

Evaluación de la productividad del cultivo de cacao, mediante
la comparación de dos sistemas de poda, en la respuesta al
rendimiento y calidad, en Maceo, Antioquia

Paula Andrea Trujillo Ruiz

Maestría en Agronegocios
Facultad de Ciencias Agrarias
Universidad de Antioquia

Junio de 2019

Evaluación de la productividad del cultivo de cacao, mediante la comparación de dos sistemas de poda, en la respuesta al rendimiento y calidad, en Maceo, Antioquia

Por:

Paula Andrea Trujillo Ruiz
Ingeniera Agrónoma

Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título de:
Magister en Agronegocios

Gloria Piedad Ríos Atehortúa, *I.A., Esp., MsC*
Directora - Comité Tutorial
Profesora Departamento Ciencias Forestales
Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín

Universidad De Antioquia
Facultad De Ciencias Agrarias
Medellín

Junio de 2019

Dedicatoria

A mi mamá y toda mi familia por su amor y su gran apoyo para mi formación académica.

A mi hija Isabella, un regalo de Dios, que lleno mi vida de motivación para culminar este trabajo de grado con dedicación y entrega.

A Dios todo poderoso, por toda su guía, fortaleza y energía para lograr intercalar mí tiempo y poder alcanzar mis sueños académicos, laborales y personales.

Agradecimientos

La realización de este trabajo ha sido posible gracias al apoyo de la Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín, de La Universidad de Antioquia y al Productor de Cacao el señor **Oscar Darío Sierra Muñetón**, dueño de la finca El Paraíso en el municipio de Maceo (Ant.) a quienes brindo mis más sinceros agradecimientos por creer en mi trabajo.

A Gloria Piedad Ríos Atehortúa, Profesora Departamento Ciencias Forestales, Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín, por ser mi directora y brindarme su orientación, consejos y dedicación, quien, con sus conocimientos, experiencia, paciencia y motivación me permitieron concluir esta investigación y así culminar los estudios académicos.

A Nelson Gil Báez Alonso, Tecnólogo Agropecuario de la Universidad Industrial de Santander - UIS, Técnico de campo Fedecacao, Unidad Técnica de San Vicente de Chucurí Santander, por su asesoría personal y acompañamiento para aplicar el método de poda de cono natural, resultado de su trabajo de grado titulado *“Estudios para determinar los niveles de productividad de cacao, mediante la utilización de la poda de cono natural en una hectárea de cacao Theobroma cacao L. en la finca El Cerrito de la vereda Santa Inés en el municipio de San Vicente de Chucurí”*.

A Harold Cardona Trujillo, Profesor, Facultad de Ciencias Económicas, Universidad de Antioquia, por toda su orientación en el curso de profundización I.

A Mario Fernando Cerón Muñoz, Profesor, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad de Antioquia, por toda su orientación en el curso de profundización II.

A Wilmar Alexander Taborda Marín, Técnico en producción y manejo de cosecha del cultivo de cacao del SENA, por su colaboración personal para realizar los monitoreos mensuales.

A William Alberto Taborda Marín, Tecnólogo Agropecuario, Técnico de campo Fedecacao, Unidad Técnica de Medellín, por su colaboración personal para realizar algunos de los monitoreos mensuales.

A Rodolfo Antonio Restrepo Osorno, Tecnólogo Ambiental, asistente técnico de la Alianza productiva de cacao del municipio de Maceo, por su colaboración personal para realizar algunos de los monitoreos mensuales.

A Andrés Felipe Guzmán, Magister – Ingeniero Químico, por su colaboración personal para realizar el procesamiento de datos estadístico.

A mis compañeros de la segunda cohorte de la Maestría de Agronegocios, por su permanente motivación en la realización de este trabajo.

Contenido

Dedicatoria	3
Agradecimientos	4
Lista de figuras	9
Lista de anexos.....	11
1. Capítulo 1	15
1.1 Planteamiento de problema:	15
1.2 Justificación:	20
1.3 Hipótesis:.....	24
1.4 Objetivos	24
1.4.1 Objetivo General:	24
1.4.2 Objetivos Específicos:	24
2. Capítulo 2	24
2.1 Marco Teórico:	24
2.1.1 Marco Conceptual:	24
2.1.2 Marco referencial:	26
3. Capítulo 3	32
3.1 Metodología, materiales y métodos:.....	32
3.1.1 Localización:	32
3.1.2 Materiales:	32
3.1.3 Selección de la muestra (plantas de cacao objeto de estudio):	33
3.1.4 Poda e intervención de los árboles:	34
3.1.5 Diseño y registro de la información	34
3.1.5.1 Componentes del rendimiento:.....	34
- Número de mazorcas	34
- Número de granos por mazorca:	35
- El índice de grano (IG):	35
- El índice de mazorca (ÍM):.....	35

- Rendimiento por hectárea	36
- Porcentaje de afectaciones por enfermedades: <i>Monillia</i> sp., <i>Phytophthora</i> sp., escoba de bruja y otros (abortos o quemazón de pepinos y sobremaduración)	36
3.1.6 Modelo estadístico:	36
3.1.8 Componentes del cálculo de la utilidad:	38
3.2 Resultados y Discusión	40
3.2.1 Componentes del rendimiento.....	40
3.2.1.1 Frutos por árbol:	40
3.2.1.2 Número de granos por mazorca	43
3.2.1.3 Índice de grano.....	45
3.2.1.4 Índice de mazorca	47
3.2.1.5 Rendimiento	49
3.2.1.6 Porcentaje de afectaciones por enfermedades: <i>Monillia</i> sp., <i>Phytophthora</i> sp., escoba de bruja y otros (abortos o quemazón de pepinos y sobremaduración).	53
3.2.2 Componentes del cálculo de la utilidad:	59
3.2.2.1 Costos de sostenimiento, manejo y producción para cada uno de los tipos de poda/ha/año.....	59
3.2.2.2 Costos de mano de obra (jornales) para la realización de las podas/año/ha, según tipo de poda	61
3.2.2.3 Costos kilo de cacao seco según tipo de poda.....	63
3.2.2.4 Ingresos Operativos año, según tipo de poda	64
- Escenario Pesimista:	64
- Escenario Moderado:.....	66
- Escenario Optimista:.....	67
3.2.2.5 Utilidad Bruta, Operativa y Neta año, según tipo de poda	69
- Escenario pesimista.....	69
- Escenario moderado.....	73
- Escenario Optimista.....	77
3.2.2.6 Margen de Utilidad Bruta.....	81
- Escenario pesimista:	81

- Escenario moderado:	82
- Escenario optimista:	84
3.2.2.7 Margen de Utilidad Operativo	85
- Escenario pesimista:	85
- Escenario moderado:	86
- Escenario optimista:	87
4 Capítulo 4	89
4.1 Conclusiones	89
5 Capítulo 5	92
5.1 Recomendaciones	92
5.2. Referencias.....	93

Lista de tablas

Tabla 1. Índice de grano por mazorca, genotipos (clones) CCN51 e ICS95 y tratamientos..	46
Tabla 2. Índice y límites propuestos para seleccionar materiales de alto rendimiento de cacao en Colombia.	47
Tabla 3. Índice de mazorca, genotipos (clones) CCN51 e ICS95 y tratamientos.....	48
Tabla 4. Rendimiento kg/ha/año.	51
Tabla 5. Proyecciones de rendimiento/ha/año, clones ICS 95 y CCN51, bajo los efectos de la poda de cono natural versus poda tradicional.	52
Tabla 6. Porcentaje de afectaciones por enfermedades: <i>Monilla sp.</i>, <i>Phytophthora sp.</i>, escoba de bruja y otros (abortos o quemazón de pepinos y sobremaduración).	58
Tabla 7. Estructura de costos del sostenimiento, manejo y producción para cada uno de los tipos de poda/ha/año, genotipo ICS95.	60
Tabla 8. Estructura de costos del sostenimiento, manejo y producción para cada uno de los tipos de poda/ha/año, genotipo CCN51.	61
Tabla 10. Costos de mano de obra (jornales) para la realización de las podas/año/ha, según tipo de poda y genotipo (clon).	62
Tabla 11. Costos kilo de cacao seco según tipo de poda y genotipo	64
Tabla 12. Utilidad Bruta, Operativa y Neta año, según tipo de poda, genotipos ICS95 y CCN51, escenario pesimista, precio de referencia \$5.299/kilo.	70
Tabla 13. Utilidad Bruta, Operativa y Neta año, según tipo de poda, genotipos ICS95 y CCN51, escenario moderado, precio de referencia \$6.587/kilo.	74
Tabla 14. Utilidad Bruta, Operativa y Neta año, según tipo de poda, genotipo ICS95, escenario optimista, precio de referencia \$7.720/kilo.....	78
Tabla 15. Margen de Utilidad Bruta año, según tipo de poda, genotipos ICS95 y CCN51, escenario pesimista, precio de referencia \$5.299/kilo.....	81
Tabla 16. Margen de Utilidad Bruta año, según tipo de poda, genotipos ICS95 y CCN51, escenario moderado, precio de referencia \$6.587/kilo.	83
Tabla 17. Margen de Utilidad Bruta año, según tipo de poda, genotipos ICS95 y CCN51, escenario optimista, precio de referencia \$7.720/kilo.....	84
Tabla 18. Margen de Utilidad Operativa año, según tipo de poda, genotipos ICS95 y CCN51, escenario pesimista, precio de referencia \$5.299/kilo.....	85
Tabla 19. Margen de Utilidad Operativa año, según tipo de poda, genotipos ICS95 y CCN51, escenario moderado, precio de referencia \$6.587/kilo.....	87
Tabla 20. Margen de Utilidad Operativa año, según tipo de poda, genotipos ICS95 y CCN51, escenario optimista, precio de referencia \$7.720/kilo.....	88

Lista de figuras

Figura 1. Localización del municipio de Maceo, Antioquia.	32
Figura 2. Frutos inmaduros y maduros de cacao del clon “Imperial College Selection” (ICS) y “Colección Castro Naranjal” (CCN).	33
Figura 3. Medias de número de frutos por árbol al año entre genotipos.	40
Figura 4. Número de granos por mazorca, por tratamiento y genotipo (clon).	44
Figura 5 . Índice de grano por genotipo (clon) y tratamiento.	45
Figura 6. Índice de mazorca por genotipo (clon) y tratamiento.	48
Figura 7. Rendimiento kg/ha/año.	50
Figura 8. Proyecciones de rendimiento/ha/año, clones ICS 95 y CCN51, bajo los efectos de la poda de cono natural versus poda tradicional.	52
Figura 9. Porcentaje de afectaciones por <i>Monilla</i> sp.	53
Figura 10. Porcentaje de afectaciones por <i>Phytophthora</i> sp.	55
Figura 11. Porcentaje de afectaciones por escoba de bruja.	56
Figura 12. Porcentaje de afectaciones por otros (abortos o quemazón de pepinos y sobremaduración).	57
Figura 13. Costos de sostenimiento, manejo y producción para cada uno de los tipos de poda/ha/año/cacao.	59
Figura 14. Costos de mano de obra (jornales) para la realización de las podas/año/ha, según tipo de poda y genotipo (clon).	62
Figura 15. Costos kilo de cacao seco según tipo de poda y genotipo	63
Figura 16. Ingresos Operativos año, según tipo de poda, genotipo ICS95, escenario pesimista, precio de referencia \$5.299/kilo.	65
Figura 17. Ingresos Operativos año, según tipo de poda, genotipo CCN51, escenario pesimista, precio de referencia \$5.299/kilo.	65
Figura 18. Ingresos Operativos año, según tipo de poda, genotipo ICS95, escenario moderado, precio de referencia \$6.587/kilo.	66
Figura 19. Ingresos Operativos año, según tipo de poda, genotipo CCN51, escenario moderado, precio de referencia \$6.587/kilo.	67
Figura 20. Ingresos Operativos año, según tipo de poda, genotipo ICS95, escenario optimista, precio de referencia \$7.720/kilo.	68
Figura 21. Ingresos Operativos año, según tipo de poda, genotipo CCN51, escenario optimista, precio de referencia \$7.720/kilo.	68
Figura 22. Utilidad Bruta, Operativa y Neta año, según tipo de poda, genotipo ICS95, escenario pesimista, precio de referencia \$5.299/kilo.	71

Figura 23. Utilidad Bruta, Operativa y Neta año, según tipo de poda, genotipo CCN51, escenario pesimista, precio de referencia \$5.299/kilo.....	72
Figura 24. Utilidad Bruta, Operativa y Neta año, según tipo de poda, genotipo ICS95, escenario moderado, precio de referencia \$6.587/kilo.....	75
Figura 25. Utilidad Bruta, Operativa y Neta año, según tipo de poda, genotipo CCN51, escenario moderado, precio de referencia \$6.587/kilo.....	76
Figura 26. Utilidad Bruta, Operativa y Neta año, según tipo de poda, genotipo ICS95, escenario optimista, precio de referencia \$7.720/kilo.....	79
Figura 27. Utilidad Bruta, Operativa y Neta año, según tipo de poda, genotipo CCN51, escenario optimista, precio de referencia \$7.720/kilo.....	80
Figura 28. Margen de Utilidad Bruta año, según tipo de poda, genotipos ICS95 y CCN51, escenario pesimista, precio de referencia \$5.299/kilo.....	82
Figura 29. Margen de Utilidad Bruta año, según tipo de poda, genotipos ICS95 y CCN51, escenario moderado, precio de referencia \$6.587/kilo.....	83
Figura 30. Margen de Utilidad Bruta año, según tipo de poda, genotipos ICS95 y CCN51, escenario optimista, precio de referencia \$7.720/kilo.....	84
Figura 31. Margen de Utilidad Operativa año, según tipo de poda, genotipos ICS95 y CCN51, escenario pesimista, precio de referencia \$5.299/kilo.....	86
Figura 32. Margen de Utilidad Operativa año, según tipo de poda, genotipos ICS95 y CCN51, escenario moderado, precio de referencia \$6.587/kilo.....	87
Figura 33. Margen de Utilidad Operativa año, según tipo de poda, genotipos ICS95 y CCN51, escenario optimista, precio de referencia \$7.720/kilo.....	88

Lista de anexos

Anexo 1. Descripción del sistema de poda de cono natural.	101
Anexo 2. Registro fotográfico del proceso de poda e intervención de los árboles.	102
Anexo 3. Formato toma de datos Número de mazorcas.	105
Anexo 4. Formato toma de datos Número de granos, índice de grano, índice de mazorcas.	106
Anexo 5. Registro fotográfico de la actividad en campo para la medición del número de granos, IG e IM.	107
Anexo 6. Registro fotográfico del desarrollo de la actividad de clasificación de las afectaciones por <i>Monilla</i> sp., <i>Phytophthora</i> sp., escoba de bruja y otros tales como abortos o quemazón de pepinos y sobremaduración.....	110
Anexo 8. Registro en campo del número de mazorcas cosechadas	114
Anexo 9. Resultados estadísticos obtenidos en el programa Rproyect, para el número de mazorcas cosechadas del genotipo CCN51.	114
Anexo 10. Resultados estadísticos obtenidos en el programa Rproyect, para el número de mazorcas cosechadas del genotipo ICS95.	116
Anexo 11. Resultados estadísticos obtenidos en el programa Rproyect, para análisis total por especies con resultados integrados para el número de mazorcas cosechadas	117
Anexo 12. Registro en campo del número de mazorcas sanas.....	118
Anexo 13. Resultados estadísticos obtenidos en el programa Rproyect, para el número de mazorcas sanas del genotipo CCN51.....	119
Anexo 14. Resultados estadísticos obtenidos en el programa Rproyect, para el número de mazorcas sanas del genotipo ICS95.	119
Anexo 15. Resultados estadísticos obtenidos en el programa Rproyect, para análisis total por genotipos (clones) con resultados integrados para el número de mazorcas sanas.....	120
Anexo 16. Registro en campo del número de mazorcas	121
Anexo 17. Resultados estadísticos obtenidos en el programa Rproyect, para el número de mazorcas enfermas del genotipo CCN51.....	122
Anexo 18. Resultados estadísticos obtenidos en el programa Rproyect, para el número de mazorcas enfermas del genotipo ICS95.	122
Anexo 19. Resultados estadísticos obtenidos en el programa Rproyect, para análisis total por genotipos (clones) con resultados integrados para el número de mazorcas enfermas.	123
Anexo 20. Registro en campo del número de granos por mazorca	123
Anexo 21. Resultados estadísticos obtenidos en el programa Rproyect, para el número de granos por mazorca de los genotipos ICS95 y CCN51.	124

Anexo 22. Registro en campo del número de los datos para el cálculo del índice de grano e índice de mazorca.	124
Anexo 23. Resultados estadísticos obtenidos en el programa Rproyect, para el índice de grano por mazorca de los genotipos ICS95 y CCN51.	127
Anexo 24. Resultados estadísticos obtenidos en el programa Rproyect, para el índice de mazorca de los genotipos ICS95 y CCN51.	127
Anexo 25. Registro en campo del número de los datos para el cálculo del número de mazorcas con afectaciones por monillia.....	128
Anexo 26. Resultados estadísticos obtenidos en el programa Rproyect, para el número de mazorcas enfermas por Monillia del genotipo CCN51.....	129
Anexo 27. Resultados estadísticos obtenidos en el programa Rproyect, para el número de mazorcas enfermas por Monillia del genotipo ICS95.	130
Anexo 28. Resultados estadísticos obtenidos en el programa Rproyect, para análisis total por genotipos (clones) con resultados integrados para el número de mazorcas enfermas por Monillia.	130
Anexo 29. Registro en campo del número de los datos para el cálculo del número de mazorcas con afectaciones por Phytophthora.....	131
Anexo 30. Resultados estadísticos obtenidos en el programa Rproyect, para el número de mazorcas enfermas por <i>Phytophthora s., p.</i> del genotipo CCN51.....	132
Anexo 31. Resultados estadísticos obtenidos en el programa Rproyect, para el número de mazorcas enfermas por <i>Phytophthora s., p.</i> del genotipo ICS95.....	132
Anexo 32. Resultados estadísticos obtenidos en el programa Rproyect, para análisis total por genotipos (clones) con resultados integrados para el número de mazorcas enfermas por <i>Phytophthora sp.</i>	133
Anexo 33. Registro en campo del número de los datos para el cálculo del número de mazorcas con afectaciones por escoba de bruja.	133
Anexo 34. Resultados estadísticos obtenidos en el programa Rproyect, para el número de mazorcas enfermas por <i>escoba de bruja.</i> del genotipo CCN51.	134
Anexo 35. Resultados estadísticos obtenidos en el programa Rproyect, para el número de mazorcas enfermas por <i>escoba de bruja.</i> del genotipo ICS95.	135
Anexo 36. Resultados estadísticos obtenidos en el programa Rproyect, para análisis total por genotipos (clones) con resultados integrados para el número de mazorcas enfermas por <i>escoba de bruja.</i>	135
Anexo 37. Registro en campo del número de los datos para el cálculo del número de mazorcas con afectaciones por por abortos o quemazón de pepinos y sobremaduración .	136

Anexo 38. Resultados estadísticos obtenidos en el programa Rproyect, para el número de mazorcas con afectaciones por abortos o quemazón de pepinos y sobremaduración del genotipo CCN51.	137
Anexo 39. Resultados estadísticos obtenidos en el programa Rproyect, para el número de mazorcas mazorcas con afectaciones por abortos o quemazón de pepinos y sobremaduración del genotipo ICS95.	137
Anexo 40. Resultados estadísticos obtenidos en el programa Rproyect, para análisis total por genotipos (clones) con resultados integrados para el número de mazorcas con afectaciones por abortos o quemazón de pepinos y sobremaduración.	138

Resumen

El cacao es utilizado como materia prima para la producción de chocolate y sus derivados. Uno de los problemas estructurales de su producción es el bajo nivel de productividad por unidad de superficie cosechada (rendimientos/hectárea), con reportes entre 350 y 506 kg/ha/año. Es frecuente encontrar plantas que no han sido podadas, o lo han sido deficientemente, lo que conlleva a bajos rendimientos y mazorcas de mala calidad, con efectos directos sobre los costos de producción.

Objetivo fue determinar la expresión de características relacionadas con el rendimiento, la productividad y la utilidad, en dos sistemas de poda en el cultivo de cacao (la tradicional y de cono natural), en Maceo – Antioquia, propiedad de un particular; en una plantación de 7.5 años, con 2 genotipos (CCN51 y ICS 95). Los sistemas de poda fueron analizados independientemente por clon, en un diseño experimental de 36 bloques completamente al azar con dos tratamientos y dieciocho (18) réplicas del bloque/clon (1 bloque= 2 árboles, uno por tratamiento). Las variables asociadas al rendimiento/hectárea fueron analizadas por la prueba no paramétrica de kruskal-wallis y la prueba de U de Mann-Whitney. Para el procesamiento y análisis de los datos se utilizó el programa R-project versión 3.5-1. Para el cálculo de la utilidad se determinó los ingresos operativos provenientes de la venta del grano, los costos de producción implicados en el manejo del cultivo y aplicación de las podas, la utilidad bruta de producción, los gastos por transporte y venta del producto y la utilidad operativa.

Palabras claves: Cacao, poda, rendimiento/ha, costos de producción, utilidad.

Keywords: Cocoa, pruning, yield / ha, production costs, utility.

1. Capítulo 1

1.1 Planteamiento de problema:

En 1960 se producía en todo el mundo un millón de toneladas de cacao (Donaire, 2014, p.9). En el periodo 2016-2017, la producción fue de 4.733 millones/ton. (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2018, p.7), distribuidas en África (73.8%), América (16%) y el 10.2% en Asia y Oceanía (ICCO, 2016, p.1) (Contreras, 2017, p.46). Los principales tres países productores representan el 71% de la producción mundial de cacao, compuesto por Costa de Marfil (42,7%), Ghana (20,5%) e Indonesia (7,6%) (Ríos, Ruiz, Lecaro y Rehpani, 2017, p.16) (Fedecacao, 2017, p.2) (Contreras, 2017, p.46), Ecuador ocupa el quinto lugar con una participación del 5,4% y Colombia el décimo lugar con una participación del 1,2% (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2018, p.7). De acuerdo con la Organización Internacional del Cacao (ICCO), en el año 2015, África cultivó aproximadamente el 73% del total de cacao producido a nivel mundial y el 85% del total de cacao exportado en el planeta (Ríos, et al. 2017, p.16).

El cacao "*Theobroma cacao* L." es un alimento altamente nutritivo (Campo y Herrera, 2012) (Quijano, 2016, p.13) y es uno de los principales productos commodity¹ comercializados en el mundo, especialmente como materia prima para la producción de chocolate y sus derivados: pasta, manteca, torta de cacao y cacao en polvo (Contreras, 2017, p.1 y 46), y se posiciona en el tercer lugar después del azúcar y el café en el mercado mundial (Quijano, 2016, p.13).

Se cultiva únicamente en zonas tropicales, pero los molinos están distribuidos en todo el mundo (Donaire, 2014, p.9), Europa con el 40%, Asia (23%), Latinoamérica (22%) y África (16%) (Donaire, 2014, p.9); solo el 40% de la producción mundial de cacao se muele en los países productores (Donaire, 2014, p.9). De acuerdo con la ICCO (2015), la región con mayor consumo de cacao en mundo es la Unión Europea (36%), seguida por América del Norte (23%), y Asia y Oceanía (17%). El consumo de los países productores, por su parte, ubica a América Latina en el 9% y a África, en el 4% (Ríos et al. 2017, p.17).

En términos per cápita, cada año se consumen en promedio en todo el mundo 0,61 kilos (Donaire, 2014, p.10); se registró un crecimiento general entre 2002 y 2011 (excluyendo el 2009 debido a la crisis mundial) al pasar de 0,54 kg/habitante en 2002-2003 a 0,61 kg/habitante en 2010-2011 (Alfaro, 2013, p.55). De acuerdo con Contreras (2017, p.50-51) a

¹ Bienes que conforman las materias primas esenciales de nuestra economía y del mundo, constituyen una alternativa más de inversión para distintos perfiles de inversionistas.

pesar que los principales productores de cacao en el mundo son los países africanos, seguidos de países suramericanos, los principales consumidores de este producto son los europeos, siendo los suizos los mayores consumidores per cápita con un consumo anual de 9 kg, seguido de Alemania con 7,9 kg y Reino Unido con 7,4 kg. (Contreras, 2017, p.44) (FEDECACAO (2), 2017, p.5). Adicionalmente a los países europeos, se destacan Australia con un consumo de 4,9 kg, Estados Unidos con 4,3 kg. (Contreras, 2017, p.44) (FEDECACAO (2), 2017, p.5). Por su parte, en Suramérica los principales consumidores son Chile y Uruguay con 2,1 y 1,8 kg respectivamente, mientras que Colombia registra un consumo anual per cápita de 1 kg (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2018, p.14). En Colombia este consumo se da principalmente en tazas, las cuales según estimaciones de Fedecacao son cerca del 30% del total del cacao consumido en el país (Contreras, 2017, p.44).

Se considera que hoy en el mundo, es cultivado por 5,5 millones de agricultores, principalmente pequeños productores (Ríos et al. 2017, p.13). Se estima que en Colombia participan entre 35.000 productores (Ríos et al. 2017, p.45) y 38.000 productores (Contreras, 2017, p.37) (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2018, p.2), en varias de ellas, este cultivo ha sido utilizado como alternativa a los cultivos ilícitos (Unidad de Gestión de Riesgos Agropecuarios – UGRA, 2018, p.1)

Donaire (2014, p.8) y Ríos et al. (2017, p.13) afirman que el 98% de las fincas cacaocultoras tienen una extensión inferior a las 5 hectáreas y son responsables del 90% de la producción mundial de cacao (Donaire, 2014, p.8), y que por diversas condiciones, tienen una situación socio-económica vulnerable. Igualmente, los agricultores de cacao en Colombia están inmersos en un sistema de economía campesina, de pequeños productores con unidades productivas que poseen 3,3 hectáreas en promedio, en donde el cacao generalmente está asociado con otros cultivos frutales y maderables (Ríos et al. 2017, p.77).

Baptista (2009, p.10) describe que el cacao es uno de los cultivos alimenticios que desde el punto de vista tecnológico e industrial ha tenido un avance lento y argumenta que quizás una de las razones se debe a su carácter altamente minifundista y las características de incompatibilidad genética que lo caracterizan, lo cual solo les permite su propio auto-sostenimiento (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2018, p.2). Corpoica afirma que el uso de tecnología se clasifica en un nivel bajo en el 73,3% de los cultivos del país, el 21,49% un nivel medio y menos del 1% tiene tecnología alta (CORPOICA, 2000, p.17). Resultados complementados por el DANE (2004, p.9) el cual afirma que el cultivo se encuentra en un nivel bajo de tecnología en un 78,27%, alrededor de un 22,87% en nivel

medio y menos del 1% en un nivel de tecnología alto. En general el agricultor solo realiza las labores básicas de recolección-cosecha, control de malezas y poda (Briceño, 2017, p.52).

Colombia es uno de los países que mayor producción de cacao genera en América después de Brasil, Ecuador, Perú y República Dominicana (Oliveros y Pérez, 2013, p.244), ocupando el décimo puesto en la producción mundial (Ríos et al. 2017, p.45), con una participación del 1,2% (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2018, p.7). La Organización Internacional de Cacao y Chocolate (ICCO) ha calificado al cacao colombiano como fino y de aroma, debido a que proviene de variedades cuya base genética han sido cacao tipo Criollo y Trinitario (Martínez, 2016, p.25), distinción que solo tiene el 5% del grano mundial (Oliveros y Pérez, 2013, p.244) (Ríos et al. 2017, p.36). En la actualidad Colombia cultiva variedades de cacao criollo, trinitario, amazónico e híbrido, y ha seleccionado materiales locales promisorios (Ríos et al. 2017, p.36). Actualmente se reportan en Colombia 175.430 ha. sembradas con una producción de 60.535 (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2018, p.3). Distribuidas en los departamentos de Santander (31%), Nariño (9%), Antioquia (8%) y Norte de Santander (7,8%) (Unidad de Gestión de Riesgos Agropecuarios – UGRA, 2018, p. 5). La producción nacional se cultiva en 29 departamentos y en más de 490 municipios (Contreras, 2017, p.37).

La Unidad de Planificación Rural Agropecuaria - UPRA determinó que existen en el país 4,8 millones de hectáreas de aptitud alta para el desarrollo del cultivo comercial de cacao. Estas áreas se ubican en los departamentos Meta, Antioquia, Córdoba y Santander (Unidad de Gestión de Riesgos Agropecuarios – UGRA, 2018, p. 5).

Esta actividad en Colombia aporta el 2,4% del empleo agrícola; en la industria de transformación del cacao y de fabricación de chocolates el aporte es de 1,5% al total de la industria de alimentos y del 0,3% en el total de la industria manufacturera (Castellanos, Torres, Fonseca, Montañez y Sánchez, 2007, p.11). Para el año 2017 se generaron aproximadamente 155 mil empleos (62 mil directos y 93 mil indirectos) (Unidad de Gestión de Riesgos Agropecuarios – UGRA, 2018, p. 8).

De acuerdo con el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural - MADR, la Compañía Nacional de Chocolates y Casa Luker absorben el 90% de la producción nacional de cacao (Unidad de Gestión de Riesgos Agropecuarios – UGRA, 2018, p.1), (las cuales representan el 92% de la agroindustria de este producto) (Ríos et al. 2017, p.78). El 6% es utilizado por Chocolate Girones, Colombina y 18 empresas de pequeña escala. La producción restante

se comercializa en el exterior (Unidad de Gestión de Riesgos Agropecuarios – UGRA, 2018, p.1).

Antioquia participa del (8,2%) del área total nacional, con 14.256 ha. sembradas y del 9% de la producción con 5.407 ton. (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2018, p.4). Las subregiones del Urabá, Bajo Cauca, Magdalena Medio y Nordeste representan el 92% de la producción y el 80% de hectáreas sembradas.

Uno de los problemas estructurales de la producción de cacao en Colombia es el bajo nivel de productividad por unidad de superficie cosechada o rendimientos por hectárea (Martínez, Espinal y Ortiz, 2005) (Clavijo y Ardila, 2015, p.15)

Para Colombia el rendimiento/ha/año oscila entre 350/450 kilos (Unidad de Gestión de Riesgos Agropecuarios - UGRA, 2018, p.7) (Oliveros y Pérez, 2013, p. 251) (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2018, p.4), 427 kg/ha/año (Ríos et al. 2017, p.78 y 48), y alrededor de los 506 kg/ha/año, con un coeficiente de variación del 9,3% anual y con una tendencia de largo plazo ligeramente creciente del 1% anual (Clavijo y Ardila, 2015, p.15). Este nivel de rendimientos es significativamente inferior al rendimiento promedio de países altamente competitivos en la producción y comercio de cacao y sus derivados como Malasia (1,200 kg/ha/año) e Indonesia (940 kg/ha/año) (Faostat, 2015). A su vez, este rendimiento equivale a una cuarta parte del rendimiento potencial en fincas de los nuevos clones de cacao establecidos en ambientes agroforestales los cuales son superiores a 2,000 kg/ha/año (FEDECACAO, 2009), y 2.910 kilos/ha/año (Ruales, Burbano y Ballesteros, 2011, p.89). Para Antioquia el rendimiento/ha/año se reporta de 450 kilos (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2018, p.4).

Este bajo rendimiento en Colombia y Antioquia es consecuencia principalmente de un deficiente manejo del cultivo (Oliveros y Pérez, 2013, p.251); la edad avanzada de las plantaciones con muy baja productividad (Quiroz y Amores, 2002, p.73) (Ríos et al. 2017, p.78); el tipo de material de propagación utilizado (materiales de origen común o híbrido, auto incompatibles y con bajos niveles de tolerancia a enfermedades) (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2012, p.15); el bajo nivel tecnológico de las fincas (Ríos et al. 2017, p.78) (Oliveros y Pérez, 2013, p.252); la incidencia de la 'Monilla', que puede disminuir la producción hasta en un 80% (Ríos et al. 2017, p.78); factores físicos y químicos del suelo, manejo del cultivo y el potencial genético de los materiales cultivados (Puentes, Menjivar, Gómez y Aranzazu, 2014, p.146). Además, el cultivo de cacao enfrenta la dificultad de contar con una deficiencia de capital humano (64% de los agricultores tienen sólo el nivel

primario de educación), que complica una mayor transferencia tecnológica (Gamboa, Zuluaga y Rubiano, 2007, p.14).

Corpoica afirma que la calidad del grano seco es baja por tener establecidas operaciones de cosecha y poscosecha con mínimo control de calidad, lo cual conduce a una heterogeneidad en el grado de fermentación (CORPOICA, 2000, p.123), en gran medida a que las operaciones de transformación del cacao en fresco, realizadas por los productores, se desarrollan de manera tradicional, tal como se ha enseñado de generación en generación (Contreras, 2017, p.3). Asimismo, se han identificado que los productores transforman distintos volúmenes de masa de cacao según épocas de cosecha y/o necesidades, desde cantidades inferiores a 10 kg hasta más de 400 kg (CORPOICA, 2000) (Contreras, 2017, p.4).

Almeida y Valle (2007) y Puentes et al. (2014) señalan que entre los parámetros más importantes que determinan el rendimiento en este cultivo esta la intercepción de luz, la tasa de fotosíntesis, la respiración, la morfología del fruto, el proceso de fermentación de las semillas y la disponibilidad hídrica. A medida que las plantas crecen y desarrollan sus copas, las hojas de las ramas superiores sombrean las hojas de las ramas bajas, produciendo auto-sombra y reduciendo el nivel de sombra deseable de las plantas del dosel, en los primeros dos años de edad el 50-60% de sombra y del luego reducirla paulatinamente a medida que el cacao desarrolla su copa, hasta un rango del 20-40% en plantaciones adultas de más de ocho años de edad (Somarriba, 2004, p.122) (Baptista, 2009, p.54).

En las plantaciones de cacao es frecuente encontrar, plantas que no han sido podadas, o han sido deficientemente podadas, lo cual conlleva a bajos rendimientos y mazorcas de mala calidad (Báez, 2008, p.3), estas adquieren una cantidad de ramas indeseables e improductivas que restan vigor a las plantas en producción, con detenimiento de la floración y la formación de nuevas ramas productoras necesarias para mantener una copa nueva y permanentemente, durante su periodo de vida (Báez, 2008, p.3). El cacao requiere de más radiación solar durante la floración y el llenado de los frutos que en cualquier otra etapa del ciclo fenológico anual (Somarriba, 2004). El rendimiento de una planta de cacao es determinado por el equilibrio entre la cantidad de radiación solar que recibe y por la fertilidad (natural o artificial) de que dispone. Altos rendimientos exigen mantener altos niveles de radiación solar (poca sombra) y elevada fertilidad del suelo (Somarriba, 2004, p.125).

En el sector agrícola, el análisis financiero de los costos en la rentabilidad de los negocios es trascendental, puesto que es importante que se mantenga un control de los valores y

recursos necesarios para producir los bienes a comercializar, siendo que, si el costo de producción resulta en extremo elevado, la rentabilidad obtenida no justificará los esfuerzos llevados a cabo (Robayo y Hurel, 2019, p.3). De acuerdo con Murillo (2017, p.77) los costos de producción están divididos en dos áreas diferentes, en primer instancia se analizarán los costos del establecimiento del sistema agroforestal y en segunda los costos de mantenimiento del sistema. Los bajos rendimientos, las mazorcas de mala calidad y la producción de ramas indeseables e improductivas tienen un efecto directo sobre los costos de producción en la etapa de mantenimiento o sostenimiento del cultivo de cacao. Los costos de manejo del sistema agroforestal se dividen en mano de obra, insumos, costos indirectos de fabricación y costos administrativos (Murillo, 2017 p. 79). De acuerdo con Martínez y Beltrán (2005) entre los factores más importantes que las compañías productoras tienen en cuenta para determinar el precio de compra de cacao en el mercado interno están la evolución del precio internacional, su nivel de abastecimiento, y la incidencia sobre sus costos de producción. Estos factores fueron confirmados por la Compañía Nacional de Chocolates y Casa Luker para el mercado colombiano (Gamboa et al. 2007, p. 37).

Pese a la importancia que tiene el conocimiento sobre los costos de producción para realizar las valoraciones técnicas, tecnológicas, económicas y financieras del agronegocio cacaotero, el desconocimiento sobre estos por parte de los agricultores es alto, y así lo confirman Chávez, Olaya y Maza (2018, p.187) en su investigación, acentuando que la mayoría de los productores de cacao de Ecuador y Perú vivencian la misma realidad (Barrientos, 2015)

1.2 Justificación:

Algunos investigadores han afirmado que la producción del cacao se debe en un 30% al componente genético y en un 70% al componente ambiental y sus interacciones (CORPOICA, 2000). Dentro de los factores climáticos, la temperatura y la pluviosidad son considerados los más críticos en el crecimiento de las plantas, siendo la radiación solar un factor relativo que interfiere en los mecanismos fisiológicos de la planta, el cual puede ser controlado a través de la manipulación del sombrío (CORPOICA, 2000, p.26).

