos? La mayoría contesto la renovación de los tejidos agotados de las plantas, eliminar tejidos improductivos, hacer una serie de tipos de podas para evitar la bianualidad de la planta, mantener activos los puntos vegetativos y productivos de la planta. ¿Limitantes que considera en la adopción por el sector productor en manejo de tejido? Buenos precios del café, falta de conocimiento por parte del productor, temor a reducir la producción. ¿Describa brevemente las técnicas que conoce, en la implementación de un programa agronómico de manejo de tejidos o podas? Agobio, capa, candelabro y poda gradual. ¿Describa los tipos de podas que conoce? Descope, Poda alta, poda media y recepo. Describa los sistemas de poda? Poda individual o selectiva, poda por hileras o ciclos y poda por lotes. ¿Cuales serian los factores básicos o criterios a ofertar a un productor en manejar tejido? Edad de la plantación, agotamiento de la planta, altura de la planta, capacidad del productor en adoptar, densidad de siembra y tamaño de la finca. ¿Cuál sería la preocupación de implementar con los productores un programa de manejo de podas? Que el productor no cumpla con las recomendaciones técnicas, que no le de seguimiento a las podas. ¿Qué factores considera que están asociados con la productividad del cafetal? Fertilización, manejo de tejidos, manejo de malezas y sombra. ¿Cuales serian las sugerencias para difundir la adopción de manejo de poda? Haciendo diagnósticos productivos, parcelas demostrativas, ensayos y trabajos de investigación con resultados y días de campo. ¿Conociendo su zona cual es el tipo, técnica o sistema de podas que practica el productor de café? Recepo por ciclo o por lote, poda selectiva y descope.

Una vez finalizado el cuestionario por los participantes, se prosiguió a analizar la metodología de diagnóstico productivo en el cafetal que existe actualmente. La metodología actual se conoce; “como realizar un diagnostico productivo en nuestro cafetal” fue derivada de una metodología Mexicana en la cual las plantas del cafetal son contabilizadas y categorizadas visualmente según su potencial productivo o requerimiento de poda o reemplazo (Aguilar *et al* 2000). Actualmente la metodología consta de 6 categorías tales como; plantas productivas,

plantas que requieren poda, plantas que requieren recepo, plantas que necesitan ser removidas, plantas recién recepadas o renovadas y falla física.

Una vez que se presentó la metodología con las categorías actuales, se procedió a estudiar la metodología en general y en especial las características de cada una de las categorías de plantas. En esta discusión se encontró que de las seis categorías, tres de ellas no presentaron problemas para ser diferenciadas en el campo tales como; plantas que necesitan ser removidas, plantas recién recepadas o renovadas y fallas; mientras de las tres restantes, como; planta productiva, plantas que requieren poda y plantas que requieren recepo, pueden ser identificadas fácilmente pero los criterios de estas categorías deben ser definidos, mientras la categoría de plantas que requieren algún tipo de poda debe ser ampliada y especificar los tipos de poda.

Se presento la herramienta de diagnósticos productivos de (Guharay *et al.*; 2000), con el objetivo de crear nuevas categorías de plantas y los criterios de selección. Con los técnicos se logro discutir la herramienta que existía para hacer diagnósticos productivos y ver cuáles criterios se debían tener en cuenta. Como resultado de la discusión fue que la categoría de plantas que requieren algún tipo de poda debería de ser más explicada. Cuando este formato de diagnostico productivo se llevo al campo, nos dimos cuenta que al frente de la planta no se sabia cuál es el tipo de poda a implementar.

Con las dificultades que se tuvieron en el campo en la implementación de la herramienta, los técnicos propusieron una categorización de plantas basado en su potencial productivo, pero también basado en su aptitud de tipo de poda. Según el potencial productivo, se logró definir tres categorías de plantas; plantas altamente productivas **PAP**, plantas poco productivas **PP**, y plantas no productivas **PNP**. Cada grupo de plantas se definieron tomando en cuenta los siguientes criterios; Altura de la planta, agotamiento de la planta, numero de ramas productivas y distribución de tejido productivo.

PAP; Son plantas con ramas y tejido productivo en toda la planta. **PP**; Son plantas que conservan ramas en la parte media en menor cantidad y la cosecha solo está en la parte terminal de ramas del centro y arriba de la planta. **PNP**; Son plantas con un tallo sin ramas en la parte baja y con poca cosecha en la parte de arriba.

Se definieron los diferentes tipos de podas; poda alta PA, poda media PM, descope D, poda de rebrotes PR y recepa R, todas estas técnicas de podas se pueden hacerse en una finca para mejorar el potencial productivo.

Poda Alta; consiste en eliminar la yema apical de una planta lo más alto posible aprovechando la cosecha que esta en los estratos de arriba.

Descope; consiste en eliminar la yema apical a 1.75m de altura entre el cambio de color de las ramas café y verde del tejido nuevo.

Poda media; Consiste en eliminar el tallo principal de la planta entre 1.40 -150m de altura, cuando la concentración de frutos se encuentra en la parte de arriba de la planta.

Poda de rebrotes; Consiste en eliminar rebrotes o hijos que surgieron en la planta en el tallo principal.

Recepo; consiste en eliminar el tallo a una altura de 30 a 40cm del suelo para renovar completamente la planta.

2.1.2 Taller con técnicos y productores

A partir del primer taller con los técnicos se logro desarrollar nuevas categorías de plantas para ser utilizadas en diagnóstico productivo, culminando con un taller adicional con productores y técnicos. El taller se desarrollo con la presencia de 15 productores y 5 técnicos del IHCAFE, donde se les dio a conocer las categorías de plantas que fueron propuestos con los técnicos. Luego se les explico en qué consistía cada tipo de plantas y cuáles eran los criterios que se debían tener en cuenta al momento de aplicarlo en el campo. También se presentaron algunas fotografías de plantas que eran similares a los criterios de los nuevos tipos de plantas.

Luego con los productores se realizo una prueba de campo evaluando las categorías formadas, en una finca de un productor cercano, del centro experimental del IHCAFE en Corquín, donde se desarrollo el taller. Al final de la práctica los comentarios de los productores es que en el campo era difícil poder decidir cuál era el tipo de poda que se le debería aplicar a cada planta según la categoría.

2.1.3 Aplicación de diagnóstico productivo en cada parcela.

Las categorías propuestas fueron aplicadas en las 6 parcelas, donde cada parcela contaba con 400 plantas, en diferentes zonas en Corquín Copán.

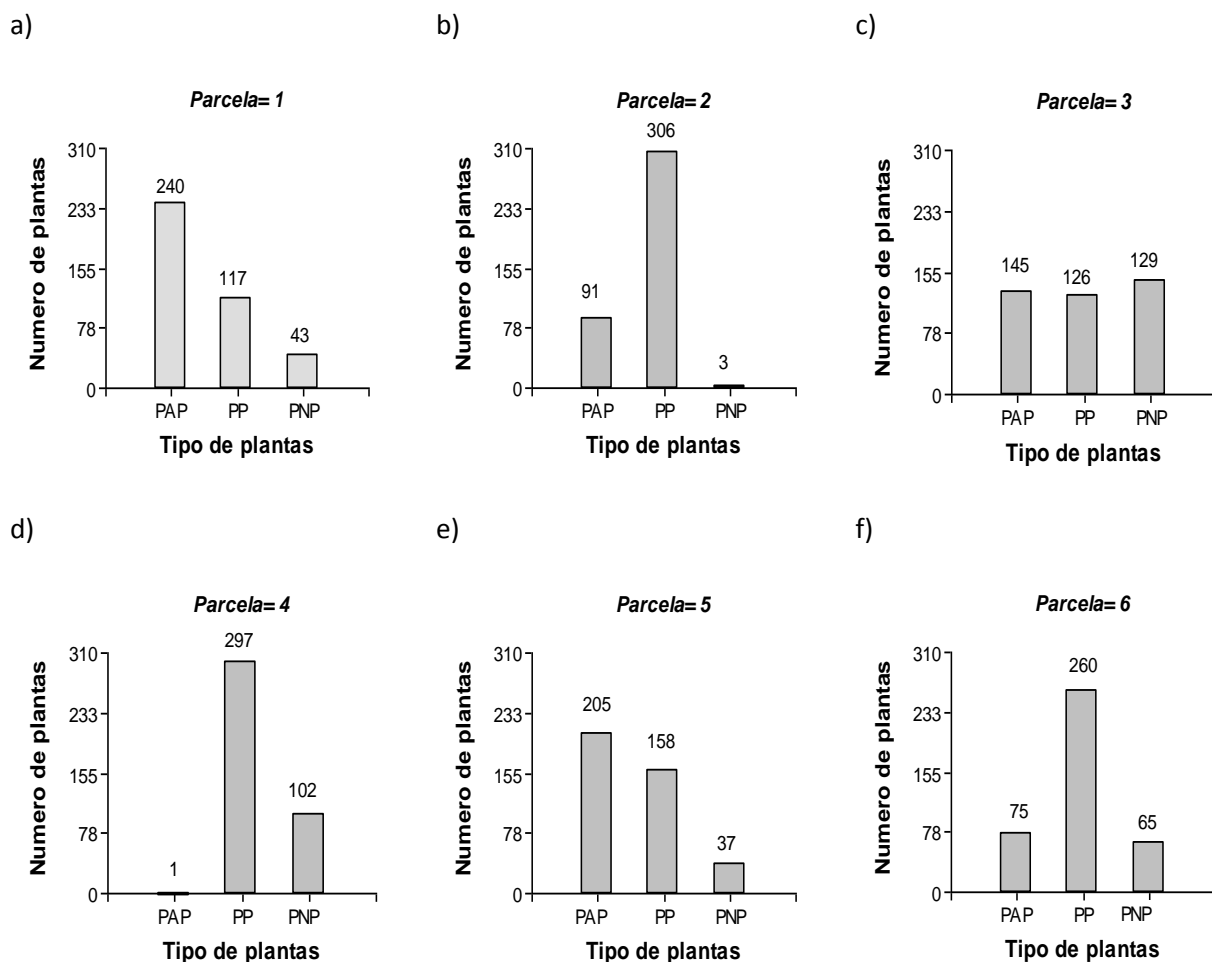


Figura 4. Aplicación de diagnostico productivo con las siguientes categorías, planta altamente productiva (PAP), planta poco productiva (PP) y planta no productiva (PNP). a) Parcela 1, b) parcela 2, c) Parcela 3, d) parcela 4, e) parcela 5, f) parcela 6, Corquín Copán, Honduras.

En las seis parcelas en general, se encontró que la parcela uno, tres y cinco son las parcelas con mayor cantidad de plantas productivas, donde PAP presenta un alto % de plantas comparado con las otras categorías. En ninguna de las parcelas sobrepasan la media de la zona de producción, mostrando que este trabajo se realizó en parcelas con un manejo semi-intensivo con un rendimiento 14 qq/mz.

En la parcela uno se encontró que el mayor porcentaje de plantas correspondía a la categoría PAP, mientras que las PP tenían el 50% menos que las PAP. Las PNP, fueron la que presentaron 43 plantas en la parcela (Figura 4a). En la parcela dos la mayor cantidad de

plantas pertenecieron a la categoría PP, con 300 plantas más que las otras categorías, mientras que las PAP tuvieron 91 y 306 de PP, con una diferencia de 200, mientras las PNP eran las que tenían el menor número de plantas en esta categoría (figura 4b). La parcela tres resultó tener una mejor distribución en los tres tipos de plantas, resultando la misma distribución para PP y PAP (Figura 4c). En la parcela cuatro la distribución fué en dos categorías, presentando la mayor cantidad de plantas la categoría PP, seguido de las PNP, mientras las PAP solo se obtuvo 1 planta (Figura 4d). En la parcela cinco el mayor número de plantas corresponde a las PAP con 205 plantas, y 158 de las PP con una diferencia mínima de 7 plantas. Las PNP fueron las que tuvieron menos plantas con respecto a las otras categorías (Figura 4e). En la parcela seis el mayor número de plantas pertenecía a la categoría PP, mientras las PAP y PNP su distribución era mismo patrón (figura 4f).

2.1.4 Distribución de las parcelas de acuerdo al potencial productivo

La parcela uno y cinco tuvieron las plantas con la mayor producción, ya que estas parcelas contaban con un alto número de plantas altamente productivas. Estas fincas son las más productivas de todas las fincas estudiadas.

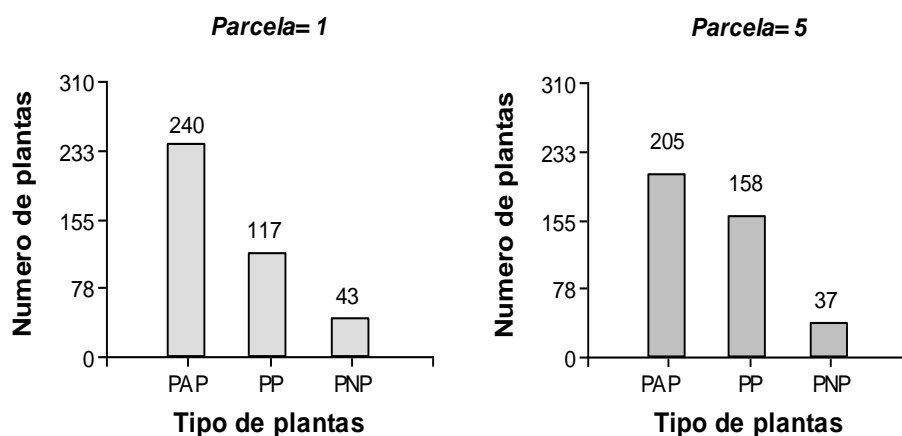


Figura 5. Parcela 1y 5 con la mayor cantidad de plantas altamente productivas.

Las parcelas dos y tres mostraron la mayor cantidad de plantas poco productivas, lo que las hace tener una producción intermedia en comparación a las otras parcelas estudiadas.

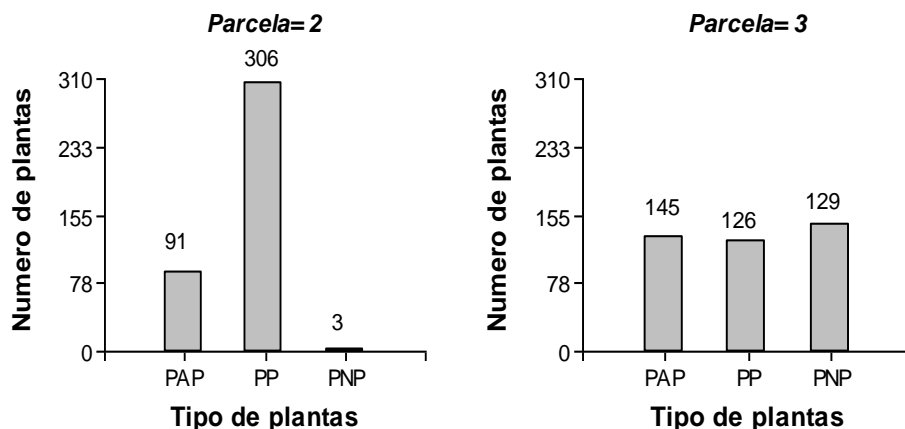


Figura 6. Parcela 2 y 3 con plantas poco productivas.

Las parcelas cuatro y seis, mostraron la mayor cantidad de plantas poco productivas y no productivas, siendo las parcelas con la producción mas baja en los rendimientos.

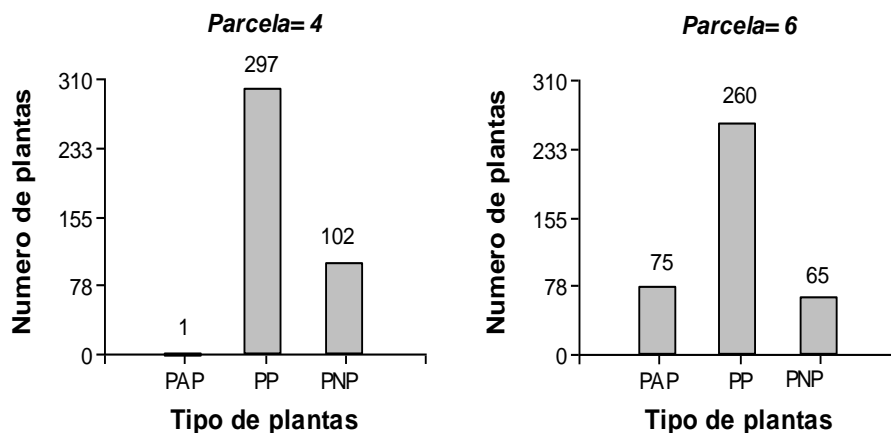


Figura 7. Parcela 4 y 6 con la mayor cantidad de plantas poco productivas y no productivas.