Las plantaciones de cacao en etapa reproductiva, tienen alto potencial de respuesta a la aplicación de prácticas de manejo tendientes a su rehabilitación (Quiroz y Amores, 2002, p.74), y es así como las labores de poda y deschupone (Oliveros y Pérez, 2013, p.258), permiten obtener una adecuada formación de la planta facilitando las labores culturales y una buena distribución de ramas, para lograr así una adecuada penetración de luz solar, aire y una regulación de humedad ambiental, necesarias para el buen desarrollo de la planta

de cacao (Báez, 2008, p.3). La sombra excesiva reduce la floración aproximadamente en un 80%, en plantas de 12 años y el 50%, en plantas más adultas (CORPOICA, 2000).

Para la formación de una mazorca de cacao, la planta debe tener un promedio de 10 a 15 hojas en normal funcionamiento, esto depende de la capacidad fotosintética según la variedad de cacao; lo que indica la importancia de conservar y manejar muy bien el área foliar (Báez, 2008, p.16). La capacidad fotosintética de la planta de cacao se mide por la cantidad de CO₂ absorbida por la superficie de la hoja en la unidad de tiempo (mg de CO₂ m⁻² .s⁻¹), la cual varía con la edad, posición y tipo de hoja. La planta de cacao tiene una tasa fotosintética relativamente baja (0.10-0.15 mg CO₂m⁻².S⁻¹) (CORPOICA, 2000). Las hojas del cacaotero tienen varios estados de crecimiento durante su periodo de vida y su máximo potencial fotosintético seda a los 20 días de edad (CORPOICA, 2000, p.29).

La capacidad que tiene la planta para producir los carbohidratos está relacionada en forma directa con la arquitectura de la planta y el volumen de la copa, la cual se expresa con frecuencia por el índice de área foliar (IAF), que es la relación entre la sumatoria del área foliar de todas las hojas de la planta y el área ocupada por la planta (CORPOICA, 2000, p.29). A medida que el índice foliar es mayor, la planta tiene mayor capacidad fotosintética y por tanto, tendrá mayor capacidad para elaborar carbohidratos, producir mazorcas y emitir hojas nuevas (CORPOICA, 2000, p.29). Corpoica afirma que al analizar los diferentes clones se observa que existe una gama de tamaño de hojas, arquitectura de la planta que le genera la capacidad para realizar la fotosíntesis y producir carbohidratos y almacenarlos en mazorcas y tejidos (CORPOICA, 2000, p.29). Los índices de área foliar en el cacao varía entre 1.37 y 5.6, concepto que se debe tener en cuenta cuando se vayan a realizar las podas, puesto que, en la medida que la planta tenga una buena arquitectura y un índice de área foliar alto, tendrá mayor capacidad para elaborar fotoasimilados (CORPOICA, 2000, p.29-30).

El árbol de cacao se divide en tres partes, donde se ubica la cosecha; llamado en muchas investigaciones realizadas por los expertos en cacao, primer tercio, segundo tercio, y tercer tercio. El primer tercio es el tallo recto y sostiene el 20% de la cosecha; el segundo tercio es el más importante y son las ramas primarias donde sostiene el 70% de la cosecha y el tercer tercio las ramas secundarias, terciarias, etc. y sostiene el 10% de la cosecha de bayas (mazorcas) (Báez, 2008, p.16).

La arquitectura de la planta de cacao, ya sea producida por injerto o mediante semilla sexual, los distanciamientos y arreglos de plantación y el desarrollo y manejo de las copas (tipo,

frecuencia e intensidad de podas) determinan la auto-sombra en la plantación. Plantaciones de semilla sexual, con alta densidad de siembra y poca poda, resultan en altos niveles de auto-sombra (Somarriba, 2004, p.125) y requieren, por ende, de pocas plantas en el dosel que le provean sombra y de una adecuada distribución de sus hojas en el primer y segundo tercio.

En Colombia, los rendimientos de las plantaciones de cacao están afectadas en más del 50%, no sólo por la carencia de materiales adaptados a cada región, a los efectos de la enfermedades y plagas, sino por el mal manejo estructural que se le ha dado al árbol en las diferentes zonas cacaoteras (CORPOICA, 2000, p.92). La conformación de una copa balanceada para la captación de energía lumínica, se debe constituir como labor fundamental del manejo del árbol, para permitir una producción suficiente de carbohidratos básicos en el desarrollo de los frutos. Somarriba (2004, p.125) afirma que el rendimiento es determinado por el equilibrio entre la cantidad de radiación solar que recibe la planta y la fertilidad (natural o artificial) de que dispone. Altos rendimientos exigen mantener altos niveles de radiación solar (poca sombra) (Somarriba, 2004, p.125) y elevada fertilidad del suelo. La realización de adecuadas prácticas agronómicas, como las podas pueden incrementar los rendimientos entre 200 –1.000 kg/ha/año de cacao seco (Quiroz y Amores, 2002, p.74), como resultado de combatir las enfermedades debido a la regulación de la sombra y mejora del ingreso de luz hacia el interior del árbol, permitiendo que éste posea los requerimientos lumínicos necesarios para cumplir sus funciones fisiológicas (Quiroz y Amores, 2002, p.80). Podar significa renovar, reorientar la arquitectura foliar con el objetivo de prolongar la vida útil del árbol, favoreciendo un mayor reciclaje de nutrientes con el fin de aumentar el rendimiento biológico y por ende su capacidad productiva (CORPOICA, 2000, p.92). Las podas deben ser ligeras buscando una estructura adecuada al árbol y permitiendo que haya una mejor aireación y una buena penetración de luz, con el objetivo de aumentar su eficiencia fotosintética (CORPOICA, 2000, p.92).

En el 2013, fue realizado el “Estudio para determinar los niveles de productividad de Cacao, mediante la utilización de la poda de cono natural en una hectárea de cacao *Theobroma cacao* L. en la finca el Cerrito de la vereda Santa Inés en el municipio de San Vicente de Chucurí” (Báez, 2013), el cual permitió concluir que la aplicación de la poda de cono se garantiza el mantenimiento de la estructura natural del árbol, la longevidad, la ubicación de mazorcas facilitando su cosecha y control fitosanitario y minimizando los costos de producción y labores culturales mejorando la rentabilidad y por ende la calidad de vida de los cacaocultores (Báez, 2013, p.13). Igualmente, los resultados demostraron que los tratamientos con poda independiente de la fertilización, incrementaron su producción en un

promedio superior a los 1.500 kg., con un porcentaje de infestación de monillia del 10%, en comparación al testigo, el cual fue tratado con una poda tradicional y sin fertilización, el cual obtuvo un rendimiento de 1.173 kg y un porcentaje de infestación de monillia del 22% (Báez, 2013, p.68). Estos resultados se complementan con la confirmación de Martínez (2015, p.22) en su investigación titulada “Caracterización de cultivares de cacao (*Theobroma cacao* L.) por su respuesta de defensa a *Moniliophthora roreri* y su polimorfismo de SSRs, el cual afirma que las prácticas culturales como la poda, constituyen el elemento más importante para la formación de la planta, y que la técnica de poda en Cono Natural el manejo del árbol, permite a la planta mantener un equilibrio constante entre el dosel de hojas y el leño maduro, necesario para la formación de cojines florales y frutos.

En el 2015, la investigación titulada “Eficiencia Económica en la Producción de Cacao en Rionegro -Santander” afirma que las enfermedades como monillia y escoba bruja, pueden mantenerse en niveles controlables mediante un manejo integrado de las plantaciones, donde adquiere vital importancia el uso adecuado y periódico de la poda, la extracción oportuna de mazorcas enfermas y la utilización de materiales de siembra flexibles a estas enfermedades (Clavijo y Ardila, 2015, p.68). Igualmente confirman que la poda es la única práctica realizada por un grupo representativo de agricultores para erradicar el problema sanitario y concluyen que la deficiencia en el buen manejo de la poda facilita la proliferación de enfermedades y además no permite que los árboles de cacao desarrollen al máximo su capacidad productiva, aumentando así los costos en la cosecha (Clavijo y Ardila, 2015, p.68).

De acuerdo a lo anterior, si no se realiza las podas adecuadas que permita dar la arquitectura óptima al árbol de cacao, a partir del séptimo u octavo año de producción, inicia ésta a decaer, al mismo tiempo que incrementa la población y proliferación de las plagas y enfermedades que limitan el desarrollo productivo de cultivo, la calidad de las mazorcas y el grano cosechado, siendo cada año más costoso producir un kilo de cacao, afectando la zona productiva y la longevidad árbol de cacao (Báez, 2008, p.16).

Esta respuesta fisiológica y su efecto sobre las características productivas y económicas en el cultivo de cacao demuestran la necesidad de realizar un trabajo comparativo entre las dos técnicas de poda, considerando que los efectos de la poda de cono natural para Colombia ha contado con limitadas investigaciones, y su efecto en las plantaciones de cacao localizadas en Antioquia no se ha validado a nivel investigativo, por lo que este trabajo generaría nueva información que contribuirá a cerrar la brecha de conocimiento en esta materia.

1.3 Hipótesis:

Es posible incrementar el rendimiento y la productividad del cultivo de cacao, cambiando en la etapa de producción, la arquitectura del árbol, mediante la implementación de una poda de cono natural.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo General:

Determinar la expresión de características relacionadas con el rendimiento, la productividad y la utilidad, en dos sistemas de poda en el cultivo de cacao (la tradicional y de cono natural), en Maceo - Antioquia.

1.4.2 Objetivos Específicos:

2.1 Evaluar los componentes asociados a la utilidad y la productividad en un predio de cacao en producción, mediante la comparación del sistema de poda tradicional y el sistema de poda de cono natural, en Maceo - Antioquia.

2.2 Determinar y comparar la utilidad del agronegocio cacaotero, para cada uno de los dos sistemas de poda, como respuesta al incremento de su rendimiento y productividad.

2. Capítulo 2

2.1 Marco Teórico:

2.1.1 Marco Conceptual:

En el desarrollo de la investigación, se utilizó el concepto de productividad propuesto por Hernández Laos, el cual señala que la productividad generalmente se concibe como una relación entre recursos utilizados y productos obtenidos (Martínez, 1994, p.13). Este autor plantea que si bien es cierto el indicador más usual es la productividad del trabajo, también es cierto que hay tantos índices de productividad como recursos utilizados en la producción. Sin embargo, las productividades parciales no muestran la eficiencia conjunta de la

utilización de todos los recursos por lo que es importante tener una medida simultánea de la eficiencia en la utilización conjunta de los recursos; es decir, una medida de la productividad total de los factores (PTF) (Martínez, 1994, p.13).

El concepto de costos del producto, fue manejado de acuerdo a la definición propuesta por García (1999, p.158-159), en la cual describe que son aquellos susceptibles de capitalizar en un inventario, es decir, corresponden a erogaciones que conforman el valor contable de algo tangible (un producto físico). Por costo directo se clasificó cualquier costo sobre el que pueda establecerse una relación directa, precisa o claramente medible con el producto del que hace parte (García, 1999, p.159). Los demás costos asociados serán considerados como indirectos.

Asimismo, se realizó una clasificación según el comportamiento de los costos, entre variables y fijos. Los variables, tan bien llamados directos, son aquellos que fluctúan en relación directa con el volumen de producción, de forma que si éste aumenta, también aumenta el costo variable. Los costos fijos son aquellos que permanecen constantes durante un periodo determinado y por una escala pertinente de producción (García, 1999, p.159).

Por producción se entendió a cualquier tipo de actividad destinada a la fabricación, elaboración u obtención de bienes y servicios. En el proceso se requiere de distintos factores que pueden dividirse en tres grandes grupos: la tierra, el capital y el trabajo. La tierra es aquel factor productivo que engloba a los recursos naturales; el trabajo es el esfuerzo humano destinado a la creación de beneficio; el capital es un factor derivado de los otros dos, y representa al conjunto de bienes que además de poder ser consumido de modo directo, también sirve para aumentar la producción de otros bienes. La producción combina los citados elementos para satisfacer las necesidades de la sociedad, a partir del reconocimiento de la demanda de bienes y servicios.

De acuerdo con las Normas de Información Financiera (NIF), NIF A-5 (2007), los ingresos se definieron como “el incremento de los activos o el decremento de los pasivos de una entidad durante un periodo contable, con un impacto favorable en la utilidad o pérdida neta o, en su caso, en el cambio neto en el patrimonio contable y consecuentemente en el capital ganado o patrimonio contable respectivamente”. Los ingresos fueron reconocidos contablemente en el periodo en el que se devengaron, y se reconocieron cuando el movimiento de activos y pasivos impactó favorablemente el capital ganado o patrimonio contable de la entidad a través de la utilidad o pérdida neta (Pecha, 2007, p.95-96).

El concepto de utilidad neta se manejó como “el valor residual de los ingresos de una entidad lucrativa, después de haber disminuido sus costos y gastos relativos reconocidos en el estado de resultados siempre que estos últimos sean menores a dichos ingresos, durante un periodo contable; en caso contrario, es decir, cuando los costos y gastos sean superiores a los ingresos, la resultante es una pérdida neta” (Pecha, 2007, p.99).

2.1.2 Marco referencial:

El cacao (*Theobroma cacao*, L.) es un árbol frutal originario de la selva tropical húmeda de Sudamérica, su origen se remonta a la región Amazónica del este ecuatorial y afluentes del río Napo, Putumayo y Caquetá (Ríos et al. 2017). Es un alimento altamente nutritivo (Campo y Herrera, 2012) y es uno de los principales commodities comercializados en el mundo, especialmente como materia prima para la producción de chocolate y sus derivados: pasta, manteca, torta de cacao y cacao en polvo (Contreras, 2017, p.1 y 46). Además del cacao fino o de aroma, en la actualidad también se ha introducido el término Cacaos Especiales para referirse a la oferta de cacaos que tienen atributos consistentes y verificables, que los diferencian del cacao corriente y que no necesariamente están ligados de manera exclusiva a las propiedades organolépticas típicas del cacao fino o de aroma (Ríos, et al. 2017, p.23).

Los principales productores de grano son los países africanos. Costa de Marfil es el productor número uno del mundo, con una producción anual de 2.020.000 ton., Ghana 965.000 ton. e Indonesia con 290.000 ton. (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2018, p.6); Colombia ocupa el décimo puesto en la producción mundial (Ríos et al. 2017, p.45) con una participación del 1,2% (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2018, p.7). El país reporta la producción de los mejores cacaos del mundo por su aroma y sabor, distinción que solo tiene el 5% del grano mundial (Oliveros y Pérez, 2013, p.244) (Ríos et al. 2017, p.36). Es cultivado en el mundo por 5,5 millones de agricultores, principalmente pequeños productores (Ríos et al., 2017, p.13) y en Colombia entre 35.000 (Ríos et al. 2017, p.45) y 38.000 productores (Contreras, 2017, p.37).

El departamento de Santander es el principal productor a nivel nacional con una participación del 38% del total de la producción (53.154 ha. - 23.042 ton.), seguido por Antioquia con una participación del 9% (14.256 ha. - 5.407 ton.), Arauca 8% (12.528 ha. - 5.037 ton.), Huila 8% (13.53 ha. - 4.822 ton.), Tolima 8% (12.000 ha. - 4.590 ton.) y Cundinamarca 3% (4.800 ha. - 2.115 ton.) (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2018,

p.4). En Antioquia, las subregiones del Urabá, Bajo Cauca, Magdalena Medio y Nordeste representan el 92% de la producción de cacao y el 80% de hectáreas sembradas de Antioquia.

La cadena Productiva de Cacao-chocolate, es un renglón de la economía agrícola del país muy importante. Pese a esto, atraviesa un retraso tecnológico muy grande, provocando pérdida de productividad de las plantaciones de cacao. Córdova et al. (2001, p.93), concluyeron que la baja productividad de los cacaotales está relacionada con la edad avanzada de las plantaciones, el deficiente control de plagas y enfermedades, el inadecuado drenaje del suelo en épocas de lluvias, la baja aplicación de fertilizantes, el manejo inadecuado de las sombras en el cacaotal y la nula asistencia técnica y capacitación a productores, así como los insuficientes apoyos del estado a la producción. También son limitantes las deficientes prácticas agronómicas, divergencias en las metodologías para determinar costos de establecimiento y manejo de cultivo, así como en los valores de los mismos, según las zonas productoras y las precarias prácticas en el proceso de beneficio del cacao, afectando los estándares de calidad y composición física y química del grano y de sus subproductos, dado que ésta cambia a lo largo del crecimiento del grano y dependiendo del proceso al cual éste es sometido en sus etapas posteriores de post cosecha. Prada, Manrique y Santos (2015, p.29) confirman que las labores de fertilización, podas de formación y sanitarias, así como la renovación de cacaoteras son prácticamente inexistentes y se consideran fuertes limitantes.

El Acuerdo de Competitividad de la Cadena de Cacao – Chocolate de Antioquia (Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, 2017), describe que el sistema de producción de la cacaocultura a nivel departamental evidencia serios problemas de productividad y competitividad derivados de: a) la falta de jardines clónales con materiales finos y aromáticos, b) inadecuado beneficio del grano, c) falta de mayor organización y agremiación de los productores, d) existencia de cultivos con material genético en su mayor parte inadecuado, lo que se traduce en baja productividad, alta incidencia de enfermedades y altos costos de producción, e) cultivo exigente en prácticas culturales que demandan mucha mano de obra, generando altos costos de producción, f) falta mayor transferencia de tecnología, capacitación y asistencia técnica a los productores, tanto en los aspectos de manejo agronómico del cultivo como en la gestión empresarial, g) falta mayor capacitación de los funcionarios técnicos sobre las nuevas tecnologías disponibles para el cultivo, h) los problemas de titulación y tenencia de tierras, i) existe una baja dinámica de precios pagados al productor, determinada principalmente por el deterioro de los precios internacionales, j) el limitado acceso de los productores a los instrumentos de financiación y capitalización

diseñados por el Gobierno Nacional. Estos aspectos plantean la necesidad de fortalecer las prácticas agronómicas y de manufactura en la cadena cacao chocolate Nacional y de regional que promuevan la producción de un grano de mejor calidad y competitivo en el mercado.

La investigación titulada “Efecto de la poda en plantaciones de cacao en el estado de Tabasco, México” afirma que la poda, en el cacao, consiste en eliminar yemas, ramas improductivas y partes secas de la planta para facilitar el desarrollo de nuevas yemas, lo que permitirá la entrada de luz en el cacaotal y eliminará la presencia de plagas y enfermedades; igualmente prolonga la vida útil del árbol y aumenta el rendimiento (López, Sol, Córdova y Gallardo, 2016, p.2808). Asimismo, que la mayoría de las plantaciones de cacao son viejas y para no deforestarlas, se establece una rehabilitación (podas) para aumentar la productividad a través de aumentar la producción sin incrementar área destinada al cultivo, siendo la poda un método fácil y sencillo para los productores que cuentan con recursos limitados (López et al. 2016, p.2808).

Frente al rendimiento, se encuentran reportes con marcadas variaciones en el periodo 1995 - 2015, siendo bajos y en promedio inferiores a los 530 kg/ha/año (Oliveros y Pérez, 2013, p-251) (Ríos et al. 2017, p.78 y 48) (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2018, p.4). En Antioquia el rendimiento/ha/año se reporta entre 450 (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2018, p.4) indicador que está muy bajo, dado los resultados obtenidos en algunas investigaciones que reportan rendimientos de 2.613, 2.376, 2.851 y 2.910 kilos/ha/año² (Ruales et al., 2011, p.89) y 2.954 kg/ha/año (ICS 60), 2.921 kg/ha/año (ICS 39) y 2.694 kg/ha/año (FLE 3) reportados en Santander (Martínez, 2016, p.50). Los bajos rendimientos en la producción de cacao (*Theobroma cacao* L.) están en parte relacionados con factores físicos y químicos del suelo, manejo del cultivo y el potencial genético de los materiales cultivados (Puentes et al. 2014).

Almeida y Valle (2007) y Puentes et al., (2014) señalan que entre los parámetros más importantes que determinan el rendimiento en este cultivo esta la intercepción de luz, la tasa de fotosíntesis, la respiración, la morfología del fruto, el proceso de fermentación de las semillas y la disponibilidad hídrica. Jaimez, Tezara, Coronel y Urich (2008, p.254) en su investigación confirmaron que la intensidad de la luz afecta otros factores micro climáticos como la temperatura, la humedad relativa, evaporación y disponibilidad de agua en el suelo además de factores que influyen en la fertilidad de la plantación como velocidades de

² Rendimiento de los materiales evaluados en la Granja Luker (kg/ ha/ año).

incorporación de hojarasca que sumados afectan tanto el crecimiento del cacao como su producción. Enríquez (2006, p.6-7) describe que entre los fenómenos afectados por la acción directa de la luz propiamente dicha, o luminosidad, se pueden citar la fotosíntesis, la apertura de los estomas, el crecimiento o alargamiento de las células, la composición química y las características físicas de las grasas de cacao, la época de maduración de los frutos y la intensidad de la floración.

Somarriba (2004, p.125) plantea que el rendimiento de una planta de cacao está determinado por el equilibrio entre la cantidad de la radiación solar que recibe y por la fertilidad (natural o artificial) de que dispone. Altos rendimientos exigen mantener altos niveles de radiación solar (poca sombra) y elevada fertilidad del suelo (Somarriba, 2004, p.125). Jaimez et al. (2008) describe que la capacidad fotosintética y contenido de clorofila incrementan paralelamente y la actividad de Rubisco aumenta con la cantidad de clorofila y esta última puede ser usada como indicador del desarrollo de cloroplastos.

Quiroz y Amores (2002, p.74) en su investigación titulada “Rehabilitación de plantaciones tradicionales de cacao en Ecuador”, describen que en general, todos los árboles de una plantación de cacao no poseen la misma capacidad de producción, debido a variaciones genéticas, de suelo y a la competencia con otros árboles (Quiroz y Amores, 2002, p.75), por esto en promedio, el 20% de los árboles de una plantación producen solo el 5% de la cosecha y el proceso de rehabilitación da la oportunidad de reemplazar éstas plantas con plantas nuevas, vigorosas y de calidad (Quiroz y Amores, 2002). Se considera como árboles de baja producción aquellos que en condiciones naturales producen en promedio menos de 0,5 kg de cacao seco/año. La realización de adecuadas prácticas agronómicas en un programa de rehabilitación, pueden incrementar los rendimientos entre 200 – 1000 kg/ha/año de cacao seco (Quiroz y Amores, 2002, p.74), como resultado de combatir las enfermedades debido a la regulación de la sombra y mejora del ingreso de luz hacia el interior del árbol, permitiendo que éste posea los requerimientos lumínicos necesarios para cumplir sus funciones fisiológicas (Quiroz y Amores, 2002, p.80).

Enríquez (2006, p.5) confirma que bajo una intensa sombra, aun cuando se tenga una fertilidad muy alta, no se incrementa significativamente la producción; en cambio, en un cacaotal con sombreado bajo o liviano, el incremento de la fertilidad aumenta considerablemente los rendimientos, por lo que es necesario encontrar, en cada lugar, el punto crítico de estos dos factores.

Por su acción térmica, más que luminosa, la luz es el principal factor ambiental que afecta los siguientes fenómenos fisiológicos de la planta: a) Transpiración o pérdida de agua. b) Crecimiento. c) Actividad metabólica. d) Características químicas (Enríquez, 2006, p.6). Este mismo autor, describe que observaciones realizadas en Costa Rica muestran que para una temperatura del aire de 28°C, intensidad de luz de 13.500 bujías/pie, y humedad relativa del 68 por ciento, la temperatura de una hoja al sol es de 46 a 48°C, mientras que la de una hoja colocada a la sombra es de 28°C; asimismo, una hoja al sol alcanza valores de 18 a 20°C, por encima de la temperatura del aire. Ese pronunciado calentamiento de las hojas por efecto del sol trae como consecuencia un considerable aumento en la presión del vapor de agua dentro de los espacios intercelulares, forzando su escape a través de los estomas; por esta razón la transpiración de una hoja al sol es considerablemente más acelerada, pudiendo ser dos o tres veces mayor a la de una hoja a la sombra (Enríquez, 2006, p.6).

Jaimez et al., (2008, p.256) en su investigación titulada “Eco fisiología del cacao (*Theobroma cacao*): su manejo en el sistema agroforestal - Sugerencias para su mejoramiento en Venezuela” concluyeron que las intensidades de luz no deben sobrepasar los 1000 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, que mayores intensidades de luz pueden traer efectos fotoinhibitorios, menor duración de las hojas y en algunos momentos del año problemas de déficit hídricos que aunado a mayores diferencias de presión de vapor de agua entre la hoja y el aire (DPV), pueden producir menores potenciales hídricos, cierres estomáticos y en consecuencia menores tasas de asimilación de CO_2 , y en consecuencia a una menor producción de frutos (Jaimez et.al., 2008, p.256).

Zambrano y Segovia (2011, p.593-594) en su investigación titulada “La competitividad del sistema de producción de cacao en la zona norte del estado Táchira”, concluyeron en su diagnóstico que el bajo nivel tecnológico, la alta variabilidad genética y el deficiente manejo postcosecha, son las principales causas de la baja competitividad del sistema de producción de cacao en la zona. Asimismo, Oliveros y Pérez (2013, p.243) en su investigación titulada “Medición de la competitividad de los productores de cacao en una región de Santander, Colombia” realizaron la evaluación de la competitividad de los productores de cacao en Santander Colombia, mediante el modelo de las cinco fuerzas de Porter (2008). Los resultados evidencian que la producción de cacao en grano durante los últimos años se ha convertido en una actividad productiva poco atractiva para la inversión debido a que los grandes márgenes de rentabilidad se los están quedando las empresas transformadoras de la cadena productiva. Es evidente que los productores de cacao vienen pasando por una fuerte crisis debido a los bajos precios que pagan por su producción, razón por la cual los

productores piden la compra de la cosecha por parte del Gobierno Nacional a un precio justo (Oliveros y Pérez, 2013, p.265).

Esta variable de descontento, la confirma Fedecacao (2017, p.2), al describir que los precios han bajado como consecuencia de las cotizaciones internacionales. El mercado de cacao en Colombia es tomador de precios internacionales. La referencia es la Bolsa de Nueva York. Los precios del cacao en esta Bolsa han venido cayendo sostenidamente desde enero de 2016, lo cual repercute en igual comportamiento del precio nacional (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2018, p.11) y cualquier cambio en el mercado internacional afecta directamente el precio interno (Fedecacao, 2017, p.3). Desde enero de 2016 a mayo de 2017, el precio promedio de un kilo de cacao pagado por la industria en Colombia, ha pasado de \$8.194 a \$4.759. A partir de esta fecha el precio se ha mantenido estable con una leve tendencia al alza, presentando en la última semana de abril de 2018 un precio promedio de \$6.330 (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2018, p.11).

Oliveros y Pérez (2013, p.265), concluyeron que a pesar de los grandes esfuerzos del gobierno nacional colombiano y regional, los productores muestran un descontento generalizado con los gremios y programas del gobierno que buscan mejorar la productividad y competitividad del sector debido, por una parte, la mala planificación de cada uno de los programas, a la agendas paralelas que se llevan, a la promoción de los programas sin llegar a un empoderamiento de los diferentes proyectos y en general, a la gran cantidad de proyectos inconexos, sin articulación entre ellos. Asimismo, los entes financiadores presentan muchas exigencias al momento de prestar capital en este tipo de cultivos, los seguros agrícolas no cubren todos los riesgos de una producción agropecuaria. Por tanto, los productores se ven obligados a realizar préstamos paralelos pagando intereses muy altos y comprometiendo su producción (Oliveros y Pérez, 2013, p.265).

Puentes et al. (2014, p.145) en su investigación titulada “Absorción y distribución de nutrientes en clones de cacao y sus efectos en el rendimiento” evaluaron la capacidad de absorción y distribución de los nutrientes N, P y K en hojas, cáscara y almendra de los clones de cacao (*Theobroma cacao* L.): CCN-51 y ICS-95 (auto-compatibles) y TSH-565 e ICS-39 (auto-incompatibles), y su influencia en el rendimiento, concluyeron que existente diferencias en la capacidad de absorción y distribución de nutrientes y en el rendimiento entre clones, lo cual es relevante para el eficiente manejo nutricional del cultivo (Puentes et al. 2014, p.148-149).

3. Capítulo 3

3.1 Metodología, materiales y métodos:

3.1.1 Localización:

El estudio se realizó entre el segundo semestre de 2017 y primer semestre de 2018, en el municipio de Maceo, subregión del Magdalena Medio, departamento de Antioquia, vereda Santa María, finca El Paraíso, propiedad de un particular. A una altitud de 1.000 msnm, 2.701 mm, 24 °C y 78% de humedad relativa. De acuerdo al sistema de clasificación de Zonas de Vida de Holdridge, es clasificada como Bosque Húmedo premontano. La finca tiene establecidas 3 hectáreas de cacao en producción.

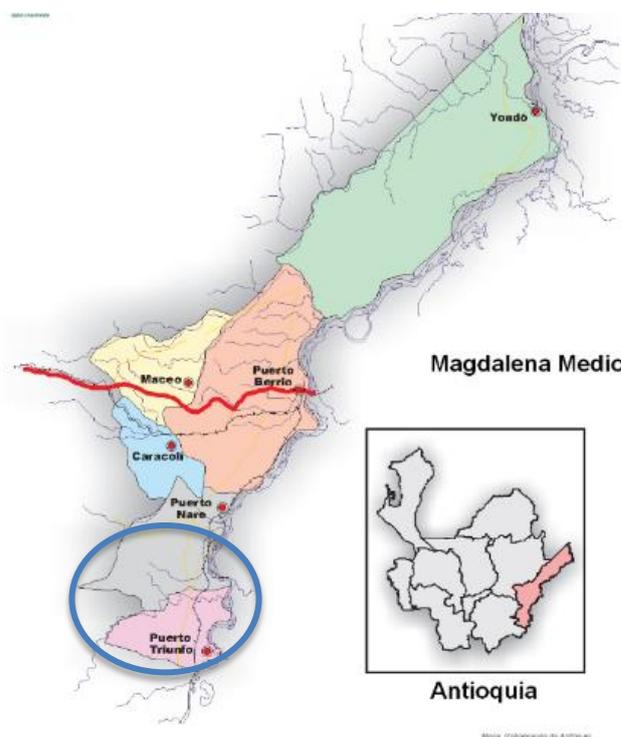


Figura 1. Localización del municipio de Maceo, Antioquia.

La zona geográfica en donde se realizó el estudio fue elegida por representar una de las zonas de mayor producción de cacao en Antioquia.

Se evaluaron dos métodos de poda en una plantación de cacao (*Theobroma cacao* L.) de 7.5 años de establecida, sin sombrío; los materiales se encuentran con una densidad de 3 m x 3 m entre plantas x 3 m entre filas, para una densidad de 1.000 plantas/ha., debido a la pérdida de algunos sitios.

3.1.2 Materiales:

En el presente estudio se evaluaron 2 genotipos, con diferentes orígenes y características relacionadas con componentes del rendimiento como tamaño de almendra, índice de mazorca y resistencia a monillia. En la finca fueron seleccionados dos lotes de cacao, el

primero con el material comercial genotipo CCN51 “Colección Castro Naranjal”, originario de Ecuador en el año 1965 y el segundo terreno con el material genotipo ICS 95 “Imperial College Selection” originario de Trinidad en el año 1931 (Quintana, Gómez, García y Martínez, 2015, p.256) (figura 2), los cuales fueron reconocidos por los productores del municipio, como los más utilizados en sus sistemas productivos. Los sistemas de poda fueron analizados independientemente por clon.

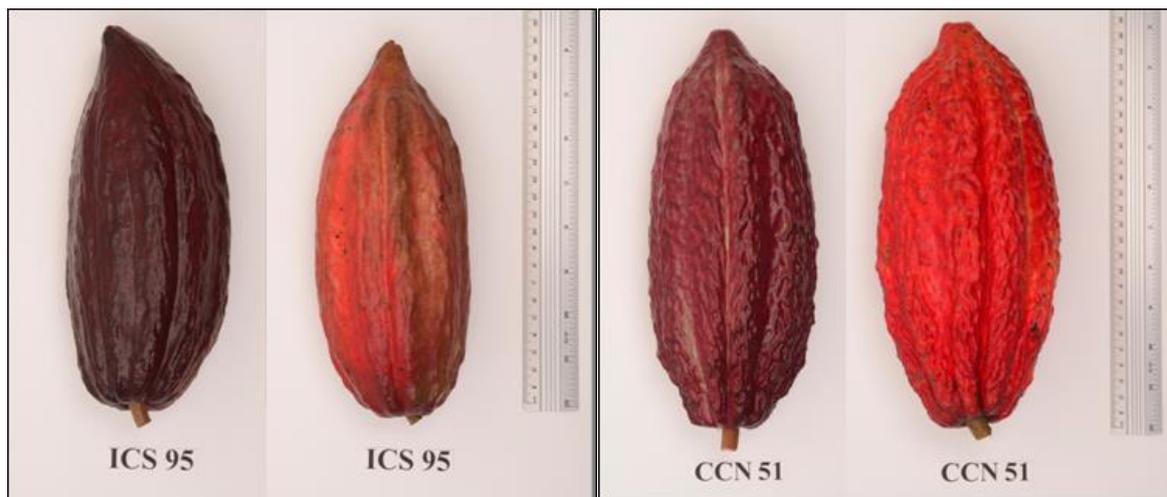


Figura 2. Frutos inmaduros y maduros de cacao del clon “Imperial College Selection” (ICS) y “Colección Castro Naranjal” (CCN).

Tomado de: (Martínez, 2016, p.32).

En el presente estudio cada árbol se consideró una repetición, dado que el concepto de clon no significa que todas las plantas de un mismo clon, sean idénticas fenotípicamente en todas sus características (Quintana et al. 2015, p.256); el comportamiento de una planta depende de la interacción genotipo-ambiente. En consecuencia, una planta puede variar la apariencia, la producción, los frutos o almendras de acuerdo con el clima, suelo, agua, enfermedades u otras causas (Quintana et al. 2015, p.256).

3.1.3 Selección de la muestra (plantas de cacao objeto de estudio):

Se utilizó la metodología propuesta por Quiroz y Amores (2002a, p.74) para la selección de plantas de cacao a ser evaluadas, combinada con la metodología propuesta Báez (2008, p.16) y Báez (2013, p.30) tales como las condiciones ecológicas de la región y microclimas de la finca (Báez, 2008, p.16), (Báez, 2013, p.30); la sanidad de la plantación, asociada a la

edad de los árboles (Quiroz y Amores, 2002, p.74); el ataque de plagas, enfermedades, plantas parásitas y epifitas (Báez, 2008, p.16), (Báez, 2013, p.30); la fase del árbol de cacao (Báez, 2008, p.16), (Báez, 2013, p.30) (árboles en promedio de 7.5 años); la variedad de cacao y densidad de siembra (Báez, 2008, p.16), (Báez, 2013, p.30).

Fue utilizado un muestreo aleatorio sistemático, en el cual se eligió un individuo (bloque) al azar y a partir de él, a intervalos constantes (de cinco unidades), se eligieron los demás, hasta completar la muestra (18 bloques por clon = 36 bloques).

3.1.4 Poda e intervención de los árboles:

Se combinó la metodología propuesta por Quiroz y Amores (2002, p.75), Báez (2013) y Báez (2008), en la realización del descope, la recepa y el sistema de poda de cono natural, para intervenir los árboles de cacao objeto de estudio. (Anexo 1: descripción del sistema de poda de cono natural). El sistema de poda tradicional fue realizado según metodología utilizada por el productor. (Anexo 2: registro fotográfico del proceso de poda e intervención de los árboles).

3.1.5 Diseño y registro de la información

3.1.5.1 Componentes del rendimiento:

La toma de datos para los componentes del rendimiento se ejecutó durante el segundo semestre de 2017 y el primer semestre de 2018, en la finca localizada en el municipio de Maceo, subregión del Magdalena Medio - Antioquia.

- Número de mazorcas

Se realizó el registro mensual del número de mazorcas, de acuerdo a la metodología propuesta en la investigación realizada por Ruales et al. (2011, p.84) y Martínez (2016, p.34), en la cual se registró el número de mazorcas cosechadas, sanas en árbol, enfermas (*Monilla* sp., *Phytophthora* sp., escoba de bruja y otros tales como abortos o quemazón de pepinos y sobremaduración). Para el registro de datos se utilizó un formato modificado, establecido por Fedecacao (Martínez, 2016, p.79) (Anexo 3). Los frutos enfermos fueron clasificados por enfermedad al momento de su cosecha.

Cada cuatrimestre, se registraron los datos del número de grano por mazorca, índice de grano y mazorca.

- **Número de granos por mazorca:**

El número de granos por mazorca se realizó según la metodología propuesta por Ruales et al. (2011, p.84) y Martínez (2016, p.34) la cual propone una muestra de 20 mazorcas por material genotípico (clon), las cuales se desgranaron y se les extrajo las semillas de forma manual separándolas de la placenta, realizando el conteo de granos por mazorca. Para el registro de datos se utilizó un formato modificado, establecido por Fedecacao (Martínez, 2016, p.79) (Anexo 4).