2.1.5 Promedio de ramas y frutos en la cosecha 2010-2011

En la clasificación de tipos de plantas en la cosecha 2010-2011, en plantas altamente productivas, plantas poco productivas y plantas no productivas, resulto que el número de ramas no indica que es una planta que tiene la mayor cantidad de frutos. En la estimación de cosecha 2010-2011, las plantas altamente productivas son las que presentaron el mayor promedio de ramas, en comparación de las plantas poco productivas. Mientras a nivel de frutos el mayor promedio lo presentaron las plantas no productivas.

En la categoría de plantas altamente productivas presentaron diferencia significativa en el número total de ramas ($p < 0.0001$), con respecto a las plantas poco productivas y plantas no productivas; en promedio las PAP tienen 5 ramas más que las PP y PNP, aun que no hay diferencias significativas en el promedio de ramas totales entre PP y PNP (figura 8a).

Las PNP presentan diferencias significativas en el número total de frutos ($p < 0.0001$), con respecto a las plantas PAP y PP, en promedio con una diferencia de más de 100 frutos en uva, equivalente a 33.27g/café oro. (Figura 8b).

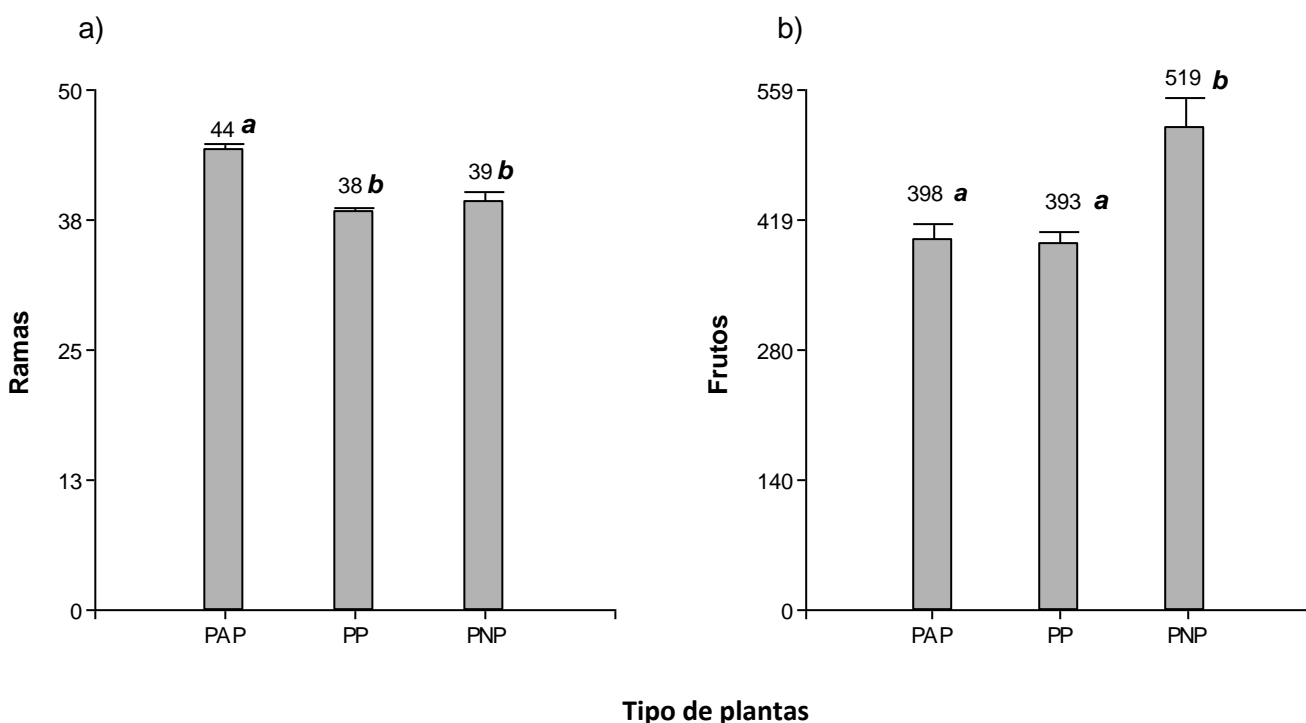


Figura 8. Promedio de ramas y frutos, por categoría de plantas en la cosecha 2010-2011, planta altamente productiva (PAP), planta poco productiva (PP) y planta no productiva (PNP). a) Ramas b) frutos ($p < 0.05$).

2.1.6 Distribución de ramas y frutos por estratos en la cosecha 2010-2011

La categoría de las PAP, presentaron una distribución de ramas y frutos en los estratos bajos de la planta. Mientras las PNP concentraron la mayor cantidad de ramas y frutos en los estratos más altos de la planta. Las PP fueron las que presentaron una distribución uniforme en los estratos intermedios de la planta (figura 9).

Las diferentes categorías de plantas con respecto a ramas por estratos, se encontró que en el estrato 1 entre PAP y PNP, no hubo diferencias significativas, mientras que las PNP si hay diferencias significativas con el número más bajo de ramas. En el estrato 2, si hay diferencias significativas entre PAP, PP y PNP, en el numero de ramas por estratos. En el estrato 3, para las tres categorías (PAP, PP y PNP), presentaron diferencias significativas, en el número de ramas. En el estrato 4, 5, 6 y 7 presentaron diferencias significativas para las tres categorías de plantas, obteniendo la mayor cantidad de ramas la categoría PNP. En el estrato 7 se encontró que si hay diferencias significativas ($p < 0.05$), en las tres categorías de plantas (Figura 9a).

Las tres categorías de plantas se encontró que en los estratos (1, 2, 3, 4, 5, 6 y 7) si hay diferencias significativas para las categorías siguientes; PAP, PP y PNP, en la distribución de frutos en la planta. Las PNP la distribución de frutos esta en los estratos 4, 5 y 6 de la planta, mientras las PAP, tienen mayor cantidad de frutos en los estratos 2 y 3, concentrándose la cosecha en los estratos bajos de la planta. La categoría de PP tiene una distribución uniforme en los estratos intermedios, si comparamos con los otros tipos de plantas (Figura 9b).

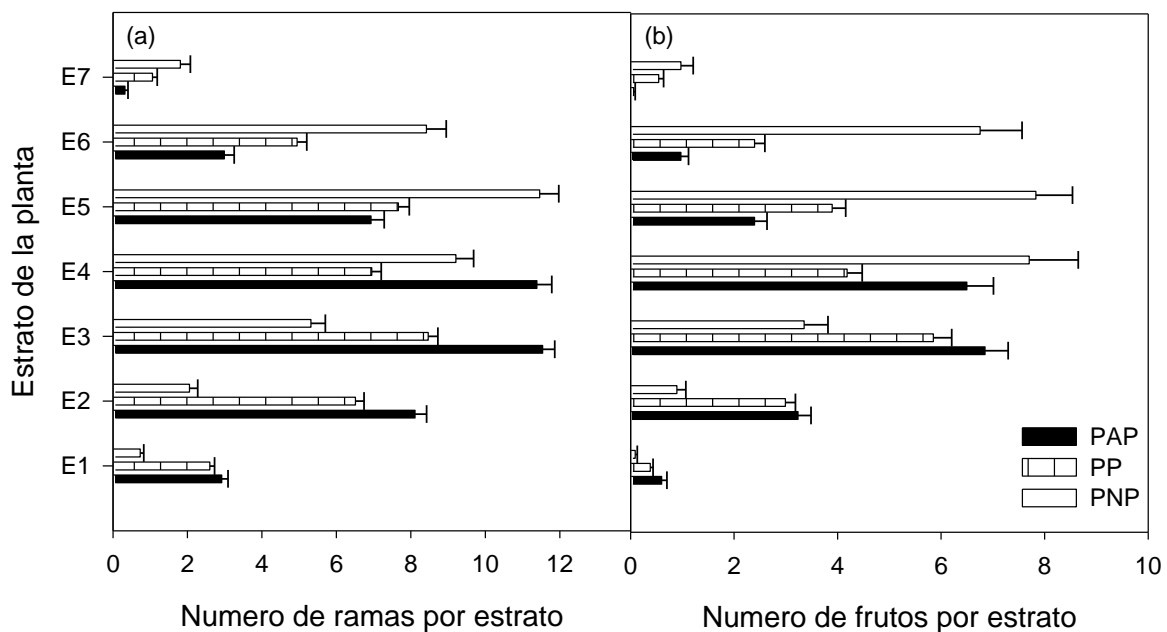


Figura 9. Distribución de ramas y frutos en la cosecha 2010-2011, por estratos según planta altamente productiva (PAP), planta poco productiva (PP) y planta no productiva (PNP). a) Ramas b) frutos ($p < 0.05$).

2.1.7 Promedios de ramas y frutos en la cosecha 2011-2012

En la estimación de cosecha 2011-2012, la distribución de ramas y frutos es bien marcada por cada tipo de planta, donde las PAP, presentaron la mayor cantidad de ramas y frutos, mientras las PNP son las que presentan la menor cantidad de ramas y frutos (figura 10).

La categoría de PAP presentaron diferencia significativa en el número promedio de ramas ($p < 0.0001$), con respecto a las categorías PP y PNP, en la distribución de promedios de ramas las PAP presentaron la mayor cantidad, seguido de las PP y la categoría PNP presento la menor cantidad de ramas (figura 10a).

Las PAP presentan diferencias significativas en la cantidad de frutos ($p < 0.0001$), en las categorías PP y PNP, la mayor cantidad de frutos se encontró en PAP, con una diferencia de 198g/café oro, más que las otras categorías (figura 10b).

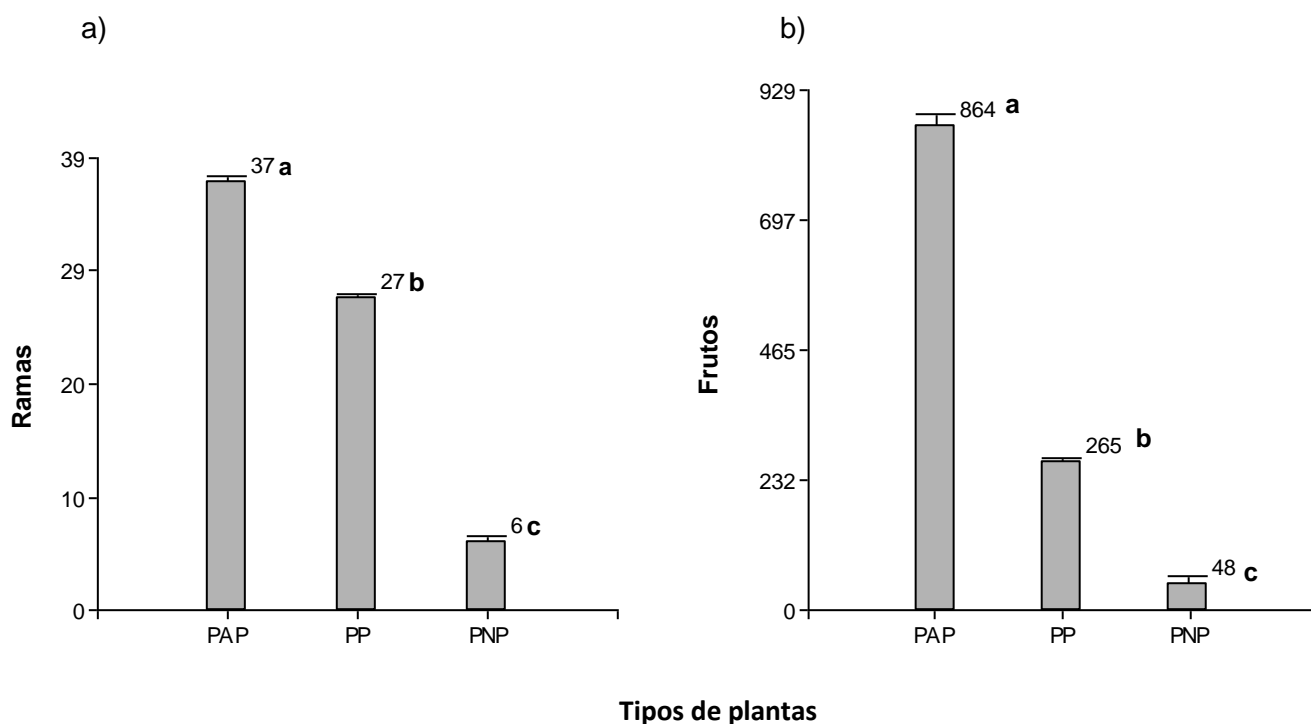


Figura 10. Promedio de ramas(a) y frutos (b) por categoría de plantas en la cosecha 2011-2012, en planta altamente productiva (PAP), planta poco productiva (PP) y planta no productiva (PNP). Letras diferentes representan diferencias significativas ($p < 0.05$).

2.1.8 La relación que tienen los tipos de plantas con las ramas por estratos.

El análisis de componentes principales explica la variabilidad de los datos para ramas por estratos y tipos de plantas. En el CP1 con 86.3% da la variabilidad de los datos, separa las plantas altamente productivas de las plantas no productivas, y a que estratos está relacionada cada tipo de planta. En el CP2 con 13.7% de la variabilidad de los datos, no hay una discriminación clara para las categorías de plantas, solamente para ramas en el estrato 4 con respecto a los demás estratos. El CP1 es el que mejor discrimina las plantas altamente productivas de plantas no productivas (Figura 11).

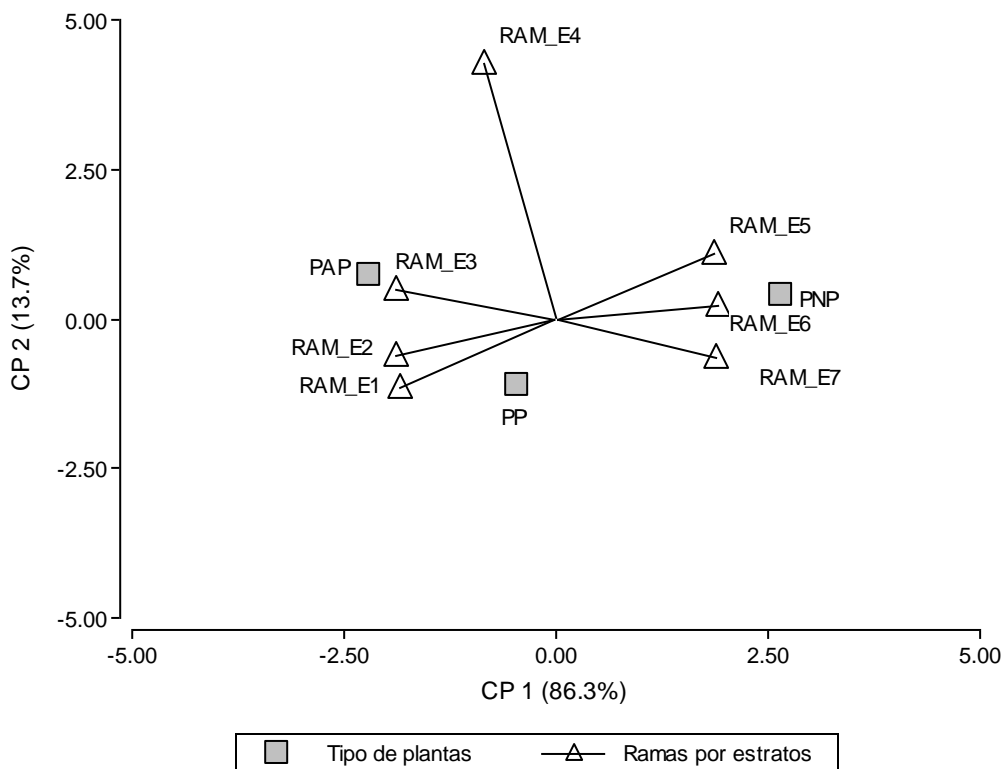


Figura 11. Biplot construido mediante análisis de componentes principales con la distribución de ramas por estratos, por cada tipo de plantas en la cosecha 2010-2011.

2.1.9 La relación que tienen los tipos de plantas con los frutos por estratos.

El análisis de componentes principales explica la variabilidad de los datos en frutos por estratos en las diferentes categorías de plantas. En el CP1 con 86.6% da la variabilidad de los datos, separa las plantas altamente productivas de las plantas no productivas y a que estratos está relacionada cada categoría. En el CP2 con 17.4% de la variabilidad de los datos, no existe una discriminación clara para las categorías de plantas, solamente para frutos en el estrato 4 con respecto a los demás estratos. El CP1 es el que mejor discrimina los grupos de plantas altamente productivas y plantas no productivas (Figura 12).

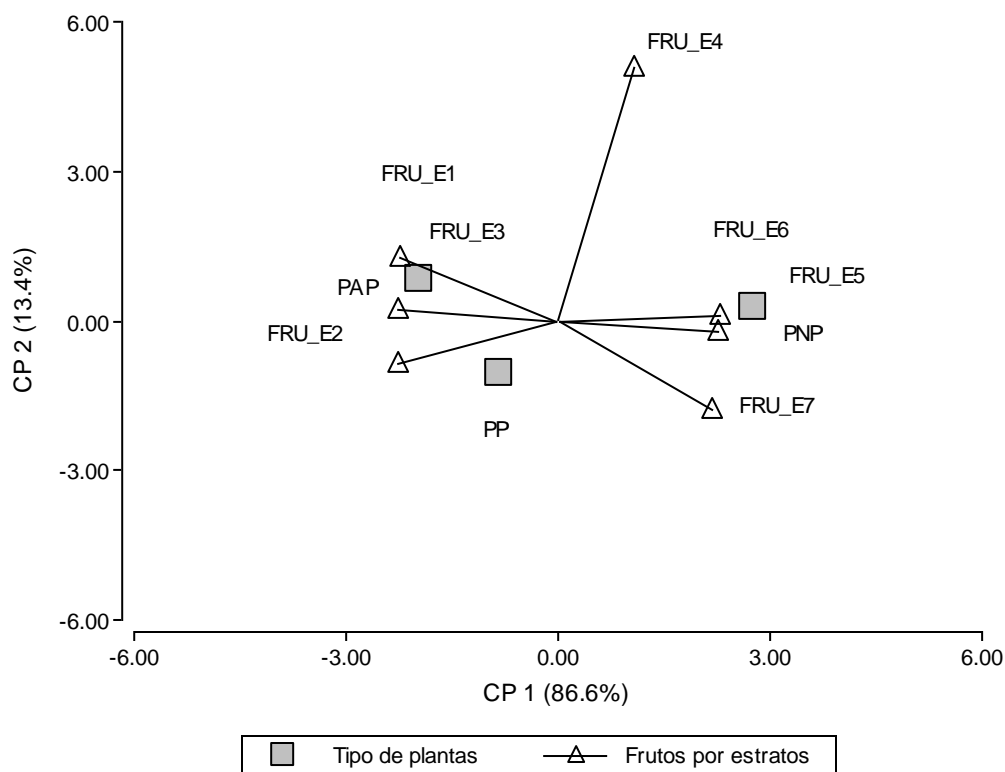


Figura 12. Biplot construido mediante análisis de componentes principales con la distribución de los frutos por estratos y los tipos de plantas en la cosecha 2010-2011.

El análisis de componentes principales explica la variabilidad de los datos en frutos totales por estratos en las diferentes categorías de plantas. En el CP1 con 82.8% da la variabilidad de los datos, separa las plantas altamente productivas (PAP) de las plantas no productivas (PNP) y a qué estratos está relacionada cada categorías. En el CP2 con 17.2% de la variabilidad de los datos, no discrimina las categorías de plantas para frutos totales.

Mientras el CP1 si discrimina bien a cada categoría de planta, separándola en dos grupos plantas altamente productivas y plantas no productivas (Figura 13).

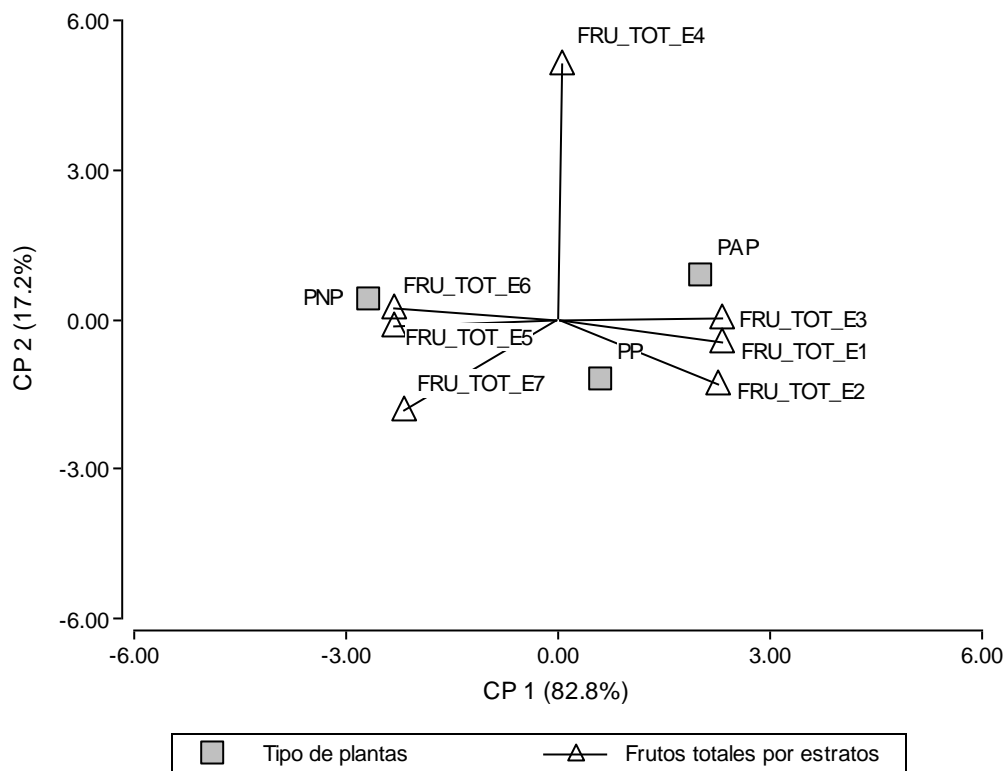


Figura 13. Biplot construido mediante análisis de componentes principales con frutos totales por estratos y los tipos de plantas en la cosecha 2010-2011.

Con el análisis de varianza se logra definir los criterios de selección que debe tener cada categoría en cada tipo de planta. Que están relacionados con la distribución del número de ramas, frutos y nudos potencialmente productivos en cada tipo de planta.

Cuadro 1. Promedio de número de frutos totales por estratos en diferentes tipos de plantas en la cosecha 2010-2011. Letras distintas indican diferencias significativas según prueba LSD de Fisher ($p \leq 0.05$) en la misma fila.

Frutos totales por estratos en la cosecha 2010-2011			
Numero de estratos	PAP	PP	PNP
Estrato 1	5.79±1B	4.68±1B	0.64±1A
Estrato 2	55.22±4B	53.1±3B	8.34±6.39A
Estrato 3	134.81±9C	109.57±6.89B	51.24±13.1A
Estrato 4	138.09±9.31B	79.07±13.58A	123.2±7.16B
Estrato 5	47.2±8.27A	85.6±6.36B	164.2±12.1C
Estrato 6	17.94±6.4A	50.9±4.92B	144.1±9.33C
Estrato 7	1.1±2.45A	10.86±1.88B	16.82±3.57B

En las diferentes categorías de plantas en frutos totales por estratos se encontró, que el estrato 1 y 2 entre las categorías PAP y PP no hay diferencias significativas, mientras para la categoría PNP si hay diferencias significativas. El estrato 3 hay diferencias significativas en las tres categorías de plantas, dando como resultado mayor cantidad de frutos totales en las categorías PAP y PNP. En el estrato 4 en las categorías PAP y PNP no se encontró diferencias significativas, mientras PP si mostró diferencias significativas presentando la menor cantidad de frutos en el estrato. En el estrato 5, 6 y 7 se encontró diferencias significativas para las tres categorías de plantas, siendo la categoría PNP la que presento la mayor cantidad de frutos totales por estrato (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**).

El análisis de componentes principales explica la variabilidad de los datos en nudos potencialmente productivos por estratos en las diferentes categorías de plantas. En el CP1 con 83.7% de la variabilidad de los datos, separa las plantas altamente productivas (PAP) de las plantas no productivas (PNP) y a que estratos está relacionada cada categoría. En el CP2 con 16.3% de la variabilidad de los datos, no discrimina las categorías de plantas, mientras el CP1 si discrimina bien cada categoría separándolas en dos grupos, plantas altamente productivas (PAP) y plantas no productivas (PNP) y a que estratos esta relacionada cada categoría (Figura 14).

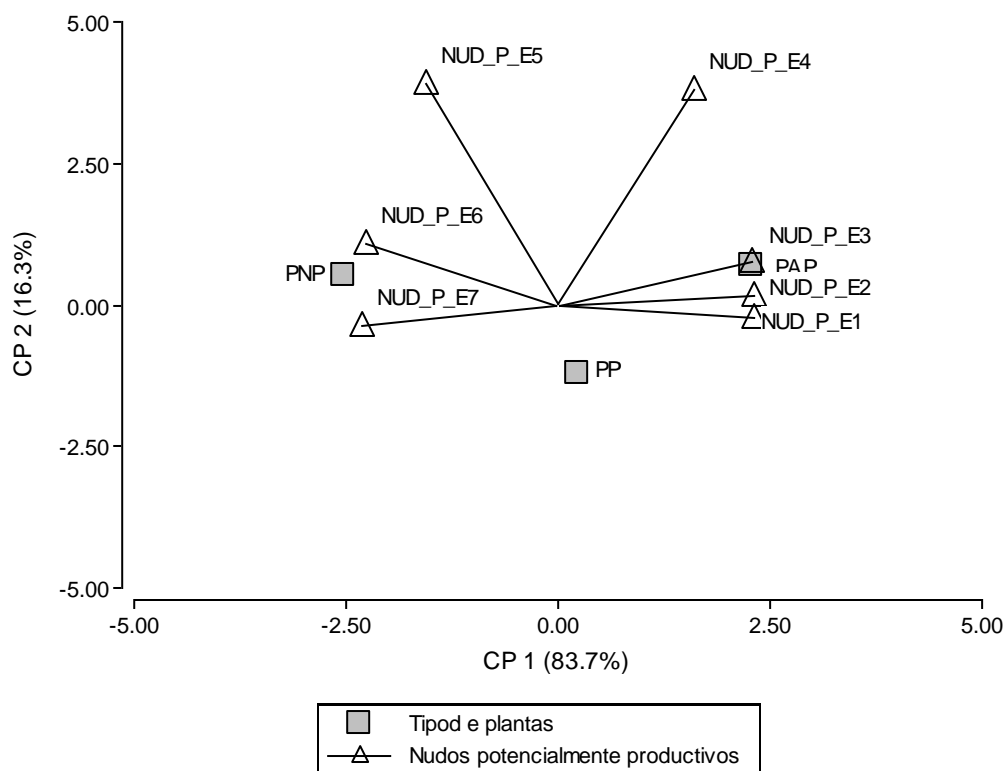


Figura 14. Biplot construido mediante análisis de componentes principales con la distribución de nudos potencialmente productivos por estratos y los tipos de planta, en la cosecha 2010-2011.

Cuadro 2. Número de nudos potencialmente productivos por estratos en diferentes tipos de plantas en la cosecha 2010-2011. Letras distintas indican diferencias significativas según prueba LSD de Fisher ($p \leq 0.05$) en la misma fila.

Cosecha 2010-2011			
Nudos potencialmente productivos por estratos			
Numero de estratos	PAP	PP	PNP
Estrato 1	6.76± 0.46 C	4.36± 0.35 B	0.66± 0.67 A
Estrato 2	39.05±1.6C	23.49±1.23B	4.69±2.33A
Estrato 3	56.1±1.94C	34.28±1.49B	16.66±2.83A
Estrato 4	59.51±2.12C	26.24±1.63A	33.31±3.09B
Estrato 5	32.72±1.93B	27±1.48A	41.76±2.81C
Estrato 6	11.79±1.39A	16.37±1.07B	30.67±2.03C
Estrato 7	0.91±0.62A	3.76±0.48B	6.74±0.9C

Las diferentes categorías de plantas con nudos potencialmente productivos por estratos se encontró, que en los estratos 1, 2 y 3 para las tres categorías hay diferencias significativas,

presentando la mayor cantidad de nudos potencialmente productivos en las categorías PAP y PP. En el estrato 4 existen diferencias significativas para las tres categorías de plantas, presentando aumento de nudos potencialmente productivos en las categorías PAP y PNP en este estrato. En el estrato 5, 6 y 7 hay diferencias significativas para las tres categorías de plantas, resultando con mayor cantidad de nudos potencialmente productivos la categoría PNP (Cuadro 2).

2.1.10 Relación entre plantas clasificadas según su tipo de poda y la distribución de ramas por estratos.

El análisis de componentes principales explica la variabilidad de los datos, en la distribución de ramas por estrato con el tipo de poda. En el CP1 con el 78.2% de la variabilidad de los datos, explica que descope (D) y poda alta (PA) es diferente de recepo (R) y poda de rebrote (PR). Las categorías de plantas que requieren poda alta (PA) y descope (D) se relacionan con el mayor numero de ramas en los estratos bajos de la planta (E1 a E4); mientras que poda de rebrotes (PR) y recepo (R) se relacionan con mayor numero de ramas en los estratos altos de la planta (E5 a E7). En el CP2 con el 18.9% de la variabilidad de los datos, no hay una discriminación clara para cada categoría, como lo explica el CP1 (Figura 15).

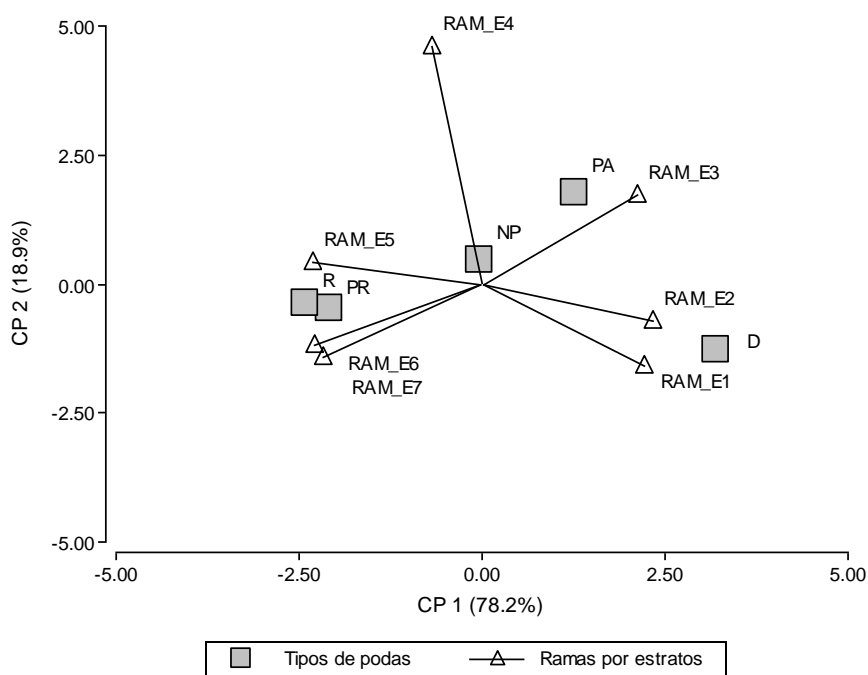


Figura 15. Biplot construido mediante análisis de componentes principales con la distribución de ramas por estratos y los tipos de podas, en la cosecha 2010-2011.

Cuadro 3. Número de ramas por estratos en diferentes tipos de podas en la cosecha 2010-2011. Letras distintas indican diferencias significativas según prueba LSD de Fisher ($p \leq 0.05$) en la misma fila.