- **El índice de grano (IG):**

El índice de grano (IG) hace referencia al peso promedio de un grano de cacao, obtenido de una muestra de 100 granos fermentados y secos (Martínez, 2016, p.34). El índice de grano se calculó de acuerdo a la metodología por Ruales et al. (2011, p.84), Martínez (2016, p.34) y Quintana et al. (2015, p.258) la cual propone el cálculo del peso promedio de un (1) grano seco; este se obtuvo del pesaje de una muestra de 100 granos seleccionados al azar; según la Norma Técnica Colombiana NTC – 1252 de cacao en grano, el peso mínimo en grano apto para la industria debe ser de 1 g. (Norma Técnica Colombiana 1252., 2003); obteniendo así el índice mazorca que corresponde al número de mazorcas que se requieren para hacer 1 kilo de cacao seco. (Anexo 4). De acuerdo con la Norma Técnica Colombiana 1252 (2003, p.2) solo el 12% de los granos puede desviarse un 33% del peso promedio. Se utilizó la fórmula utilizada por (Puentes et al. 2014), así:

$$\text{Índice de grano por mazorca (IG)} = \frac{\text{Peso total de granos húmedos por mazorca} * 0.38}{\text{Número de granos por mazorca}}$$

Nota: el 0.38 hace referencia al porcentaje de peso seco (38%) que se obtiene de cada 100 kilos de granos de cacao en fresco.

- **El índice de mazorca (ÍM):**

El índice de mazorca (ÍM), está dado por el número de mazorcas necesarias para obtener 1 kg de cacao fermentado y seco (Martínez, 2016, p.34) (Quintana et al. 2015, p.257). Fue calculado según la ecuación utilizada por Vera et al. (2014, p.23), así:

$$\text{Índice de mazorca (IM)} = \frac{20 \text{ mazorcas} * 1000 \text{ (g)}}{\text{Peso seco de las almendras de 20 mazorcas (g)}}$$

Peso seco de las almendras de 20 mazorcas (g)

Anexo 5. Registro fotográfico de la actividad en campo para la medición del número de granos, IG e IM.

- Rendimiento por hectárea

El rendimiento por hectárea (expresado en kg/ha/año) se calculó de acuerdo a la metodología propuesta por Puentes et al. (2014) y Martínez (2016, p.34) mediante el producto de los Frutos/árbol/año, el Índice de grano e Índice de mazorca. Los datos fueron tomados cada cuatrimestre. Para el registro de datos se utilizó un formato modificado, establecido por Fedecacao (Anexos 3 y 4) (Martínez, 2016, p.79)

- Porcentaje de afectaciones por enfermedades: *Monillia* sp., *Phytophthora* sp., escoba de bruja y otros (abortos o quemazón de pepinos y sobremaduración)

El porcentaje de afectaciones por *Monilla* sp., *Phytophthora* sp., escoba de bruja y otros tales como abortos o quemazón de pepinos y sobremaduración, fue expresado como el porcentaje de frutos afectados por la enfermedad del total de frutos colectados (Martínez, 2016, p.34). Los datos se registraron mensualmente utilizando el formato Anexo 3.

Anexo 6. Registro fotográfico del desarrollo de la actividad de clasificación de las afectaciones por *Monilla* sp., *Phytophthora* sp., escoba de bruja y otros tales como abortos o quemazón de pepinos y sobremaduración.

3.1.6 Modelo estadístico:

El diseño experimental contó con 36 bloques, seleccionados completamente al azar con dos tratamientos y dieciocho (18) réplicas del bloque por clon. Cada bloque estuvo conformado por dos árboles, cada árbol con la aplicación de un tratamiento. La unidad experimental fue cada árbol de cacao. Se contó con 72 unidades experimentales en la investigación (36 del clon ICS 95 y 36 del clon CCN 51).

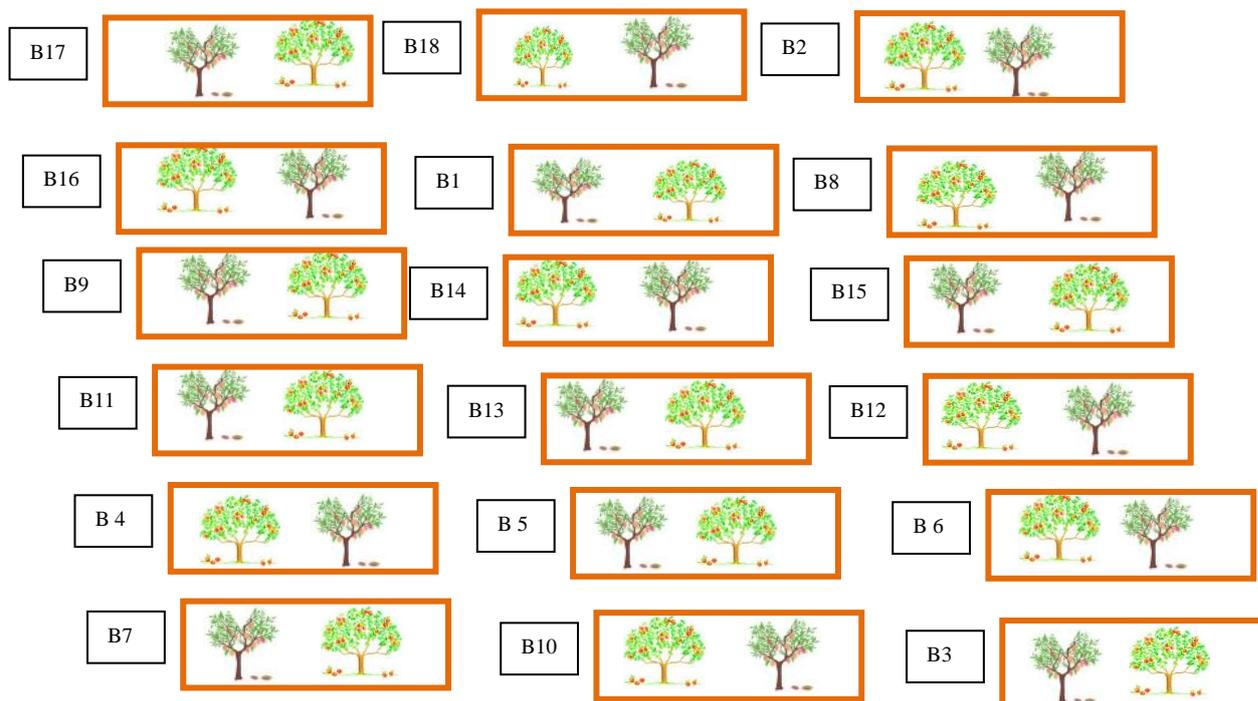


Tratamiento 1: Poda de cono Natural gradual

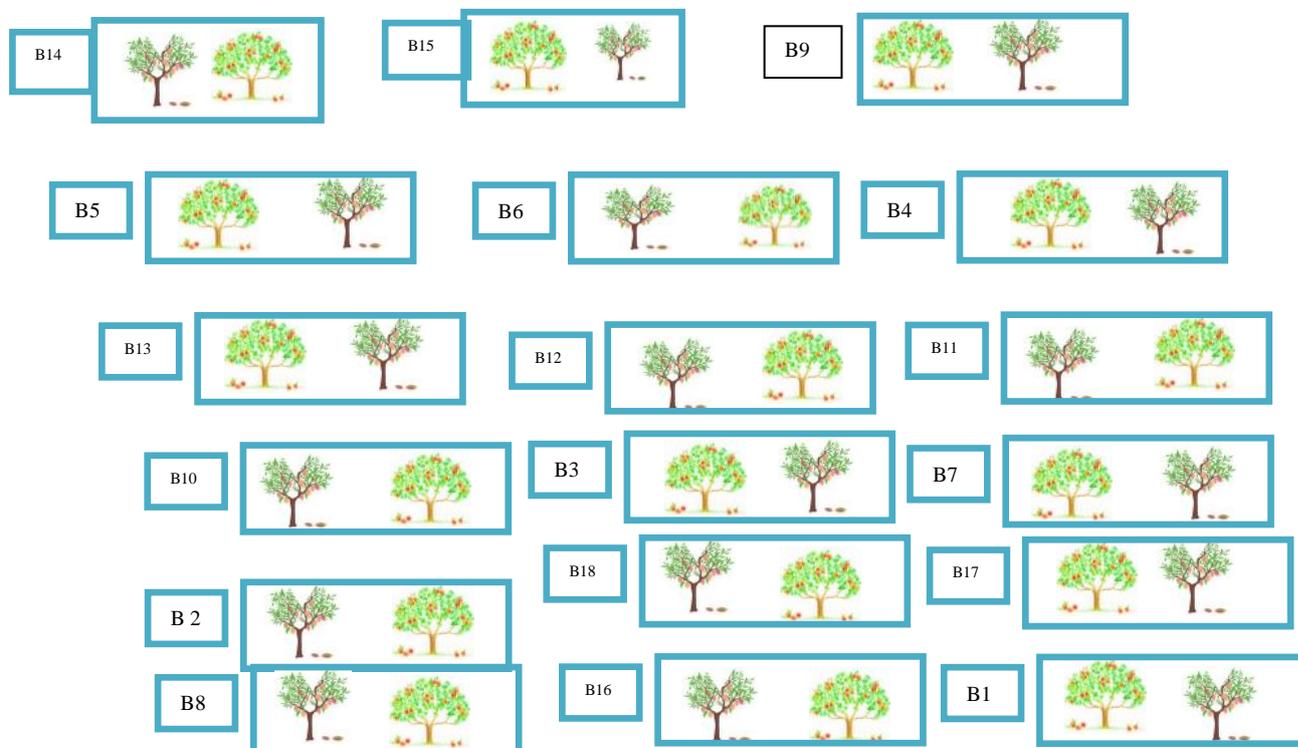


Tratamiento 2: Poda tradicional

Distribución de los bloques para el Clon ICS 95



Distribución de los bloques para el Clon CCN 51



3.1.7 Análisis estadístico:

Todos los datos obtenidos en este estudio, se analizaron mediante la realización de dos (2) análisis de varianza (1 por clon), utilizando un diseño de bloques completamente al azar. Con la información generada en la evaluación de variables de rendimiento, se procedió a realizar una evaluación estadística mediante análisis de varianza (ANOVA). Fueron validados los supuestos de normalidad con la prueba de Shapiro-Wilk y homogeneidad con la prueba Levene para determinar la igualdad de las varianzas. Al identificarse que no se cumplieron, dado que los valores de "P" fueron mayores a 0.05, se consideró que la prueba del ANOVA quedaba invalidada para extraer cualquier conclusión, y se procedió entonces a realizar una prueba no paramétrica, la prueba de Kruskal-Wallis análoga al ANOVA. Para el procesamiento y análisis de los datos se utilizó el programa R-project versión 3.5-1.

Para realizar el análisis total por genotipos (clones) con resultados integrados de ambos tratamientos en el número de frutos por árbol y número de mazorcas enfermas fue utilizada la prueba no paramétrica de U de Mann-Whitney (Wilcoxon rank sum).

El análisis se realizó discriminando la ubicación y el tiempo con el objeto de evaluar la influencia ambiental del microclima generado por el cambio en la pendiente del lote y la variabilidad generada por la temporalidad en el comportamiento de los genotipos evaluados.

3.1.8 Componentes del cálculo de la utilidad:

Para el cumplimiento del objetivo No.2, se realizó la estructuración para cada uno de los tipos de poda, de los costos implicados en su manejo, hasta la obtención de la producción; por lo cual, a cada uno de los sistemas de poda, se le realizó las siguientes mediciones de costos de productividad y producción: números de árboles podados por día: rendimiento por árbol podado, número de jornales por secuencia y frecuencia de podas, número de jornales por cosecha: 30 kilos/jornal, número de jornales por control fitosanitario, número de jornales por aplicación foliar, costo de aplicación y valor del fertilizante, costos de las demás labores culturales (limpia, acequias), costos por las podas sucesivas y costo de producción de una mazorca madura. Asimismo, se calcularon los ingresos por concepto de venta del cacao en grano seco y la utilidad neta para cada uno de los tratamientos.

Para el cálculo de los siguientes indicadores se determinó: los ingresos operativos, provenientes de la venta del cacao seco, los costos de producción implicados en las

diferentes podas, la utilidad bruta de producción, los gastos por transporte y venta del producto y la utilidad operativa.

Se calcularon los siguientes indicadores:

INDICADOR	NOMBRE	DESCRIPCIÓN
Margen	Utilidad bruta/ventas	Eficiencia Productiva
Utilidad Bruta	operativas	
Margen	Utilidad	Eficiencia en Producir, administrar y vender
Utilidad	operativa/Ventas	
Operativa	operativas	

3.2 Resultados y Discusión

3.2.1 Componentes del rendimiento

3.2.1.1 Frutos por árbol:

Los valores medios del número de frutos por árbol/año del año de evaluación de los 2 genotipos en el municipio de Maceo, se presenta en la figura 3. Según los resultados para esta variables se destacó el genotipo CCN51 en el T2: Poda tradicional, seguido del T1: Poda de cono natural, con 33 y 28 frutos por planta respectivamente, mientras que el material ICS 95 presentó un valor más bajo con 22 y 20 frutos respectivamente.

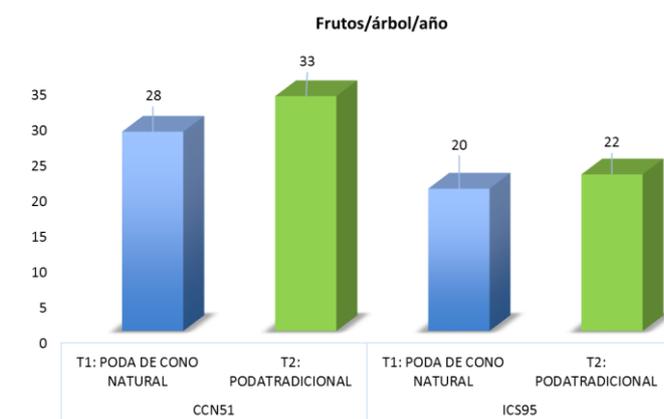


Figura 3. Medias de número de frutos por árbol al año entre genotipos.

La diferencia porcentual en los resultados obtenidos entre el tratamiento 1 y 2 en el genotipo CCN51 fue del 15.2% y en el genotipo ICS 95 fue del 9.1. En ambos genotipos el mayor resultado se obtuvo en el tratamiento 2, dado que la poda de cono provocó una disminución más alta en la generación de nuevas yemas terminales, floración y obtención de frutos, hasta el tercer año (López et al. 2016, p.2808).

Para el número de mazorcas cosechadas (Anexo 8), en el genotipo CCN51 la prueba de kruskal-wallis describe que efectivamente el tipo de poda tiene un efecto significativo sobre el número de mazorcas cosechadas dado que el ($p= 2.468e-09 < 0.05$). Asimismo, la prueba confirma que la ubicación del árbol en la pendiente del lote afecta significativamente el número de mazorcas cosechadas dado que el ($p\text{-value} = 0.0004958 < 0.05$); y la variabilidad en el tiempo de recolección realizado también afecta significativamente al número de mazorcas cosechadas al presentar un ($p\text{-value} = 0.05852 < 0.05$). Se concluye finalmente que el número de mazorcas cosechadas es significativamente mayor con el tratamiento 2,

con una significancia del 5% (Anexo 9³). En el genotipo ICS 95 la prueba de kruskal-wallis describe que el tipo de poda tiene un efecto significativo sobre el número de mazorcas cosechadas considerando que el ($p < 2.2e-16 < 0.05$). Asimismo, la prueba confirma que la ubicación del árbol en la pendiente del lote afecta significativamente el número de mazorcas cosechadas con un ($p\text{-value} = 0.07808 < 0.05$); y que la variabilidad en el tiempo de recolección realizado también afecta significativamente al número de mazorcas cosechadas al presentar un ($p\text{-value} = 4.733e-08 < 0.05$). Se concluye finalmente que el número de mazorcas cosechadas es significativamente mayor con el tratamiento 2, con una significancia del 5% (Anexo 10⁴). Finalmente la prueba de U de Mann-Whitney (Wilcoxon rank sum) determina que existe una diferencia significativa entre las medias del número de mazorcas cosechadas para los dos genotipos, dado que $p = 3.714e-05 < 0.05$ (Anexo 11⁵). De acuerdo a esto, el número de mazorcas cosechadas es mayor en el genotipo CCN51, con una significancia del 5%, resultados similares a los reportado por Ruales et al. (2011, p.86).

Para el número de mazorcas sanas (Anexo 12), en el genotipo CCN51 la prueba de kruskal-wallis describe que el tipo de poda tiene un efecto significativo sobre el número de mazorcas sanas dado que el ($p\text{-value} = 8.916e-12 < 0.05$). Asimismo, la prueba confirma que la ubicación del árbol en la pendiente del lote afecta significativamente el número de mazorcas sanas dado que el ($p\text{-value} = 1.147e-10 < 0.05$); y la variabilidad en el tiempo de medición también afecta significativamente al número de mazorcas sanas al presentar un ($p\text{-value} = 4.065e-14 < 0.05$). Se concluye finalmente que el número de mazorcas sanas es mayor en el tratamiento 2, con una significancia del 5% (Anexo 13⁶). En el genotipo ICS 95 la prueba de kruskal-wallis describe que el tipo de poda tiene un efecto significativo sobre el número de mazorcas sanas dado que el ($p < 2.2e-16 < 0.05$). Asimismo, la prueba confirma que la ubicación del árbol en la pendiente del lote afecta significativamente el número de mazorcas sanas con un ($p\text{-value} = 0.0001668 < 0.05$); y que la variabilidad en el tiempo de la toma de datos realizado, igualmente afecta significativamente al número de mazorcas sanas al presentar un ($p\text{-value} = 0.001137 < 0.05$). Se concluye finalmente que el número de mazorcas sanas es mayor con el tratamiento 2, con una significancia del 5% (Anexo 14⁷). Finalmente la prueba de U de Mann-Whitney (Wilcoxon rank sum) determina que no existe una diferencia significativa entre las medias del número de mazorcas sanas para los dos

³ Resultados estadísticos obtenidos en el programa Rproyect, para el número de mazorcas cosechadas del genotipo CCN51.

⁴ Resultados estadísticos obtenidos en el programa Rproyect, para el número de mazorcas cosechadas del genotipo ICS95.

⁵ Resultados estadísticos obtenidos en el programa Rproyect, para análisis total por genotipos (clones) con resultados integrados para el número de mazorcas cosechadas.

⁶ Resultados estadísticos obtenidos en el programa Rproyect, para el número de mazorcas sanas del genotipo CCN51.

⁷ Resultados estadísticos obtenidos en el programa Rproyect, para el número de mazorcas sanas del genotipo ICS95.

genotipos, dado que $p\text{-value} = 0.9446 > 0.05$ (Anexo 15⁸). De acuerdo a esto, el número de mazorcas sanas es similar en el genotipo CCN51 e ICS 95, con una significancia del 95%.

Para el número de mazorcas enfermas (Anexo 16), en el genotipo CCN51 la prueba de kruskal-wallis describe que el tipo de poda tiene un efecto significativo sobre el número de mazorcas enfermas dado que el ($p\text{-value} = 0.0001657 < 0.05$). Asimismo, la prueba confirma que la ubicación del árbol en la pendiente del lote afecta significativamente el número de mazorcas enfermas dado que el ($p\text{-value} = 0.008155 < 0.05$); y la variabilidad en el tiempo de medición también afecta significativamente al número de mazorcas enfermas al presentar un ($p\text{-value} = 2.2e-16 < 0.05$). Se concluye finalmente que el número de mazorcas enfermas es mayor en el tratamiento 2, con una significancia del 5% (Anexo 17⁹). En el genotipo ICS 95 la prueba de kruskal-wallis describe que el tipo de poda tiene un efecto significativo sobre el número de mazorcas enfermas dado que el ($p = 0.002797 < 0.05$). Asimismo, la prueba confirma que la ubicación del árbol en la pendiente del lote afecta el número de mazorcas enfermas con un ($p\text{-value} = 0.03861 < 0.05$); y que la variabilidad en el tiempo de medición realizado igualmente afecta significativamente al número de mazorcas enfermas al presentar un ($p\text{-value} = 2.2e-16 < 0.05$). Se concluye que el número de mazorcas enfermas es mayor en el tratamiento 2, con una significancia del 5% (Anexo 18¹⁰). Finalmente la prueba de U de Mann-Whitney (Wilcoxon rank sum) determina que no existe una diferencia significativa entre las medias del número de mazorcas enfermas para los dos genotipos, dado que $p = 0.6494 > 0.05$ (Anexo 19¹¹). De acuerdo a esto, el número de mazorcas enfermas es similar en el genotipo CCN51 e ICS 95, con una significancia del 95%.

Estos resultados demuestran que existen diferencias en el número de frutos que cada material genotípico produce y que la expresión de ésta característica puede ser afectada por condiciones ambientales presentes en donde se desarrolla el cultivo, especialmente la disponibilidad de agua, dependiendo de factores como la compatibilidad sexual y las condiciones naturales de polinización. Estos resultados coinciden con los encontrados por Martínez (2016, p.40, 42) al evaluar los componentes físicos, químicos, organolépticos y del rendimiento de clones universales y regionales de cacao (*Theobroma cacao* L.) en Santander, Arauca y Huila.

⁸ Resultados estadísticos obtenidos en el programa Rproject, para análisis total por genotipos (clones) con resultados integrados para el número de mazorcas sanas.

⁹ Resultados estadísticos obtenidos en el programa Rproject, para el número de mazorcas enfermas del genotipo CCN51.

¹⁰ Resultados estadísticos obtenidos en el programa Rproject, para el número de mazorcas enfermas del genotipo ICS95.

¹¹ Resultados estadísticos obtenidos en el programa Rproject, para análisis total por genotipos (clones) con resultados integrados para el número de mazorcas enfermas.

El número de frutos/árbol/año en el tratamiento 1: poda de cono natural presentó una disminución del 15.2% en el CCN51 y 9.1% en el ICS95 frente a los obtenidos en el tratamiento 2: poda tradicional, dado que la poda en el cacao, consiste en eliminar yemas, ramas improductivas y partes secas de la planta para facilitar el desarrollo de nuevas yemas, lo que permitirá la entrada de luz y eliminará la presencia de plagas y enfermedades (López et al. 2016, p.2808) y dado la plantación intervenida, siempre había sido podada con el método tradicional, la intervención en los árboles para moldear su arquitectura a través de la poda de cono natural, provocó la eliminación de un número mayor de ramas primarias y secundarias, procurando obtener tres o cuatro ramas primarias para que la planta adopte la mejor forma (Enríquez, 2010, p.230), lo que provocó una merma en la generación de nuevas yemas terminales, floración y obtención de frutos, obteniendo un comportamiento fisiológico en el árbol similar al obtenido con una poda de rehabilitación (rejuvenecimiento), y de acuerdo con López et al. (2016, p.2808), después de haber realizado la rehabilitación en el árbol de cacao, las nuevas yemas terminales comenzarán a producir de manera constante desde el tercer año. Esto lo confirma la investigación realizada por Báez (2013, p.68) el cual reportó luego de tres años de intervención que la producción de frutos/árbol/año incrementó entre dos (2) y tres (3) frutos en los tratamientos donde se podó (poda de cono natural) y fertilizó, con relación al podado por el agricultor (poda tradicional) y no fertilizado.

Algunos autores coinciden en que el número de frutos por árbol puede variar en los genotipos (clones), basándose en las grandes diferencias que se observan en la marchitez de frutos, así como también la temperatura puede afectar el rendimiento de un clon dado en diferentes regiones, debido a la incidencia que tiene sobre la resistencia a plagas y enfermedades y los ciclos de floración, y su permanencia, afectando la duración de los periodos de cosecha (Martínez, 2016). Asimismo, el número de mazorcas por árbol al año es un componente importante del rendimiento, siendo el tipo Forastero el que presenta mayor cantidad de frutos, sin embargo, esta variable está regulada por el marchitamiento de frutos (*cherelle wilt*) que se ha considerado como una necesidad fisiológica de la planta, relacionada con la intensidad de polinización y competencia por nutrientes, para conservar los recursos necesarios para su desarrollo vegetativo y de frutos (Adjaloo, Oduro y Banful, 2012).

3.2.1.2 Número de granos por mazorca

Se encontró que el genotipo CCN 51 en el tratamiento 1 obtuvo un promedio de 44 granos por mazorca y en el tratamiento 2 de 42 granos; el genotipo ICS 95 en el tratamiento 1 obtuvo en promedio 38 granos y en el tratamiento 2 fue de 33 granos (figura 4) (Anexo 20).

La diferencia porcentual en los resultados obtenidos entre el tratamiento 1 y 2 en el genotipo CCN51 fue del 4,2% y en el genotipo ICS 95 fue del 17.11%. En ambos genotipos el mayor resultado se obtuvo en el tratamiento 1, dado que el número de granos es variable y está en dependencia de la adaptación de la genética y el medio ambiente (macro y micro clima), encontrándose rangos entre 20 hasta 60 almendras por mazorca (Fowler, 2008) y (Sánchez, 2007).

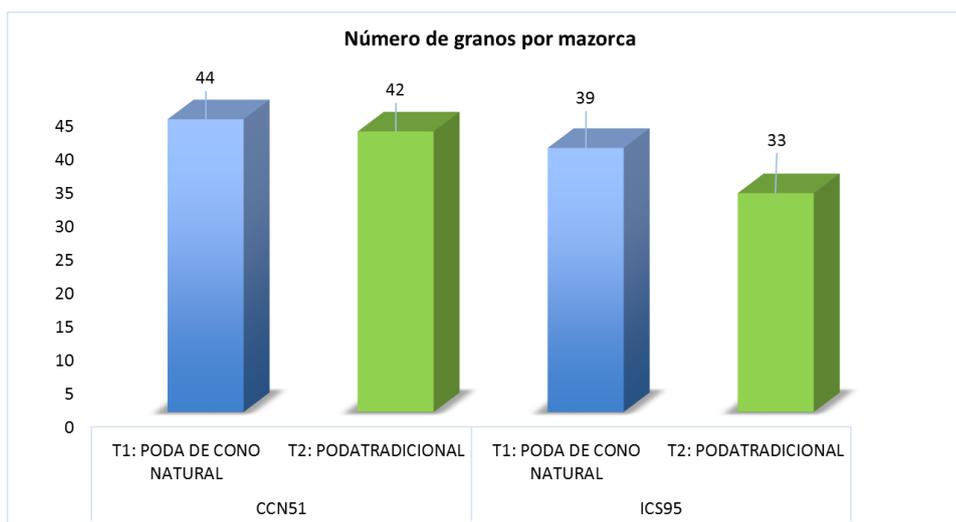


Figura 4. Número de granos por mazorca, por tratamiento y genotipo (clon).

Con respecto al número de grano por mazorca, la prueba de kruskal-wallis describe que el número de granos solo se ve afectado por el tipo de clon (CCN 51 e ICS 95) dado que ($p\text{-value} = 1.687e-05 < 0.05$), mas no por los tratamiento, ni por la temporalidad en la cual se realizaron las mediciones, dado que el ($p\text{-value} = 0.2509 > 0.05$) y ($p\text{-value} = 0.5803 > 0.05$) respectivamente (Anexo 21¹²).

La producción de un árbol de cacao en un determinado periodo de tiempo depende del número de mazorcas producidas, el número de granos por mazorca y el peso promedio de los granos (almendras) (Cilas, Rebouças y Motamayor, 2010). Estas variables son determinantes en el valor comercial del grano y están directamente relacionadas con el rendimiento. Fowler (2008) y Sánchez (2007), indican que el número de semillas es variable y está en dependencia de la adaptación de la genética y el medio ambiente, encontrándose rangos entre 20 hasta 60 almendras por mazorca, este valor es considerado un componente importante durante la fecundación de la flor, posiblemente asociado al rendimiento y al peso

¹² Resultados estadísticos obtenidos en el programa Rproyect, para el número de granos por mazorca de los genotipos ICS95 y CCN51.

promedio de la almendra influida por la época, conociendo que en el verano este rendimiento decrece. Mientras que Graziani, Ortiz, Angulo y Parra (2002), expresan que el número de semillas depende de la fecundación individual de los ovarios, estando el máximo controlado por el número de óvulos por ovario, es un carácter muy constante.

3.2.1.3 Índice de grano

Los materiales presentaron características variables en cuanto al índice de grano (figura 5, tabla 1), encontrando que el genotipo CCN 51 presentó el índice de grano más alto con un valor promedio de 1.64 g. en el tratamiento 1 y 1.60 g. en el tratamiento 2, encontrándose un rango 1.2 a 1,7 g. (Quintana et al. 2015, p.261); seguido por el ICS 95, con 1.45 g. en el tratamiento 1 y 1.40 g. en el tratamiento 2, clon considerado como de grano pequeño (tabla 2), con un rango de 1.1 a 1,5 g. (Quintana et al. 2015, p.261) (Anexo 22).

La diferencia porcentual en los resultados obtenidos entre el tratamiento 1 y 2 en el genotipo CCN51 fue del 2,3% y en el genotipo ICS 95 fue del 3.5%. En ambos genotipos el mayor resultado se obtuvo en el tratamiento 1, dado que los factores ambientales como altura sobre el nivel del mar, pluviosidad y la temperatura afectan el llenado del grano (Daymond y Hadley, 2008).

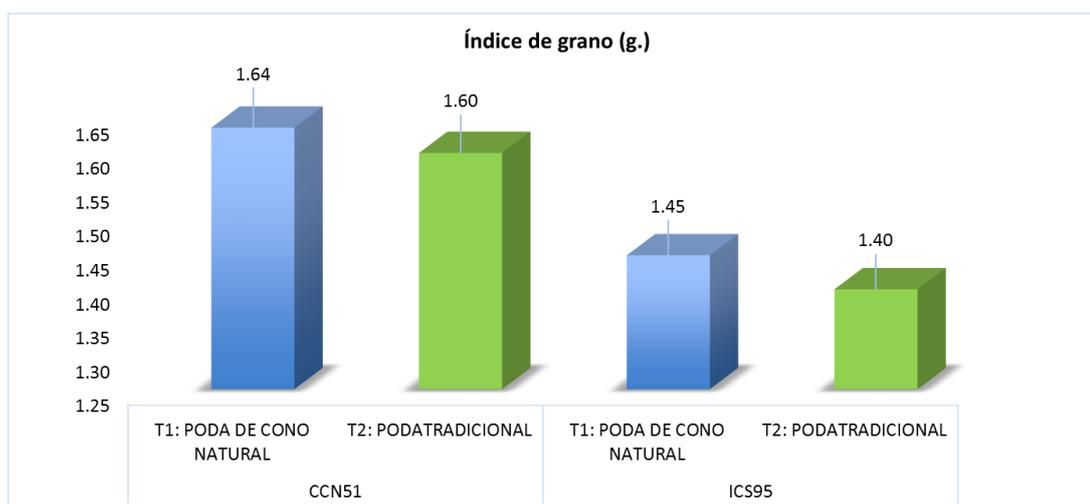


Figura 5 . Índice de grano por genotipo (clon) y tratamiento.

Estos resultados coinciden con los reportados por el proyecto “*Caracterización fisicoquímica, organoléptica y funcional de materiales introducidos y regionales promisorios de cacao más comercializados en el país*”, desarrollado entre Fedecacao y la Universidad Industrial de

Santander – UIS, cofinanciado por Colciencias, donde los resultados fueron publicados en el libro “Características de calidad del cacao de Colombia. Catálogo de 26 cultivares” (Fedecacao y la Universidad Industrial de Santander – UIS, 2013), (Quintana et al. 2015, p.261).

Respecto al índice de grano, la prueba de kruskal-wallis describe que si hay diferencia significativa por el tipo de clon utilizado (CCN 51 e ICS 95) dado que ($p\text{-value} = 2.2e-16 < 0.05$) y tratamiento con un ($p\text{-value} = 0.005297 < 0.05$). La temporalidad en la cual se realizaron las mediciones no presentó diferencia significativa, con un ($p\text{-value} = 0.1254 > 0.05$) (Anexo 23¹³).

El peso del grano es uno de los componentes de la eficiencia y rendimiento para el cacao, por lo que ha sido considerado un rasgo deseable por los productores de cacao (Cilas, Rebouças y Motamayor, 2010). En el país para la comercialización del cacao fermentado y seco tipo premio, la normatividad exige un índice de grano superior a 120 gramos por cada 100 granos, equivalente a un promedio de peso por grano de 1,2 g. (Martínez, 2016, p.22). Teniendo en cuenta la Norma Técnica Colombiana – 1252 los materiales evaluados (CCN-51, ICS-95) cumplen con los requisitos en cuanto a índice de grano (tabla 1).

Tabla 1. Índice de grano por mazorca, genotipos (clones) CCN51 e ICS95 y tratamientos.

Clon	Tratamiento	Índice de grano			
		R:1	R:2	R:3	Promedio
CCN51	T1: Poda de Cono Natural	1.65	1.64	1.61	1.64
	T2: Poda tradicional	1.58	1.61	1.60	1.60
ICS95	T1: Poda de Cono Natural	1.41	1.45	1.49	1.45
	T2: Poda tradicional	1.38	1.42	1.39	1.40

El tamaño de grano (Índice de grano) es un rasgo de importancia para comercializadores y fabricantes (tabla 2). La variación en la forma y tamaño del grano está relacionada con el origen genético del genotipo. En general el peso del grano es un criterio de selección que se utiliza en programas de mejoramiento y variedades con granos por debajo de un gramo son eliminadas (Clement, Risterucci, Motamayor, N'Goran, y Lanaud, 2003), (Martínez, 2016, p.23)

¹³ Resultados estadísticos obtenidos en el programa Rproject, para el índice de granos por mazorca de los genotipos ICS95 y CCN51.

Los parámetros de calidad que presentan mayor variación dentro de las características físicas del grano fermentado y seco, según el tipo de material genético, son el tamaño o peso del grano (tabla 2) y el contenido de cascarilla (Alvarado y Bullard, 1961), (Martínez, 2016, p.23).

Tabla 2. Índice y límites propuestos para seleccionar materiales de alto rendimiento de cacao en Colombia.

Característica	Deficiente	Bueno	Excelente
Índice de grano (g.)	>1.2	1.3 – 1.6	> 1,7
Índice de mazorca	>21	18-20	<=17

Fuente: Fedecacao y Gobernación de Antioquia (2016, p.193).

Un rasgo de gran importancia en el rendimiento del cacao es el promedio del peso de la almendra o grano, definido como el índice de grano. El tamaño de la almendra es la característica de mayor interés para la industria procesadora y la uniformidad del grano permite un mejor procesamiento durante la poscosecha y el procesamiento. Varios autores coinciden que esta característica presenta alto nivel de heredabilidad (Cilas et al., 2010), (Martínez, 2016, p.40), lo que permite demostrar las diferencias encontradas entre los genotipos evaluados.

3.2.1.4 Índice de mazorca

Se determinó que esta variable fue independiente para cada material evaluado. Los materiales presentaron características variables en frente al índice de mazorca (figura 6, tabla 3), encontrando que el genotipo CCN 51 presentó el índice de mazorca más bajo con un valor promedio de 15, 62 mazorcas/kilo en el tratamiento 1 y 15.91 mazorcas/kilo en el tratamiento 2. En el genotipo ICS 95, en el tratamiento 1 se obtuvo un IM de 17.59 mazorcas/kilo y con el tratamiento 2 se obtuvo un IM de 22.21 mazorcas/kilo (Anexo 22). Dado que el IM corresponde al número de mazorcas necesarias para conformar un kilo de cacao en grano seco, se considera para la industria y mercado que un índice de mazorca menor o igual a 17 se considera muy bueno, uno de 18 a 20 bueno y uno mayor a 21 no es adecuado (tabla 2) .

La diferencia porcentual en los resultados obtenidos entre el tratamiento 1 y 2 en el genotipo CCN51 fue del 1.9% y en el genotipo ICS 95 fue del 26.2%. En ambos genotipos el mejor resultado se obtuvo en el tratamiento 1, dado que existe una relación inversamente proporcional entre el IG e IM siendo rasgos muy importantes en la selección de materiales de alto rendimiento.

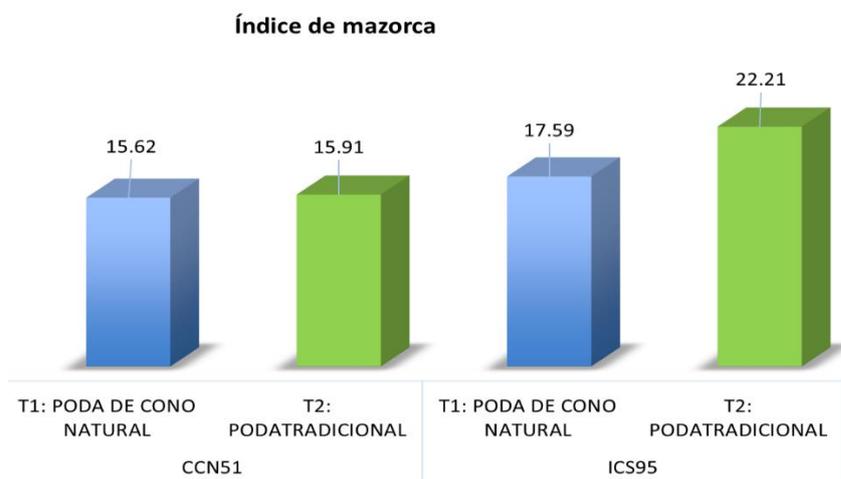


Figura 6. Índice de mazorca por genotipo (clon) y tratamiento.