Ramas por estratos cosecha 2010-2011					
Estratos	Tipos de podas				
	D	NP	PA	PR	R
Estrato 1	7.18±0.18C	2.67±0.18B	2.68±0.17B	0.57±0.12A	0.72±0.21A
Estrato 2	16.22±0.32D	6.86±0.32B	8.8±0.29C	1.78±0.21A	1.5±0.37A
Estrato 3	14.59±0.38C	7.8±0.39B	16.52±0.35B	4.04±0.25A	4.85±0.44A
Estrato 4	2.72±0.47A	10.16±0.48C	13.86±0.44D	7.8±0.32B	8.85±0.55BC
Estrato 5	0.49±0.48A	9.18±0.49C	4.99±0.44B	11.23±0.32D	12±0.56D
Estrato 6	0.12±0.42A	3.3±0.43B	0.98±0.39A	8.46±0.28C	9.39±0.49C
Estrato 7	0.06±0.21A	0.39±0.21A	0.15±0.19A	1.64±0.14B	2.12±0.24B

En los diferentes tipos de podas con la distribución de ramas por estratos se encontró, que en el estrato 1 no hay diferencias significativas entre NP y PA, pero si hay diferencia para PR, R y D. En el estrato 2 en PR y R no presenta diferencias significativas; mientras que para D, NP y PA si hay diferencias significativas, resultando con mayor cantidad de ramas el descope en este estrato. En el estrato 3 si hay diferencias significativas para D, PA y R, donde PA (poda alta) presenta la mayor cantidad de ramas. En el estrato 4 si hay diferencias significativas para D, PA y PR; mientras NP y R no presentaron diferencias significativas, resultando podas alta (PA) la mejor en este estrato. En el estrato 5 si hay diferencias significativas para descope (D), NP, PA y R, en todas los tipos de podas recepo (R) presento la mayor cantidad de ramas en este estrato. En el estrato 6 y 7 se encontró recepo (R) es la poda que presenta la mayor cantidad de ramas, en comparación a los otros tipos de podas (Cuadro 3).

2.1.11 Relación entre tipos de podas con la distribución frutos por estratos.

En el análisis de componentes principales explica la variabilidad de los datos, en la distribución de ramas por estrato con el tipo de poda. En el CP1 con el 78.2% de la variabilidad de los datos, explica que descope (D) y poda alta (PA) es separado de recepo (R) y poda de rebrote (PR), donde descope (D) y poda alta (PA) esta relacionada a los estratos

bajos de la planta (E1 al E4); mientras poda de rebrotes (PR) y repeco (R) esta relacionado a los estratos altos de la planta (E5 al E7). En el CP2 con el 14.6% de la variabilidad de los datos, no hay una buena discriminación para los tipos de poda; mientras el CP1 si discrimina bien los tipos de poda (Figura 16).

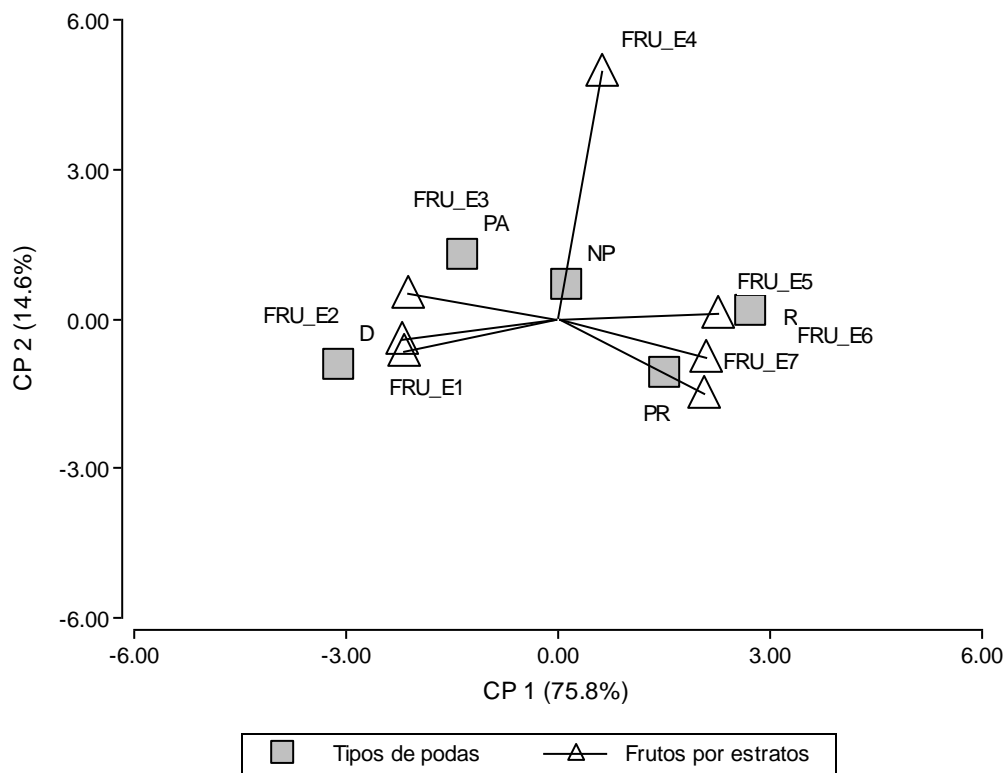


Figura 16. Biplot construido mediante análisis de componentes principales con frutos por estratos y los tipos de podas, en la cosecha 2010-2011.

Cuadro 4. Número de frutos por estratos en diferentes tipos de podas en la cosecha 2010-2011. Letras distintas indican diferencias significativas según prueba LSD de Fisher ($p \leq 0.05$) en la misma fila.

Frutos por estratos cosecha 2010-2011					
Tipos de podas					
Estratos	D	NP	PA	PR	R
Estrato 1	1.22±0.11D	0.36±0.11BC	0.64±0.1C	0.05±0.07A	0.1±0.13AB
Estrato 2	8.41±0.3D	2.37±0.31B	4.02±0.28C	0.35±0.2A	0.73±0.35A
Estrato 3	13.58±0.57D	4.25±0.58B	10.35±0.53C	1.2±0.38A	3.31±0.67B
Estrato 4	3.14±0.67A	7.08±0.69B	8.29±0.63B	3.36±0.45A	7.59±0.79B
Estrato 5	0.28±0.48A	4.46±0.49C	1.84±0.45B	5.29±0.32C	8.5±0.56D
Estrato 6	0.16±0.44A	1.6±0.45B	0.34±0.41A	3.91±0.29C	7.83±0.51D
Estrato 7	0.08±0.16A	0.18±0.16A	0.02±0.15A	0.75±0.11B	1.21±0.19C

En los diferentes tipos de podas con la distribución de frutos por estratos se encontró, que el estrato uno presenta diferencias significativas entre D, NP, PR y R. En el estrato 2 y 3 si hay diferencias significativas para D, NP, PA y PR, donde descope (D) presenta la mayor cantidad de frutos. En el estrato 4 si hay diferencias significativas para NP, PA y R, diferenciándose poda alta (PA) con la mayor cantidad de frutos. En el estrato 5, 6 y 7 recepo (R) es la que presenta la mayor cantidad de frutos, en comparación a los demás tipos de podas (Cuadro 4).

2.1.12 Relación entre tipos de podas con la distribución frutos totales por estratos.

En el análisis de componentes principales explica la variabilidad de los datos, en la distribución de frutos totales por estrato con el tipo de poda. En el CP1 con el 78.2% de la variabilidad de los datos, explica que recepo (R) y descope (D) es separado de poda alta (PA) y poda de rebote (PR). Las categorías de podas que requieren poda alta (PA) y descope (D) están relacionado a los estratos bajos de la planta (E1 al E4); mientras poda de rebrotes (PR) y recepo (R) están relacionado a los estratos altos de la planta (E5 al E7). En el CP2 con el 18.1% de la variabilidad de los datos, no hay una discriminación clara para los diferentes tipos de poda (Figura17).

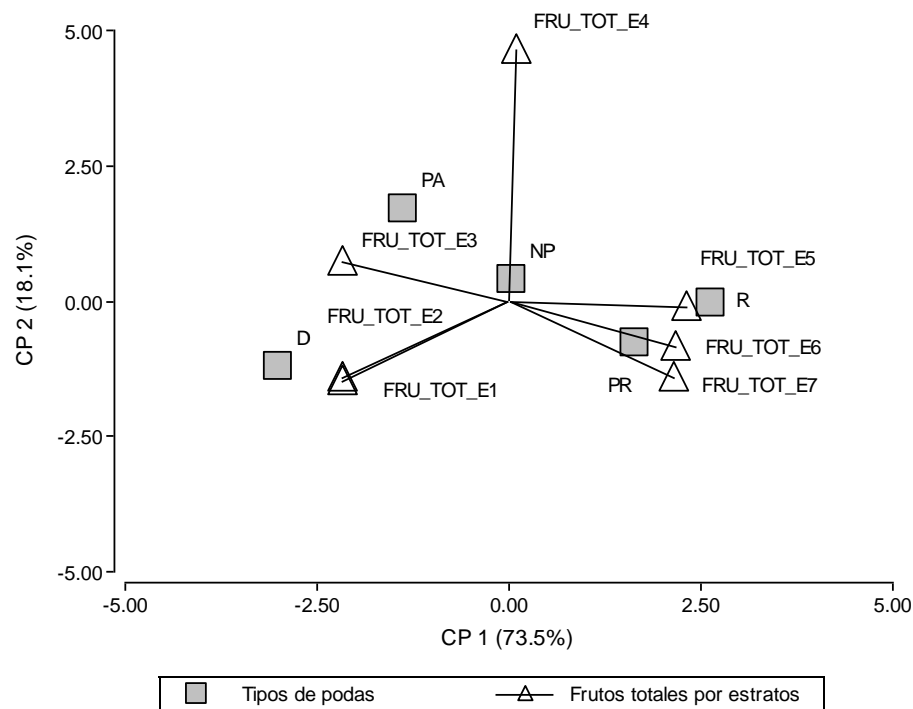


Figura 17. Biplot construido mediante análisis de componentes principales con frutos totales por estratos y los tipos de podas, 2010-2011.

2.1.13 Distribución de frutos totales por estratos

Con el análisis de varianza se obtiene la distribución de frutos totales por estratos en la cosecha 2010-2011, donde estos resultados dan los criterios que debe tener las diferentes categorías propuestas.

Cuadro 5. Número de frutos totales por estratos en diferentes tipos de plantas en la cosecha 2010-2011. Letras distintas indican diferencias significativas según prueba LSD de Fisher ($p \leq 0.05$) en la misma fila.

Frutos totales por estratos cosecha 2010-2011					
Estratos	Tipos de podas				
	D	NP	PA	PR	R
Estrato 1	14.98±1.26D	4.36±1.28BC	5.28±1.17C	0.51±0.84A	0.79±1.47AB
Estrato 2	157.96±5.51D	43.15±5.6B	58.87±5.11C	5.34±3.68A	10.34±6.44A
Estrato 3	250.15±11.57D	76.93±11.76B	216.59±10.73C	19.92±7.72B	59.81±13.53A
Estrato 4	58.59±12.72A	125.86±12.93B	195.38±11.8C	58.29±8.49A	134.62±14.88B
Estrato 5	8.35±11.35A	93.52±11.54B	36.93±10.53A	111.23±7.58B	175.6±13.27C
Estrato 6	3.41±8.8A	30.92±8.94B	7.12±8.16A	80.16±5.87C	150.72±10.28D
Estrato 7	2.04±3.4A	4.45±3.45A	0.72±3.15A	13.83±2.27B	20.08±3.97B

En los diferentes tipos de poda con la distribución de frutos totales por estrato se encontró, que en los estratos 1, 2 y 3, descope (D) presenta la mayor cantidad de frutos totales por estrato. En el estrato 4 poda alta (PA) es la que presenta la mayor cantidad de frutos totales por estrato. En el estrato 5, 6 y 7 poda de recepo (PR) es la que presenta la mayor cantidad de frutos totales por estrato, con respecto a los otros tipos de poda (Cuadro 5).

Cuadro 6. Número de frutos totales por planta en diferentes tipos podas en la cosecha 2010-2011. Letras distintas indican diferencias significativas según prueba LSD de Fisher ($p \leq 0.05$) en la misma columna.

Cosecha 2010-2011	
Tipos de podas	Frutos totales por planta
D	495.44±25.47C
NP	379.17±25.88B
PA	520.84±23.62C
PR	289.27±17A
R	551.96±29.78C

En los diferentes tipos de podas con el número total de frutos por planta se encontró que descope (D), poda alta (PA) y recepo (R) no presentan diferencias significativas ($p \leq 0.05$), en el número de frutos, la diferencia importante es que recepo (R) tiene la mayor cantidad de frutos en los estratos altos de la planta; mientras que descope (D) y poda alta (PA) tienen la mayor cantidad de frutos en los estratos bajos de la planta. En comparación de todas las diferentes categorías de tipos de podas, las que presentaron la menor cantidad de frutos son; no poda (NP) y poda de rebrote PR (Cuadro 6).

2.1.14 Relación entre tipos de podas con la distribución nudos potencialmente productivos por estratos.

En el análisis de componentes principales explica la variabilidad de los datos, en la distribución de nudos potencialmente productivos por estratos con la categoría de poda. En el CP1 con el 76% de la variabilidad de los datos, explica que descope (D) y poda alta (PA) es separado de poda de rebrotes (PR) y recepo (R). Las categorías de podas que requieren descope (D) y poda alta (PA) están relacionado a los estratos bajos de la planta (E1 al E4);

mientras poda de rebrotes (PR) y recepo (R), están relacionado a los estratos altos de la planta (E5 al 7). En el CP2 con el 20.2% de la variabilidad de los datos, no hay discriminación clara para los diferentes categorías de tipos de podas (Figura 18).

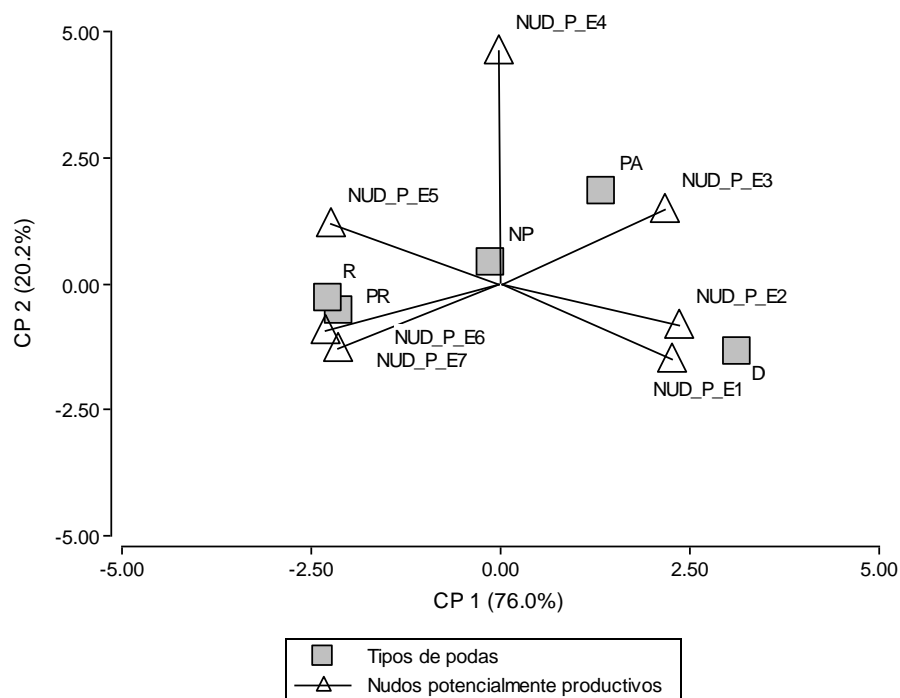


Figura 18. Biplot construido mediante análisis de componentes principales con nudos potencialmente productivos por estratos y los tipos de podas, en la cosecha 2010-2011.

2.1.15 Distribucion de nudos potencialmente productivos

Cuadro 7. Promedio general de nudos potencialmente productivos por tipo poda en la cosecha 2010-2011. Letras distintas indican diferencias significativas según prueba LSD de Fisher ($p \leq 0.05$) en la misma fila.

Nudos potencialmente productivos cosecha 2010-2011					
Tipos de podas					
Estratos	D	NP	PA	PR	R
Estrato 1	14.45±0.6C	5.01±0.61B	5.36±0.56B	0.8±0.4A	0.81±0.7A
Estrato 2	69.02±1.98D	26.3±2.01B	36.55±1.84C	6.88±1.32A	5.49±2.32A
Estrato 3	68.76±2.44C	30.09±2.48B	76.6±2.27D	15.43±1.63A	18.99±2.86A
Estrato 4	11.78±2.85A	44.6±2.9C	76.14±2.64D	27.61±1.9B	34.74±3.33B
Estrato 5	2.3±2.59A	38.59±2.63C	24.08±2.4B	40.42±1.73C	42.33±3.03C
Estrato 6	0.37±1.86A	12.25±1.89B	4.14±1.72A	29.23±1.24C	29.3±2.17C
Estrato 7	0.17±0.86A	0.91±0.87A	0.57±0.79A	5.97±0.57B	6.92±1B

En los diferentes tipos de podas con la distribución de nudos potencialmente productivos en el estrato 1 y 2, descope (D) es la categoría de poda que presenta la mayor cantidad de nudos potencialmente productivos. En el estrato 3 poda alta (PA) es la que presenta la mayor cantidad de nudos potencialmente productivos; mientras poda de rebrotes (PR) y recepo (R) es la que presenta la menor cantidad de nudos en el estrato. En el estrato 4 no poda (NP) es la categoría que presenta la mayor cantidad de nudos potencialmente productivos. En el estrato 5, 6 y 7 poda de rebrotes (PR) y recepo (R) son las categorías que presentan la mayor cantidad de nudos potencialmente productivos por estratos (Cuadro 7).

2.1.16 Nueva clasificación de tipos de plantas con tipos de podas mediante de análisis de coordenadas

El análisis de coordenadas principales muestra una separación entre las categorías de plantas y los tipos de poda. El eje uno separa las plantas no productivas (PNP) y plantas poco productivas (PP), de las plantas altamente productivas (PAP); distanciando descope (D) y poda alta (PA), de poda de rebrotes (PR) y recepo (R), relacionándose con su respectiva categoría de planta. El eje dos hace una separación de los tipos de podas, con su respectiva categoría de planta, donde separa descope (D), de no poda (NP) y poda de rebrote (PR). La varianza explicada en el eje fue de 77.16 % (Figura 19).

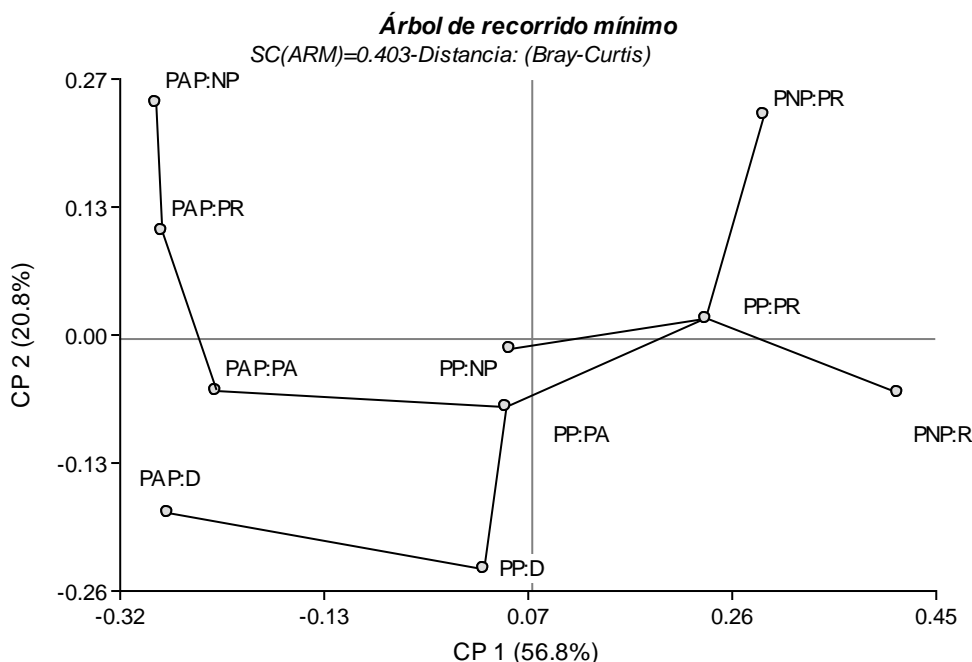


Figura 19. Ordenación de los tipos de plantas con tipos de podas mediante análisis de coordenada, en árbol de recorrido mínimo con el número de frutos de la cosecha 2010-2011.

El análisis de coordenadas principales muestra una separación entre las categorías de plantas y los tipos de poda. El eje uno separa las plantas altamente productivas (PAP) y plantas poco productivas (PP), de las plantas no productivas (PNP), distanciando descope (D) y poda alta (PA), de recepo (R) y poda de rebrotes (PR). En el eje dos hay una discriminación entre poda alta (PA), de poda de recepo (PR), también separa poda alta (PA), de descope (D). La varianza explicada en el eje fue de 95% (Figura 20).

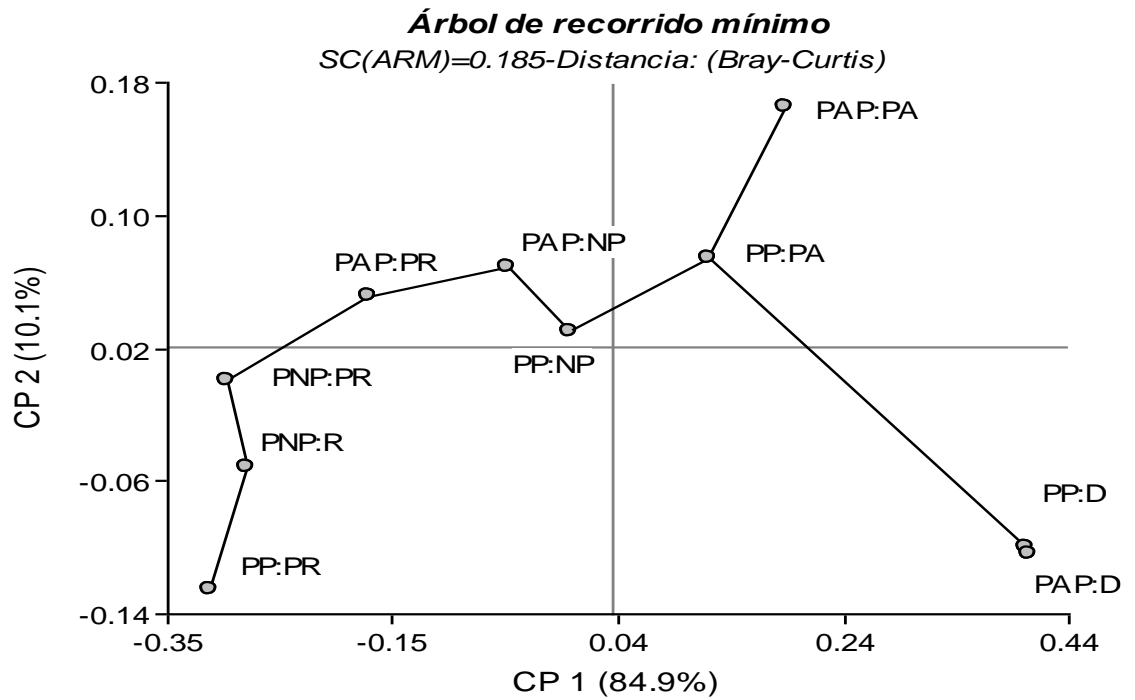


Figura 20. Ordenación de los tipos de plantas con tipos de podas mediante análisis de coordenada, en árbol de recorrido mínimo, con el número de ramas por estratos en la cosecha 2010-2011.

2.1.17 Relación entre los tipos de plantas con tipos de podas con la distribución de ramas por estratos.

En el análisis de componentes principales indican que con 94.8% de la variabilidad de los datos en la distribución por estratos combinando el tipo de planta con el tipo de poda están siendo explicados en el análisis. En el CP1 con el 75.6% de la variabilidad de los datos, explica que PAP-D, PP-D, PP-PA y PAP-PA están asociados la distribución de ramas en los estratos 1, 2 y 3 de la planta. Las PAP-NP y PP-NP, esta asociada en la parte intermedia de la planta en el estrato cuatro de la planta. El CP2, con 19.2% de la variabilidad de los datos, explica que las PP-PR y PNP-R están asociadas en la distribución de las ramas en los estratos 5, 6 y 7 de la planta (Figura 21).

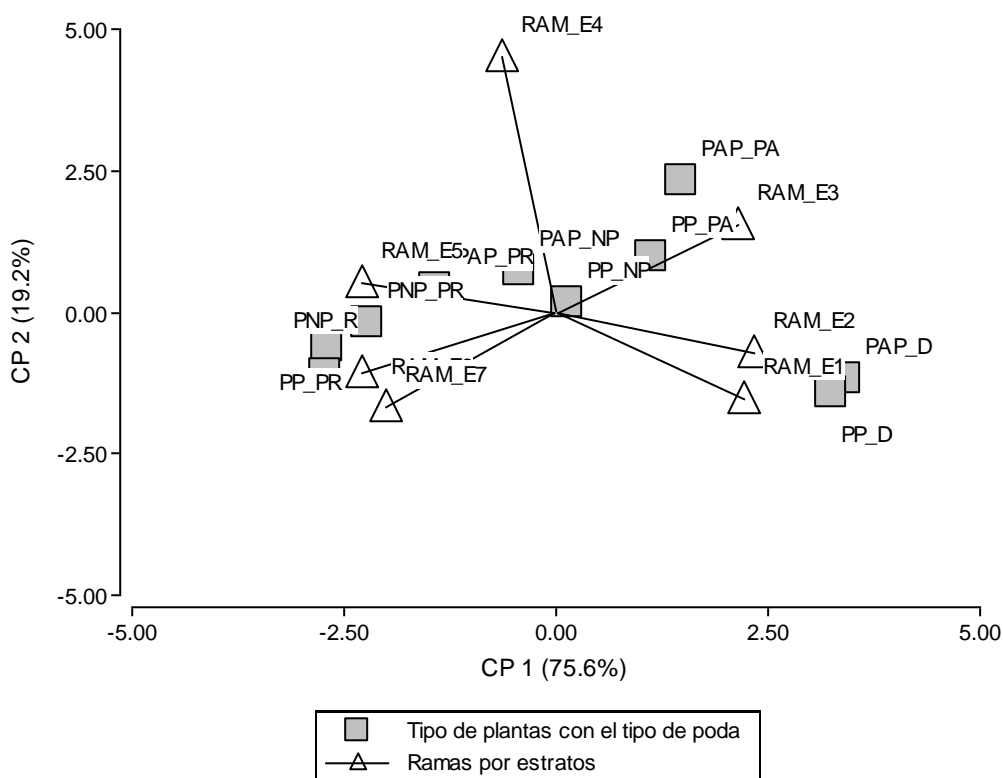


Figura 21. Biplot construido mediante análisis de componentes principales con ramas por estratos combinando tipos de planta con tipos de poda en la cosecha 2010-2011.

2.1.18 Creación de nuevas categorías de plantas en el formato de diagnósticos productivos.

Con los resultados que se sacaron de los diferentes tipos de plantas y tipos de podas se logró definir los criterios de las nuevas categorías de plantas, para hacer un diagnóstico productivo.

Cuadro 8. Tipos de podas con sus respectivos criterios de selección para hacer diagnóstico productivo.

Tipo de poda	Criterios que se deben tener en cuenta
No poda	Que tenga un follaje completo de tejido nuevo E1-E4 Con una altura máxima de 4 estratos. Ramas y nudos potencialmente productivos E1-E4 40 ramas como mínimo de tejido potencialmente productivo.
Poda alta	Que tenga un follaje de tejido nuevo E2- E4. Ramas y nudos potencialmente productivos E2-E4 47 ramas potencialmente productivas E2-E4.
Descope	Que tenga un follaje de tejido nuevo E1-E3 Ramas y nudos potencialmente productivos E1-E3 41 ramas E1-E3
Poda de rebrotes	Follaje de tejido nuevo en los E4- E6 Ramas y nudos potencialmente productivos E5-E7 35 ramas como mínimo de tejido potencialmente productivo E5- E7
Recepo	Sin ramas productivas en los E1- E3 Follaje de tejido nuevo en los E5-E7 Ramas y nudos potencialmente productivos E5-E7 39 ramas para abajo de tejido potencialmente productivo E5- E7
Plantas recepadas o renovadas	Resiembra del año anterior
Fallas	Donde no existe ninguna planta Pérdida total

2.1.19 Formato final de diagnósticos productivos

La nueva categorización de tipos de plantas y tipos de podas, que salieron mediante componentes principales y análisis de varianza logra ser un formato de diagnósticos productivos que será de mucha importancia para los productores, en mejorar el potencial productivo de la planta, donde el productor tendrá varias opciones de hacer en su finca, en base de los resultados que le arroje el diagnostico productivo (Cuadro 7).

Cuadro 9. Formato con las nuevas categorías de plantas para hacer diagnósticos productivos.

Sitios	No poda	Poda alta	Descope	Poda de rebrotes	Plantas recepadas o renovadas	Recepo	Fallas
1							
2							
3							
4							
5							
Σ							
%							

2.1.20 Evaluación de los diferentes tipos de podas en la cosecha 2010-2011 y 2011-2012.

En la cosecha 2010-2011 y 2011-2012, se evaluaron los diferentes tipos de podas, en las 6 parcelas. Mediante análisis de varianza se encontró que PA (poda alta), NP (no poda) y PR (poda de rebrotes) se tiene un aumentó en la producción; mientras podas media, descope y recepo hay una reducción en la producción en el año uno de implementación (Cuadro 10).

Cuadro 10. Número de ramas y frutos totales por planta para diferentes tipos de podas en la cosecha 2010-2011 y 2011-2011. Letras distintas indican diferencias significativas según prueba LSD de Fisher ($p \leq 0.05$) en la misma columna.

Tipo de podas	Ramas totales por planta		Frutos totales por planta		%
	2010-2011	2011-2012	2010-2011	2011-2012	
D	41±0.79ab	33 ±0.59e	497±25.35b	473±25.19c	-5
NP	40±0.79b	31±0.59d	384±25.32a	431±25.12c	+12
PA	48±0.73d	36±0.55f	522±23.43b	725±23.25c	+39
PM	46±2.43cd	21±1.82b	436±77.88ab	234±77.28b	-46
PR	34±0.53a	25±0.4c	289±17.07a	349±16.94b	26
R	40±0.93b	3±0.7a	555±29.85b	26±029.63a	-95

En los diferentes tipos de podas en ramas totales por planta en la cosecha 2010-2011, se encontró que no hay diferencias significativas entre descope (D), y no poda (NP), si hay diferencias significativas en poda alta (PA), poda media (PM) y poda de rebrotes (PR). En los diferentes tipos de podas en las ramas totales por planta en la cosecha 2011-2012, se encontró que existe diferencias significativas para descope (D), no poda (NP), poda alta (PA), poda media (PM) y poda de rebrotes (PR).

En los diferentes tipos de podas en frutos totales por planta en la cosecha 2010-2011, no hay diferencias significativas entre descope (D), poda alta (PA), y poda media (PM); mientras si hay diferencias significativas entre descope (D), no poda (NP), poda de rebrotes (PR) y recepa(R). En los diferentes tipos de podas en frutos totales por planta en la cosecha 2011-2012, se encontró que no hay diferencias significativas entre descope (D), no poda (NP), y poda alta (PA); mientras si hay diferencias significativas en poda media (PM), poda de rebrotes (PR), y recepa (R). Cuando se hace un descope (D), solo se pierde un 5% de la producción en el año uno de implementación y poda media es en la que se pierden mas numero de frutos. Mientras que con no poda (NP), poda alta (PA), y poda de rebrotes (PR) se tiene un aumento de frutos en el año uno de implementación de la poda.