Respecto al índice de mazorca, la prueba de kruskal-wallis describe que si hay diferencia significativa por el tipo de clon utilizado (CCN 51 e ICS 95) dado que ($p\text{-value} = 0.003823 < 0.05$); por tratamiento no se presentó diferencia significativa, con un ($p\text{-value} = 0.2963 > 0.05$) (Anexo 24¹⁴).

Tabla 3. Índice de mazorca, genotipos (clones) CCN51 e ICS95 y tratamientos.

Clon	Tratamiento	Índice de mazorca			
		R:1	R:2	R:3	Promedio
CCN51	T1: Poda de Cono Natural	15.68	15.02	16.17	15.62
	T2: Poda tradicional	16.26	15.30	16.17	15.91
ICS95	T1: Poda de Cono Natural	17.51	17.63	17.63	17.59
	T2: Poda tradicional	25.49	20.51	20.62	22.21

¹⁴ Resultados estadísticos obtenidos en el programa Rproyect, para el índice de mazorca de los genotipos ICS95 y CCN51.

Este es un carácter importante en la industria y en la selección de material para mejoramiento genético, siendo preferible seleccionar materiales con un índice menor a 20 mazorcas, como indicador de productividad (Vera et al. 2014, p.25).

Teniendo en cuenta las características agronómicas de los materiales se determinó que las variables: número de mazorcas por planta, número de granos por mazorca e índice de grano, son independientes para cada material genotípico evaluado, influyendo directamente en la producción y rendimiento de los mismos, resultados similares a los reportados por (Ruales et al., 2011, p.89).

Existe una relación inversamente proporcional entre el índice de mazorca y el índice de grano, de tal manera que genotipos que presentan granos más grandes, tienen menores índices de mazorca, siendo rasgos muy importantes en la selección de materiales de alto rendimiento.

3.2.1.5 Rendimiento

El rendimiento dado en kg/ha/año, de los 2 genotipos evaluados, presentado en la figura 7 – tabla 4, permite identificar para el primer año de realizadas las podas que el genotipo con mayor rendimiento promedio lo obtuvo el CCN51 con 839.0 en el tratamiento 2, seguido de 715.2 en el tratamiento 1. En el ICS 95 el promedio fue de 682.5 en el tratamiento 2, y 509.0 en el tratamiento 1, este último con el menor rendimiento reportado.

La diferencia porcentual en los resultados obtenidos entre el tratamiento 1 y 2 en el genotipo CCN51 fue del 14.8% y en el genotipo ICS 95 fue del 25.4%. En ambos genotipos el mejor resultado en el primer año se obtuvo en el tratamiento 2, dado que la poda de cono provocó una disminución más alta en la generación de nuevas yemas terminales, floración y obtención de frutos, hasta el tercer año (López et al. 2016, p.2808) y considerando que cuando la temperatura es mayor, hay mayores porcentajes de marchitamiento de frutos en formación, debido a la alta demanda de carbohidratos por el incremento de las tasas de respiración (Daymond y Hadley, 2008).

Asimismo, las diferencias presentadas en el rendimiento promedio entre los genotipos (clones) evaluados pueden deberse a varios factores, dentro de los cuales se destaca que el genotipo CCN51 poseen un índice de grano más alto que el ICS 95, al mismo tiempo que un índice de mazorca menor, motivo por el cual con la producción de menos mazorcas logra generar un mayor número de kilos de cacao. Lachenaud (1995), Cilas et al. (2010) y

(Martínez, 2016) confirmaron esta relación de índices, al afirmar que la producción de un árbol de cacao en un determinado periodo de tiempo depende del número de mazorcas producidas, el número de granos por mazorca y el peso promedio de los granos (almendras).

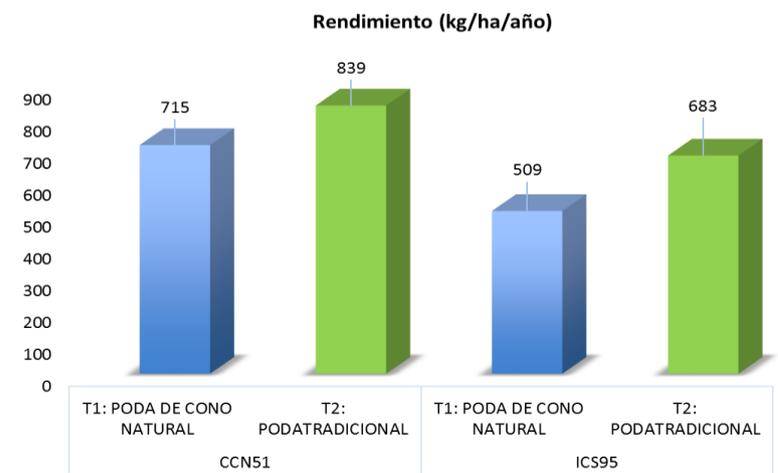


Figura 7. Rendimiento kg/ha/año.

El rendimiento/ha/año en el tratamiento 1: poda de cono natural presentó una disminución frente a los obtenidos en el tratamiento 2: poda tradicional, en ambos genotipos (clones) dado que durante la poda fueron eliminadas yemas, ramas improductivas y partes secas de la planta para facilitar el desarrollo de nuevas yemas, lo que permite la entrada de luz y eliminará la presencia de plagas y enfermedades (López et al. 2016, p.2808) y dado que la plantación intervenida siempre había sido podada con el método tradicional, la intervención en los árboles para moldear su arquitectura a través de la poda de cono natural, provocó la eliminación de un número mayor de ramas primarias y secundarias improductivas y/o enfermas, procurando obtener tres o cuatro ramas primarias para que la planta adopte la mejor forma (Enríquez, 2010, p.230), lo que provocó una disminución en la generación de nuevas yemas terminales, floración y obtención de frutos, obteniendo un comportamiento fisiológico en el árbol similar al obtenido con una poda de rehabilitación (rejuvenecimiento), y de acuerdo con López et al. (2016, p.2808), después de haber realizado la rehabilitación en el árbol de cacao, las nuevas yemas terminales comenzaran a producir de manera constante desde el tercer año.

Tabla 4. Rendimiento kg/ha/año.

Clon	Tratamiento	Frutos/árbol /año	Índice de grano	Índice de mazorca	Rendimiento kg/ha/año
CCN51	T1: Poda de Cono Natural	28	1.64	15.62	715.2
	T2: Poda tradicional	33	1.60	15.91	839.0
ICS95	T1: Poda de Cono Natural	20	1.45	17.59	509.0
	T2: Poda tradicional	22	1.40	22.21	682.5

Los bajos rendimientos en la producción de cacao obtenidos están en parte relacionados con factores físicos y químicos del suelo, manejo del cultivo y el potencial genético de los materiales cultivados (Puentes et al. 2014). Varios estudios han demostrado la influencia de la temperatura en el rendimiento en cacao, de tal manera que cuando la temperatura es mayor, hay mayores porcentajes de marchitamiento de frutos en formación, debido a la alta demanda de carbohidratos por el incremento de las tasas de respiración, así como también que existe variación genética en la eficiencia del rendimiento (Daymond y Hadley, 2008).

Para el mejoramiento de cacao, el proceso de selección tiene que optimizar el rendimiento dado en kilogramos de cacao seco por árbol, al aumentar el número de mazorcas producidas, el número de semillas por mazorca y el peso medio de las semillas (granos) producidas (Cilas et al., 2010).

Esto lo confirma la investigación realizada por Báez (2013, p.54,68) el cual reportó luego de 25 meses que en los tratamientos con poda de cono natural independiente de la fertilización, estos incrementaron su producción hasta los 1.676 kg/ha/año, con un porcentaje de monillia del 10%, comparado con el tratamiento testigo, el cual recibió una poda tradicional reportando 1.173 kg/ha/año y un porcentaje de monillia del 22%.

Basados en las proyecciones de rendimiento obtenidas en la investigación de referencia titulada "*Estudios para determinar los niveles de productividad de cacao, mediante la utilización de la poda de cono natural en una hectárea de cacao Theobroma cacao L. En la finca el Cerrito de la vereda Santa Inés en el municipio de San Vicente de Chucurí*", se realizó la proyección del rendimiento esperado para los siguientes años, según el tipo de poda (T1: cono natural – T2: tradicional) y genotipo (clon: CCN51 – clon ICS 95), en la cual si bien en el año 1 (año de ejecución de la presente investigación) el rendimiento obtenido en el tratamiento 1 fue menor al obtenido en el tratamiento 2, para los siguientes años el

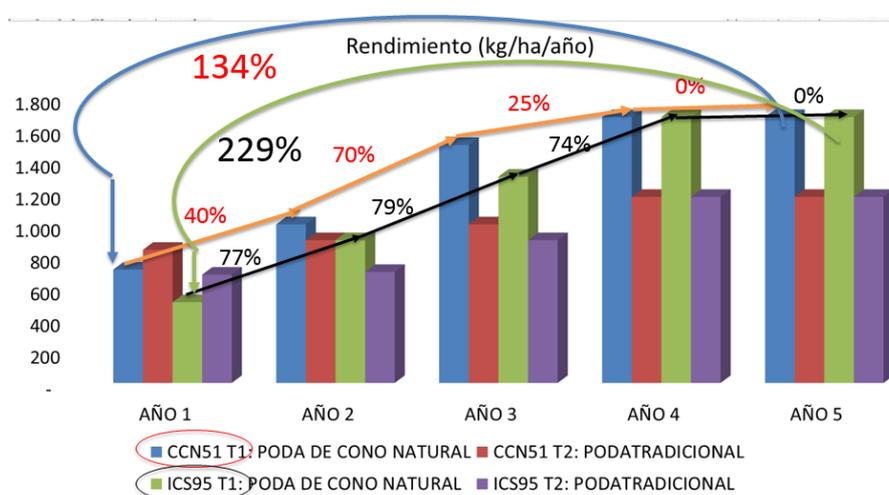
rendimiento que se obtendrá en el tratamiento 1 se elevará superando notablemente, el que podrá obtenerse con el tratamiento 2 (tabla 5).

Tabla 5. Proyecciones de rendimiento/ha/año, clones ICS 95 y CCN51, bajo los efectos de la poda de cono natural versus poda tradicional.

Clon	Tratamiento	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
CCN51	T1: Poda de Cono Natural	715	1,000	1,500	1,676	1,676
	T2: Poda tradicional	839	900	1,000	1,173	1,173
ICS95	T1: Poda de Cono Natural	509	900	1,300	1,676	1,676
	T2: Poda tradicional	683	700	900	1,173	1,173

Nota 1: el Año 1 corresponde al año de ejecución de la investigación. Los Año 2 al 5, son las proyecciones realizadas. El rendimiento proyectado para estos años, fue tomado de los resultados obtenidos en la investigación de referencia titulada "Estudios para determinar los niveles de productividad de cacao, mediante la utilización de la poda de cono natural en una hectárea de cacao *Theobroma cacao* L. En la finca el Cerrito de la vereda Santa Inés en el municipio de San Vicente de Chucurí".

Para la poda de cono natural, el incremento del rendimiento proyectado del año 1 al 5, es significativo reportándose aumentos del 134% en el genotipo CCN 51 y del 229% en el genotipo ICS95 (figura 8).



Nota 1: el Año 1 corresponde al año de ejecución de la investigación. Los Año 2 al 5, son las proyecciones realizadas. El rendimiento proyectado para estos años, fue tomado de los resultados obtenidos en la investigación de referencia titulada "Estudios para determinar los niveles de productividad de cacao, mediante la utilización de la poda de cono natural en una hectárea de cacao *Theobroma cacao* L. En la finca el Cerrito de la vereda Santa Inés en el municipio de San Vicente de Chucurí".

Figura 8. Proyecciones de rendimiento/ha/año, clones ICS 95 y CCN51, bajo los efectos de la poda de cono natural versus poda tradicional.

3.2.1.6 Porcentaje de afectaciones por enfermedades: *Monillia* sp., *Phytophthora* sp., escoba de bruja y otros (abortos o quemazón de pepinos y sobremaduración).

Afectaciones por *Monilla* sp.: Para el número de mazorcas afectadas por *Monilla* (Anexo 25), en el genotipo CCN51 la prueba de kruskal-wallis describe que el tipo de poda tiene un efecto significativo sobre el número de mazorcas enfermas por *Monilla* dado que el (p-value = 0.01437 < 0.05). Asimismo, la prueba confirma que la ubicación del árbol en la pendiente del lote afecta significativamente el número de mazorcas enfermas por *Monilla* dado que el (p-value = 0.009658 < 0.05); y la variabilidad en el tiempo de medición también afecta significativamente al número de mazorcas enfermas por *Monilla* al presentar un (p-value = 2.2e-16 < 0.05). Se concluye finalmente que el número de mazorcas enfermas por *Monilla* sp es mayor en el tratamiento 2, con una significancia del 5% (Anexo 26¹⁵).

En el genotipo ICS 95 la prueba de kruskal-wallis describe que el tipo de poda tiene un efecto significativo sobre el número de mazorcas enfermas por *Monilla* dado que el (p = 6.444e-08 < 0.05). Asimismo, la prueba confirma que la ubicación del árbol en la pendiente del lote afecta el número de mazorcas enfermas por *Monilla* con un (p-value = 0.03759 < 0.05); y que la variabilidad en el tiempo de medición realizado igualmente afecta significativamente al número de mazorcas enfermas al presentar un (p-value = 2.2e-16 < 0.05). Se concluye que el número de mazorcas enfermas es mayor en el tratamiento 2, con una significancia del 5% (Anexo 27¹⁶).

Finalmente la prueba de U de Mann-Whitney (Wilcoxon rank sum) determina que si existe una diferencia significativa entre las medias del número de mazorcas enfermas por *Monilla* para los dos genotipos (clones), dado que p = 0.0008051 < 0.05 (Anexo 28¹⁷).

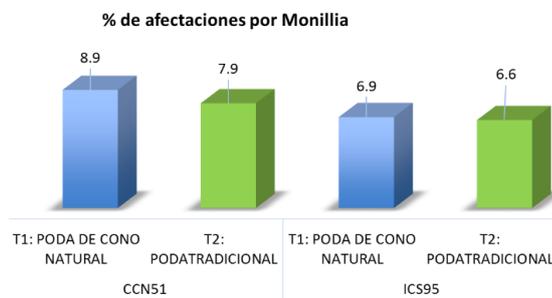


Figura 9. Porcentaje de afectaciones por *Monilla* sp.

¹⁵ Resultados estadísticos obtenidos en el programa Rproyect, para el número de mazorcas enfermas por *Monillia* del genotipo CCN51.

¹⁶ Resultados estadísticos obtenidos en el programa Rproyect, para el número de mazorcas enfermas por *Monillia* del genotipo ICS95.

¹⁷ Resultados estadísticos obtenidos en el programa Rproyect, para análisis total por genotipos (clones) con resultados integrados para el número de mazorcas enfermas por *Monillia*.

De acuerdo con Fedecacao y La Gobernación de Antioquia (2016), los mejores clones de cacao son aquellos cuyo porcentaje de Monillia en el año no supera el 5% de afectaciones por Monillia sp., los que están entre 5 y 15% están en un nivel intermedio, y los que superan el 15% no son bien calificados debido a su alta susceptibilidad. Los resultados obtenidos en el presente estudio permiten clasificar los genotipos con un comportamiento intermedio para la afectaciones por Monillia s., p.

Afectaciones por *Phytophthora* sp.: Para el número de mazorcas afectadas por *Phytophthora* s., p.(Anexo 29), en el genotipo CCN51 la prueba de kruskal-wallis describe que el tipo de poda no tiene un efecto significativo sobre el número de mazorcas enfermas dado que el ($p\text{-value} = 0.7422 > 0.05$). Asimismo, la prueba confirma que la ubicación del árbol en la pendiente del lote no afecta significativamente el número de mazorcas enfermas por *Phytophthora* s., p.dado que el ($p\text{-value} = 0.2888 > 0.05$); y la variabilidad en el tiempo de medición si afecta significativamente al número de mazorcas enfermas por *Phytophthora* s., p.al presentar un ($p\text{-value} = 0.0005208 < 0.05$). Se concluye que no hay diferencia significativa en el número de mazorcas enfermas por *Phytophthora* s., p.Presentadas en el tratamiento 1 y tratamiento 2, con Medias por Tipo de poda de T1: 0.1990741 y T2: 0.1750842 (Anexo 30¹⁸).

En el genotipo ICS 95 la prueba de kruskal-wallis describe que el tipo de poda tiene un efecto significativo sobre el número de mazorcas enfermas por *Phytophthora* sp., dado que el ($p = 7.979e-05 < 0.05$). Asimismo, la prueba confirma que la ubicación del árbol en la pendiente del lote no afecta el número de mazorcas enfermas por *Phytophthora* s., p.con un ($p\text{-value} = 0.2128 > 0.05$); y que la variabilidad en el tiempo de medición realizado si afecta significativamente al número de mazorcas enfermas al presentar un ($p\text{-value} = 0.007586 < 0.05$). Se concluye que el número de mazorcas enfermas es mayor en el tratamiento 2, con una significancia del 5%, con Medias por Tipo de poda de T1: 0.06 y T2: 0.25 (Anexo 31¹⁹).

Finalmente la prueba de U de Mann-Whitney (Wilcoxon rank sum) determina que no existe una diferencia significativa entre las medias del número de mazorcas enfermas por *Phytophthora* s p. para los dos genotipos (clones), dado que $p = 0.633 > 0.05$ (Anexo 32²⁰).

¹⁸ Resultados estadísticos obtenidos en el programa Rproyect, para el número de mazorcas enfermas por *Phytophthora* s, p.del genotipo CCN51.

¹⁹ Resultados estadísticos obtenidos en el programa Rproyect, para el número de mazorcas enfermas por *Phytophthora* s, p. del genotipo ICS95.

²⁰ Resultados estadísticos obtenidos en el programa Rproyect, para análisis total por genotipos (clones) con resultados integrados para el número de mazorcas enfermas por *Phytophthora* sp.

A continuación se presentan los resultados porcentuales obtenidos en las afectaciones por *Phytophthora* s., p.(Figura 10).

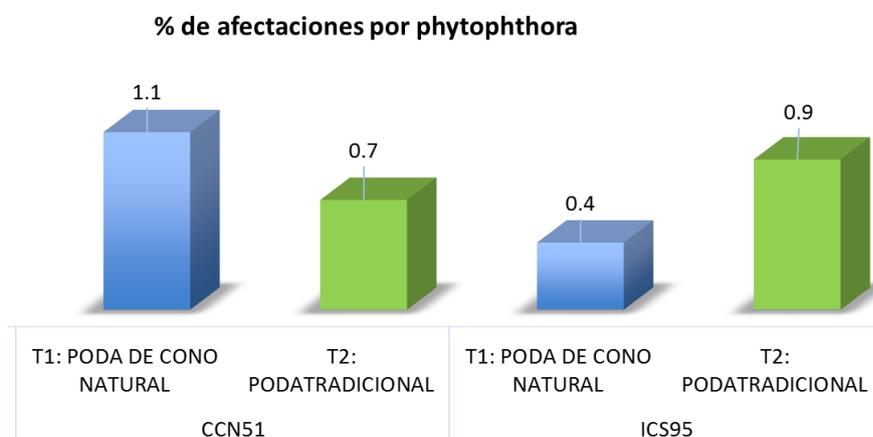


Figura 10. Porcentaje de afectaciones por *Phytophthora* sp.

Afectaciones por escoba de bruja.: Para el número de mazorcas afectadas por *escoba de bruja* (Anexo 33), en el genotipo CCN51 la prueba de kruskal-wallis describe que el tipo de poda no tiene un efecto significativo sobre el número de mazorcas con escoba de bruja, dado que no se registró ninguna mazorca con esta afectación (Anexo 34²¹).

En el genotipo ICS 95 la prueba de kruskal-wallis describe que el tipo de poda igualmente no tiene un efecto significativo sobre el número de mazorcas enfermas por dado que el ($p = 0.1568 > 0.05$). Asimismo, la prueba confirma que la ubicación del árbol en la pendiente del lote no afecta el número de mazorcas enfermas con un ($p\text{-value} = 0.5212 > 0.05$); y que la variabilidad en el tiempo de medición realizado tampoco afecta significativamente al número de mazorcas enfermas al presentar un ($p\text{-value} = 0.5283 > 0.05$) (Anexo 35²²). Durante toda la investigación solo se registró 2 mazorcas con afectaciones de esta enfermedad en el tratamiento 2, del genotipo ICS 95. Finalmente la prueba de U de Mann-Whitney (Wilcoxon rank sum) determina que no existe una diferencia significativa entre las medias del número de mazorcas enfermas por *escoba de bruja* para los dos genotipos (clones), dado que $p = 0.1575 > 0.05$ (Anexo 36²³).

²¹ Resultados estadísticos obtenidos en el programa Rproyect, para el número de mazorcas enfermas por *escoba de bruja*. del genotipo CCN51.

²² Resultados estadísticos obtenidos en el programa Rproyect, para el número de mazorcas enfermas por *escoba de bruja*. del genotipo ICS95.

²³ Resultados estadísticos obtenidos en el programa Rproyect, para análisis total por genotipos (clones) con resultados integrados para el número de mazorcas enfermas por *escoba de bruja*.

De acuerdo con Fedecacao y La Gobernación de Antioquia (2016), un número de escobas/árbol/año superior a 20 se considera un genoma inadecuado, entre 6 y 20 intermedio, y menor a 6 muy bueno. Los resultados obtenidos en el presente estudio permiten clasificar los genotipos como muy buenos (figura 11).

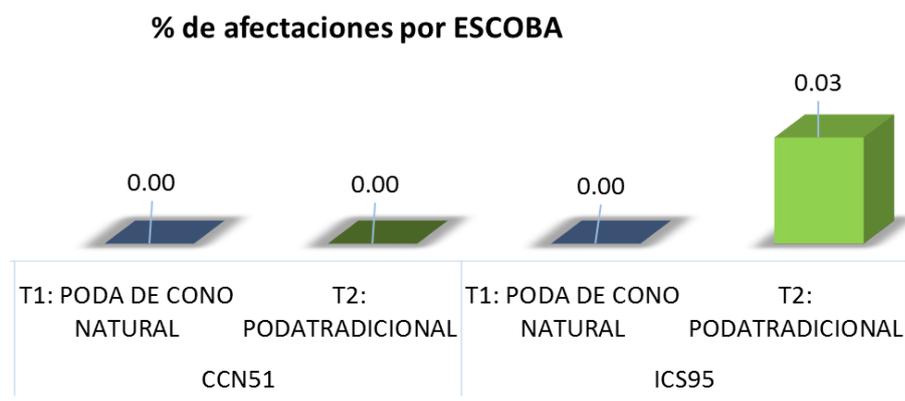


Figura 11. Porcentaje de afectaciones por escoba de bruja.

Afectaciones por otros (abortos o quemazón de pepinos y sobremaduración): Para el número de mazorcas afectadas por *abortos o quemazón de pepinos y sobremaduración* (Anexo 37), en el genotipo CCN51 la prueba de kruskal-wallis describe que el tipo de poda tiene un efecto significativo sobre el número de mazorcas con afectaciones por *abortos o quemazón de pepinos y sobremaduración* dado que el ($p\text{-value} = 7.979e-05 < 0.05$). Asimismo, la prueba confirma que la ubicación del árbol en la pendiente del lote no presenta diferencia significativa en el número de mazorcas con afectaciones por *abortos o quemazón de pepinos y sobremaduración* dado que el ($p\text{-value} = 0.2128 > 0.05$); y la variabilidad en el tiempo de medición si presenta diferencia significativamente al número de mazorcas con afectaciones por *abortos o quemazón de pepinos y sobremaduración* al presentar un ($p\text{-value} = 0.007586 < 0.05$). Se concluye finalmente que el número de mazorcas con afectaciones por *abortos o quemazón de pepinos y sobremaduración* es mayor en el tratamiento 2, con una significancia del 5% (Anexo 38²⁴).

En el genotipo ICS 95 la prueba de kruskal-wallis igualmente describe que el tipo de poda no tiene un efecto significativo sobre el número de mazorcas con afectaciones por *abortos o quemazón de pepinos y sobremaduración* dado que el ($p = 0.833 > 0.05$). Asimismo, la prueba confirma que la ubicación del árbol en la pendiente del lote no presenta diferencia significativa en el número de mazorcas con afectaciones por *abortos o quemazón de*

²⁴ Resultados estadísticos obtenidos en el programa Rproject, para el número de mazorcas con afectaciones por abortos o quemazón de pepinos y sobremaduración del genotipo CCN51.

pepinos y sobremaduración dado que el ($p\text{-value} = 0.219 > 0.05$); y la variabilidad en el tiempo de medición si presenta diferencia significativamente al número de mazorcas con afectaciones por *abortos o quemazón de pepinos y sobremaduración* al presentar un ($p\text{-value} = 2.2e-16 < 0.05$). Se concluye que el número de mazorcas enfermas es mayor en el tratamiento 1, con una significancia del 5% (Anexo 39²⁵).

Finalmente la prueba de U de Mann-Whitney (Wilcoxon rank sum) determina que si existe una diferencia significativa entre las medias del número de mazorcas con afectaciones por *abortos o quemazón de pepinos y sobremaduración* para los dos genotipos (clones), dado que $p = 2.2e-16 < 0.05$ (Anexo 40²⁶).

A continuación se presentan los resultados porcentuales obtenidos en las afectaciones por otros daños como *abortos o quemazón de pepinos y sobremaduración* (figura 12).

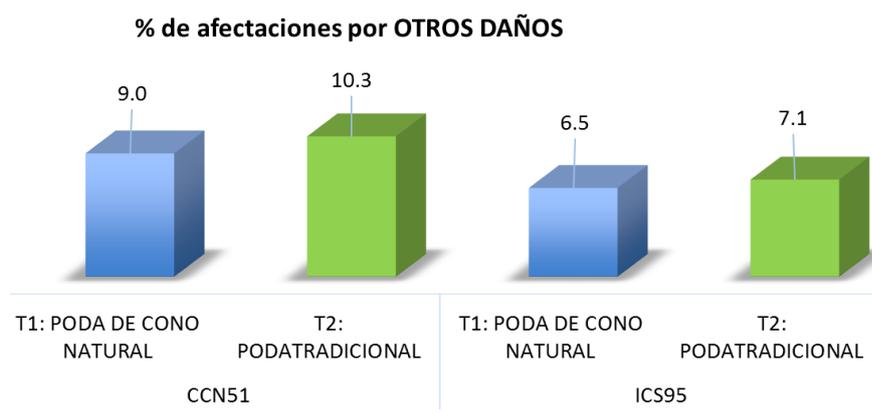


Figura 12. Porcentaje de afectaciones por otros (abortos o quemazón de pepinos y sobremaduración).

Se estima que cerca del 40% de toda la producción de cacao se pierde anualmente a causa de las cinco enfermedades: mazorca negra, monillia, escoba de bruja, rebrote hinchado y muerte vascular. Sin embargo la monillia es considerada la enfermedad más peligrosa y el patógeno más importante en los países donde está presente. La enfermedad está diseminada en México, Centroamérica y Suramérica sin existir aún reportes en Brasil (Ten Hoopen, Deberdt, Mbenoun, Cilas, 2012) (Martínez, 2016, p.48).

Se encontró que el genotipo que presentó mayor porcentaje de frutos afectados con monillia, demostrando susceptibilidad a la enfermedad fueron CCN51 en el T1 (8.93%), seguido del

²⁵ Resultados estadísticos obtenidos en el programa Rproyect, para el número de mazorcas con afectaciones por abortos o quemazón de pepinos y sobremaduración del genotipo ICS95.

²⁶ Resultados estadísticos obtenidos en el programa Rproyect, para análisis total por genotipos (clones) con resultados integrados para el número de mazorcas con afectaciones por abortos o quemazón de pepinos y sobremaduración.

T2 (7.92%). El genotipo ICS 95 presentó una mejor incidencia con 6.87% en el T1 y 6.65% en el T2. De acuerdo con Fedecacao y la Gobernación de Antioquia (2016), los mejores clones de cacao son aquellos cuyo porcentaje de Monilla en el año no supera el 5%, mientras que los que están entre 5 y 15% están en un nivel intermedio y los que superan el 15% no son bien calificados debido a su alta susceptibilidad.

El mayor porcentaje de afectaciones por *Phytophthora* se reportó en el T1 del genotipo CN51 (1.12%), y el menor porte se obtuvo en el T1 del genotipo ICS 95 (0.42%).

El T2 del genotipo ICS 95, fue el único que reportó un porcentaje de afectación por escoba de bruja (0.03%), equivalente éste a dos (2) mazorcas con esta afectación. De acuerdo con Fedecacao y la Gobernación de Antioquia (2016), para esta enfermedad un número de escobas por árbol año superior a 20 se considera inadecuado, entre 6 y 20 intermedio, y menor a 6 muy bueno.

El mayor porcentaje de afectaciones por abortos o quemazón de pepinos y sobremaduración se registró en el T2 del genotipo CCN51 (10.25%), seguido del T1 con (9.01%). En el genotipo ICS 95 se reportó afectaciones del 6.48% en el T1 y 7.09 en el T2.

Tabla 6. Porcentaje de afectaciones por enfermedades: *Monilla* sp., *Phytophthora* sp., escoba de bruja y otros (abortos o quemazón de pepinos y sobremaduración).

Clon	Tratamiento	% de afectaciones por Monillia	% de afectaciones por <i>Phytophthora</i>	% de afectaciones por Escoba	% de afectaciones por otros daños
CCN51	T1: Poda de cono natural	8.93	1.12	0.00	9.01
	T2: Poda tradicional	7.92	0.69	0.00	10.25
ICS95	T1: Poda de cono natural	6.87	0.42	0.00	6.48
	T2: Poda tradicional	6.65	0.94	0.03	7.09

Martínez (2016, p.48) afirma que la baja precipitación y humedad relativa que afecta la cantidad de esporas y su dispersión, inciden en las tasas de crecimiento de la enfermedad. A una menor presencia de estos factores los frutos estarán más secos y las corrientes de aire podrán ser más fuertes impidiendo la germinación de las esporas.

3.2.2 Componentes del cálculo de la utilidad:

3.2.2.1 Costos de sostenimiento, manejo y producción para cada uno de los tipos de poda/ha/año

El costo asociado al sostenimiento, manejo y producción del cultivo de cacao por hectárea año en el genotipo ICS 95, con el tipo de poda de cono natural fue de \$3.631.972, un 25,9% inferior al generado con el tipo de poda tradicional correspondiente a \$4.902.110.

Similar comportamiento se reflejó en el genotipo CCN51 con el tipo de poda de cono natural, donde el costo asociado al sostenimiento, manejo y producción del cultivo de cacao por hectárea año fue de \$3.521.285, un 21% inferior al generado con el tipo de poda tradicional correspondiente a \$4.457.121.

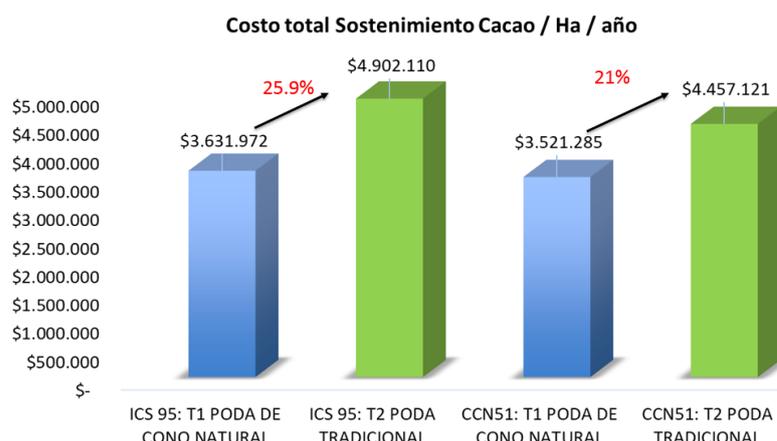


Figura 13. Costos de sostenimiento, manejo y producción para cada uno de los tipos de poda/ha/año/cacao.

Las actividades que repercutieron en la diferencia de los costos de producción en los dos tipos de poda fueron principalmente los jornales asociados al control manual de arvenses, al control fitosanitario, a las podas, a la cosecha y beneficio, al kit de pesticidas necesario para el control de plagas y enfermedades y el número de costales de fibra necesarios para el empaque del cacao seco.

En el total de los costos de sostenimiento, manejo y producción del cultivo de cacao por hectárea/año el rubro más representativo fue la mano de obra, representando en el genotipo ICS 95 con el tipo de poda de cono natural el 59% y con el tipo de poda tradicional del 67%.

Similar comportamiento se obtuvo con el genotipo CCN51 donde con el tipo de poda de cono natural representó el 57% y con el tipo de poda tradicional el 64%. Estos resultados son confirmados por Perfetti, Escobar, Castro, Cuervo, Rodríguez, Vargas, Martínez y Cortés (2012, p.77) los cuales afirman en su informe que la mano de obra es mayor al 50% en los tres departamentos estudiados: 76% para Santander, 62% para Huila y 52% para Tolima. Igualmente Murillo (2017, p.80) en su investigación concluyó que el rubro más representativo es la mano de obra, con aproximaciones al 50% del total de los costos, y afirma que el manejo del cultivo presenta variaciones dependiendo de la etapa productiva en la que se encuentre, durante los primeros años la mano de obra se concentrará en el mantenimiento de los cultivos y en la cosecha del cultivo que ofrezca la sombra transitoria en caso que la tenga, mientras que a partir del año 4 la concentración de mano de obra incrementa debido al mantenimiento fitosanitario y la cosecha de los árboles de cacao. Este resultado es validado por Prada et al. (2015, p. 89) los cuales en su investigación pudieron evidenciar que la tercera etapa (producción y comercialización) es la que mayor número de jornales requiere con 72 jornales que equivalen a un 64% del total de jornales necesarios para cubrir todas las etapas del cultivo.

A continuación se describe el detalle de las estructuras de costos y sus diferencias, de acuerdo al tipo de poda y genotipo:

Tabla 7. Estructura de costos del sostenimiento, manejo y producción para cada uno de los tipos de poda/ha/año, genotipo ICS95.

LOTE ICS 95 - T1: PODA DE CONO				
DETALLE	Unidad	Valor Unitario	Cantidad	Valor total/Ha
COSTOS DIRECTOS				
Mano de obra				
Control manual de arvenses (5 veces/año)	Jornal	\$ 43.058	7,5	\$ 322.932
Control fitosanitario	Jornal	\$ 43.058	5	\$ 215.288
Fertilización (2 veces/año)	Jornal	\$ 43.058	4	\$ 172.230
Aplicación correctivos	Jornal	\$ 43.058	2	\$ 86.115
Poda Inicial (arquitectura del árbol)	Jornal	\$ 43.058	6	\$ 261.934
Podas sucesivas y desplumille	Jornal	\$ 43.058	7	\$ 301.403
Cosecha y beneficio de cacao	Jornal	\$ 43.058	18	\$ 782.802
Total mano de obra			49,76	\$ 2.142,705
Insumos				
Fertilizante compuesto (17-6-18-2)	btos	\$ 84.000	6,0	\$ 504.000
Pesticidas	Global	\$ 100.000	1,0	\$ 100.000
Cal dolomítica	btos	\$ 14.500	20,0	\$ 290.000
Analisis de suelos cada 2 años	Unidad	\$ 150.000	0,5	\$ 75.000
Costales de fibra	Unidad	\$ 1.000	10,2	\$ 10.181
Total insumos			38	\$ 979,181
Herramientas				
Rulas	Unidad	\$ 12.000	1	\$ 12.000
Lima	Unidad	\$ 7.000	1	\$ 7.000
Cerrucho podador	Unidad	\$ 20.000	1	\$ 20.000
Tijera podadora aérea	Unidad	\$ 40.000	1	\$ 40.000
Tijera podadora manual	Unidad	\$ 30.000	1	\$ 30.000
Unidad de Beneficio (depreciación año)	Unidad	\$ 3.000.000	0,10	\$ 300.000
Baldes	Unidad	\$ 20.000	2	\$ 40.000
Total Herramientas			7	\$ 449,000
Fletes transporte cacao	\$/kilo	120	509,05	\$ 61,086
Total Costos Directos				\$ 3.631,972

LOTE ICS 95 - T2: PODA TRADICIONAL				
DETALLE	Unidad	Valor Unitario	Cantidad	Valor total/Ha
COSTOS DIRECTOS				
Mano de obra				
Control manual de arvenses (año)	Jornal	\$ 43.058	15	\$ 645.864
Control fitosanitario	Jornal	\$ 43.058	12	\$ 516.691
Fertilización (2 veces/año)	Jornal	\$ 43.058	4	\$ 172.230
Aplicación correctivos	Jornal	\$ 43.058	2	\$ 86.115
Poda Inicial (arquitectura del árbol)	Jornal	\$ 43.058	9	\$ 387.518
Podas sucesivas y desplumille	Jornal	\$ 43.058	10	\$ 430.576
Cosecha y beneficio de cacao	Jornal	\$ 43.058	24	\$ 1.049.562
Total mano de obra			76,38	\$ 3.288,557
Insumos				
Fertilizante compuesto (17-6-18-2)	btos	\$ 84.000	6,0	\$ 504.000
Pesticidas	Global	\$ 100.000	2,0	\$ 200.000
Cal dolomítica	btos	\$ 14.500	20,0	\$ 290.000
Analisis de suelos cada 2 años	Unidad	\$ 150.000	0,5	\$ 75.000
Costales de fibra	Unidad	\$ 1.000	13,7	\$ 13.650
Total insumos			42	\$ 1.082,650
Herramientas				
Rulas	Unidad	\$ 12.000	1	\$ 12.000
Lima	Unidad	\$ 7.000	1	\$ 7.000
Cerrucho podador	Unidad	\$ 20.000	1	\$ 20.000
Tijera podadora aérea	Unidad	\$ 40.000	1	\$ 40.000
Tijera podadora manual	Unidad	\$ 30.000	1	\$ 30.000
Unidad de Beneficio (depreciación año)	Unidad	\$ 3.000.000	0,10	\$ 300.000
Baldes	Unidad	\$ 20.000	2	\$ 40.000
Total Herramientas			5	\$ 449,000
Fletes transporte cacao	\$/kilo	120	682,52	\$ 81,903
Total				\$ 4.902,110

Tabla 8. Estructura de costos del sostenimiento, manejo y producción para cada uno de los tipos de poda/ha/año, genotipo CCN51.