2.1.21 Evaluación de la respuesta de la poda con frutos de la cosecha 2011-2012

Las nuevas categorías se llevaron al campo para ser implementadas en las seis fincas experimentales, combinando los tipos de plantas con los tipos de podas, logrando tener 15 combinaciones diferentes. Estas combinaciones se hicieron en las parcelas para probar la nueva categorización que se hizo con los técnicos y productores. En algunas fincas no se logro hacer todas las combinaciones posibles ya que no se tenía las suficientes repeticiones. La categoría PNP no se logro tener todas las combinaciones, solo poda de rebrotes y recepo. En

las PAP y PP, resulto obtener ocho combinaciones de plantas en todas las seis fincas de estudio, evaluando 10 combinaciones de las 15 que fueron formadas. El resultado de los diferentes tipos de podas en el año uno de evaluación fue positivo en poda alta (PA), descope (D), con un aumento de la producción. Mientras no poda (NP), y poda de rebrotes (PR), no hay diferencias significativas en las categorías PAP y PP. Resultando los rendimientos más bajos, en poda de rebrotes (PR) y recepo (R), en la categoría de plantas no productivas (Figura 25).

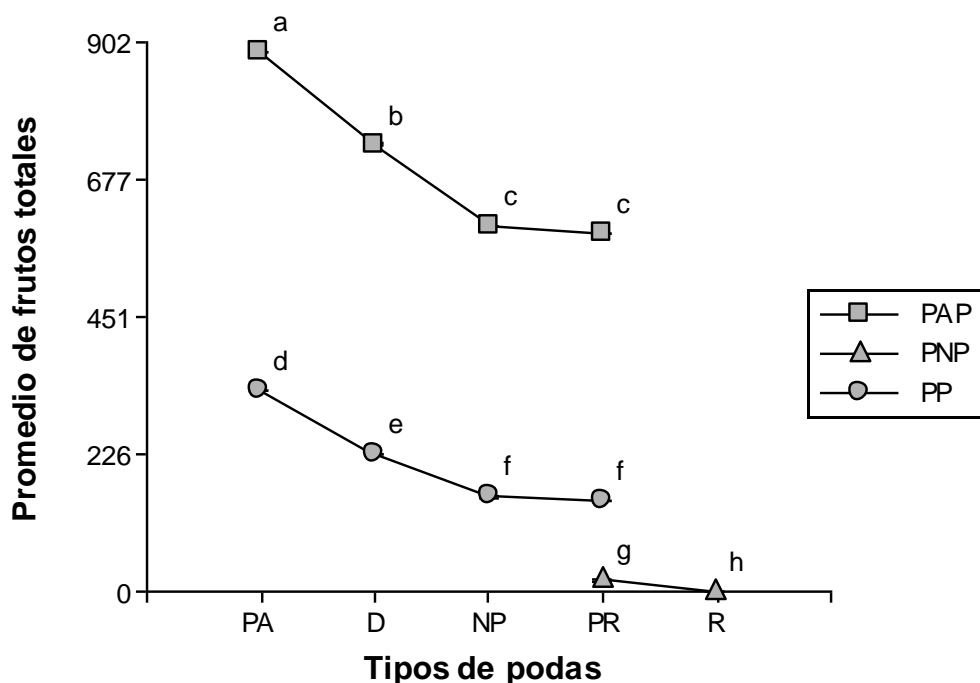


Figura 22. Interacción entre tipos de plantas con tipo de podas en frutos en la cosecha 2011-2012. Letras distintas indican diferencias estadísticas con un ($\alpha \leq 0.05$).

2.1.22 Comparación de las plantas como eran el año anterior y cuál ha sido el comportamiento del efecto de poda por cada tipo de planta en la cosecha 2010-2011.

En plantas altamente productivas (PAP), se evaluaron los siguientes tipos de podas; Poda alta (PA), Descope (D), Poda de rebrotes (PR) y No poda (NP) donde el año 2010 todas las plantas eran iguales en la producción de frutos. En año 2011 se aplicó diferentes tipos de poda, donde poda alta (PA), es la que presento el mayor rendimiento en frutos, seguido el

descope (D); mientras poda de rebrotes (PR) y no poda (NP) fueron las que presentaron la producción más baja en comparación a los diferentes tipos de podas en el año uno en plantas altamente productivas (Figura 22).

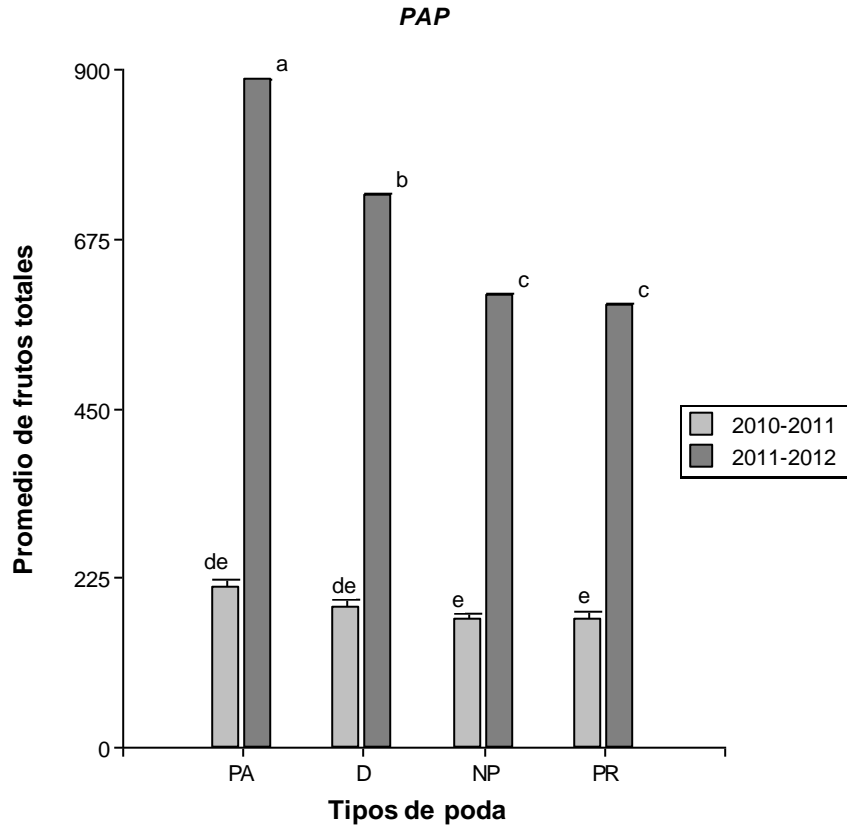


Figura 23. Grafico de barras con diferentes tipos de poda en plantas altamente productivas comparando frutos de la cosecha 2010-2011 y 2011-2012.

En la categoría de plantas poco productivas (PP), con diferentes tipos de podas se encontró que el año 2010-2011 poda alta (PA), descope (D) no poda (NP), y poda de rebrotes (PR), no presentaron diferencias significativas en la producción de frutos. En año 2011-2012 con la implementación de diferentes tipos de podas, se encontró que poda alta (PA) tenía la mayor cantidad de frutos, seguido el descope (D), con una buena cantidad de frutos; mientras no poda (NP) y poda de rebrotes (PR), fueron las que presentaron los rendimientos mas bajos en la categoría de plantas poco productivas (Figura 23).

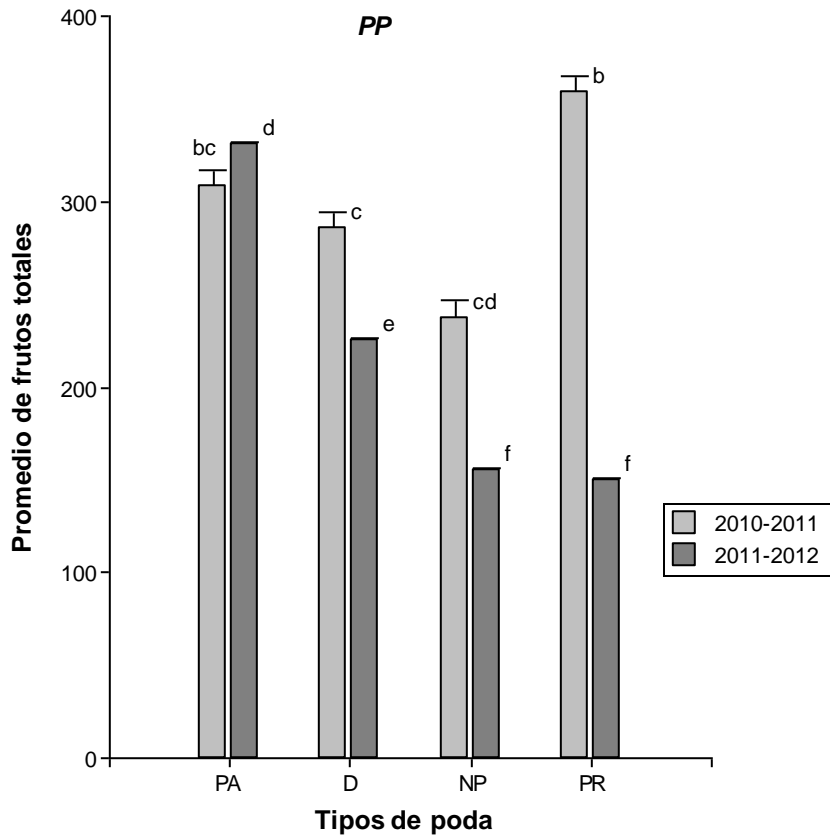


Figura 24. Grafico de barras con diferentes tipos de poda en plantas poco productivas comparando frutos de la cosecha 2010-2011 y 201-2012.

En la categoría de plantas no productivas (PNP), con la implementación de dos tipos de podas se encontró que el año 2010-2011, presentaban una buena cantidad de frutos en repero (R), y poda de rebrotes (PR); mientras en la cosecha 2011-2012, se encontró una reducción en los dos tipos de podas, ya que es una eliminación de las plantas no productivas (Figura 24).

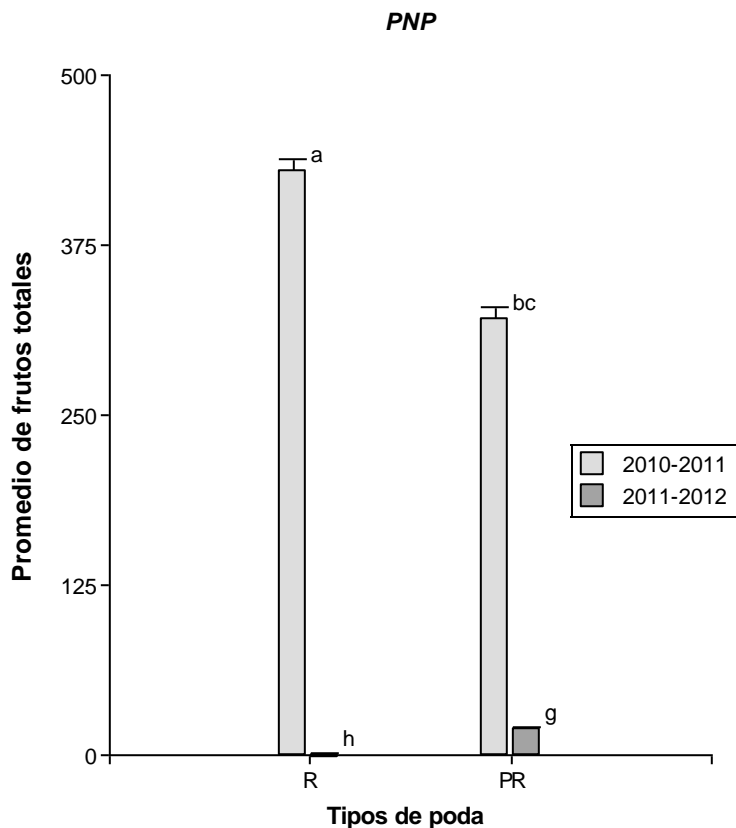


Figura 25. Grafico de barras con diferentes tipos de poda en plantas no productivas comparando frutos de la cosecha 2010-2011 y 201-2012.

2.2 Discusión

2.2.1 Diagnóstico productivo de los cafetales

El potencial productivo de una plantación se determina mediante diagnósticos productivos, que sirve para la planificación de actividades en la finca como; resiembra, reposición de fallas y podas. Esta metodología se desarrollo a partir de MIP-AF con el objetivo ser implementada en los productores de café en C.A, para incrementar la productividad.

En la metodología de diagnósticos productivos de (Guharay *et al.*, 2000), y en general de MIP-AF se encontró que en unas categorías estaban confusas al momento de implementarlas en el campo. En los formatos actuales que constan de seis categorías tres de ellas no presentaban problemas para ser diferenciadas en el campo tales como; plantas que necesitan ser removidas, plantas recién recepadas o renovadas y fallas. Las categorías que

presentaron dificultad al momento de aplicarlas en campo fueron; planta productiva, planta que requiere algún tipo de poda y recepo.

Algunas de estas categorías pueden ser identificadas si se tiene conocimientos de podas, pero un productor que no conoce los diferentes tipos de podas será difícil de implementarlo en su finca. Se considero que los criterios de cada categoría deberían ser definidos de acuerdo a la arquitectura productiva de la planta y la categoría de “tipos de podas” debía de estar especificadas cuales tipos de podas a implementar de acuerdo al potencial productivo de la finca. Cuando se uso la herramienta de diagnósticos productivos de (Guharay *et al.*, 2000), con los técnicos y productores se encontró que la categoría de tipos de podas era difícil para realizar ya que no especificaba cual era el tipo de poda a implementar.

Es por eso que mediante este estudio se analizaron las herramientas de diagnósticos productivos existentes con la ayuda de técnicos y productores, logrando la creación de nuevas categorías de plantas, y logrando definir los criterios de cada categoría según el potencial productivo tomando encuenta el tipo de poda a implementar.

Fue así donde en este estudio se decidió hacer una clasificación con tres tipos de categorías de plantas para diferenciarlas de acuerdo a la estructura productiva, logrando definir tres categorías; Plantas Altamente Productivas, Plantas Poco Productivas y Plantas no Productivas. Estas categorías de plantas se definieron tomando en cuenta los siguientes criterios; Altura de la planta, agotamiento de la planta, numero de ramas productivas y distribución de tejido productivo.

El diagnostico productivo es una herramienta básica para orientar al productor mediante actividades generales de la plantación incluyendo ideas generales del manejo de tejido y otras actividades. Con la implementación de diagnostico productivos se logra determinar el tipo de poda hacer y mejorar el potencial productivo de la finca (Alfaro y Duran 2001), sin tener que bajar la producción actual.

En el diagnostico productivo que se hizo en todas las fincas de café se encontró que en la parcela 1 y 5 son las que tenían la mayor cantidad de plantas altamente productivas, en estas dos fincas los productores hace tres años vienen haciendo poda selectiva, reflejando la importancia de manejar el tejido en la planta de café. Esta práctica permite la sustitución de tejido improductivo, por tejido nuevo lo que ayuda a tener una planta más vigorosa y altamente productiva, con la implementación de esta practica ayuda a una buena aeración y entrada de luz en la plantación (Ramírez 1994).

En la parcela 2 y 3 se encontró una producción intermedia en comparación a las 6 parcelas estudiadas, la mayor cantidad de plantas pertenecían a la categoría de plantas poco productivas. En estas fincas los productores hace tres años hicieron un recepo total de la plantación, donde los productores dejaron la finca sin darle un buen manejo después del recepo y se refleja la baja producción.

En la parcela 4 y 6 son las fincas que se encontraron los rendimientos más bajos en producción, ya que estos productores no hacen ningún tipo de poda en la plantación. En las fincas que no se hace ningún manejo de podas la producción es baja, reflejando la importancia que tiene esta práctica en eliminar tejido improductivo por tejido potencialmente productivo, para lograr una mayor productividad en la finca (Ramírez 1996, Palma 2001).

El uso de estas categorías queda demostrado que son de utilidad ya que ayudan a clasificar de acuerdo al potencial productivo de cada planta, logrando una buena clasificación de plantas de acuerdo a la estructura productiva, estudio que se comprobó mediante la estimación de cosecha. Con el uso de estas categorías se logro tener una clasificación de cafetos de acuerdo a la estructura productiva en cada parcela de estudio y logrando una clasificación de acuerdo a la distribución de los frutos en la planta.