LOTE CCN51 - T1: PODA DE CONO					LOTE CCN51 - T2: PODA TRADICIONAL				
DETALLE	Unidad	Valor Unitario	Cantidad	Valor total/Ha	DETALLE	Unidad	Valor Unitario	Cantidad	Valor total/Ha
COSTOS DIRECTOS					COSTOS DIRECTOS				
Mano de obra					Mano de obra				
Control manual de arvenses (4 veces/año)	Jornal	\$ 43,058	7.5	\$ 322,932	Control manual de arvenses (año)	Jornal	\$ 43,058	15	\$ 645,864
Control fitosanitario	Jornal	\$ 43,058	6	\$ 258,346	Control fitosanitario	Jornal	\$ 43,058	10	\$ 430,576
Fertilización (2 veces/año)	Jornal	\$ 43,058	4	\$ 172,230	Fertilización (2 veces/año)	Jornal	\$ 43,058	4	\$ 172,230
Aplicación correctivos	Jornal	\$ 43,058	2	\$ 86,115	Aplicación correctivos	Jornal	\$ 43,058	2	\$ 86,115
Poda Inicial (arquitectura del árbol)	Jornal	\$ 43,058	3	\$ 111,481	Poda Inicial (arquitectura del árbol)	Jornal	\$ 43,058	4	\$ 184,440
Podas sucesivas y desplumille	Jornal	\$ 43,058	4	\$ 172,230	Podas sucesivas y desplumille	Jornal	\$ 43,058	7	\$ 287,051
Cosecha y beneficio de cacao	Jornal	\$ 43,058	20	\$ 879,825	Cosecha y beneficio de cacao	Jornal	\$ 43,058	24	\$ 1,032,163
Total mano de obra			46.52	\$ 2,003,160	Total mano de obra			65.92	\$ 2,838,440
Insumos					Insumos				
Fertilizante compuesto (17-6-18-2)	btos	84,000	6.0	\$ 504,000	Fertilizante compuesto (17-6-18-2)	btos	84,000	6.0	\$ 504,000
Pesticidas	Global	100,000	1.0	\$ 100,000	Pesticidas	Global	100,000	2.0	\$ 200,000
Cal dolomítica	btos	14,500	20.0	\$ 290,000	Cal dolomítica	btos	14,500	20.0	\$ 290,000
Análisis de suelos cada 2 años	Unidad	150,000	0.5	\$ 75,000	Análisis de suelos cada 2 años	Unidad	150,000	0.5	\$ 75,000
Costales de fibra	Unidad	1,000	14.3	\$ 14,304	Costales de fibra	Unidad	1,000	16.8	\$ 16,780
Total insumos			28	\$ 983,304	Total insumos			29	\$ 1,069,000
Herramientas					Herramientas				
Rulas	Unidad	12,000	1	\$ 12,000	Rulas	Unidad	12,000	1	\$ 12,000
Lima	Unidad	7,000	1	\$ 7,000	Lima	Unidad	7,000	1	\$ 7,000
Cerrucho podador	Unidad	20,000	1	\$ 20,000	Cerrucho podador	Unidad	20,000	1	\$ 20,000
Tijera podadora aérea	Unidad	40,000	1	\$ 40,000	Tijera podadora aérea	Unidad	40,000	1	\$ 40,000
Tijera podadora manual	Unidad	30,000	1	\$ 30,000	Tijera podadora manual	Unidad	30,000	1	\$ 30,000
Unidad de Beneficio (depreciación año)	Unidad	3,000,000	0.10	\$ 300,000	Unidad de Beneficio (depreciación año)	Unidad	3,000,000	0.10	\$ 300,000
Baldes	Unidad	20,000	2	\$ 40,000	Baldes	Unidad	20,000	2	\$ 40,000
Total Herramientas			7	\$ 449,000	Total Herramientas			5	\$ 449,000
Fletes transporte cacao	\$/kilo	120	715.18	\$ 85,821	Fletes transporte cacao	\$/kilo	120	839.01	\$ 100,681
Total Costos Directos				\$ 3,521,285	Total				\$ 4,457,121

Murillo (2017, p.80) describe como resultado de su investigación que los costos para el año 1 fueron de \$4.716.000, en el año 2 de \$5.851.000, en el año 3 de \$5.691.000, en el año 4 de \$6.727.000 y para el año 5 es de \$7.167.000. Este autor afirma que a partir de este año el sistema agroforestal tendrá la producción representativa de su vida productiva, lo que quiere decir que del año 5 hasta el 15 los costos serán similares (p.79). El aumento del costo año tras año es debido a la necesidad del incremento de mano de obra para los procesos de recolección y manejo del cultivo (Murillo, 2017, p.80).

Perfetti, Escobar, Castro, Cuervo, Rodríguez, Vargas, Martínez y Cortés (2012, p.33), afirman que a medida que pasa el tiempo, se va volviendo mayor la participación de los costos directos sobre los costos totales. Motivo por el cual, en el estudio de caso realizado no se identificaron costos indirectos (tabla y 8).

3.2.2.2 Costos de mano de obra (jornales) para la realización de las podas/año/ha, según tipo de poda

El costo asociado a la actividad de poda en el proceso de sostenimiento y manejo del cultivo de cacao por hectárea año en el genotipo ICS 95, con el tipo de poda de cono natural fue de \$563.337, un 30% inferior al generado con el tipo de poda tradicional correspondiente a \$808.327, representando un ahorro para el productor de \$244.990/año (figura 14).

Similar comportamiento se reflejó en el genotipo CCN51 con el tipo de poda de cono natural, donde el costo/hectárea/año fue de \$283.712, un 40% inferior al generado con el tipo de poda tradicional correspondiente a \$471.491, representando un ahorro para el productor de \$187.779/año (figura 14).

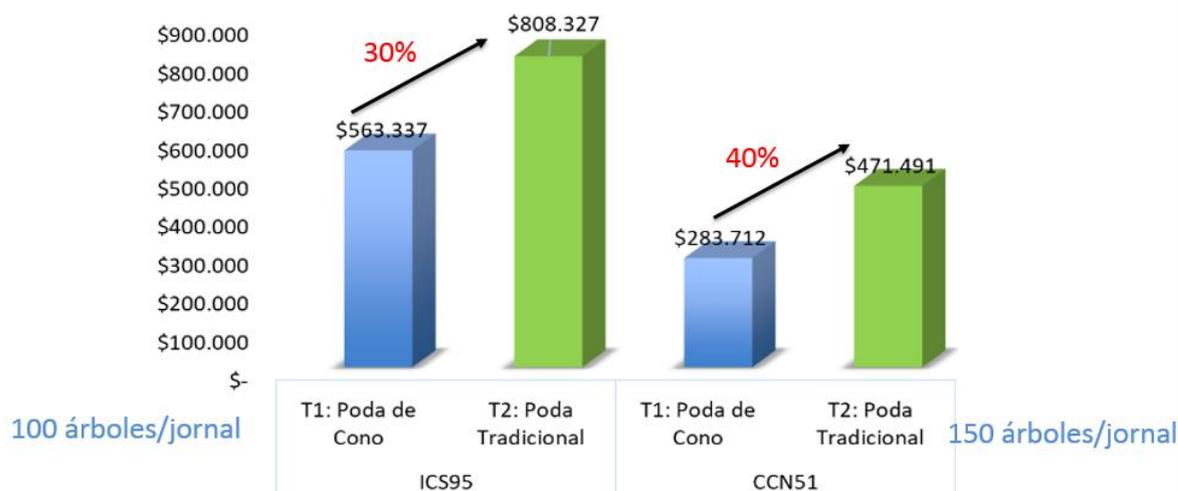


Figura 14. Costos de mano de obra (jornales) para la realización de las podas/año/ha, según tipo de poda y genotipo (clon)

La diferencia en el costo/año de la mano de obra para la realización de la actividad de poda, obedece a que el rendimiento del número de árboles podados/día varía de un genotipo a otro, obteniéndose en promedio un rendimiento de 100 árboles/jornal en el ICS 95 y 150 árboles/jornal en el CCN51; para un total en el genotipo ICS95 de 13 jornales con la poda de cono natural y 18,8 en la poda tradicional, y en el genotipo CCN51 de 6,6 jornales con la poda de cono natural y 11 jornales con la poda tradicional (tabla 10).

Tabla 9. Costos de mano de obra (jornales) para la realización de las podas/año/ha, según tipo de poda y genotipo (clon)

Clon	Tratamiento	Número Jornales Poda Inicial (arquitectura del árbol)	Costo Poda Inicial (arquitectura del árbol)	Número Jornales Podas sucesivas y desplumille (año)	Costo Podas sucesivas y desplumille (año)	Número Jornales Total Poda/año	Costo Total Poda/año	Diferencia costos por tratamiento
ICS95	T1: Poda de Cono	6.1	\$ 261,934	7	\$ 301,403	13.08	\$563,337	\$ 244,990
	T2: Poda Tradicional	8.8	\$ 377,751	10	\$ 430,576	18.77	\$808,327	
CCN51	T1: Poda de Cono	2.6	\$ 111,481	4	\$ 172,230	6.59	\$283,712	\$

Clon	Tratamiento	Número Jornales Poda Inicial (arquitectura del árbol)	Costo Poda Inicial (arquitectura del árbol)	Número Jornales Podas sucesivas y desplumille (año)	Costo Podas sucesivas y desplumille (año)	Número Jornales Total Poda/año	Costo Total Poda/año	Diferencia costos por tratamiento
	T2: Poda Tradicional	4.3	\$ 184,440	7	\$ 287,051	10.95	\$471,491	187,779

3.2.2.3 Costos kilo de cacao seco según tipo de poda

El costo para la producción de un kilo de cacao seco para el genotipo ICS 95, con el tipo de poda de cono natural fue de \$7.135, un 0,7% inferior al generado con el tipo de poda tradicional correspondiente a \$7.182, representando un ahorro para el productor de \$47/kilo (figura 15).

Similar comportamiento se reflejó en el genotipo CCN51 con el tipo de poda de cono natural, donde el costo/kilo fue de \$4.924, un 7,9% inferior al generado con el tipo de poda tradicional correspondiente a \$5.312, representando un ahorro para el productor de \$388/kilo (figura 15).

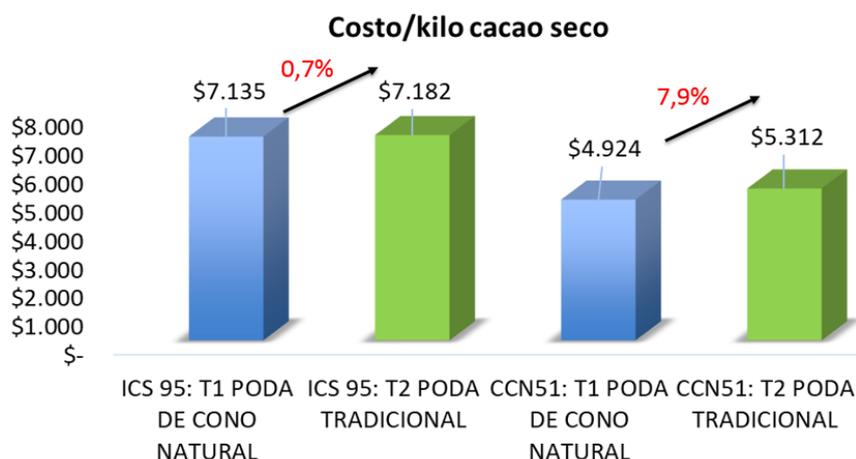


Figura 15. Costos kilo de cacao seco según tipo de poda y genotipo

El costo de producción de un kilo de cacao seco varía entre los genotipos, debido al rendimiento por hectárea y los costos totales de producción de cada uno de estos (tabla 11).

Tabla 10. Costos kilo de cacao seco según tipo de poda y genotipo

TRATAMIENTO	Costo total/Ha/año	Rendimiento (kilos/Ha) año 1	Costo/kilo cacao seco
ICS 95: T1: Poda de Cono	\$ 3,631,972	509.0	\$ 7,135
ICS 95: T2: Poda Tradicional	\$ 4,902,110	682.5	\$ 7,182
CCN51: T1: Poda de Cono	\$ 3,521,285	715.2	\$ 4,924
CCN51: T2: Poda Tradicional	\$ 4,457,121	839.0	\$ 5,312

3.2.2.4 Ingresos Operativos año, según tipo de poda

Los precios de referencia utilizados fueron obtenidos del promedio esperado más probable del precio semanal reportado por FEDECACAO, de los últimos tres años (semestre b 2016, 2017, 2018). Fueron calculados tres precios esperados mas probables (mínimo, medio, máximo), los cuales fueron:

Escenarios	Precios de referencia
Pesimista	\$5.299
Moderado	\$6.587
Optimista	\$7.720

- Escenario Pesimista:

El ingreso operativo del primer año obtenido para el genotipo ICS 95, con el tipo de poda de cono natural fue de \$2.697.392, un 34% inferior al obtenido con el tipo de poda tradicional correspondiente a \$3.616.597. Situación que se invierte a partir del año 2, hasta el año 5²⁷, presentando la poda de cono natural porcentajes superiores del 22%, 31%, 30% y 30% respectivamente, frente a los ingresos obtenidos con la poda de tradicional. El incremento en los ingresos operativos proyectados entre el año 1 y el quinto con la poda de cono natural son del 329% y del 172% frente a la poda tradicional (figura 16).

²⁷ Nota 1: el Año 1 corresponde al año de ejecución de la investigación. Los Año 2 al 5, son las proyecciones realizadas. El rendimiento proyectado para estos años, fue tomado de los resultados obtenidos en la investigación de referencia titulada "Estudios para determinar los niveles de productividad de cacao, mediante la utilización de la poda de cono natural en una hectárea de cacao *Theobroma cacao* L. En la finca el Cerrito de la vereda Santa Inés en el municipio de San Vicente de Chucurí".

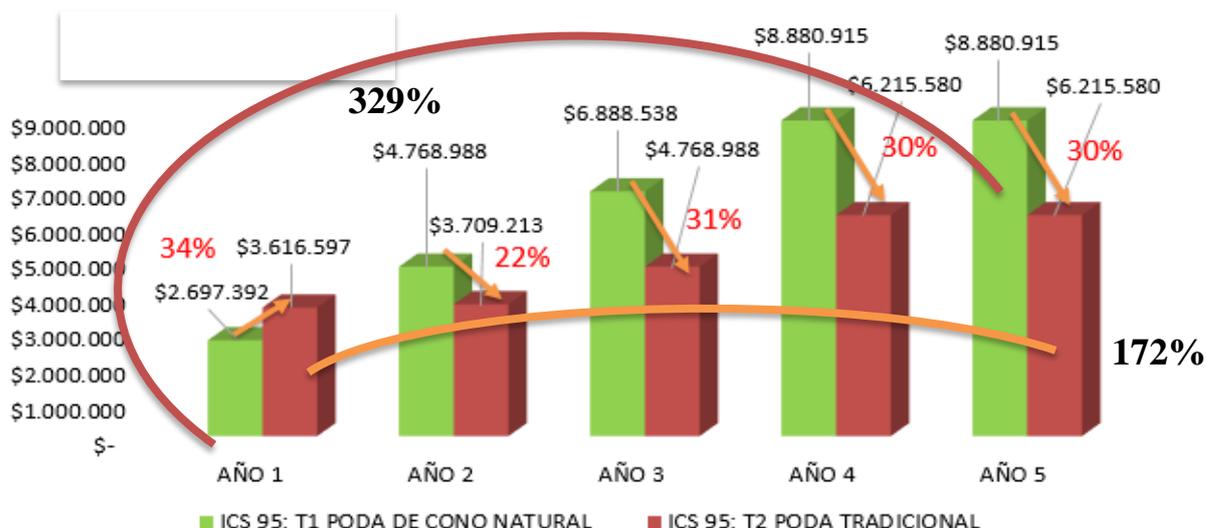


Figura 16. Ingresos Operativos año, según tipo de poda, genotipo ICS95, escenario pesimista, precio de referencia \$5.299/kilo.

Similar comportamiento se reflejó en el genotipo CCN51 con el tipo de poda de cono natural, donde el ingreso operativo del primer año obtenido fue de \$3.789.643, un 17% inferior al obtenido con el tipo de poda tradicional correspondiente a \$4.445.804. Situación que se invierte a partir del año 2, hasta el año 5, presentando la poda de cono natural porcentajes superiores del 10%, 33%, 30% y 30% respectivamente, frente a los ingresos obtenidos con la poda de tradicional. El incremento en los ingresos operativos proyectados entre el año 1 y el quinto con la poda de cono natural son del 234% y del 140% con la poda tradicional (figura 17).

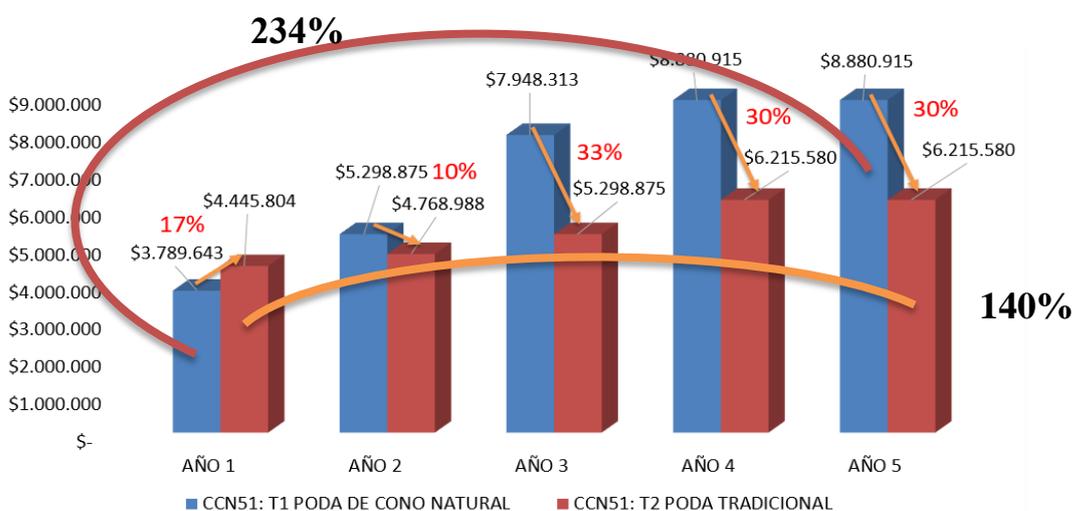


Figura 17. Ingresos Operativos año, según tipo de poda, genotipo CCN51, escenario pesimista, precio de referencia \$5.299/kilo.

- Escenario Moderado:

El ingreso operativo del primer año obtenido para el genotipo ICS 95, con el tipo de poda de cono natural fue de \$3.353.112, un 34% inferior al obtenido con el tipo de poda tradicional correspondiente a \$4.495.770. Situación que se invierte a partir del año 2 hasta el año 5, presentando la poda de cono natural porcentajes superiores del 22%, 31%, 30% y 30% respectivamente, frente a los ingresos obtenidos con la poda de tradicional. El incremento en los ingresos operativos proyectados entre el año 1 y el quinto con la poda de cono natural son del 329% y del 172% con la poda tradicional (figura 18).

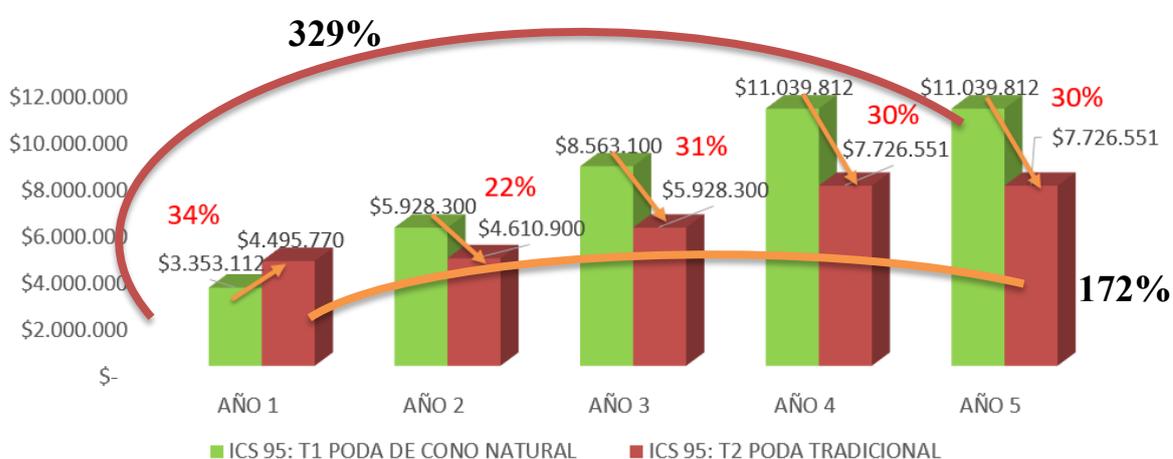


Figura 18. Ingresos Operativos año, según tipo de poda, genotipo ICS95, escenario moderado, precio de referencia \$6.587/kilo.

Similar comportamiento se reflejó en el genotipo CCN51 con el tipo de poda de cono natural, donde el ingreso operativo del primer año obtenido fue de \$4.710.882, un 17% inferior al obtenido con el tipo de poda tradicional correspondiente a \$5.526.553. Situación que se invierte a partir del año 2 hasta el año 5, presentando la poda de cono natural porcentajes superiores del 10%, 33%, 30% y 30% respectivamente, frente a los ingresos obtenidos con la poda de tradicional. El incremento en los ingresos operativos proyectados entre el año 1 y el quinto con la poda de cono natural son del 234% y del 140% con la poda tradicional (figura 19).

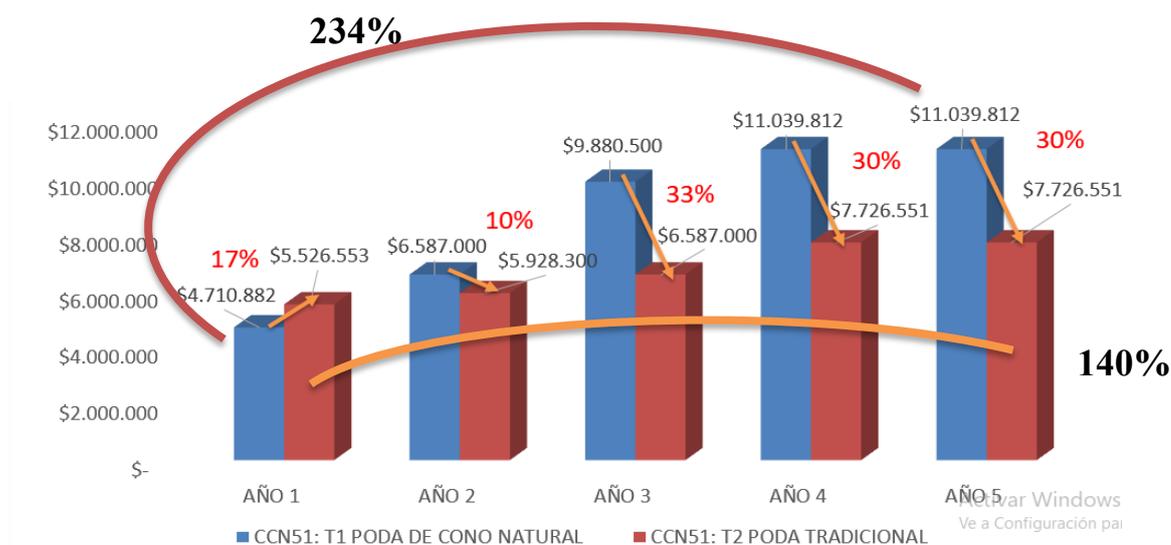


Figura 19. Ingresos Operativos año, según tipo de poda, genotipo CCN51, escenario moderado, precio de referencia \$6.587/kilo.

- Escenario Optimista:

El ingreso operativo del primer año obtenido para el genotipo ICS 95, con el tipo de poda de cono natural fue de \$3.929.865, un 34% inferior al obtenido con el tipo de poda tradicional correspondiente a \$5.269.067. Situación que se invierte a partir del año 2 hasta el año 5, presentando la poda de cono natural porcentajes superiores del 22%, 31%, 30% y 30% respectivamente, frente a los ingresos obtenidos con la poda de tradicional. El incremento en los ingresos operativos proyectados entre el año 1 y el quinto con la poda de cono natural son del 329% y del 172% con la poda tradicional (figura 20).

Similar comportamiento se reflejó en el genotipo CCN51 con el tipo de poda de cono natural, donde el ingreso operativo del primer año obtenido fue de \$5.521.180, un 17% inferior al obtenido con el tipo de poda tradicional correspondiente a \$6.477.150. Situación que se invierte a partir del año 2 hasta el año 5, presentando la poda de cono natural porcentajes superiores del 10%, 33%, 30% y 30% respectivamente, frente a los ingresos obtenidos con la poda de tradicional. El incremento en los ingresos operativos proyectados entre el año 1 y el quinto con la poda de cono natural son del 234% y del 140% con la poda tradicional (figura 21).

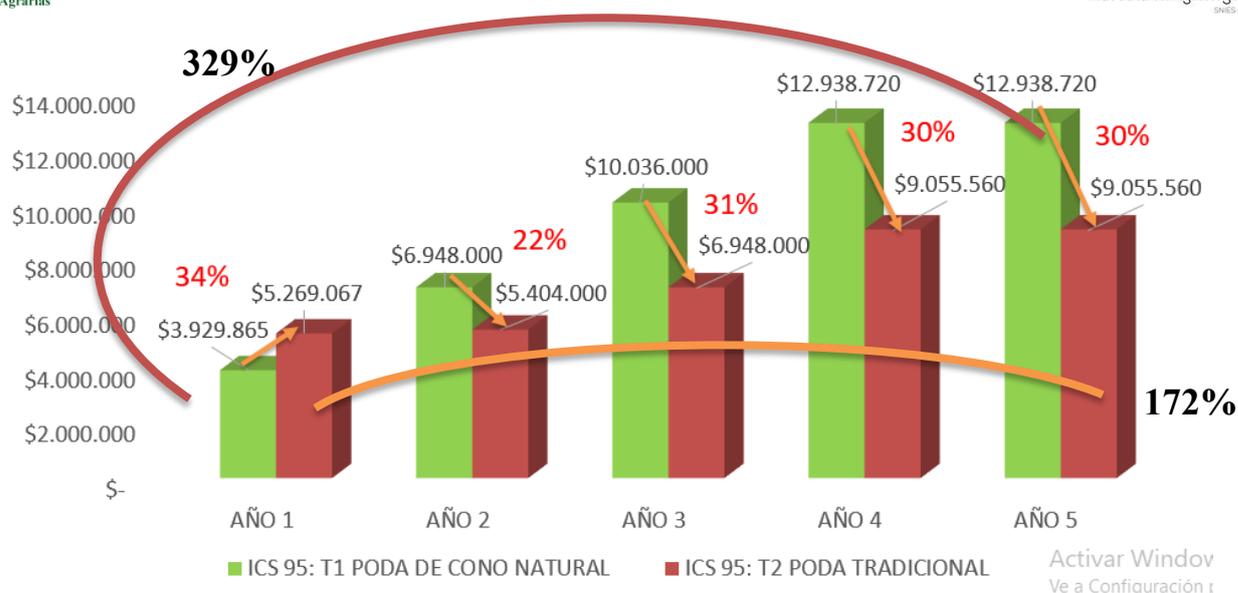


Figura 20. Ingresos Operativos año, según tipo de poda, genotipo ICS95, escenario optimista, precio de referencia \$7.720/kilo.

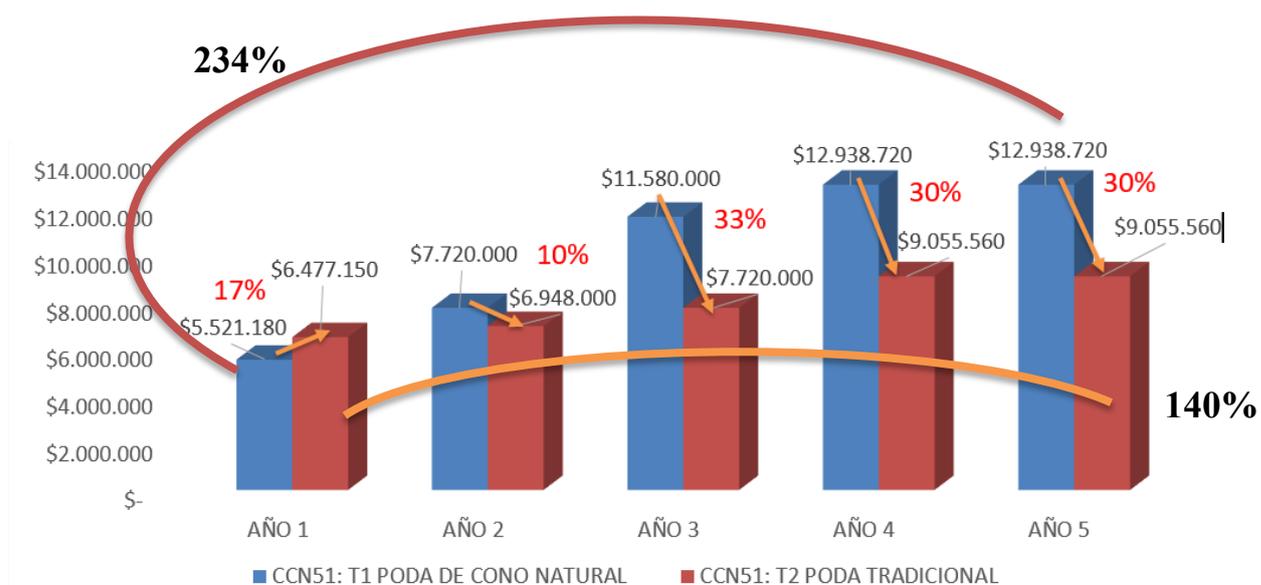


Figura 21. Ingresos Operativos año, según tipo de poda, genotipo CCN51, escenario optimista, precio de referencia \$7.720/kilo.

3.2.2.5 Utilidad Bruta, Operativa y Neta año, según tipo de poda

- Escenario pesimista

La Utilidad Bruta, Operativa y Neta del primer año obtenido para el genotipo ICS 95, con ambos tipos de poda (de cono natural y tradicional) fue negativa; con resultados mas favorables para la poda de cono natural. Para el segundo año, las utilidades obtenidas con la poda de cono natural adquieren valores positivos, con un incremento porcentual del 216% en la utilidad Operativa; los valores para la poda tradicional contiuan negativos en el año 2 y año 3. El incremento en la utildiad Operativa proyectada entre el año 1 y el quinto con la poda de cono natural es del 644% y del 197% con la poda tradicional (figura 22). La diferencia porcentual en el año quinto de la utilidad Operativa entre ambos tipos de poda es del 408%, equivalente a \$5.085.570 para la poda de cono natural y de \$1.244.803 para la poda tradicional. Los resultados obtenidos todos los años con la poda tradicional, muestran utilidades inferiores a las obtenidas con la poda de cono natural.

El genotipo CCN 51 con el tipo de poda de cono natural, presentó utilidades positivas desde el primer año, con un incremento porcentual hasta el quinto año en la utilidad operativa del 1.847% al pasar de \$268.358 a \$5.225.114. Los resultados obtenidos con la poda tradicional a partir del segundo año son positivos, presentando todos los años utilidades inferiores a las obtenidas con la poda de cono natural (figura 23). La diferencia porcentual en el año quinto de la utilidad Operativa entre ambos tipos de poda es del 305%, equivalente a \$5.225.114 para la poda de cono natural y de \$1.711.701 para la poda tradicional.

Tabla 11. Utilidad Bruta, Operativa y Neta año, según tipo de poda, genotipos ICS95 y CCN51, escenario pesimista, precio de referencia \$5.299/kilo.

CONSOLIDADO CALCULO UTILIDAD - ESCENARIO PESIMISTA						
AÑO	Variable	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
ICS 95: T1 PODA DE CONO NATURAL	Utilidad Bruta	-\$ 863,313	\$ 1,208,283	\$ 3,327,833	\$ 5,320,210	\$ 5,320,210
	Utilidad Operativa	-\$ 934,580	\$ 1,082,283	\$ 3,145,833	\$ 5,085,570	\$ 5,085,570
	Utilidad Neta (UN)	-\$ 934,580	\$ 1,082,283	\$ 3,145,833	\$ 5,085,570	\$ 5,085,570
ICS 95: T2 PODA TRADICIONAL	Utilidad Bruta	-\$ 1,189,961	-\$ 1,097,345	-\$ 37,570	\$ 1,409,023	\$ 1,409,023
	Utilidad Operativa	-\$ 1,285,514	-\$ 1,195,345	-\$ 163,570	\$ 1,244,803	\$ 1,244,803
	Utilidad Neta (UN)	\$ -	-\$ 1,195,345	-\$ 163,570	\$ 1,244,803	\$ 1,244,803
CCN51: T1 PODA DE CONO NATURAL	Utilidad Bruta	\$ 368,483	\$ 1,877,715	\$ 4,527,152	\$ 5,459,754	\$ 5,459,754
	Utilidad Operativa	\$ 268,358	\$ 1,737,715	\$ 4,317,152	\$ 5,225,114	\$ 5,225,114
	Utilidad Neta (UN)	\$ 268,358	\$ 1,737,715	\$ 4,317,152	\$ 5,225,114	\$ 5,225,114
CCN51: T2 PODA TRADICIONAL	Utilidad Bruta	\$ 106,145	\$ 429,328	\$ 959,216	\$ 1,875,921	\$ 1,875,921
	Utilidad Operativa	-\$ 11,316	\$ 303,328	\$ 819,216	\$ 1,711,701	\$ 1,711,701
	Utilidad Neta (UN)	-\$ 11,316	\$ 303,328	\$ 819,216	\$ 1,711,701	\$ 1,711,701

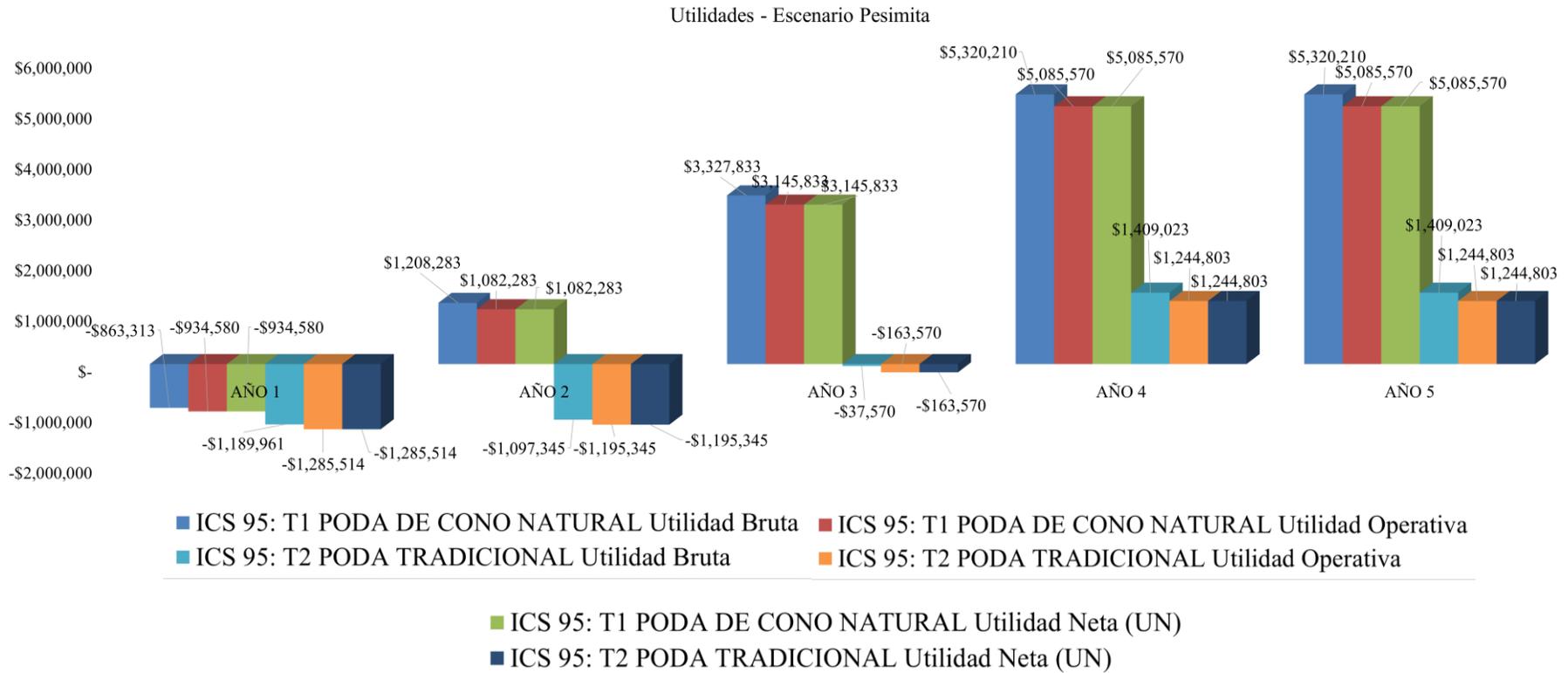


Figura 22. Utilidad Bruta, Operativa y Neta año, según tipo de poda, genotipo ICS95, escenario pesimista, precio de referencia \$5.299/kilo.

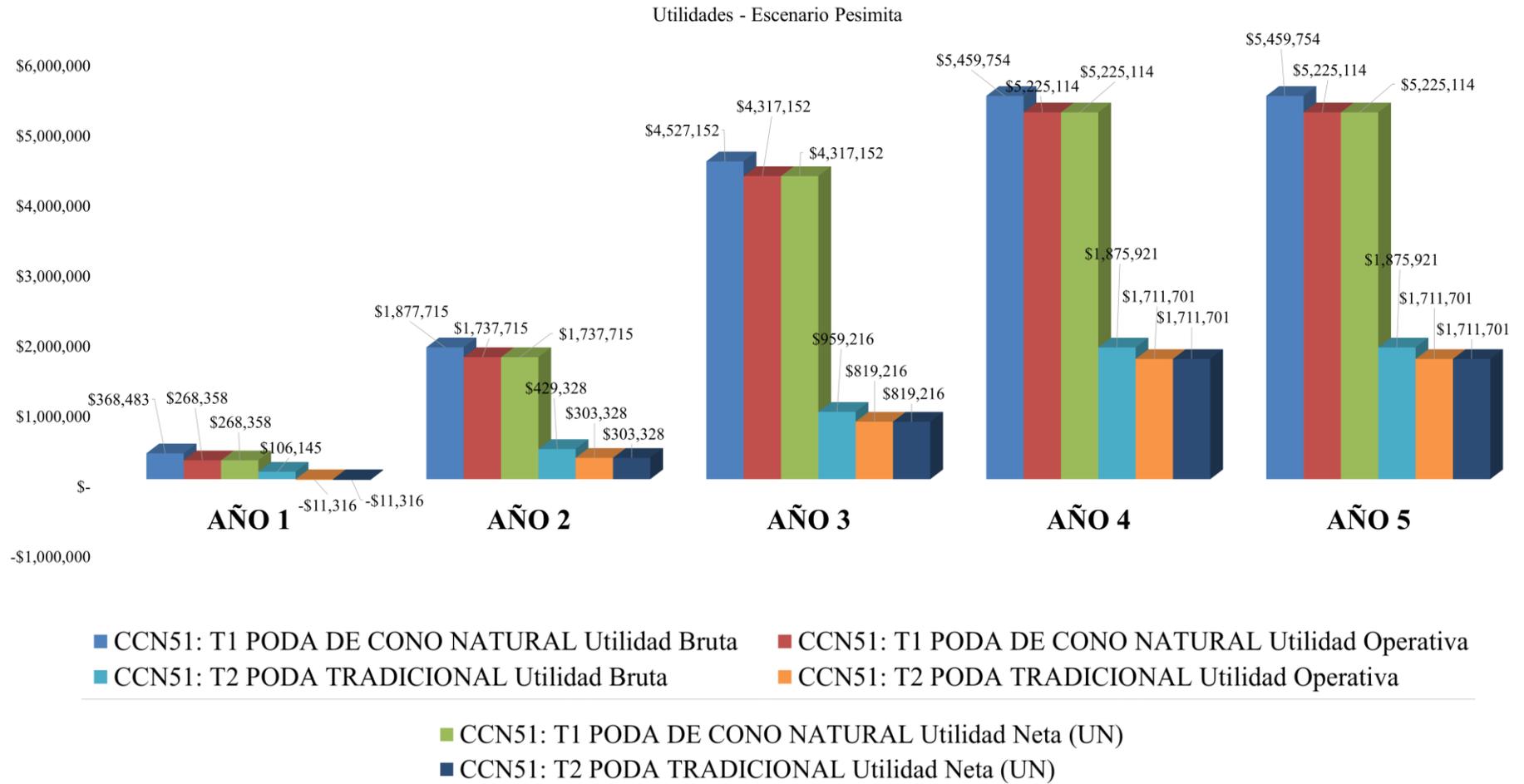


Figura 23. Utilidad Bruta, Operativa y Neta año, según tipo de poda, genotipo CCN51, escenario pesimista, precio de referencia \$5.299/kilo.

- Escenario moderado

La Utilidad Bruta, Operativa y Neta del primer año obtenido para el genotipo ICS 95, con ambos tipos de poda (de cono natural y tradicional) fue negativa; con resultados mas favorables para la poda de cono natural. Para el segundo año, las utilidades obtenidas con la poda de cono natural adquieren valores positivos, con un incremento porcentual del 804% en la utilidad Operativa; los valores para la poda tradicional continuan negativos en el año 2. El incremento en la utilidad Operativa proyectada entre el año 1 y el quinto con la poda de cono natural es de 2.598% y del 678% con la poda tradicional (figura 24). La diferencia porcentual en el año quinto de la utilidad Operativa entre ambos tipos de poda es del 263%, equivalente a \$7.244.467 para la poda de cono natural y de \$2.755.774 para la poda tradicional. Los resultados obtenidos todos los años con la poda tradicional, muestran utilidades inferiores a las obtenidas con la poda de cono natural.

El genotipo CCN51 con ambos tipo de poda (de cono natural y tradicional) presentó utilidades positivas desde el primer año, con un incremento porcentual hasta el quinto año en la utilidad operativa del 621% en la poda de cono natural y del 301% en la poda tradicional. Los resultados obtenidos todos los años con la poda tradicional, muestran utilidades inferiores a las obtenidas con la poda de cono natural (figura 25). La diferencia porcentual en el año quinto de la utilidad Operativa entre ambos tipos de poda es del 229%, equivalente a \$7.384.012 para la poda de cono natural y de \$3.222.672 para la poda tradicional.

Los resultados en la utilidad obtenida por la comercialización de cacao en grano seco obtenidos por Murillo (2017, p.81) a partir del año 5 del cultivo hasta el año 15 por valor de \$3.683.000/año, fueron similares a los obtenidos a en el segundo año de realizadas las podas de cono natural (equivalente al año 6 y 7 de edad de la plantación), con un precio de kilo de grano seco de cacao de referencia para el cálculo de \$6.200.

Tabla 12. Utilidad Bruta, Operativa y Neta año, según tipo de poda, genotipos ICS95 y CCN51, escenario moderado, precio de referencia \$6.587/kilo.

CONSOLIDADO CALCULO UTILIDAD - ESCENARIO MODERADO						
AÑO	Variable	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
ICS 95: T1 PODA DE CONO NATURAL	Utilidad Bruta	-\$ 207,593	\$ 2,367,595	\$ 5,002,395	\$ 7,479,107	\$ 7,479,107
	Utilidad Operativa	-\$ 278,860	\$ 2,241,595	\$ 4,820,395	\$ 7,244,467	\$ 7,244,467
	Utilidad Neta (UN)	-\$ 278,860	\$ 2,241,595	\$ 4,820,395	\$ 7,244,467	\$ 7,244,467
AÑO	Variable	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
ICS 95: T2 PODA TRADICIONAL	Utilidad Bruta	-\$ 310,788	-\$ 195,657	\$ 1,121,743	\$ 2,919,994	\$ 2,919,994
	Utilidad Operativa	-\$ 406,341	-\$ 293,657	\$ 995,743	\$ 2,755,774	\$ 2,755,774
	Utilidad Neta (UN)	-\$ 406,341	-\$ 293,657	\$ 995,743	\$ 2,755,774	\$ 2,755,774
AÑO	Variable	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
CCN51: T1 PODA DE CONO NATURAL	Utilidad Bruta	\$ 1,289,722	\$ 3,165,840	\$ 6,459,340	\$ 7,618,652	\$ 7,618,652
	Utilidad Operativa	\$ 1,189,597	\$ 3,025,840	\$ 6,249,340	\$ 7,384,012	\$ 7,384,012
	Utilidad Neta (UN)	\$ 1,189,597	\$ 3,025,840	\$ 6,249,340	\$ 7,384,012	\$ 7,384,012
AÑO	Variable	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
CCN51: T2 PODA TRADICIONAL	Utilidad Bruta	\$ 1,186,893	\$ 1,588,641	\$ 2,247,341	\$ 3,386,892	\$ 3,386,892
	Utilidad Operativa	\$ 1,069,432	\$ 1,462,641	\$ 2,107,341	\$ 3,222,672	\$ 3,222,672
	Utilidad Neta (UN)	\$ 1,069,432	\$ 1,462,641	\$ 2,107,341	\$ 3,222,672	\$ 3,222,672

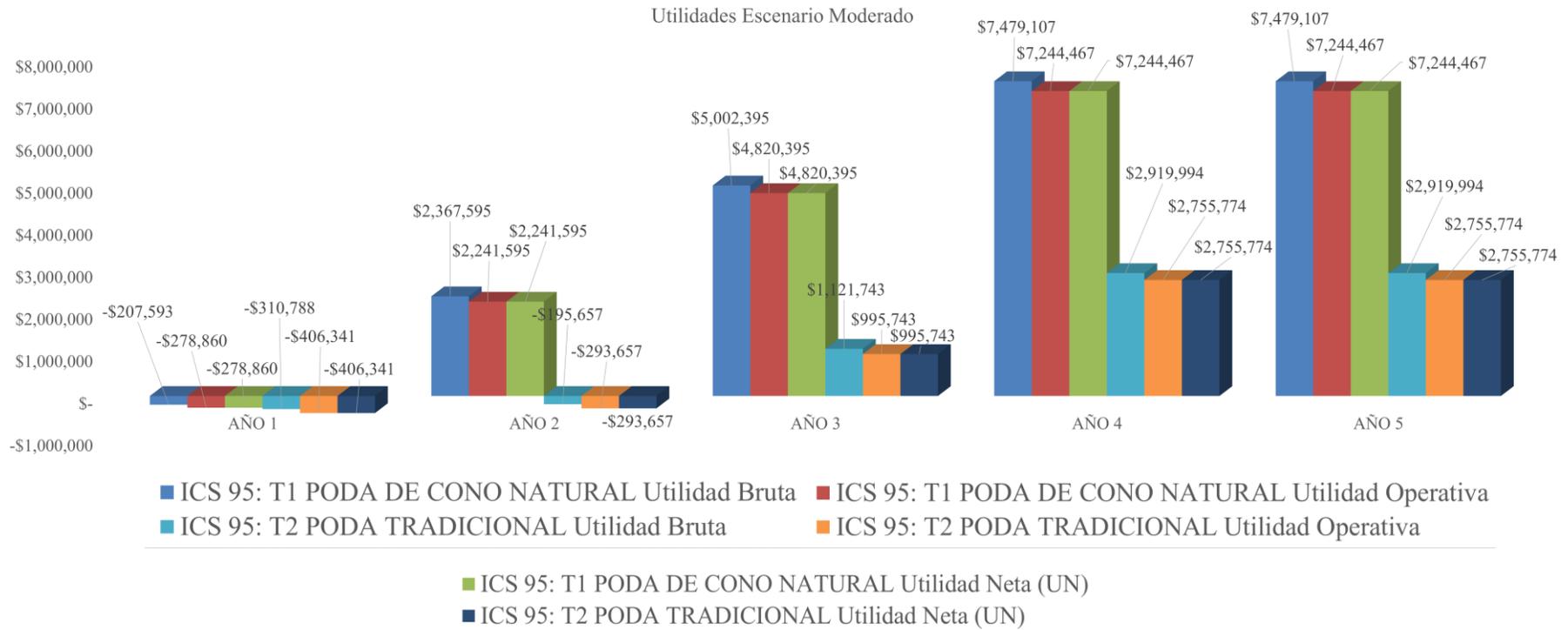


Figura 24. Utilidad Bruta, Operativa y Neta año, según tipo de poda, genotipo ICS95, escenario moderado, precio de referencia \$6.587/kilo.

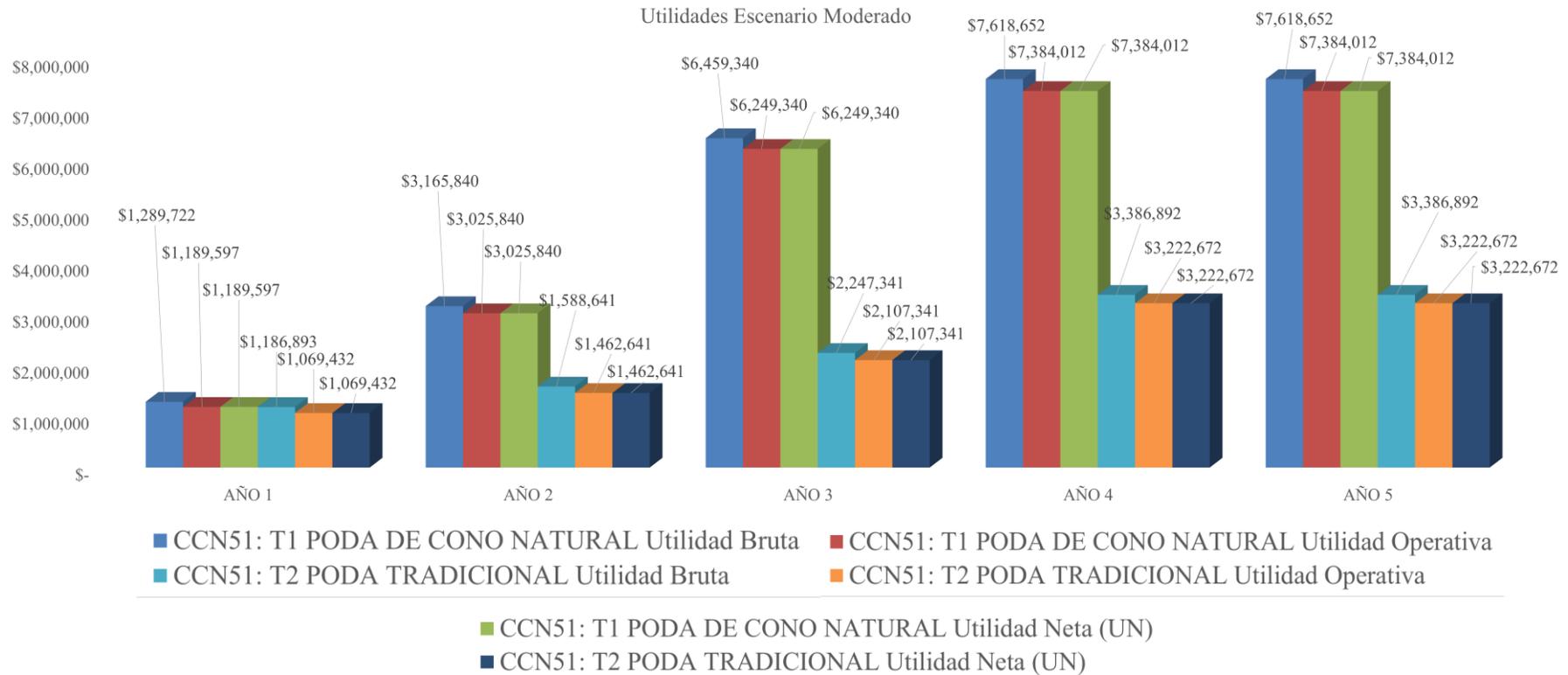


Figura 25. Utilidad Bruta, Operativa y Neta año, según tipo de poda, genotipo CCN51, escenario moderado, precio de referencia \$6.587/kilo.

- Escenario Optimista

La Utilidad Bruta, Operativa y Neta del primer año obtenido para el genotipo ICS 95, con ambos tipos de poda (de cono natural y tradicional) es positiva; con resultados mas favorables para la poda de tradicional del 123% en su utilidad Operativa. Para el segundo año, las utilidades obtenidas con la poda de cono natural se invierten, presentando resultados superiores a los obtenidos con la poda tradicional, con un incremento porcentual en la utilidad Operativa del 1.095% al pasar de \$297.893 a \$3.261.295. El incremento en la utilidad Operativa proyectada entre el año uno y el quinto con la poda de cono natural es del 3.069% y del 1.113% con la poda tradicional (figura 26). La diferencia porcentual en el año quinto de la utilidad Operativa entre ambos tipos de poda es del 224%, equivalente a \$9.143.375 para la poda de cono natural y de \$4.084.783 para la poda tradicional. Los resultados obtenidos a partir del segundo año con la poda tradicional, muestran utilidades inferiores a las obtenidas con la poda de cono natural.

Para el primer año los resultados obtenidos para el genotipo CCN51, con ambos tipos de poda (de cono natural y tradicional) es positiva; con resultados mas favorables para la poda de tradicional del 101% en su utilidad operativa. Para el segundo año, las utilidades obtenidas con la poda de cono natural se invierten, presentando resultados superiores a los obtenidos con la poda tradicional, con un incremento porcentual en la utilidad Operativa del 208% al pasar de \$1.999.895 a \$4.158.840. El incremento en la utilidad Operativa proyectada entre el año uno y el quinto con la poda de cono natural es del 465% y del 225% con la poda tradicional (figura 27). La diferencia porcentual en el año quinto de la utilidad Operativa entre ambos tipos de poda es del 204%, equivalente a \$9.282.920 para la poda de cono natural y de \$4.551.681 para la poda tradicional. Los resultados obtenidos a partir del segundo año con la poda tradicional, muestran utilidades inferiores a las obtenidas con la poda de cono natural.

Tabla 13. Utilidad Bruta, Operativa y Neta año, según tipo de poda, genotipo ICS95, escenario optimista, precio de referencia \$7.720/kilo.

CONSOLIDADO CALCULO UTILIDAD - ESCENARIO OPTIMISTA						
AÑO	Variable	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
ICS 95: T1 PODA DE CONO NATURAL	Utilidad Bruta	\$ 369,160	\$ 3,387,295	\$ 6,475,295	\$ 9,378,015	\$ 9,378,015
	Utilidad Operativa	\$ 297,893	\$ 3,261,295	\$ 6,293,295	\$ 9,143,375	\$ 9,143,375
	Utilidad Neta (UN)	\$ 297,893	\$ 3,261,295	\$ 6,293,295	\$ 9,143,375	\$ 9,143,375
ICS 95: T2 PODA TRADICIONAL	Utilidad Bruta	\$ 462,509	\$ 597,443	\$ 2,141,443	\$ 4,249,003	\$ 4,249,003
	Utilidad Operativa	\$ 366,956	\$ 499,443	\$ 2,015,443	\$ 4,084,783	\$ 4,084,783
	Utilidad Neta (UN)	\$ 366,956	\$ 499,443	\$ 2,015,443	\$ 4,084,783	\$ 4,084,783
CCN51: T1 PODA DE CONO NATURAL	Utilidad Bruta	\$ 2,100,020	\$ 4,298,840	\$ 8,158,840	\$ 9,517,560	\$ 9,517,560
	Utilidad Operativa	\$ 1,999,895	\$ 4,158,840	\$ 7,948,840	\$ 9,282,920	\$ 9,282,920
	Utilidad Neta (UN)	\$ 1,999,895	\$ 4,158,840	\$ 7,948,840	\$ 9,282,920	\$ 9,282,920
CCN51: T2 PODA TRADICIONAL	Utilidad Bruta	\$ 2,137,491	\$ 2,608,341	\$ 3,380,341	\$ 4,715,901	\$ 4,715,901
	Utilidad Operativa	\$ 2,020,029	\$ 2,482,341	\$ 3,240,341	\$ 4,551,681	\$ 4,551,681
	Utilidad Neta (UN)	\$ 2,020,029	\$ 2,482,341	\$ 3,240,341	\$ 4,551,681	\$ 4,551,681

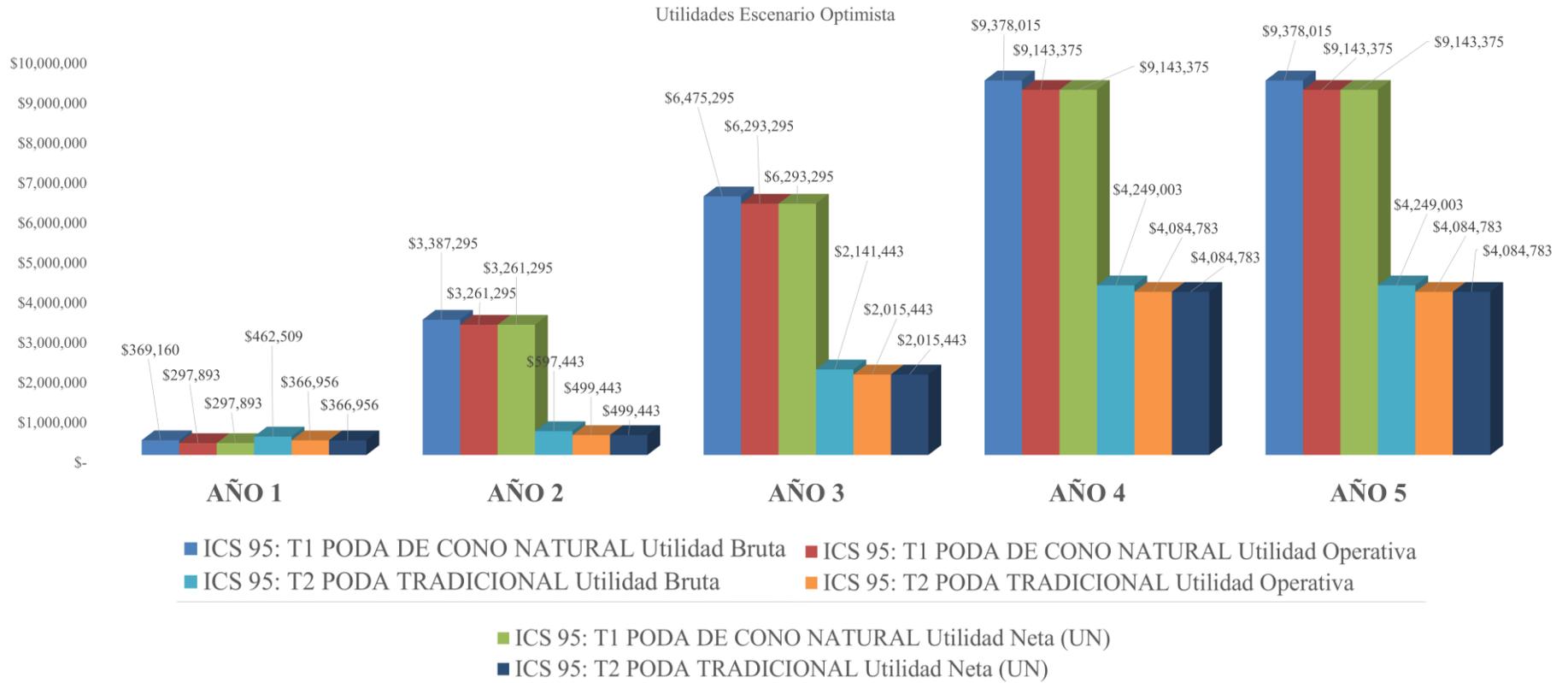


Figura 26. Utilidad Bruta, Operativa y Neta año, según tipo de poda, genotipo ICS95, escenario optimista, precio de referencia \$7.720/kilo.

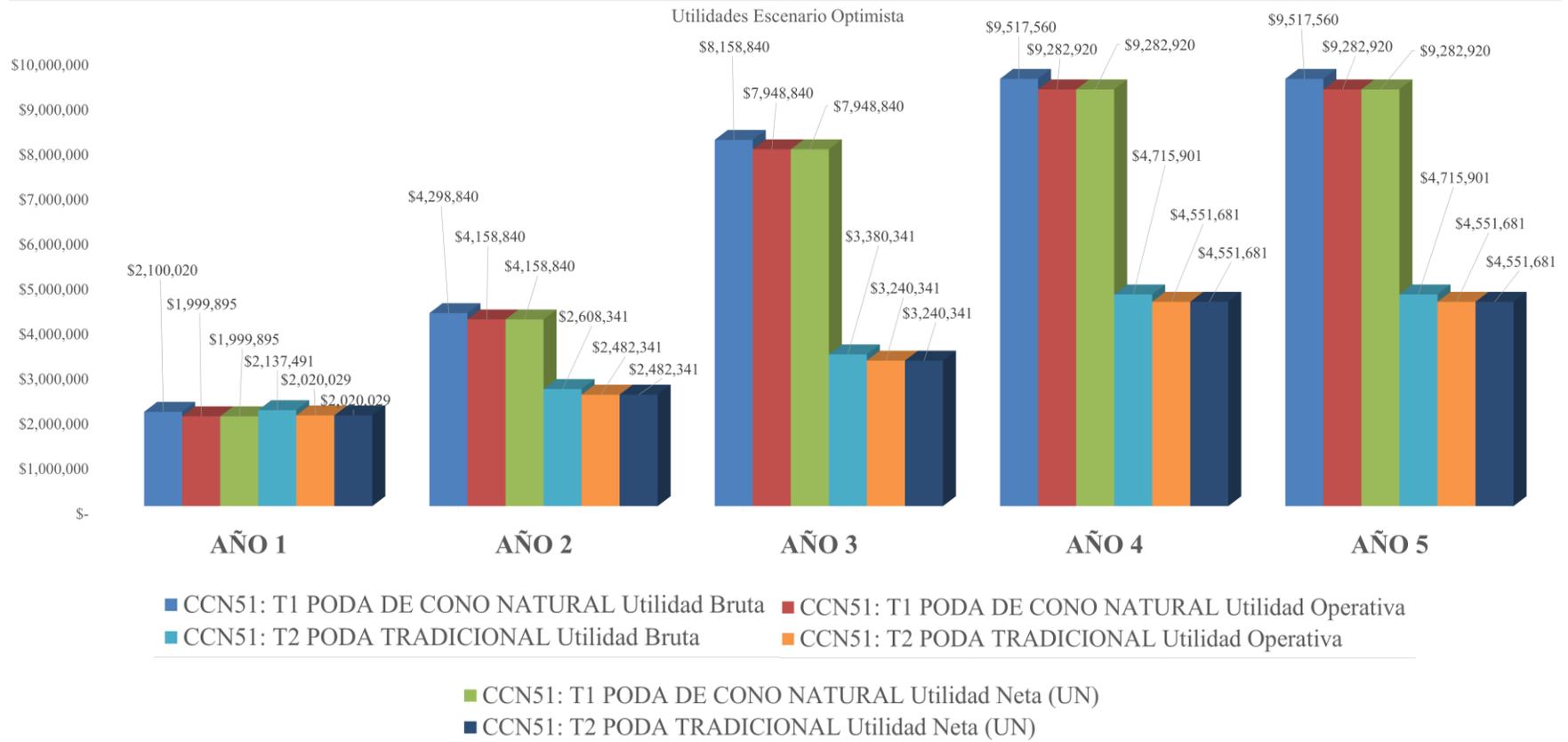


Figura 27. Utilidad Bruta, Operativa y Neta año, según tipo de poda, genotipo CCN51, escenario optimista, precio de referencia \$7.720/kilo.

3.2.2.6 Margen de Utilidad Bruta

- Escenario pesimista:

Los resultados obtenidos en el primer año con el genotipo ICS 95, con el tipo de poda de cono natural, confirman que no hay margen de utilidad (-32%), lo que indica que los ingresos producto de la venta de cacao, no son suficientes para cubrir los costos de producción de esta venta; situación que a partir del año 2 y hasta el año 5, muestra un proceso de recuperación con unos márgenes de 25% y 60% respectivamente.

Con respecto a la poda tradicional, a partir del año 4 se obtendría un margen de utilidad positivo.

Los resultados obtenidos con el genotipo CCN51, para ambos tipos de poda muestran que se obtiene un margen de utilidad positivo a partir del primer año, con márgenes mas positivos en el cultivo tratado con la poda de cono natural, lograndose en el quinto año un margen del 61%, en comparación con un 30% del cultivo tratado con la poda tradicional.

Para ambos genotipos, los resultados obtenidos en el MUB con la poda tradicional, muestran recursos disponibles inferiores a los obtenidos con la poda de cono natural despues de cubrir los costos de todo lo producido y vendido.

Tabla 14. Margen de Utilidad Bruta año, según tipo de poda, genotipos ICS95 y CCN51, escenario pesimista, precio de referencia \$5.299/kilo.

AÑO	Variable	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
ICS 95: T1 PODA DE CONO NATURAL	Utilidad Bruta	-\$ 863,313	\$ 1,208,283	\$ 3,327,833	\$ 5,320,210	\$ 5,320,210
	Ingresos Operativos	\$ 2,697,392	\$ 4,768,988	\$ 6,888,538	\$ 8,880,915	\$ 8,880,915
	MUB	-32%	25%	48%	60%	60%
AÑO						
ICS 95: T2 PODA TRADICIONAL	Utilidad Bruta	-\$ 1,189,961	-\$ 1,097,345	-\$ 37,570	\$ 1,409,023	\$ 1,409,023
	Ingresos Operativos	\$ 3,616,597	\$ 3,709,213	\$ 4,768,988	\$ 6,215,580	\$ 6,215,580
	MUB	-33%	-30%	-1%	23%	23%
AÑO						
CCN51: T1 PODA DE CONO NATURAL	Utilidad Bruta	\$ 368,483	\$ 1,877,715	\$ 4,527,152	\$ 5,459,754	\$ 5,459,754
	Ingresos Operativos	\$ 3,789,643	\$ 5,298,875	\$ 7,948,313	\$ 8,880,915	\$ 8,880,915
	MUB	10%	35%	57%	61%	61%
AÑO						
CCN51: T2 PODA TRADICIONAL	Utilidad Bruta	\$ 106,145	\$ 429,328	\$ 959,216	\$ 1,875,921	\$ 1,875,921
	Ingresos Operativos	\$ 4,445,804	\$ 4,768,988	\$ 5,298,875	\$ 6,215,580	\$ 6,215,580
	MUB	2%	9%	18%	30%	30%

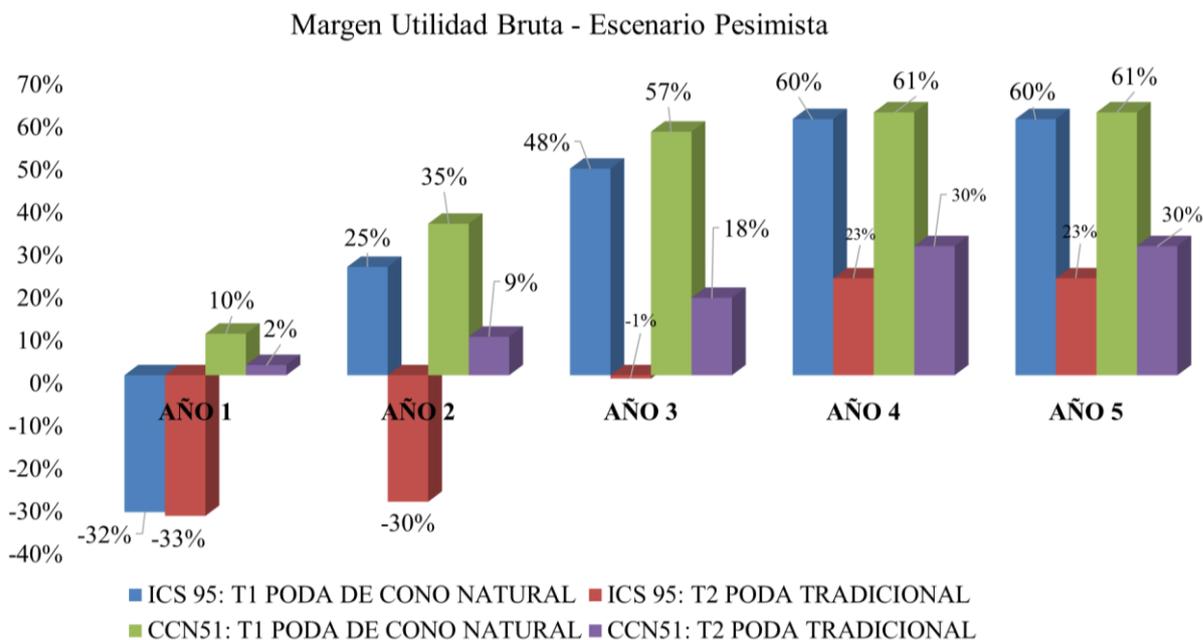


Figura 28. Margen de Utilidad Bruta año, según tipo de poda, genotipos ICS95 y CCN51, escenario pesimista, precio de referencia \$5.299/kilo.

- Escenario moderado:

Los resultados obtenidos en el primer año con ambos tipos de poda en el genotipo ICS 95, confirman que no hay margen de utilidad (-6% y -7%) respectivamente, lo que indica que los ingresos producto de la venta de cacao, no son suficientes para cubrir los costos de producción de esta venta; situación que a partir del año 2 y hasta el año 5, muestra un proceso de recuperación en la poda de cono natural con unos márgenes de 40% y 68% respectivamente.

Respecto a la poda tradicional, a partir del año 3 se obtendría un margen de utilidad positivo del 19%.

Los resultados obtenidos con el genotipo CCN51, para ambos tipos de poda muestran que se obtiene un margen de utilidad positivo a partir del primer año, con márgenes más positivos en el cultivo tratado con la poda de cono natural, lográndose en el quinto año un margen del 69%, en comparación con un 44% del cultivo tratado con la poda tradicional.

Para ambos genotipos, los resultados obtenidos en el MUB con la poda tradicional, muestran recursos disponibles inferiores a los obtenidos con la poda de cono natural despues de cubrir los costos de todo lo producido y vendido.

Tabla 15. Margen de Utilidad Bruta año, según tipo de poda, genotipos ICS95 y CCN51, escenario moderado, precio de referencia \$6.587/kilo.

AÑO	Variable	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
ICS 95: T1 PODA DE CONO NATURAL	Utilidad Bruta	-\$ 207,593	\$ 2,367,595	\$ 5,002,395	\$ 7,479,107	\$ 7,479,107
	Ingresos Operativos	\$ 3,353,112	\$ 5,928,300	\$ 8,563,100	\$ 11,039,812	\$ 11,039,812
	MUB	-6%	40%	58%	68%	68%
AÑO						
ICS 95: T2 PODA TRADICIONAL	Utilidad Bruta	-\$ 310,788	-\$ 195,657	\$ 1,121,743	\$ 2,919,994	\$ 2,919,994
	Ingresos Operativos	\$ 4,495,770	\$ 4,610,900	\$ 5,928,300	\$ 7,726,551	\$ 7,726,551
	MUB	-7%	-4%	19%	38%	38%
AÑO						
CCN51: T1 PODA DE CONO NATURAL	Utilidad Bruta	\$ 1,289,722	\$ 3,165,840	\$ 6,459,340	\$ 7,618,652	\$ 7,618,652
	Ingresos Operativos	\$ 4,710,882	\$ 6,587,000	\$ 9,880,500	\$ 11,039,812	\$ 11,039,812
	MUB	27%	48%	65%	69%	69%
AÑO						
CCN51: T2 PODA TRADICIONAL	Utilidad Bruta	\$ 1,186,893	\$ 1,588,641	\$ 2,247,341	\$ 3,386,892	\$ 3,386,892
	Ingresos Operativos	\$ 5,526,553	\$ 5,928,300	\$ 6,587,000	\$ 7,726,551	\$ 7,726,551
	MUB	21%	27%	34%	44%	44%

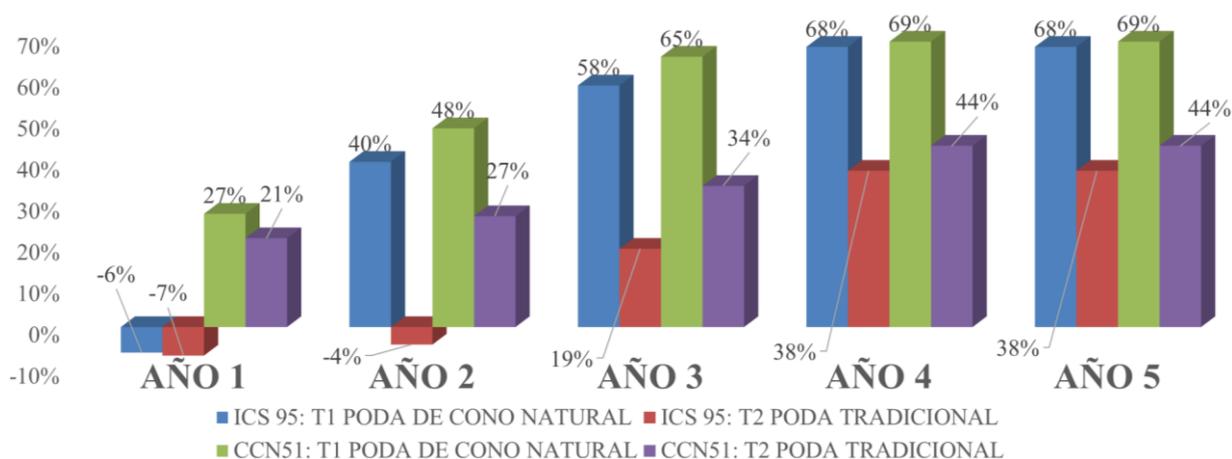


Figura 29. Margen de Utilidad Bruta año, según tipo de poda, genotipos ICS95 y CCN51, escenario moderado, precio de referencia \$6.587/kilo.