2.2.2 Estimación de cosecha

En las seis parcelas de estudio se aplicó el sistema de clasificación a la estructura productiva de la planta en la cosecha de 2011-2012. Aplicando a cada parcela las nuevas categorías de tipos de plantas tales como; Plantas altamente productivas, plantas poco productivas y plantas no productivas, teniendo en cuenta la estructura productiva mediante la estimación de cosecha 2010-2011 y 2011-2012. Donde se encontró que las plantas altamente productivas son aquellas que tienen mas ramas y tejido productivo en toda la planta, las plantas poco productivas son plantas que conservan ramas en la parte media en menor cantidad y la cosecha esta en la parte media en las ramas del centro y arriba. En plantas no productivas, son aquellas plantas que su estructura productiva es baja, ya que tiene un tallo sin ramas en la parte baja y con poquísima cosecha en la parte de arriba.

El diagnostico se aplicó en la cosecha 2011-2012 en la época seca, para poder ver las diferencias de los tipos de plantas, teniendo en cuenta su estructura productiva. Al momento de hacer la clasificación en el campo se observo la planta de arriba hacia abajo, luego observar la cantidad de tejido nuevo y nudos potencialmente productivos existentes en la planta.

Después con las categorías de plantas se hizo una diferenciación de acuerdo a los criterios de cada tipo de planta. En esta clasificación se tomo muy encuentra los nudos potencialmente productivos de acuerdo a la distribución en las ramas.

Los resultados obtenidos mediante las estimaciones de cosecha 2010-2011 y 2011-2012, se encontró que las plantas que el año anterior tenían la mayor cantidad de ramas y frutos el año siguiente fueron clasificadas como plantas no productivas. Cuando en un año ocurre una alta producción, los arboles crecen poco, esto determina que la producción siguiente será reducida. El resultado en la alternancia del volumen de producción, es decir, si un año la producción es alta en el siguiente es bajo. Esta alternancia de cosechas es más acentuada en cafetales envejecidos (Beaumont y Fukunaga, 1958; Gómez, 1977; Jaramillo y Valencia, 1980; Rena *et al.*, 1998; Arcila *et al.*, 2007).

Este comportamiento se debe al efecto de la bianualidad de la producción, en el cultivo de café, esta bianualidad se puede evitar con un buen manejo de podas, regulación de sombra y nutrición de la planta (Palma 2001), son tres prácticas que están interrelacionada y asociada a la producción de café (Pineda 2010).

En la estimación de cosecha 2010-2011, en plantas altamente productivas el año 2010 tenía 44 ramas y el año 2011 tenía 37 ramas, presentando una reducción en el número de ramas en la cosecha 2011 y un incremento en el número de frutos. En plantas poco productivas el año 2010 tenía 38 ramas y el año 2011 tenía 27 ramas, presentando una reducción en la cosecha 2011. En plantas no productivas el año 2010 tenía 39 ramas y el año 2011 bajo el número de ramas a 6 debido a que se hicieron podas en las plantas totalmente agotadas de la cosecha anterior.

En la producción de frutos en plantas altamente productivas el año 2010 tenía un promedio de 398 frutos y el año 2011 fue de 864 frutos, existiendo un incremento en el doble de la producción en comparación al año anterior. En el año 2010 el promedio mas alto de frutos fue de 519 y el año 2011 fue de 864, este incremento en la producción se asocia a que las plantas tenían mayor cantidad de tejido nuevo y potencialmente productivo, para el próximo año. En plantas poco productivas el año 2010 tenía 393 frutos, siendo similar al promedio de plantas altamente productivas, y resultando una reducción en la cosecha 2011 de 265 frutos.

En las plantas no productivas se encontró que el año 2010 tenía el mayor número de frutos, en comparación con plantas altamente productivas y plantas poco productivas, donde el

numero de frutos fue de 519 y el año 2011 bajo a 48 frutos, esta reducción fue debido a las podas que se hicieron en las plantas que quedaron totalmente agotadas en la cosecha anterior. Esta clasificación de los tipos de plantas se hizo mediante un diagnostico productivo implementado después de la cosecha 2010-2011 y anterior a la cosecha 2011-2012. Cada año las zonas productivas se van trasladando de una forma vertical y horizontal, causando la disminución de la producción de la planta, dificultando la traslocación de agua y nutrimentos a medida que la rama y el tallo se alargan (Palma y Osorio 1991).

Esto se asocia con el crecimiento de la planta que se produce tanto vertical como horizontal, donde las zonas productivas se van trasladando de esta misma forma, ya que los nudos producen frutos solo una vez (Palma 2001), en cada ciclo de producción los nudos productivos se localizan hacia los extremos de la ramas, cada año de producción queda mayor área de tejido improductivo en la planta (Ramírez 1996, Carbajal 1984, Federación de cafetaleros 1979, Ramírez 1994).

El comportamiento productivo del cafeto induce a un agotamiento progresivo a través de varios ciclos de cosecha (Ramírez 1996), principalmente cuando el año anterior de producción ha sido incrementado. Lo que hace que la planta entre en una etapa de recuperación para el próximo año, esto se puede evitar mediante la implementación de los diferentes tipos de podas que ayudaran a mejorar el potencial productivo para el próximo año. Con la implementación de podas se permite la eliminación de tejido improductivo, por tejido altamente vigoroso y productivo, logrando una mayor productividad.

2.2.3 Clasificación de tipos de podas y sistemas de podas

Tomando como referencia las tres categorías preliminares de tipos de plantas, clasificadas de acuerdo al potencial productivo se logra la creación de subcategorías con la creación de diferentes tipos de podas que se pueden implementar en una finca, para mejorar la estructura productiva y lograr mayor rentabilidad en la finca. Es por eso que se logra definir los diferentes tipos de podas tales como; poda alta, descope, poda media, poda de rebrotes y recepo, ya que en los diagnósticos existentes no cuentan con los tipos de podas a implementar. Se describen los criterios que debe tener cada tipo de poda al momento de hacer la clasificación en el campo. Poda alta; debe tener follaje de tejido nuevo, ramas y nudos potencialmente productivos en los estratos dos y tres, con un mínimo de 47 ramas productivas.

Descope; debe tener follaje de tejido nuevo, ramas y nudos potencialmente productivos en los estratos uno, dos y tres, con un mínimo de 41 ramas productivas. No poda; la planta debe tener follaje de tejido nuevo, ramas y nudos potencialmente productivos en todos los estratos, con un mínimo de 40 ramas productivas. Poda de rebrotes; debe tener follaje de tejido nuevo, ramas y nudos potencialmente productivos en los estratos cinco, seis y siete, con un mínimo de 35 ramas productivas. Recepo; no debe tener ramas en los estratos uno, dos y tres, y con follaje de tejido nuevo, ramas y nudos potencialmente productivos en los estratos cinco, seis y siete.

Criterios que se deben tomar en cuenta al momento de implementar el tipo de poda en el campo. Poda alta; consiste en eliminar la yema apical de una planta lo más alto posible aprovechando la cosecha que esta en los estratos de arriba. Descope; consiste en eliminar la yema apical a 1.75m de altura entre el cambio de color de las ramas café y verde del tejido nuevo. Poda media; Consiste en eliminar el tallo principal de la planta entre 1.40 -1.50m de altura, cuando la concentración de frutos se encuentra en la parte de arriba de la planta. Poda de rebrotes; Consiste en eliminar rebrotes o hijos que surgieron en la planta en el tallo principal. Recepo; consiste en eliminar el tallo a una altura de 30 a 40cm del suelo para renovar completamente la planta.

Los nudos potencialmente productivos se incrementan después de hacer una poda, ya que contribuye al crecimiento de tejido nuevo y así fomentar la formación de flores, nudos potencialmente productivos que permitirán un incremento en la producción (Mestre y Aspina, 1994; Arcila *et al.*; 2007). La tasa de producción de estas estructuras sigue una tendencia sigmoidea; es decir, inicialmente la tasa de crecimiento es lenta, luego se acelera y finalmente, después de 4 o 5 cosechas la tasa de formación es cada vez menor, de tal manera que la cantidad de ramas primarias nuevas y de nudos no es suficiente para obtener una alta producción (Arcila y Chávez, 1995). Es necesario modificar los hábitos naturales del crecimiento de la planta cada cierto numero de años para para estimular la formación de tejido nuevo y así mantener una producción mas rentable. Este conjunto de practicas se conoce como “sistemas de poda y renovación” (Arcila *et al.*, 2007).

En los resultados anteriores poda alta y descope fueron los que presentaron los mejores rendimientos, es posible que los incrementos en estos dos tipos de podas fue podar la planta, provocando el crecimiento de tejido nuevo y formación de nudos productivos, dando como resultado en el mismo año un mayor numero de flores y cuaje de frutos que permitieron el

incremento de la producción (Arcila *et al.*; 2007). En estudios realizados en Colombia los cafetos tienen crecimiento, en un mismo año y en una misma rama ocurren simultáneamente los crecimientos vegetativo reproductivo, este último ubicado sobre la rama producida por el crecimiento vegetativo del año anterior (Arcila *et al.*, 2007).

En estudios realizados en Cuba durante cuatro años de evaluación se encontró que poda alta y descope se aumenta el número de ramas plagiotrópicas, donde se puede lograr una rama hasta 2m de largo (Velasco *at ál.* 2003), en pleno sol. Carvajal 1984, manifiesta que cuando se hace una poda alta no se debe permitir el desarrollo de las yemas que salen del corte de la planta, si estos brotes no se eliminan baja la producción hasta en un 30% el año dos de haber implementado la poda (Pineda 2010).

En no poda y poda de rebrotes, se encontró que en plantas altamente productivas no hay diferencias en la producción de frutos, presentan el mismo comportamiento el año uno. Entre los dos tipos de podas los resultados el resultado fue igual, debido que en plantas no podadas no existe ninguna estimulación en la planta que pueda ayudar al desarrollo de nuevas ramas (Ramírez 1996). Mientras en poda de rebrotes presento los mismos rendimientos debidos que existió una estimulación en la planta con la eliminación de tejido agotado e improductivo que permitieron el desarrollo de ramas secundarias y terciarias, posiblemente más floración por mayor entrada de luz en los estratos inferiores de la planta.

En plantas poco productivas, poda alta y descope presentan los mejores rendimientos en el año uno de evaluación. No poda y poda de rebrotes no presentan diferencias en la producción, pero menor que poda alta y descope. Los rendimientos de los diferentes tipos de podas en un año de evaluación no son efecto de la poda, es que las plantas tenían una mayor cantidad de tejido nuevo y productivo.

En plantas no productivas solo se pudo evaluar dos tipos de podas, poda de rebrotes y recepo, ya que no se le puede aplicar un recepo a una planta altamente productiva. En estos dos tipos de podas la pérdida es casi total, ya que se esta eliminando la planta de completo. El temor a reducir la producción son los motivos porque los productores no implementan diferentes tipos de podas. En poda de descope en el año uno se reduce la producción en un 5%, pero se mejora el potencial productivo para el próximo año, ya que la poda induce al crecimiento de nuevo tejido y así fomentar la formación de nudos productivos que permitirán incrementar la producción el año siguiente (Arcila *et al.*, 2007). Con no poda en el año uno incrementa un 12% en la producción, pero no mejora el potencial productivo de la planta, sin

embargo, los años siguientes la planta sigue envejeciendo y la velocidad de crecimiento del cafeto disminuye a través del tiempo. Cada nuevo crecimiento de una rama primaria es menor que el de el año anterior, en consecuencia, las ramas son menos productivas.

Poda alta, en el año uno aumenta hasta un 39% la producción, esta practica se hace con el objetivo de aprovechar las ramas que quedan en el tallo y que aun presentan alguna capacidad productiva (Arcila *et al.*, 2007), en este grupo se puede ubicar la zoca pulmón (Cisnero, 1997). Con poda media se pierde el 46% de la producción en el año uno, ya que se elimina la mitad de la planta con el objetivo de formar ejes ortotrópicos. Mientras el tallo este sano siempre habrá un potencial de yemas para botar.

Una estrategia general para conservar producción a corto plazo es llevar acabo descope y poda alta en plantas altamente productivas y plantas poco productivas, sin embargo esta estrategia no puede ser llevada acabo con plantas no productivas ya que solo se les puede aplicar poda de rebrotes y recepo. Esto significa que plantaciones con alto porcentaje de plantas no productivas esta estrategia no puede ser llevada acabo, resultando una reducción drástica de rendimiento en el corto plazo. Esta reducción drástica de rendimiento en el corto plazo en este tipo de plantaciones puede significar una limitante para la adopción de podas para pequeños productores.

En la parcela uno se encontró que el mayor porcentaje de plantas correspondía a plantas altamente productivas, presentando características ideales para implementar una poda alta y descope, para provocar mayor número de tejido nuevo y formación de flores y frutos. En la parcela tres el porcentaje es igual para plantas altamente productiva, plantas poco productiva y plantas no productivas, en esta parcela se puede implementar poda alta, descope, poda de rebrote y recepo. En la parcela cuatro presento mayor porcentaje de plantas poco productivas y no productivas, presentando características de poda de rebrotes y recepo.

3 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La nueva categorización de tipos de plantas y tipos de podas es fundamental en los nuevos formatos de diagnósticos productivos, ya que está comprobado mediante componentes principales y análisis de varianza una buena clasificación de plantas, de acuerdo a su estructura productiva.

El formato final de diagnósticos productivos será de mucha utilidad para los productores, ya que sirve para la planificación de actividades en la finca como; resiembra, reposición de fallas y podas, para mejorar el potencial productivo y tener mayor rentabilidad.

En base a los resultados en la caracterización de tipos de plantas y tipos de podas, fueron bien clasificados, con una discriminación más eficiente con base a las variables, número de ramas, frutos y nudos potencialmente productivos.

Los resultados obtenidos mediante dos cosechas anuales continuas muestran que las plantas que el año anterior tenían mayor cantidad de frutos el año siguiente fueron clasificadas como plantas no productivas. Debido a la velocidad del crecimiento del cafeto, la cual disminuye a través del tiempo. Cada nuevo crecimiento de una rama primaria es menor que el del año anterior, en consecuencia, las ramas son cada vez menos productivas.

Una vez implementada las categorías de tipos de podas, se encontró que plantas con poda alta y descope presentan un mayor rendimiento. A corto plazo es una alternativa viable ya que ayuda a conservar mayor número de ramas y crecimiento de nuevo tejido, y así fomentar la formación de nudos productivos que permitirán incrementar la producción.

En plantas no productivas poda de rebrotes y recepo presentaron una reducción en la productividad, ya que el recepo se está eliminando la planta de completo. Por no contar con el tejido nuevo que servirá para el desarrollo de nudos productivos.

Esta estrategia de poda alta y descope no se pudo llevar a cabo, en plantas no productivas, ya que se requiere de plantas que tengan ramas y tejido nuevo para provocar un incremento en la formación de nudos productivos.

3.1.1 Recomendaciones

Se recomienda tener mucho cuidado con el establecimiento de ensayos de podas en fincas de pequeños productores, ya que los productores no entienden mucho de respetar protocolos en las fincas. Estoy sugiriendo tener parcelas alternas en fincas propias o pagarles los costos de utilización de dichas parcelas.

Plantear un estudio a mediano plazo para generar y validar un modelo que permita proyectar los rendimientos, con datos de ramas, frutos, nudos potencialmente productivo, nudos sin hojas ni granos, nudos con hojas y granos, nudos sin hojas ni granos.

Seguir evaluando las diferentes categorías propuestas con técnico y productores para poderlas validar en el campo y que ayuden a mejorar el potencial productivo de las fincas.

Establecer ensayos de podas a mediano plazo para evaluar el efecto de los rendimientos en base a una estrategia que el productor no tenga que sacrificar mucha cosecha y logre mejorar el potencial productivo de su finca.

3.1.2 Plantear un estudio a mediano plazo

Con los diferentes tipos de podas propuestos se recomienda seguir haciendo evaluaciones en fincas de productores y centros experimentales del IHCAFE, para validar las diferentes categorías propuestas en el nuevo formato de diagnósticos productivos. Con el seguimiento de nuevos estudios a mediano plazo se espera conocer cual es el rendimiento de los diferentes tipos de podas. Esta evaluación se recomienda hacerla con técnicos y productores para fusionar ambos conocimientos y poder validar las nuevas categorías de tipos de podas.