- **Escenario optimista:**

Los resultados obtenidos con el cultivos de cacao de los genotipos ICS 95 y CCN 51 tratados con la poda de cono natural y poda tradicional, confirman un Margen de Utilidad Bruta positiva a partir del primer año y hasta el quinto año, presentandose margenes más altos de forma constante en la poda de cono natural, lograndose en el quinto año en el genotipo ICS95 un margen del 72%, en comparación con un 47% de la poda tradicional; y en el genotipo CCN51 un margen del 74%, en comparación con un 52% de la poda tradicional.

Tabla 16. Margen de Utilidad Bruta año, según tipo de poda, genotipos ICS95 y CCN51, escenario optimista, precio de referencia \$7.720/kilo.

AÑO	Variable	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
ICS 95: T1 PODA DE CONO NATURAL	Utilidad Bruta	\$ 369,160	\$ 3,387,295	\$ 6,475,295	\$ 9,378,015	\$ 9,378,015
	Ingresos Operativos	\$ 3,929,865	\$ 6,948,000	\$ 10,036,000	\$ 12,938,720	\$ 12,938,720
	MUB	9%	49%	65%	72%	72%
AÑO						
ICS 95: T2 PODA TRADICIONAL	Utilidad Bruta	\$ 462,509	\$ 597,443	\$ 2,141,443	\$ 4,249,003	\$ 4,249,003
	Ingresos Operativos	\$ 5,269,067	\$ 5,404,000	\$ 6,948,000	\$ 9,055,560	\$ 9,055,560
	MUB	9%	11%	31%	47%	47%
AÑO						
CCN51: T1 PODA DE CONO NATURAL	Utilidad Bruta	\$ 2,100,020	\$ 4,298,840	\$ 8,158,840	\$ 9,517,560	\$ 9,517,560
	Ingresos Operativos	\$ 5,521,180	\$ 7,720,000	\$ 11,580,000	\$ 12,938,720	\$ 12,938,720
	MUB	38%	56%	70%	74%	74%
AÑO						
CCN51: T2 PODA TRADICIONAL	Utilidad Bruta	\$ 2,137,491	\$ 2,608,341	\$ 3,380,341	\$ 4,715,901	\$ 4,715,901
	Ingresos Operativos	\$ 6,477,150	\$ 6,948,000	\$ 7,720,000	\$ 9,055,560	\$ 9,055,560
	MUB	33%	38%	44%	52%	52%

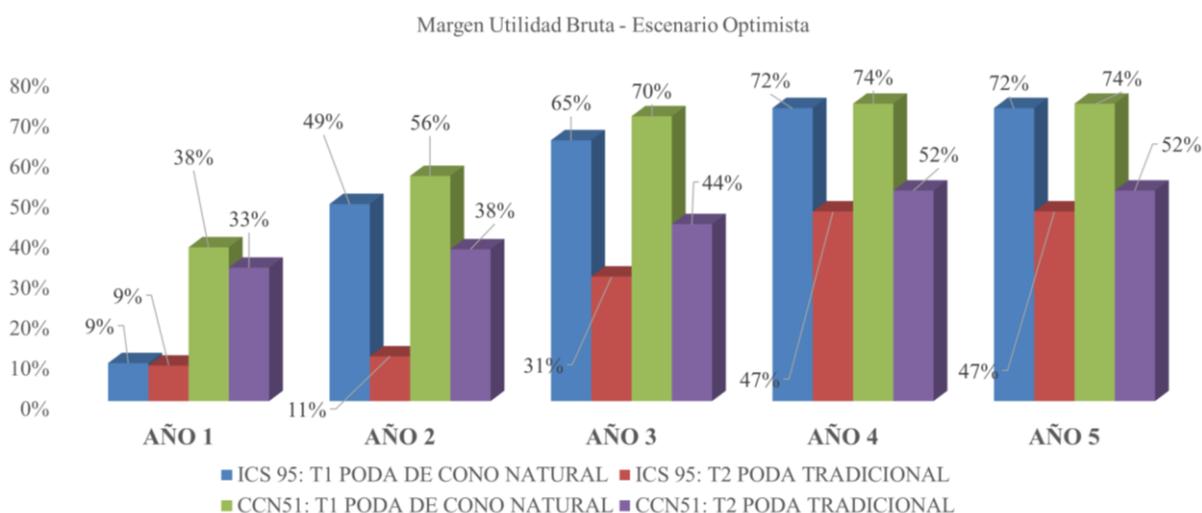


Figura 30. Margen de Utilidad Bruta año, según tipo de poda, genotipos ICS95 y CCN51, escenario optimista, precio de referencia \$7.720/kilo.

3.2.2.7 Margen de Utilidad Operativo

- Escenario pesimista:

Los resultados obtenidos el primer año, confirman un Margen de Utilidad Operativa positivo en el cultivo de cacao que tuvo como tratamiento la poda de cono natural del genotipo CCN51 con un resultado porcentual del 7%.

Los restantes tres escenarios (ICS95 – poda de cono natural, ICS95 – poda tradicional y CCN51 – poda tradicional) no presentaron un Margen de Utilidad Operativo (-35%, -36% y -0.3% respectivamente), significando que las ventas no alcanzaron a generar los recursos necesarios para cubrir los costos y gastos de lo producido y vendido.

El MUO del genotipo ICS95 tratado con la poda tradicional es positivo a partir del año 4, con un valor porcentual del 20%.

La eficiencia productiva para todos los años evaluados en el cultivo de cacao es más alta en ambos genotipos tratados con el tipo de poda de cono natural, en comparación con los resultados obtenidos en el cultivo tratado con el tipo de poda tradicional.

Tabla 17. Margen de Utilidad Operativa año, según tipo de poda, genotipos ICS95 y CCN51, escenario pesimista, precio de referencia \$5.299/kilo.

AÑO	Variable	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
ICS 95: T1 PODA DE CONO NATURAL	Utilidad Operativa	-\$ 934,580	\$ 1,082,283	\$ 3,145,833	\$ 5,085,570	\$ 5,085,570
	Ingresos Operativos	\$ 2,697,392	\$ 4,768,988	\$ 6,888,538	\$ 8,880,915	\$ 8,880,915
	MUO	-35%	23%	46%	57%	57%
AÑO						
ICS 95: T2 PODA TRADICIONAL	Utilidad Operativa	-\$ 1,285,514	-\$ 1,195,345	-\$ 163,570	\$ 1,244,803	\$ 1,244,803
	Ingresos Operativos	\$ 3,616,597	\$ 3,709,213	\$ 4,768,988	\$ 6,215,580	\$ 6,215,580
	MUO	-36%	-32%	-3%	20%	20%
AÑO						
CCN51: T1 PODA DE CONO NATURAL	Utilidad Operativa	\$ 268,358	\$ 1,737,715	\$ 4,317,152	\$ 5,225,114	\$ 5,225,114
	Ingresos Operativos	\$ 3,789,643	\$ 5,298,875	\$ 7,948,313	\$ 8,880,915	\$ 8,880,915
	MUO	7%	33%	54%	59%	59%
AÑO						
CCN51: T2 PODA TRADICIONAL	Utilidad Operativa	-\$ 11,316	\$ 303,328	\$ 819,216	\$ 1,711,701	\$ 1,711,701
	Ingresos Operativos	\$ 4,445,804	\$ 4,768,988	\$ 5,298,875	\$ 6,215,580	\$ 6,215,580
	MUO	-0.3%	6%	15%	28%	28%

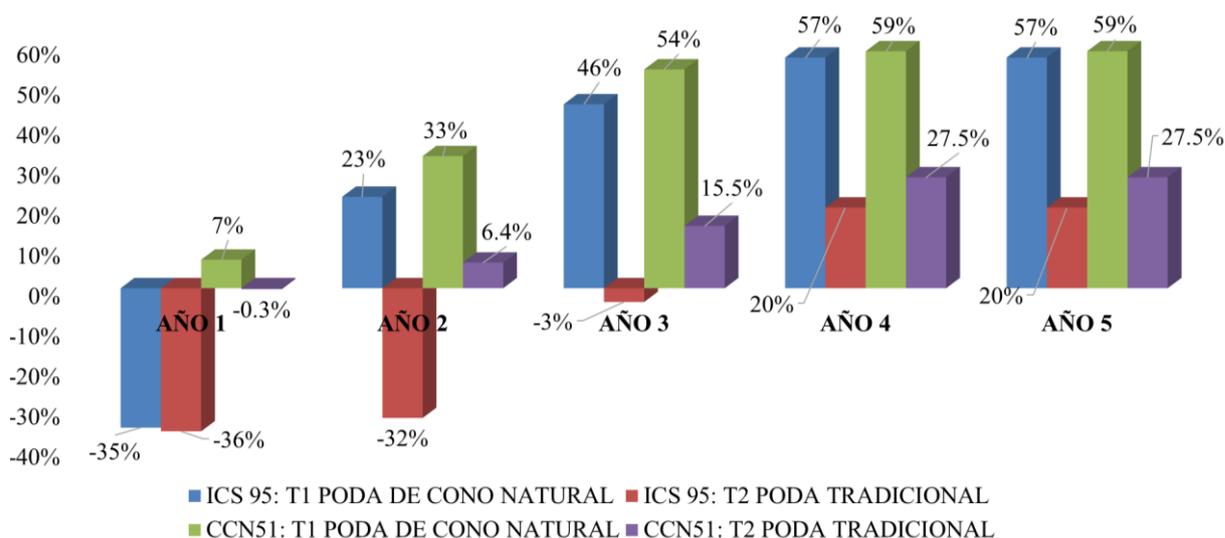


Figura 31. Margen de Utilidad Operativa año, según tipo de poda, genotipos ICS95 y CCN51, escenario pesimista, precio de referencia \$5.299/kilo.

- Escenario moderado:

Los resultados obtenidos el primer año en el cultivo de cacao del genotipo ICS 95 intervenido con ambos tratamientos de poda, no arroja un Margen de Utilidad Operativa, siendo más favorable el resultado obtenido con la poda de cono natural (-8%) frente al obtenido con la poda tradicional (-9%), lo que significa que las ventas no alcanzaron a generar los ingresos necesarios para cubrir los costos y gastos de lo producido y vendido.

Con el genotipo CCN51, en el primer año si se alcanza una eficiencia productiva del 25% (poda de cono natural) y del 19.4% (poda tradicional).

El cultivo del genotipo ICS 95 tratado con la poda tradicional alcanza un MUO positivo a partir del año 3 con un resultado del 17%.

Los resultados afirman que la eficiencia productiva en el cultivo de cacao, para todos los años evaluados es más alta en ambos genotipos tratados con el tipo de poda de cono natural, frente a los resultados logrados con el tipo de poda tradicional.

Tabla 18. Margen de Utilidad Operativa año, según tipo de poda, genotipos ICS95 y CCN51, escenario moderado, precio de referencia \$6.587/kilo.

AÑO	Variable	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
ICS 95: T1 PODA DE CONO NATURAL	Utilidad Operativa	-\$ 278,860	\$ 2,241,595	\$ 4,820,395	\$ 7,244,467	\$ 7,244,467
	Ingresos Operativos	\$ 3,353,112	\$ 5,928,300	\$ 8,563,100	\$ 11,039,812	\$ 11,039,812
	MUO	-8%	38%	56%	66%	66%
ICS 95: T2 PODA TRADICIONAL	Utilidad Operativa	-\$ 406,341	-\$ 293,657	\$ 995,743	\$ 2,755,774	\$ 2,755,774
	Ingresos Operativos	\$ 4,495,770	\$ 4,610,900	\$ 5,928,300	\$ 7,726,551	\$ 7,726,551
	MUO	-9%	-6%	17%	36%	36%
CCN51: T1 PODA DE CONO NATURAL	Utilidad Operativa	\$ 1,189,597	\$ 3,025,840	\$ 6,249,340	\$ 7,384,012	\$ 7,384,012
	Ingresos Operativos	\$ 4,710,882	\$ 6,587,000	\$ 9,880,500	\$ 11,039,812	\$ 11,039,812
	MUO	25%	46%	63%	67%	67%
CCN51: T2 PODA TRADICIONAL	Utilidad Operativa	\$ 1,069,432	\$ 1,462,641	\$ 2,107,341	\$ 3,222,672	\$ 3,222,672
	Ingresos Operativos	\$ 5,526,553	\$ 5,928,300	\$ 6,587,000	\$ 7,726,551	\$ 7,726,551
	MUO	19.4%	25%	32%	42%	42%

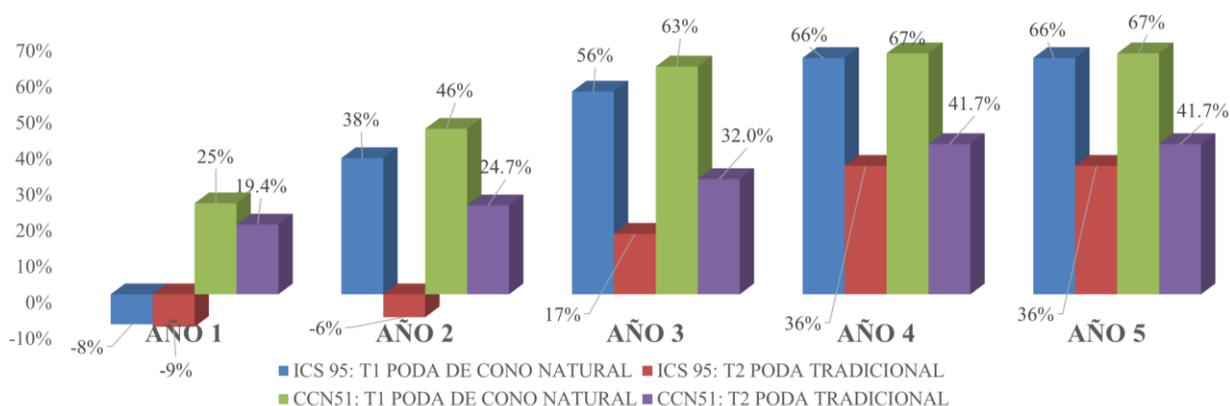


Figura 32. Margen de Utilidad Operativa año, según tipo de poda, genotipos ICS95 y CCN51, escenario moderado, precio de referencia \$6.587/kilo.

- Escenario optimista:

El Margen de Utilidad Operativa obtenida del cultivo de cacao para los genotipos ICS 95 y CCN51, tratados con ambos tipos de poda (de cono natural y tradicional) es positiva a partir del primer año, hasta el año 5, presentandose una mayor eficiencia productiva de manera constante en el cultivo tratado con la poda de cono natural.

Tabla 19. Margen de Utilidad Operativa año, según tipo de poda, genotipos ICS95 y CCN51, escenario optimista, precio de referencia \$7.720/kilo.

AÑO	Variable	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
ICS 95: T1 PODA DE CONO NATURAL	Utilidad Operativa	\$ 297,893	\$ 3,261,295	\$ 6,293,295	\$ 9,143,375	\$ 9,143,375
	Ingresos Operativos	\$ 3,929,865	\$ 6,948,000	\$ 10,036,000	\$ 12,938,720	\$ 12,938,720
	MUO	8%	47%	63%	71%	71%
ICS 95: T2 PODA TRADICIONAL	Utilidad Operativa	\$ 366,956	\$ 499,443	\$ 2,015,443	\$ 4,084,783	\$ 4,084,783
	Ingresos Operativos	\$ 5,269,067	\$ 5,404,000	\$ 6,948,000	\$ 9,055,560	\$ 9,055,560
	MUO	7%	9%	29%	45%	45%
CCN51: T1 PODA DE CONO NATURAL	Utilidad Operativa	\$ 1,999,895	\$ 4,158,840	\$ 7,948,840	\$ 9,282,920	\$ 9,282,920
	Ingresos Operativos	\$ 5,521,180	\$ 7,720,000	\$ 11,580,000	\$ 12,938,720	\$ 12,938,720
	MUO	36%	54%	69%	72%	72%
CCN51: T2 PODA TRADICIONAL	Utilidad Operativa	\$ 2,020,029	\$ 2,482,341	\$ 3,240,341	\$ 4,551,681	\$ 4,551,681
	Ingresos Operativos	\$ 6,477,150	\$ 6,948,000	\$ 7,720,000	\$ 9,055,560	\$ 9,055,560
	MUO	31.2%	36%	42%	50%	50%

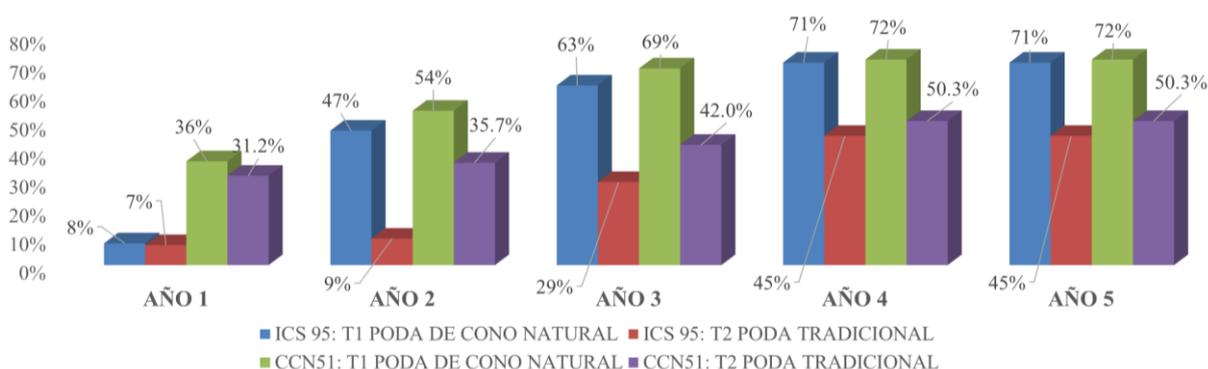


Figura 33. Margen de Utilidad Operativa año, según tipo de poda, genotipos ICS95 y CCN51, escenario optimista, precio de referencia \$7.720/kilo.

Robayo y Hurel (2019, p.9) concluyen en su investigación que La relación que existe entre los costos de producción y la rentabilidad del cacao es de 60 – 40, es decir de la producción y venta de cacao que ofrece cada hectárea el 60% del precio se destina para la recuperación del costo que incluye la mano de obra, siembra, preparación del terreno, control de maleza, fertilización y el 40% restante debería ser la utilidad.

4 Capítulo 4

4.1 Conclusiones

- 4.1.1 La expresión del rendimiento como efecto de la Poda de Cono Natural, en términos de ingresos tiene un efecto positivo para la UAF²⁸ de cacao valorada para Colombia de 3 Ha., disminuyéndola.
- 4.1.2 La Poda de Cono Natural, tiene impacto sobre el comportamiento de los componentes del rendimiento del cacao como número de frutos por árbol, índices de mazorca y grano, porcentaje de *Monillia sp.*, *Phytophthora sp.*, escoba de bruja y otros (abortos o quemazón de pepinos y sobremaduración), los cuales varían entre los genotipos (clones) evaluados.
- 4.1.3 Los factores ambientales (macro y micro clima) ejercen influencia sobre el llenado del grano y el tiempo de maduración de los frutos, afectando la expresión de características como tamaño de almendra, número de frutos por árbol, índice de mazorca y porcentaje de Monillia y otras enfermedades.
- 4.1.4 Uno de los mayores impactos que se obtienen con la aplicación de la poda de cono natural, tiene que ver con el incremento de los ingresos operativos al productor, los cuales se hacen más evidentes a partir del año 2.
- 4.1.5 El costo asociado al sostenimiento, manejo y producción del cultivo de cacao por hectárea año en ambos genotipos (ICS 95 – CCN 51) intervenidos con el tipo de poda de cono natural fue inferior en un 25,9% y 21% respectivamente, al generado con el tipo de poda tradicional.
- 4.1.6 El costo asociado a la actividad de poda en el proceso de sostenimiento y manejo del cultivo de cacao por hectárea año con ambos materiales (ICS 95 – CCN 51) intervenidos con el tipo de poda de cono natural fue inferior en un 30% y 40% al generado con el tipo de poda tradicional, representando un ahorro para el productor de \$244.990/año.

²⁸ La Ley 160 de 1994 define la UAF como “la empresa básica de producción agrícola, pecuaria, acuícola o forestal cuya extensión, conforme a las condiciones agroecológicas de la zona y con tecnología adecuada, permite a la familia remunerar su trabajo y disponer de un excedente capitalizable que coadyuve a la formación de su patrimonio.

- 4.1.7 El número de jornales para realizar la actividad de poda de cono natural, fue menor a los requeridos para realizar la poda tradicional, para un total en el material ICS95 de 13 jornales y 18,8, respectivamente, y en el genotipo CCN 51 de 6,6 y 11 jornales respectivamente; esto en relación al rendimiento logrado del número de árboles podados/día obteniendo, en promedio de 100 árboles/jornal en el ICS 95 y 150 árboles/jornal en el CCN51.
- 4.1.8 El costo para la producción de un kilo de cacao seco para ambos genotipos (ICS 95 – CCN 51) intervenidos con el tipo de poda de cono natural fue inferior en un 0,7% y 7,9% respectivamente, al obtenido con la plantación intervenida con el tipo de poda tradicional, representando un ahorro para el productor de \$47/kilo y \$388/kilo respectivamente.
- 4.1.9 Los ingresos operativos con el precio esperado del kilo de cacao más probable (\$5.299) a partir del año 2, hasta el año 5, en el cultivo de cacao material ICS 95, intervenido con la poda de cono natural presenta porcentajes superiores del 22%, 31%, 30% y 30% respectivamente, frente a los ingresos obtenidos con la poda de tradicional. Similar comportamiento obtuvo el material CCN 51 con porcentajes superiores al 10%, 33%, 30% y 30% respectivamente.
- 4.1.10 La Utilidad Bruta, Operativa y Neta a partir del segundo año con el precio mínimo esperado mas probable obtenida en la plantación intervenida con la poda de cono natural son positivas, para ambos materiales (ICS 95 – CCN 51), con un incremento porcentual en el segundo año del 216% y del 647% respectivamente en la utilidad Operativa.
- 4.1.11 El margen de utilidad bruta obtenida con el precio mínimo esperado más probable del material ICS 95 intervenido con la poda de cono natural es positiva a partir del año 2 y hasta el año 5, mostrando un proceso de recuperación del 25% y 60% respectivamente. Con respecto a la poda tradicional, a partir del año 4 se obtendría un margen de utilidad positivo. Para el genotipo CCN51, para ambos tipos de poda muestran que se obtiene un margen de utilidad positivo a partir del primer año, con márgenes mas positivos en el cultivo tratado con la poda de cono natural, lográndose en el quinto año un margen del 61%, en comparación con un 30% del cultivo tratado con la poda tradicional.

4.1.12 Los resultados obtenidos el primer año, con el precio mínimo esperado más probable confirma un Margen de Utilidad Operativa positivo en el cultivo de cacao que tuvo como tratamiento la poda de cono natural del genotipo CCN 51 con un resultado porcentual del 7%. La eficiencia productiva para todos los años evaluados en el cultivo de cacao es más alta en ambos genotipos tratados con el tipo de poda de cono natural, en comparación con los resultados obtenidos en el cultivo tratado con el tipo de poda tradicional.

5 Capítulo 5

5.1 Recomendaciones

- 5.1.1 Realizar un estudio específico para evaluar el efecto en la Unidad Agrícola Familiar para cacao en el país en respuesta a los efectos del rendimiento, calidad y financieros logrados al aplicar la poda de cono natural para conformar la arquitectura de las plantaciones de cacao.
- 5.1.2 Es necesario que se realicen ensayos en las demás zonas productoras de Antioquia, con el fin de conocer la expresión de características de rendimiento, calidad y financieros en respuesta a la aplicación de las podas de cono natural.
- 5.1.3 Se debe realizar el seguimiento de la respuesta de rendimiento, calidad y financiera del año 2 al 5 en respuesta a la aplicación de las podas de cono natural en las plantaciones ya establecidas y en producción (de 4 a 8 años de edad) en la zona específica en la cual se realizó la investigación.
- 5.1.4 Realizar un estudio específico que realice seguimiento en una plantación nueva de cacao (año 1 al 3 de edad), en la cual se le pueda realizar la poda de cono natural desde la etapa de formación, y evaluar la expresión de características de rendimiento, calidad y financiera en el año 1 de la producción.
- 5.1.5 Evaluar los cambios en la fertilización aplicada con el fin de conocer la expresión de características de rendimiento, calidad y financieros en respuesta a la aplicación de las podas de cono natural para conformar la arquitectura de las plantaciones de cacao.

5.2. Referencias

- Adjaloo, M. K., Oduro, W., & Banful, B. K. (2012). Floral phenology of Upper Amazon Cocoa trees: implications for reproduction and productivity of Cocoa. *International Scholarly Research Network ISRN Agronomy Volume 2012*, Article ID 461674, 8 pages doi:10.5402/2012/461674.
<http://downloads.hindawi.com/journals/isrn.agronomy/2012/461674.pdf>
- Alfaro Jaramillo, M. (2013). *Caracterización Del Consumo De Chocolate Caso : Colombia y Francia*. Escuela de Ingeniería de Antioquia Envigado. Retrieved from <https://repository.eia.edu.co/bitstream/11190/745/1/ADMO0849.pdf>
- Almeida, A. A. F. de, y Valle, R. R. (2007). Ecophysiology of the cacao tree. *Braz. J. Plant Physiol.*, 19(December), 425–448. <https://doi.org/10.1590/S1677-04202007000400011>
- Alvarado Mora, R., Bullard, E. T. (1961). Variation of bean characteristics in hybrid cacao progenies. *Proceedings of the American Society for Horticultural Science Caribbean Region*, 5, 105-111. <http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=US201300123424>
- Báez Alonso, N. (2013). Estudios para determinar los niveles de productividad de cacao, mediante la utilización de la poda de cono natural en una hectárea de cacao theobroma cacao L. En la finca el Cerrito de la vereda Santa Inés en el municipio de San Vicente de Chucurí. Universidad Industrial de Santander.
- Báez Alonso, N. G. (2008). Poda de cono natural". In *FEDECACAO* (p., p.1–56). Retrieved from http://www.huila.gov.co/documentos/P/poda_cono_natural08.pdf
- Baptista, L. (2009). *Guía Técnica el Cultivo de Cacao*. Santo Domingo, Republica Dominicana. Centro para el Desarrollo Agropecuario y Forestal CEDAF (Teófilo Su). Santo Domingo, República Dominicana Patrocinado. [https://doi.org/10.1016/S0365-6691\(10\)70034-4](https://doi.org/10.1016/S0365-6691(10)70034-4)
- Barrientos Felipa, P. (2015). La cadena de valor del cacao en Perú y su oportunidad en el mercado mundial. *Revista Semestre económico*, 18(37), 129-156. <https://revistas.udem.edu.co/index.php/economico/article/view/1505>
- Briceño Puentes, D. (2017). Proyección de la producción de Cacao (theobroma cacao L.) En el Departamento del huila en Colombia. Limitantes y oportunidades para el Sector cacaotero. *Revista de Investigaciones Agroempresariales*, Volumen 3 Enero - Junio 2017, <http://revistas.sena.edu.co/index.php/riag/article/download/1434/1563>
- Cacao de Colombia. (2014). *Resumen Ejecutivo Diseño De Un Sistema De Calificación Y Clasificación De Estándares De Calidad Para El Cacao Fino Y De Aroma De Colombia*, 30. Retrieved from

- http://www.swisscontact.org/fileadmin/images/Country_Subpages/Colombia/Resumen_gerencial_agosto_141125.pdf
- Campo, J. R., Herrera, J. P. (2012). Estudios de Mercado. *Superintendencia de Industria Y Comercio*, (4), 1–51. Retrieved from http://www.sic.gov.co/recursos_user/documentos/promocion_competencia/Estudios_Economicos/Estudios_Economicos/Estudios_Mercado/Estudiosobreelsectorcacaotero.pdf
- Castellanos, O. F. D., Torres, L. M., P., Fonseca, S. L. R., Montañez, V. M., y Sánchez, A. (2007). *Agenda prospectiva de investigación y desarrollo tecnológico para la cadena productiva de cacao-chocolate en Colombia*. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Chávez Cruz, G., Olaya Cum, R. L., Maza Iñiguez, J. V. (2018). Costo de producción de Cacao clonal CCN-51 en la parroquia Bellamaria, Ecuador. *Revista Universidad y Sociedad*, 10 (4), 186-192. <https://rus.ucf.edu.cu/index.php/rus/article/view/996/1062>
- Cilas, C., Rebouças, R.C., Motamayor, J. C. (2010). Relations between several traits linked to sexual plant reproduction in *Theobroma cacao* L.: number of ovules per ovary, number of seeds per pod, and seed weight. *Tree genetics & genomes*, 6 (2), 219-226. DOI: 10.1007/s11295-009-0242-9
- Clavijo Lemus, M. A., y Ardila Saavedra, p.A. (2015). *Eficiencia Económica en la Producción de Cacao en Rionegro-Santander*. Universidad Santo Tomás, Bucaramanga División de Ciencias Económicas y Administrativas Facultad de Economía. Retrieved from <https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/1066/2015-ClavijoLemus%2CMairaAlejandra-Trabajodegrado.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Clement, D., Risterucci, A. M., Motamayor, J. C., N'Goran, J., & Lanaud, C. (2003). Mapping quantitative trait loci for bean traits and ovule number in *Theobroma cacao* L. *Genome*, 2003, 46(1): 103-111, <https://doi.org/10.1139/g02-118>
- Contreras Pedraza, C. A. (2017). *Análisis de la cadena de valor del cacao en Colombia: generación de estrategias tecnológicas en operaciones de cosecha y poscosecha, organizativas, de capacidad instalada y de mercado*. Universidad Nacional de Colombia Facultad de Ingeniería, Departamento de Civil y Agrícola. Retrieved from <http://www.bdigital.unal.edu.co/59141/1/1032373448-2017.pdf>
- Córdova Ávalos, V., Sánchez Hernández, M., Estrella Chulím, N. G., Sandoval Castro, E., Ortiz García, C. F. (2001). Factores que afectan la producción de cacao (*Theobroma cacao* L.) en el ejido Francisco I. Madero del plan Chontalpa, Tabasco, México. *Universidad Y Ciencia*, 17(34), 93–100. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.19136/era.a17n34.211>
- CORPOICA, C. C. de I. A. (2000). *Tecnología para el mejoramiento del Sistema de Producción de Cacao*. (Corpoica, Ed.) (Corpoica). Bucaramanga.

- <https://doi.org/http://hdl.handle.net/11348/3832>
- DANE. (2004). Documento metodológico de cacao. Colombia. https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/agropecuario/enda/ena/doc_met_cacao.pdf
- Daymond, A. J., Hadley, P. (2008). Differential effects of temperature on fruit development and bean quality of contrasting genotypes of cacao (*Theobroma cacao*). *Annals of Applied Biology*. Volume153, Issue2. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7348.2008.00246.x>
- Donaire, G. (2014). Cuaderno de comercio justo. *Coordinadora Estatal de Comercio Justo No. 1: Monografías Sobre El Cacao*, 24. Retrieved from <http://comerciojusto.org/wp-content/uploads/2012/05/cuaderno-café-castellano2.pdf>
- Enríquez, G. (2010). *Cacao orgánico: Guía para productores ecuatorianos (2a ed.)*. (E. E. T. Pichilingue, Ed.) (Quito, EC:, Vol. 54). Quito Ecuador. https://doi.org/*EC-INIAP-BEETP-MBY. Quevedo (INIAP/M-54)
- Enríquez, G. A. (2006). Fenología y fisiología del cultivo del cacao Seminario Taller Internacional Fenología y fisiología del cultivo del cacao. In *Seminario Taller Internacional Producción, Producción, Calidad y Mercadeo de cacaos especiales* (p., p.1–13). Quevedo, Ecuador: Universidad Técnica Estatal de Quevedo Facultad de Ciencias Agrarias Escuela de Ingeniería Agronómica. Retrieved from <http://www.capecve.org/buscador/archivos/7.pdf>
- FAOSTAT. (2015). Obtenido de FAO Sitio web: www.faostat.org
- Fedecacao. (2017). En 29% creció producción de cacao en el primer trimestre. Retrieved from <http://www.fedecacao.com.co/portal/index.php/es/2015-04-23-20-00-33/408-en-29-crecio-produccion-de-cacao-en-el-primer-trimestre>
- Fedecacao (2). (2017). *Comercialización y exportaciones*. Unidad Técnica Medellín.
- Fedecacao, Universidad Industrial de Santander – UIS. (2013). *Características De Calidad Del Cacao De Colombia. Catálogo de 26 cultivares*. Editorial: U. Industrial de Santander. Páginas: 107. ISBN: 9789588956268.
- Fedecacao, Gobernación de Antioquia. (2016). *Guía técnica para el cultivo de cacao*. Sexta edición. Convenio de asociación no. 4600003347 celebrado entre el Departamento de Antioquia – Secretaria de Agricultura y Desarrollo Rural y la Federación Nacional de Cacaoteros. 250, p.
- Fedecacao. (2009). *Guía Técnica para el Cultivo del Cacao*. Bogotá DCFEDECACAO.
- (2009). *Guía Técnica para el Cultivo del Cacao*. Bogotá D.C.
- Fowler, M.S. (2008). *Cocoa beans: From tree to factory. Industrial Chocolate Manufacture and Use*, Fourth Edition. Book Editor(s): Stephen T. Beckett B.Sc., D.Phil. <https://doi.org/10.1002/9781444301588.ch2>

- García Serna, O.L. (1999). *Administración financiera: Fundamentos y Aplicaciones*. Tercera edición. ISBN: 958-9041-06-X. 573,, p.
- Gamboa. C.; Zuluaga, S.; Rubiano, E. (2007). Informe final características y funcionamiento del mercado de cacao y sus derivados en Colombia. Proyecto de investigación para la Compañía Nacional de Chocolates S.A. Fundación para la Educación Superior y El Desarrollo - FEDESARROLLO. Bogotá.
https://www.repository.fedesarrollo.org.co/bitstream/handle/11445/1040/Repor_Agosto_2007_Gamboa_y_Zuluaga.pdf?sequence=2&isAllowed=y
- Graziani de Fariñas, Lucía, Ortiz de Bertorelli, Ligia, Angulo, Johanna, & Parra, Pablo. (2002). Características físicas del fruto de cacaos tipos criollo, forastero y trinitario de la localidad de cumboto, venezuela. *Agronomía Tropical*, 52(3), 343-362. Recuperado en 03 de mayo de 2019, de http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0002-192X2002000300006&lng=es&tlng=es.
- Jaimez, R; Tezara, W; Coronel, I; Urich, R. (2008). Ecofisiología del cacao (*Theobroma cacao*): su manejo en el sistema agroforestal. Sugerencias para su mejoramiento en Venezuela. *Revista Forestal Venezolana*, 52(2), 253–258.
- Lachenaud, P. (1995). Variations in the number of beans per pod in *Theobroma cacao* L. in the Ivory Coast. II. Pollen germination, fruit setting and ovule development, *Journal of Horticultural Science*, 70:1, 1-6, DOI: 10.1080/14620316.1995.11515266
- López Juárez, S. A., Sol-Sánchez, Á., Córdova Ávalos, V., y Gallardo López, F. (2016). Efecto de la poda en plantaciones de cacao en el estado de Tabasco , México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 14(ISSN: 2007-0934), 2807–2815. Retrieved from <http://www.redalyc.org/pdf/2631/263144474013.pdf>
- Martínez Botello, D. H. (2015). *Caracterización de cultivares de cacao (Theobroma cacao L) por su respuesta de defensa a Moniliophthora roreri y su polimorfismo de SSRs*. Universidad Nacional de Colombia Facultad de Ciencias Agrarias. Retrieved from <http://www.bdigital.unal.edu.co/46815/1/07790939.2015.pdf>
- Martínez De Ita, M. E. (1994). El Concepto De Productividad En El Analisis Economico. *Asociacion de Economistas Criticos Azcapotzalco*, 1, 1–33. Retrieved from http://www.critica-azcapotzalco.org/AECA/promotores/archivo_laboral/eugenia1.pdf
- Martínez Guerrero, N. C. (2016). *Evaluación de componentes físicos, químicos, organolépticos y del rendimiento de clones universales y regionales de cacao (Theobroma cacao L.) en las zonas productoras de Santander, Arauca y Huila*. Universidad Nacional de Colombia. Retrieved from <http://www.bdigital.unal.edu.co/52543/7/NubiaMartínez.2016.pdf>
- Martínez, H.J., Beltrán, L.S. (2005). La industria de chocolates en Colombia. Documento de

- Trabajo, no.76, Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural - Observatorio Agrocadenas Colombia,
www.agrocadenas.gov.co/documentos/anuario2005/Capitulo3_Chocolates.pdf
- Martínez Covalada, H. J., Espinal G., C. F. Ortiz Hermida, L. (2005). *La Cadena del Cacao: Una Miraga Global a su Estructura y Dinámica 1991-2005*. Bogota, D. C. : MADR-IICA Observatorio de Cadenas Productivas Documento de Trabajo No. 58.
http://bibliotecadigital.agronet.gov.co/bitstream/11348/5890/1/2005112145659_caracterizacion_cacao.pdf
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. (2012). *Plan de Desarrollo Cacaotero 2012-2021*, 30. Retrieved from <http://conectarural.org/sitio/sites/default/files/documentos/Plan Nacional de desarrollo cacaotero 2012-2021.pdf>
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. (2018). *Cadena de cacao: Indicadores e Instrumentos Abril 2018*. Colombia. Retrieved from <https://sioc.minagricultura.gov.co/Cacao/Documentos/002 - Cifras Sectoriales/002 - Cifras Sectoriales - 2018 Abril Cacao.pdf>
- Murillo Rodríguez, L.M. (2017). *Estudio de factibilidad del agro negocio enfocado en la producción de agroforestales con especies arbóreas y herbáceas como Cacao, Teca y Plátano en la finca la Esperanza ubicada en la vereda del Valle de San Juan, Tolima*. Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título de: Administrador de Empresas Agropecuarias. Universidad de La Salle, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Bogotá D.C., Colombia,
<http://repository.lasalle.edu.co/handle/10185/22328>
- Norma Técnica Colombiana 1252. Icontec (2003). Retrieved from <http://www.grancolombia.com.co/pdf/norma.pdf>
- Oliveros, D., Pérez, S. (2013). *Medición de la competitividad de los productores de cacao en una región de Santander–Colombia*. *Revista Le Bret*, 5(2145–5996), 243–267. Retrieved from <http://revistas.ustabuca.edu.co/index.php/LEBRET/article/view/832>
- Pecha, C. (2007). *Estado de Resultados*. *Contabilidad Financiera* 1, 3, 1–20. Retrieved from https://www.uv.mx/personal/cbustamante/files/2011/06/Contabilidad_Financiera1_Unidad_3.pdf
- Perfetti, J.J., Escobar, D., Castro, F., Cuervo, B., Rodríguez, M., Vargas, J.I., Martínez, S., Cortés, S. (2012). *Costos de Producción de Doce Productos Agropecuarios*. Informe final. FEDESARROLLO. <http://hdl.handle.net/11445/378>
- Prada Salazar, J. L., Manrique Acero, L. C., y Santos Cepeda, J. X. (2015). *Análisis de costos de producción agrícola de cacao en función de los precios de mercado, la productividad del cultivo, el beneficio económico y la rentabilidad*. Caso: finca casa blanca ubicada en la vereda Santa Inés, Municipio de San Vicente de Chucurí.