Las evaluaciones de conocimiento se recomienda hacerla con productores y técnicos, mediante talleres de aula y campo caracterizando cada tipo de poda. El desarrollo de taller, será mediante la socialización de categorías propuestas y luego haciendo una identificación de cada tipo de poda en el campo. Enumerar 50 plantas con diferentes características, para ser evaluadas por técnicos y productores, identificando cada planta y decir cual es el tipo de poda

que le aplicaría de acuerdo a las características de la planta. Una vez concluido el taller, revisar cuales son los tipos de podas más identificados por los técnicos y productores.

Cuando se tengan identificado los diferentes tipos de podas se recomienda seguir evaluando nuevos ensayos en diferentes fincas tomando en cuenta; ambiente, altura de los arboles, lluvia, precipitación y nutrición del suelo. La cantidad de plantas a estudiar se determinara con las posibles combinaciones de tipos de plantas y tipos de podas, el número de plantas por ensayo se determinara de acuerdo a las plantas a podar por cada año, logrando llevar el estudio hasta 4 o 5 años de evaluación de podas. En cada finca de estudio hacer estimaciones de cosecha siguiendo la metodología presentada en el “Seminario Taller Regional Sobre Pronósticos de Cosecha” en Honduras por la (Comisión Nacional del Café de Nicaragua 1994), el que ha sido modificado con otras variables de interés. Cada planta se dividirá en estratos de 60cm, con una regla graduada de 2.50m de largo. Cada 5 ramas se elegirá una de forma sistemática contando el número de frutos, nudos con frutos sin hojas, nudos sin frutos ni hojas, nudos potencialmente productivos y total de ramas por planta.

En las parcelas experimentales se continuara con la toma de datos mediante una estimación de cosecha 2012-2013, que se realizara en el mes de julio del 2012. Con esta toma de datos se espera medir cuanto se pierde el año uno al hacer un tipo de poda en una planta, y ver cuanto se gana en el año dos en rendimiento de frutos. Además podremos comparar mediante análisis de varianza con las tres estimaciones de cosecha cual es el comportamiento de la producción después de un tipo de poda. Asimismo se podrá comprobar con los nudos productivos de la cosecha 2011-2012, que tan acertado fue la estimación de cosecha mediante los frutos de la cosecha 2012-2013.

Con el seguimiento del estudio se espera generar más información sobre los rendimientos de diferentes tipos de podas, para generar y validar un modelo que permita proyectar los rendimientos en función del tipo de poda.

4 BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar, A.; Guharay, F. 2002 - ¿Cómo realizar un diagnóstico productivo en nuestro cafetal? CATIE – cuaderno de campo. 18 pp.
- Agurcia F., Ricardo. B.,W., Fash 2005 Copán: The History of an Ancient Maya Kingdom School of American Research Press E. Wyllys Andrews & William L. Fash (eds.) Santa Fe, New México, USA.
- Andrade, G, N. 1988. Cafetales y café. El cafeto y su ciclo. Germinación, crecimiento y floración y fructificación, Caracas, Venezuela.
- Arcila p., J.; Chávez C., B. Desarrollo foliar del cafeto en tres densidades de siembra. Cenicafé 46(1):5-20.1995.
- Arcila P., J.; Farfán V., F.; Moreno B., A.M.; Salazar G., L.F.; Hincapié G., E. 2007. Renovación y administración de los cafetales para estabilizar la producción de la finca. Sistemas de producción de café en Colombia. Chinchiná, Cenicafé, 309 p.
- Alvin, PT. 1973. Factors affecting flowering of coffe. Journal of plantation crops 1(1/2):37-43.
- Alvin, PT. 1977. Factors affecting flowering of coffe. Journal of coffe Research 7(1):15-25.
- Aristizábal-Arias, C; Duque-Orrego, H. 2007. Análisis económico del efecto de la roya en la variedad caturra y progenies con resistencia incompleta. Cenicafé, 58(3):167-184.2007.
- Beaumont, J.H.; Fukunaga, E.T. Factors affecting growth and yield of coffee in Kona Hawaii. Hawaii, Hawaii Agricultural Experiment Station, 1958. 39 p. (Bulletin No. 113).
- Blanco, M; Hagggar, J; Moraga, P; del Carmen Madriz, J; Pavón, G. 2003. Morfología del café (*Coffea arabica* L.), en lotes comerciales de Nicaragua. Agronomía Mesoamericana 14(1):97-104.
- Briceño, J.A; Arias, O.E. 1992. Desarrollo del cafeto (*Coffea arabica*). I. Crecimiento vegetativo y reproductivo de tres cultivares I. Agronomía Costarricense 16(1):125-130
- Camayo V., G.C., Arcila P., J. 1996. Estudio anatómico y morfológico de la diferenciación y desarrollo de las flores del cafeto *coffea arabica* L. variedad Colombia. Cenicafé 47(39):121-139.
- Cisneros, D.B. Estudio de la poda de bandola a dos alturas del eje ortotrópico en el cafeto. In: Simposio Latinoamericano sobre Caficultura, 18. San José, Septiembre 16-18, 1997. Memorias. San José, ICAFE-IICA/PROMECAFE, 1997. p. 147-150.

- Crisosto, CH; Grantz, DA; Meinzer, FC. 1992. Effects of water deficit on flower opening in coffee (*Coffea arabica* L.). *Tree Physiology* 10(2):127.
- Di Rienzo, J., A.; Casanoves F.; Balzarini, M.G.; González L.; Tablada M.; Robledo C.,W.; InfoStat versión 2009. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- Duran, BC. 1997. Estudio de la poda de bandola a dos alturas del eje ortotrópico en el cafeto. XVIII Simposio latinoamericano de caficultura, San José, Costa Rica, 16-18 setiembre 1997. Pages: 147-150
- FHIA 2004. Guía practica Producción de café con sombra de maderables. Podas en café. La Lima, Cortes, Honduras C.A. p 10-12.
- Gómez G., L. Influencia de los factores climáticos sobre la periodicidad de crecimiento del cafeto. *Cenicafé* 28(1):3-17. 1977.
- Gopal, N.H.; Venkatamaranan, D.; Raju, K.I. 1975. Physiological studies on flowering in coffee Under South Indian Conditions. II. Change water content, growth rate, respiration and carbohydrate metabolism of flower bud during bud enlargement and anthesis. *Turrialba* 25: 29-36.
- Guharay, F.; Monterrey, J.; Monterroso, D.; Staver, Ch.; 2000. Manejo integrado de plagas en el cultivo de café. Serie técnica-Manual técnico N°44, Managua, CATIE.
- Grupo Latino 2011. Cultivo de café. Impreso en Colombia.
- Henríquez, Ch.N 1983. Poda y Estructuración de cafetales. *Técnicas Modernas Para el Cultivo del Café*. Instituto Salvadoreño de Investigación del Café. P 44-61.
- Instituto Hondureño del Café (IHCAFE). 2009. Informe Anual Estadístico de la Cosecha 2008-2009. Tegucigalpa Honduras.
- Instituto Hondureño del Café (IHCAFE). 2010. Informe Anual Estadístico de la Cosecha 2009-2010. Tegucigalpa Honduras.
- Instituto Hondureño del Café (IHCAFE). 2010. Manejo de sombra en el cafetal. Cartillas Educativas para la producción de café. Tegucigalpa, M.D.C. Honduras, CA.
- Instituto Hondureño del Café (IHCAFE). 2010. Podas en cafetales y manejo de sombra temporal. Cartillas Educativas para la producción de café. Tegucigalpa, M.D.C. Honduras, CA.
- Instituto Hondureño del Café (IHCAFE). 2011. Informe Anual Estadístico de la Cosecha 2010-2009. Tegucigalpa Honduras.
- Instituto Nacional de Estadística (INE). 2005. Anuario estadístico de Honduras, Tegucigalpa, Honduras, INE. 145 pag.

- Jaramillo R., A.; Valencia A., G. Los elementos climáticos y el desarrollo de *C. arabica* L. en Chinchiná (Colombia). *Cenicafé* 31 (4):127-143. 1980.
- Maestri, M; Barros, RS. 1977. Coffee. In: Alvim, PT and Kozlowski, TT eds. *Ecophysiology of Tropical Crops*. Academic Press. pp 249-277.
- Mestre M., A.; Ospina O., H.F. Manejo de los cafetales para estabilizar la producción en las fincas cafeteras. *Avances Técnicos Cenicafé* No. 201:1-8. 1994.
- Manuel, JF. 1983. Fundamentos botánicos, ecológicos y fisiológicos del cultivo del café y su relación en la productividad de una finca. *Técnicas Modernas Para el Cultivo del Café*. Instituto Salvadoreño de Investigación del Café. P 5-16.
- Marín-López, SM; Arcila-Pulgarín, J; Montoya-Restrepo, EC; Olivero-Tascón, CE. 2003. Cambios físicos y químicos durante la maduración del fruto de café (*Coffea arabica* L. var. Colombia). *Cenicafé* 54:208-225.
- Matute, O.N; Pineda, J.A. 2011. Guía para determinación de costos de producción de café. Departamento de Investigación y Desarrollo de IHCAFE. Tegucigalpa, Honduras.
- Menéndez, H. 1977. Técnicas de Manejo y Cambio de estructuras en cafetales. Instituto Salvadoreño de Investigación del Café. *Boletín Informativo* (77):22P.
- Moens, P. 1968. Investigaciones morfológicas, ecológicas y fisiológicas sobre cafetos. *Turrialba* 18(3):209-233.
- Palma, M.R.; Osorio, F.O. 1991. Guía técnica para el cultivo de café. Manejo de los cafetales. Instituto Hondureño del café. Tegucigalpa M.D.C. pp 21-30.
- Palma, M.R 2001. Manual de Caficultura tercera edición. Instituto Hondureño del Café. Tegucigalpa. M.D.C. Honduras, P p 91-101
- Pineda, J.A. 2010. Tres buenas practicas agrícolas (BPA) interrelacionadas que condicionan la producción en el cafeto, en el occidente de honduras. In XXII Simposio Latinoamericano de caficultura. San Pedro Sula, Honduras.
- PROMECAFE 2009. Galardonado con el Premio a la Excelencia. *Panorama Internacional de la producción de cosecha 2009-2010*. (120):1-15.
- Puerta-Quintero, GI. 2000. Influencia de los granos de café cosechados verdes, en la calidad física y organoléptica de la bebida. *Cenicafé* 51(2):136-150.
- Ramírez, J.E 1996. Estudios de Sistemas de Podas de Café Por Hileras y Por Lotes. *Agronomía Costarricense* 20(2):167-172.

- Rena, A.B.; Nacif, A. De P.; Guimaraes, P.T.G.; Pereira, A.A. Poda do cafeeiro: Aspectos morfológicos, ecofisiológicos e agronômicos. Informe Agropecuario 19(193):71-80. 1998.
- Rendón-Sáenz, JR; Arcila-Pulgarín, J; Montoya-Restrepo, EC. 2008. Estimación de la producción de café con base en los registros de floración. Cenicafé, 59(3):238-259.2008.
- Rodríguez A, O.M. 1996. Estudio de seis sistemas de poda en café (coffea arabica) variedad catuaí. Noticiero del café, Costa Rica.
- Samper, MK. 1999. Trayectoria y viabilidad de las caficultura centroamericana. Densidad de siembra, sistemas de podas y otras practicas culturales. In: Desafíos de la Caficultura Centroamericana, CIRAD-PROMECAFE-IICA (Eds). Pp 1-68.
- Segnini, JC 1986. Algunos aspectos sobre la poda del café. Noticiero del ICAFE. San José Costa Rica. Pp 3-4.
- Siles, PG. 2001. Comportamiento fisiológico del café asociado con Eucalyptus deglupta, Terminalia iverensis y sin sombra. Thesis M.Sc. Turrialba, Costa Rica. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. 102pp.
- Sharon, L. 2000. Muestreo: Diseño y análisis. Requisitos de una buena muestra. Internacional Thomson Editores 480 pp.
- Velasco Benítez, E.; Verdecía, J.; Rodríguez, L.; Medina, R. 2003. Desarrollo vegetativo de cafetos durante el primer año después de una poda baja a la sombra y a plena exposición solar. Café Cacao (Cuba).v.4 (1) p.19-23.
- Wintgens, J.N. 2004. The Coffee Plant. Coffee: Growing, Processing, Sustainable Production.Pp 3-24.
- Wrigley, G. 1988. Coffee. Longman Sci. and Technical. Singapore. 639 p.

ANEXOS

Anexo 1. Metodología de estimación de cosecha

Metodología de estimación de cosecha en plantaciones de café en Honduras

Paso a seguir

1. Identificación de la finca
2. Cada planta será identificada usando la siguiente numeración en cada finca de 01 a 400.
3. En cada planta se ubicara una regla graduada en estratos de 60 cm, desde la parte baja hasta la parte alta de la planta.
4. Por cada uno de los estratos se contara el número de ramas presentes.
5. De cada uno de los estratos se comenzara a contar el número de ramas, comenzando de 1 a 5 y seleccionando la rama cinco para un conteo de frutos y nudos productivos.
6. Cuando hay mas de un tallo en cada planta se elijara el más grande y los demás solo se cuenta el número de ramas presente.

Anexo 2. Abreviaturas de formatos de campo.

E1: Estrato uno

NsHF: Nudos sin hojas ni frutos

NG: Nudos con granos

NGH: Nudos con granos y hojas

NH: Nudos con hojas

Reb: Rebrotos

Anexo 3. Formato utilizado en campo para la estimación de cosecha.

Productor					Ubicación			
Técnico	Área				Variedad			
Rebrote1					Reb 2	Reb 3	Reb 4	Reb 5
Planta	Estrato	Ramas	Nudos	Frutos	Ramas	Ramas	Ramas	Ramas
E1								
E2								
E3								
E4								
E5								
E6								
Rebrote1					Reb 2	Reb 3	Reb 4	Reb 5
Planta	Estrato	Ramas	Nudos	Frutos	Ramas	Ramas	Ramas	Ramas
E1								
E2								
E3								
E4								
E5								
E6								

Anexo 4. Formato utilizado en campo para la estimación de cosecha.

Productor								Ubicación					
Técnico								Variedad					
		Rebrote1						Reb 2	Reb 3	Reb 4	Reb 5	Reb 6	
Planta	Estrato	Ramas	NsHF	N G	NGH	NH	Frutos	Ramas	Ramas	Ramas	Ramas	Ramas	
	E1												
Categoría	E2												
	E3												
Poda	E4												
	E5												
	E6												

Anexo 5. Cuestionario sobre manejo de tejidos o podas en café.

Objetivo del cuestionario

Conocer brevemente los conceptos sobre manejo de tejidos por el personal técnico del IHCAFE y retroalimentar con ideas o sugerencias que puedan servir al departamento de investigación cafetalera.

1. Describa brevemente que es para usted manejo de tejido.
2. Limitantes que considera usted en la adopción por el sector productor de café sobre el manejo de tejido.
3. Describa brevemente las técnicas que conoce y se implementan en un programa agronómico de manejo de tejido.
4. Describa brevemente los tipos de podas que conoce y se implementan en un programa agronómico de manejo de tejido.
5. Describa brevemente los sistemas de podas que conoce y se implementan en su programa agronómico de manejo de tejido.
6. Cuales serian para usted los factores o criterios básicos a considerar en un programa de manejo de tejido a ofertar a un productor.
- 7.Cuál es la principal preocupación que tendrá usted al implementar con los productores de café un programa de manejo de tejido.
8. Qué factores agronómicos considera usted que están asociados en la productividad del cafetal.
9. Que sugerencias nos podrían dar para difundir la adopción de prácticas realizadas en el tema de manejo de tejidos.
10. Conociendo usted su zona de trabajo cual es tipo, técnica o sistema de podas que practica el productor de café.

Anexo 6. Formato para determinar el número de frutos por nudo productivo por variedad.

Hoja de toma de datos

1. Seleccionar 10 plantas de la misma variedad
2. Seleccionar tres ramas en la planta que estén distribuidas en tres estratos de la planta.
2. Una vez seleccionadas las ramas, se procede a seleccionar tres nudos con frutos en la misma rama que estén distribuidos en tres partes diferentes.
3. contabilizar el número de frutos en cada nudo.

Variedad _____

N° de Planta	Ramas	Nudos	N° frutos	Promedio de frutos por nudo por rama	Promedio de frutos por nudo por planta	