- Universidad Cooperativa de Colombia Facultad de Contaduría Pública. Retrieved from [http://repository.ucc.edu.co/bitstream/ucc/1771/1/análisis de costos de producción agrícola de cacao en función de los precios de mercado%2c la productividad del cultivo%2c el beneficio económico y la rentabilidad.pdf](http://repository.ucc.edu.co/bitstream/ucc/1771/1/análisis%20de%20costos%20de%20producción%20agrícola%20de%20cacao%20en%20función%20de%20los%20precios%20de%20mercado%20la%20productividad%20del%20cultivo%20el%20beneficio%20económico%20y%20la%20rentabilidad.pdf)
- Puentes Páramo, Y.J., Menjivar Flores, J. C., Gómez Carabalí, A., Aranzazu Hernández, F. (2014). Absorción y distribución de nutrientes en clones de cacao y sus efectos en el rendimiento. *Acta Agronómica*, 63(2), 145–152. <https://doi.org/10.15446/acag.v63n2.40041>
- Quijano Rivas, A. (2016). Características generales de la estructura y dinámica en la cadena del cacao en Colombia” 2005-2015. Trabajo de grado para optar al título de Administrador de Empresas Agropecuarias. Universidad de La Salle, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Administración de Empresas Agropecuarias. Bogotá D.C. http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/21165/12101006_2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Quintana Fuentes, F. L., Gómez Castelblanco, S., García Jerez, A., y Martínez Guerrero, N. (2015). de cacao de los clones CCN51 , ICS60 e ICS 95 , en la montaña santandereana , Colombia Characterization of three indexes of cocoa harvest of the clones CCN51 , ICS60 and ICS 95 in the santandereana mountain , Colombia. *Revista de Investigación Agraria Y Ambiental*, 6(Volumen 6 Número 1 – enero-junio), 253–266. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.22490/21456453.1284>
- Quiroz, J., Amores, F. (2002a). Rehabilitación de plantaciones tradicionales de cacao en Ecuador. *Manejo Integrado de Plagas*, 63(63), 73–80. Retrieved from <http://www.sidalc.net/repdoc/A2105E/A2105E.PDF>
- Quiroz, J., Amores, F. (2002b). Rehabilitación de plantaciones tradicionales de cacao en Ecuador. *Manejo Integrado de Plagas*, 63(63), 73–80. Retrieved from <http://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/6771/A2105e.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Ríos, F., Ruiz, A., Lecaro, J., Rehpani, C. (2017). *Estrategias país para la oferta de cacaos especiales políticas e iniciativas privadas exitosas en el Perú, Ecuador, Colombia y República Dominicana*. (S. Colombia y C. proyecto Cecilia Rivera, Representante en Colombia Miguel Ángel Pérez, Eds.) (Fundación). Bogotá D. C. Retrieved from http://www.swisscontact.org/fileadmin/user_upload/COUNTRIES/Colombia/Documents/Content/Estrategias_Pais_Cacaos_Especiales.pdf
- Robayo Ponce, G.M., Hurel Franco, G. P. (2019). “Los costos de producción y su impacto en la rentabilidad del cacao”, *Revista Observatorio de la Economía Latinoamericana*. <https://www.eumed.net/rev/oel/2019/01/costos-produccion-cacao.html>
- Ruales Mora, J. L., Burbano Orjuela, H., Ballesteros, p., W. (2011). Efecto de la fertilización

- con diversas fuentes sobre el rendimiento de cacao (*Theobroma cacao* L.). *Revista de Ciencias Agrícolas*, 28(2), 81–95. Retrieved from file:///C:/Users/Toshiba/Downloads/Dialnet-EfectoDeLaFertilizacionConDiversasFuentesSobreElRe-5104094.pdf
- Sánchez, C.V.A. 2007. Caracterización organoléptica del cacao (*Theobroma cacao* L) para la selección de árboles con perfiles de árboles de interés comercial. Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Facultad de Ciencias Agrarias. EC. http://www.iniap.gob.ec/nsite/images/documentos/Caracterizacion_organoleptica_cacao%20_Theobroma%20cacao%20L._seleccion_arboles_%20perfiles_sabor_interes_comercial.pdf
- Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, A. (2017). Diagnóstico y Acuerdo de competitividad, Cadena De Cacao – Chocolate De Antioquia.
- Somarriba, E. (2004). ¿ Cómo evaluar y mejorar el dosel de sombra en cacaotales ? *Agroforestería En Las Américas*, 41–42, 120–128. Retrieved from <http://bco.catie.ac.cr/portal-revistas/index.php/RAFA/article/view/893/1402>
- Ten Hoopen, G. M., Deberdt, P., Mbenoun, M., Cilas, C. (2012). Modelling cacao pod growth: implications for disease control. *Annals of applied biology*, 160(160):260-272. DOI: 10.1111/j.1744-7348.2012.00539.x
- Unidad de Gestión de Riesgos Agropecuarios -UGRA (2018). Inteligencia de Mercado: Cacao. Vicepresidencia de Garantías y Riesgos Agropecuarios, con apoyo Dirección de Crédito e ICR, Dirección del FAG, Vicepresidencia Comercial https://www.re.com.co/sites/default/files/node/basic-page/files/ficha_cacao_version_ii.pdf
- Vera Chang, J., Vallejo Torres, C., Párraga Moran, D., Morales Rodríguez, W., Macías Véliz, J., y Ramos Remache, R. (2014). Atributos físicos-químicos y sensoriales de las almendras de quince clones de cacao nacional (*Theobroma cacao* L.) en el Ecuador. *Ciencia Y Tecnología*, 7(2), 21–34. Retrieved from <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5090269>
- Zambrano Piña, F., y Segovia López, E. (2011). La competitividad del sistema de producción de cacao en la zona norte del estado táchira. *Revista de La Facultad de Agronomía*, 28(4), 566–595. Retrieved from http://revfacagronluz.org.ve/PDF/octubre_diciembre2011/v28n4a2011566595.pdf

5.3 Anexos

Anexo 1. Descripción del sistema de poda de cono natural.

Para los árboles reproducidos por semilla y propagados vegetativamente, se utilizará la poda cónica de mantenimiento de copa o de producción propuesta por (Báez, 2008, p.29).

Los siguientes son los pasos propuestos por Báez (2008):

- Deschuponar para mantener definido un solo tronco o árbol por sitio, es lo más recomendable (usar machete o tijera de mano o navaja o segueta o a mano si los rebrotes son menores de dos meses agilizando más esta labor).
- Eliminar ramas con crecimiento vertical hacia arriba no olvidar si está a libre exposición solar solo se quitan las ramas más dominantes con mayor desarrollo. Los cortes, lo más a ras posible, en forma de bisel o vertical al suelo, para que el agua no entre y dañe tejidos del árbol y así cicatrice mejor la herida.
- Eliminar ramas entrecruzadas, ramas látigo, ramas que crezca por debajo de la rama principal o primaria, entresaque de ramas secundarias que estén dañando o tupiendo el abanico que forma todo el conjunto de ramas que desprenden de la rama primaria (usar tijera de mano).
- Eliminar mazorcas enfermas y maduras, dejando solo la verde sanas, eliminar ramas secas y enfermas, plantas parásitas, epifitas, trepadoras, nidos de comején, hormiga, etc., con el fin de dejar árboles sanos de plagas y enfermedades (usar tijera de mano, segueta, machete).
- Se repiten los anteriores numerales 2 ,3 y 4 en todas las ramas siguiendo un orden en torno al árbol hasta llegar a la primera rama podada (usar tijera de mano, segueta, machete).
- Solo se despunta cuando la(s) rama(s) estén invadiendo el plato de luz solar de la planta vecina, o se entrecruzan entre sí, o el peso del follaje la agobian, o por crecimiento excesivo sin ramificar o porque tiene una altura considerable, se elimina parte de la rama. Para que no pierda la formación del crecimiento natural, se corta aras de una hoja o mejor aún por la base de una rama corta, que tenga el mismo sentido de crecimiento que la rama despuntada o entresacando la rama más larga y dejando las dos cortas formando una uve (V) (usar tijera de mano o tijera aérea).
- Cicatrizar cortes para evitar entrada de patógenos
- Desinfectar herramienta si es necesario
- Se inicia este manejo del árbol cuando entra en la fase de producción, se deben de cortar las ramas que dañen su formación cónica natural, siempre y cuando que las

ramas principales queden bien vestidas ramas secundarias alternadas una de otra y buena cantidad de hojas.

→ El propósito de esta poda es mantener su panel cónica natural recibiendo igual luz solar para tener el 100% de su capacidad productiva del árbol durante su periodo de vida (Báez, 2008, p.31).

Anexo 2. Registro fotográfico del proceso de poda e intervención de los árboles.



Figura 34. Selección y marcación de los árboles dentro de los lotes.



Figura 35. Proceso de poda de las ramas gruesas, para dar inicio al seguimiento y monitoreo en campo.

Figura 36. Proceso de poda manual de las ramas delgadas, para dar inicio al seguimiento y monitoreo en campo.



Figura 37. Árbol de cacao con el proceso de poda de cono natural terminado.



Figura 38. Residuos del proceso de poda realizado.



Figura 39. Proceso de cicatrización de los cortes realizados en el proceso de podas.



Figura 40. Árboles cacao podados y cicatrizados.





Figura 41. Toma de datos y registros en campo.



Figura 42. Marcación e identificación de los árboles individualmente en campo, para el seguimiento personalizado y toma de registros.



Figura 43. Delimitación de los lotes de la investigación del resto de la finca.

Anexo 3. Formato toma de datos Número de mazorcas.

LOTE ICS 95

FICHA DE CONSOLIDADO MENSUAL																			
Evaluación de la productividad del cultivo de cacao, mediante la comparación de dos sistemas de poda, en la respuesta al rendimiento y calidad, en Maceo, Antioquia																			
Mes evaluado				Fecha				No. Evaluación											
Información general																			
MUNICIPIO				VEREDA				FINCA				PROPIETARIO							
LOTE				CLON				ICS 95				CCN 51							
												NOMBRE RECOLECTOR DE LA INFORMACIÓN							
REGISTRO CONSOLIDADO DE INFORMACION SOBRE COMPORTAMIENTO FITOSANITARIO Y PRODUCTIVO																			
		T1:		PODA DE CONO NATURAL				T2:		PODA TRADICIONAL									
REPETICIÓN	Número del árbol	No. Replica	Clon	MAZORCAS SANAS				MAZORCAS ENFERMAS		MAZORCAS CON MONILLIA		MAZORCAS CON PITOPHTORA		MAZORCAS CON ESCOBA		MAZORCAS CHIRIMOYA		MAZORCAS CON OTROS DAÑOS	
				T1		T2		T1	T2	T1	T2	T1	T2	T1	T2	T1	T2	T1	T2
				cosechadas	en árbol	cosechadas	en árbol												
1	1	B17																	
	2	B16																	
	3	B9																	
	4	B11																	
	5	B4																	
	6	B7																	
2	1	B18																	
	2	B1																	
	3	B14																	
	4	B13																	
	5	B5																	
	6	B10																	
3	1	B2																	
	2	B8																	
	3	B15																	
	4	B12																	
	5	B6																	
	6	B3																	
		TOTAL																	

LOTE CCN 51

FICHA DE CONSOLIDADO MENSUAL																			
Evaluación de la productividad del cultivo de cacao, mediante la comparación de dos sistemas de poda, en la respuesta al rendimiento y calidad, en Maceo, Antioquia																			
Mes evaluado				Fecha				No. Evaluación											
Información general																			
MUNICIPIO				MACEO				VEREDA				FINCA							
LOTE				CLON				ICS 95				CCN 51							
												NOMBRE RECOLECTOR DE LA INFORMACIÓN							
REGISTRO CONSOLIDADO DE INFORMACION SOBRE COMPORTAMIENTO FITOSANITARIO Y PRODUCTIVO																			
		T1:		PODA DE CONO NATURAL				T2:		PODA TRADICIONAL									
REPETICIÓN	Número del árbol	No. Replica	Clon	MAZORCAS SANAS				MAZORCAS ENFERMAS		MAZORCAS CON MONILLIA		MAZORCAS CON PITOPHTORA		MAZORCAS CON ESCOBA		MAZORCAS CHIRIMOYA		MAZORCAS CON OTROS DAÑOS	
				T1		T2		T1	T2	T1	T2	T1	T2	T1	T2	T1	T2	T1	T2
				cosechadas	en árbol	cosechadas	en árbol												
1	1	B14																	
	2	B13																	
	3	B5																	
	4	B10																	
	5	B2																	
	6	B8																	
2	1	B15																	
	2	B12																	
	3	B6																	
	4	B3																	
	5	B18																	
	6	B16																	
3	1	B9																	
	2	B11																	
	3	B4																	
	4	B7																	
	5	B17																	
	6	B1																	
		TOTAL																	

Anexo 4. Formato toma de datos Número de granos, índice de grano, índice de mazorcas.

FICHA DE CONSOLIDADO BIMESTRAL EVALUACIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD DEL CULTIVO DE CACAO, MEDIANTE LA COMPARACIÓN DE DOS SISTEMAS DE PODA, EN LA RESPUESTA AL RENDIMIENTO Y CALIDAD, EN MACEO, ANTIOQUIA																		
Mes evaluado				Fecha						No. Evaluación								
Información general																		
MUNICIPIO		MACEO		VEREDA				FINCA										
LOTE		1		CLON		ICS 95		PROPIETARIO		NOMBRE RECOLECTOR DE LA INFORMACIÓN								
		2				CCN 51												
REGISTRO CONSOLIDADO DE INFORMACION: INDICE DE GRANO Y MAZORCA																		
T1:		PODA DE CONO NATURAL						T2:		PODA TRADICIONAL								
No. mazorcas /tratamiento	PESO DEL GRANO						ÍNDICE DE MAZORCA		PESO SECO DE 100 GRAMOS / MUESTRA								INDICE DE GRANO	
	T1			T2			T1	T2	T1				T2				T1	T2
	NÚMERO DE GRANOS	HÚMEDO	SECO	NÚMERO DE GRANOS	HÚMEDO	SECO			MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	MUESTRA 4	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	MUESTRA 4		
1																		
2																		
3																		
4																		
5																		
6																		
7																		
8																		
9																		
10																		
11																		
12																		
13																		
14																		
15																		
16																		
17																		
18																		
19																		
20																		
TOTAL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

Anexo 5. Registro fotográfico de la actividad en campo para la medición del número de granos, IG e IM.



Figura 44. Recolección de los frutos en los lotes de cacao para ser trasladados para realizar las mediciones del número de granos, índice de grano e índice de mazorca.



Figura 45. Mazorcas de cacao clon CCN 51 cosechadas para realizar el conteo del número de granos, índice de grano e índice de mazorca.



Figura 46. Proceso de desgranado de las mazorcas cosechadas para realizar el conteo del número de granos, índice de grano e índice de mazorca.



Figura 47. Granos de cacao en húmedo.



Figura 48. Conteo del número de granos por mazorca.



Figura 49. Pesaje en la gramara del peso húmedo de los granos de cacao.



Figura 50. Registro de los pesos húmedos obtenidos de los granos de cacao.



Figura 51. Empacado de manera individual por tratamiento y clon, para iniciar el proceso de fermentación del mucilago.



Figura 52. Granos de cacao secos, dispuestos para su pesaje.

Anexo 6. Registro fotográfico del desarrollo de la actividad de clasificación de las afectaciones por *Monilla* sp., *Phytophthora* sp., escoba de bruja y otros tales como abortos o quemazón de pepinos y sobremaduración.



Figura 53. Remoción de los frutos enfermos y maduros (punto de cosecha) del árbol de cacao.



Figura 54. Recolección de frutos de cacao con daños desde el árbol. Parte superior Clon ICS 95. Parte inferior Clon CCN 51.



Figura 55. Frutos afectados por Monillia, T 2 - clon ICS 95.



Figura 56. Frutos afectados por Monillia, T2 - clon CCN 51.



Figura 57. Frutos afectados por Monillia, T 1 - clon ICS 95.



Figura 58. Frutos afectados por Monillia, T1 - clon CCN 51.



Figura 59.

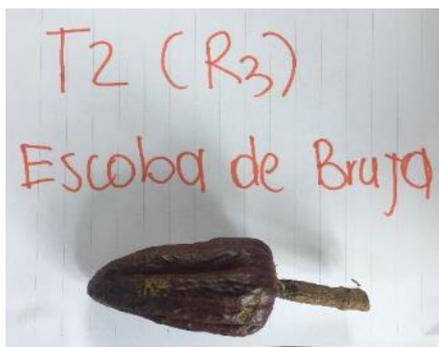


Figura 60.



Figura 61.



Figura 62.

Anexo 7. Registro en campo del número de mazorcas cosechadas

Genotipo CCN51:

Número del registro	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
FECHAS TOMA DE DATOS	30/07/2017	13/08/2017	12/09/2017	05/10/2017	12/11/2017	16/12/2017	12/01/2018	18/02/2018	25/03/2018	22/04/2018	26/05/2018	29/06/2018

CCN 51 T1: PODA CONO NATURAL

CCN 51 T2: PODA TRADICIONAL

Número del bloque	Número de árbol	MAZORCAS COSECHADAS																							
		R1		R2		R3		R4		R5		R6		R7		R8		R9		R10		R11		R12	
		T1	T2	T1	T2	T1	T2	T1	T2	T1	T2	T1	T2	T1	T2	T1	T2	T1	T2	T1	T2	T1	T2	T1	T2
B14	1	0	0	0	0	0	0	1	4	1	6	2	5	1	0	3	3	2	6	4	12	2	4	1	4
B13	2	0	0	0	0	0	0	2	5	3	3	2	19	4	7	3	0	1	4	6	5	2	4	2	4
B5	3	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	1	2	3	5	0	2	0	2	0	6	1	2	0	2
B10	4	0	0	0	0	0	0	0	3	0	8	0	7	0	6	2	3	5	6	0	5	1	4	1	4
B2	5	0	0	0	0	0	0	2	2	6	0	14	2	8	0	0	3	0	1	1	2	3	1	3	1
B8	6	0	0	0	0	0	0	0	7	2	5	8	3	2	0	4	1	1	0	4	2	2	2	2	2
B15	1	0	0	0	0	0	0	0	7	1	4	2	4	0	5	0	6	4	8	0	8	1	4	1	4
B12	2	0	0	0	0	0	0	0	5	1	4	2	5	0	5	0	4	0	3	2	5	1	3	1	3
B6	3	0	0	0	0	0	0	1	0	5	3	1	9	1	2	0	0	1	3	2	7	1	2	1	2
B3	4	0	0	0	0	0	0	1	1	2	1	4	4	1	6	0	2	0	1	3	2	1	2	1	2
B18	5	0	0	0	0	0	0	0	1	0	7	0	6	1	4	0	4	1	1	0	0	0	2	0	2
B16	6	0	0	0	0	0	0	0	0	2	7	0	0	0	0	1	2	1	3	0	1	1	2	0	1
B9	1	0	0	0	0	0	0	0	4	1	1	2	3	0	2	1	1	0	0	5	0	1	1	1	1
B11	2	0	0	0	0	0	0	0	0	3	4	1	22	9	4	1	1	2	0	1	2	2	3	2	3
B4	3	0	0	0	0	0	0	0	2	6	6	1	0	5	2	0	2	0	1	1	0	1	1	1	1
B7	4	0	0	0	0	0	0	4	6	2	1	2	8	11	2	1	4	3	3	2	3	3	3	3	
B17	5	0	0	0	0	0	0	0	4	6	0	1	1	0	2	1	3	8	2	1	2	2	1	2	1
B1	6	0	0	0	0	0	0	0	1	3	8	1	5	0	0	0	1	1	0	5	1	1	2	1	2
		0	0	0	0	0	0	11	55	44	68	44	105	46	52	17	42	30	44	37	63	26	43	23	42

Genotipo ICS 95

Número del registro	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
FECHAS TOMA DE DATOS	30/07/2017	13/08/2017	12/09/2017	05/10/2017	12/11/2017	16/12/2017	12/01/2018	18/02/2018	25/03/2018	22/04/2018	26/05/2018	29/06/2018

ICS 95 T1: PODA CONO NATURAL

ICS 95 T2: PODA TRADICIONAL

Número del bloque	Número de árbol	MAZORCAS COSECHADAS																							
		R1		R2		R3		R4		R5		R6		R7		R8		R9		R10		R11		R12	
		T1	T2	T1	T2	T1	T2	T1	T2	T1	T2	T1	T2	T1	T2	T1	T2	T1	T2	T1	T2	T1	T2	T1	T2
B17	1	0	0	0	0	0	0	9	3	0	4	0	1	0	0	0	2	0	0	3	5	1	2	2	4
B16	2	0	0	0	0	0	0	2	15	1	0	0	0	0	0	0	4	0	1	1	16	1	4	1	6
B9	3	0	0	0	0	0	0	7	8	0	1	0	1	0	0	0	3	0	3	0	2	1	2	2	3
B11	4	0	0	0	0	0	0	8	4	0	2	2	4	0	3	0	2	0	1	0	4	1	2	1	5
B4	5	0	0	0	0	0	0	13	5	0	1	0	1	0	0	0	5	0	0	0	0	1	2	1	2
B7	6	0	0	0	0	0	0	2	4	4	2	0	3	0	0	0	2	0	2	0	2	1	2	1	4
B18	1	0	0	0	0	0	0	4	4	1	1	0	2	0	3	1	3	3	7	9	3	2	3	2	3
B1	2	0	0	0	0	0	0	7	1	5	0	2	0	0	0	2	0	3	0	7	0	3	1	6	
B14	3	0	0	0	0	0	0	1	14	0	0	0	2	0	1	0	0	0	1	0	0	0	2	1	2
B13	4	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	7	0	7	0	12	0	4	0	3	0	4	0	5	
B5	5	0	0	0	0	0	0	2	4	0	3	0	4	0	11	0	15	0	2	0	5	0	5	2	4
B10	6	0	0	0	0	0	0	0	2	0	1	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	1	0	2	1
B2	1	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	3	0	2	0	3	0	3	0	1	0	2	3	4	
B8	2	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	3	0	3	0	4	0	2	0	16	0	4	0	3
B15	3	0	0	0	0	0	0	1	4	0	4	0	1	0	1	0	3	0	5	0	3	0	2	1	2
B12	4	0	0	0	0	0	0	6	2	2	0	1	5	0	1	0	12	0	4	0	4	1	3	3	3
B6	5	0	0	0	0	0	0	1	6	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	2
B3	6	0	0	0	0	0	0	3	6	1	2	0	5	0	1	0	2	0	3	0	0	0	1	3	7
		0	0	0	0	0	0	59	93	16	27	4	44	0	33	6	74	3	41	13	71	10	44	28	67

Anexo 8. Resultados estadísticos obtenidos en el programa Rproyect, para el número de mazorcas cosechadas del genotipo CCN51.

ANÁLISIS MAZORCAS COSECHADAS

Nota: para el análisis de los datos, se eliminaron los valores de las tres primeras réplicas ya que todas tenían el valor cero y no aportaban información sustancial, así como por temas de búsqueda de la no violación de los supuestos del ANOVA.

ESPECIE CCN51

Se realiza primer un gráfico de caja y bigotes ("boxplotCCN51") que indica de manera preliminar que el número de mazorcas cosechadas si se ve afectado por el tipo de poda que se realice ("Trat"). No es claro si la ubicación ("Bloq1CCN51") afecta de manera significativa. Se observa también previamente que el tiempo de recolección si afecta el número de mazorcas cosechadas. Estas primeras conclusiones son preliminares y no se consideran por ahora como correctamente tomadas, ya que el gráfico muestra una alta desigualdad en las varianzas del número de mazorcas cosechadas a diferentes niveles del tratamiento, así como de los bloques de ubicación y tiempo. Si esto se confirma, el ANOVA no es la prueba adecuada para analizar la información.

Analysis of Variance Table

Response: MazCCN51

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Trat	1	171.90	171.901	28.3919	1.962e-07 ***
Bloq1CCN51	17	234.78	13.810	2.2810	0.0030139 **
Bloq2	8	193.11	24.139	3.9869	0.0001656 ***
Residuals	297	1798.21	6.055		

La tabla ANOVA muestra que el tipo de poda ("Trat") si tiene un efecto estadísticamente significativo sobre el número de mazorcas cosechadas ya que $p = 1.962e-07 < 0.05$. Dado el valor tan pequeño de p se puede afirmar que la evidencia es muy fuerte para concluir esto. Se observa también que la ubicación ("Bloq1CCN51") si afecta de manera significativa el número de mazorcas cosechadas ($p = 0.0030139 < 0.05$). Durante el tiempo de recolección se observa también un cambio significativo en el número de mazorcas cosechadas ($p = 0.0001656 < 0.05$).

Esta prueba ANOVA debe cumplir los supuestos de normalidad de residuos e igualdad de varianzas. la independencia de las observaciones se spono lógica dado que cada arbol es un individuo independiente que no interactúa con otro e el contexto de este experimento.

Se realiza entonces la prueba de Shapiro-wilk para evaluar la normalidad de los residuos y al prueba Levene para determinar la igualdad de varianzas.

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Trat	Bloq1CCN51	Bloq2	MazCCN51	resid	pred
1	T1	B14	R4	1	-1.0493827 2.0493827
2	T1	B13	R4	2	-0.8827160 2.8827160
3	T1	B5	R4	0	-0.2716049 0.2716049
4	T1	B10	R4	0	-1.7160494 1.7160494
5	T1	B2	R4	2	0.6172840 1.3827160
6	T1	B8	R4	0	-1.2716049 1.2716049

Shapiro-Wilk normality test

data: datosCCN51\$resid
W = 0.8605, p-value < 2.2e-16

La prueba de Shapiro-Wilk establece que se rechaza la hipótesis de que los residuos provienen de una distribución normal, dado que ($p = 2.2e-16 < 0.05$). Esto se confirma con la gráfica de residuales vs predichos ("residCCN51"), donde se observa que no existe un patrón aleatorio en la distribución de los residuales.

Levene's Test for Homogeneity of Variance (center = median)

group	Df	F value	Pr(>F)
1	9.3675	0.002394	**
	322		

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

La prueba de Levene para igualdad de varianzas establece que se rechaza la hipótesis de igualdad de varianzas en la medida del número de mazorcas cosechadas por nivel de tratamiento ($p = 0.002394 < 0.05$)

Como se violan los dos supuesto del ANOVA, esta prueba queda invalidada para extraer cualquier conclusión. Se procede entonces a realizar una prueba no paramétrica, la prueba de kruskal-wallis análoga al ANOVA.

Kruskal-Wallis rank sum test

data: MazCCN51 by Trat
Kruskal-Wallis chi-squared = 35.564, df = 1, p-value = 2.468e-09

La prueba de kruskal-wallis dice que efectivamente el tipo de poda tiene un efecto estadísticamente significativo sobre el número de mazorcas cosechadas dado que ($p = 2.468e-09 < 0.05$)

Kruskal-Wallis rank sum test

data: MazCCN51 by Bloq1CCN51
Kruskal-Wallis chi-squared = 42.904, df = 17, p-value = 0.0004958

Kruskal-Wallis rank sum test

data: MazCCN51 by Bloq2
Kruskal-Wallis chi-squared = 15.032, df = 8, p-value = 0.05852

La prueba de kruskal-wallis para el bloque de ubicación dice que este factor si afecta significativamente el número de mazorcas cosechadas. El tiempo de recolección también afecta significativamente al número de mazorcas cosechadas.

Anexo 9. Resultados estadísticos obtenidos en el programa Rproyect, para el número de mazorcas cosechadas del genotipo ICS95.

ANÁLISIS MAZORCAS COSECHADAS

Nota: para el análisis de los datos, se eliminaron los valores de las tres primeras réplicas ya que todas tenían el valor cero y no aportaban información sustancial, así como por temas de búsqueda de la no violación de los supuesto del ANOVA.

ESPECIE ICS95

Se realiza primer un gráfico de caja y bigotes ("boxplotICS95") que indica de manera preliminar que el número de mazorcas cosechadas si se ve afectado por el tipo de poda que se realice ("Trat"). No es claro si la ubicación ("BloqICS95") afecte de manera significativa. Se observa también previamente que el tiempo de recolección si afecta el número de mazorcas cosechadas. Estas primeras conclusiones son preliminares y no se consideran por ahora como correctamente tomadas, ya que el gráfico muestra una alta desigualdad en las varianzas del número de mazorcas cosechadas a diferentes niveles del tratamiento, así como de los bloques de ubicación y tiempo. Si esto se confirma, el ANOVA no es la prueba adecuada para analizar la información.

se realiza entonces un ANOVA y se validan los supuestos

Analysis of Variance Table

Response: MazICS95

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Trat	1	388.57	388.57	67.5558	6.419e-15 ***
Bloq1ICS95	17	148.11	8.71	1.5147	0.08796 .
Bloq2	8	309.20	38.65	6.7197	4.270e-08 ***
Residuals	297	1708.29	5.75		

La tabla ANOVA muestra que el tipo de poda ("Trat") si tiene un efecto estadísticamente significativo sobre el número de mazorcas cosechadas ya que $p = 6.419e-15 < 0.05$. Dado el valor tan pequeño de p se puede afirmar que la evidencia es muy fuerte para concluir esto. Se observa también que la ubicación ("Bloq1ICS95") no afecta de manera significativa el número de mazorcas cosechadas ($p = 0.08796 > 0.05$). Durante el tiempo de recolección si se observa un cambio significativo en el número de mazorcas cosechadas ($p = 4.270e-08 < 0.05$). Esta prueba ANOVA debe cumplir los supuestos de normalidad de residuos e igualdad de varianzas. La independencia de las observaciones se pone lógica dado que cada árbol es un individuo independiente que no interactúa con otro

e el contexto de este experimento.
Se realiza entonces la prueba de shapiro-wilk para evaluar la normalidad de los residuos y al prueba Levene para determinar la igualdad de varianzas.

```
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
Trat Bloq1ICS95 Bloq2 MazICS95 resid pred sq_pred
1 T1      817  R4      9  5.8249158 3.175084 10.081160
2 T1      816  R4      2 -2.0639731 4.063973 16.515877
3 T1       89  R4      7  3.9915825 3.008418  9.050576
4 T1      811  R4      8  4.6582492 3.341751 11.167299
5 T1       B4  R4     13 10.0875421 2.912458  8.482411
6 T1       B7  R4      2 -0.7659933 2.765993  7.650719
```

Shapiro-Wilk normality test

```
data: datosICS95$resid
W = 0.80782, p-value < 2.2e-16
```

La prueba de Shapiro-Wilk establece que se rechaza la hipótesis de que los residuos provienen de una distribución normal, dado que ($p = 2.2e-16 < 0.05$). Esto se confirma con la gráfica de residuales vs predichos ("resid ICS95"), donde se observa que no existe un patrón aleatorio en la distribución de los residuales.

Levene's Test for Homogeneity of Variance (center = median)

```
Df F value Pr(>F)
group 1 24.683 1.099e-06 ***
      322
```

```
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

La prueba de Levene para igualdad de varianzas establece que se rechaza la hipótesis de igualdad de varianzas en la medida del número de mazorcas cosechadas por nivel de tratamiento ($p = 1.099e-06 < 0.05$)

Como se violan los dos supuestos del ANOVA, esta prueba queda invalidada para extraer cualquier conclusión. Se procede entonces a realizar una prueba no paramétrica, la prueba de kruskal-wallis análoga al ANOVA.

Kruskal-Wallis rank sum test

```
data: MazICS95 by Trat
Kruskal-Wallis chi-squared = 83.634, df = 1, p-value < 2.2e-16
```

La prueba de kruskal-wallis dice que efectivamente el tipo de poda tiene un efecto estadísticamente significativo sobre el número de mazorcas cosechadas dado que ($p < 2.2e-16$)

Kruskal-Wallis rank sum test

```
data: MazICS95 by Bloq1ICS95
Kruskal-Wallis chi-squared = 25.805, df = 17, p-value = 0.07808
```

Kruskal-Wallis rank sum test

```
data: MazICS95 by Bloq2
Kruskal-Wallis chi-squared = 49.668, df = 8, p-value = 4.733e-08
```

La prueba de kruskal-wallis para el bloque de ubicación dice que este factor afecta significativamente el número de mazorcas cosechadas. El tiempo de recolección sí afecta el número de mazorcas cosechadas.

Anexo 10. Resultados estadísticos obtenidos en el programa Rproject, para análisis total por especies con resultados integrados para el número de mazorcas cosechadas

ANÁLISIS TOTAL POR ESPECIE

Después del análisis por especies, se procede a integrar los resultados de las dos especies para saber, mediante prueba no paramétrica, si existe diferencia significativa en el número de mazorcas cosechadas de acuerdo a la especie.

Wilcoxon rank sum test with continuity correction

```
data: Mazorcos by Bloq3
W = 62091, p-value = 3.714e-05
alternative hypothesis: true location shift is not equal to 0
```

La prueba de U de Mann-Whitney determina que existe una diferencia significativa entre las medias del número de mazorcas cosechadas para las dos especies, dado que $p = 3.714e-05 < 0.05$.

```
[1] "Media por especie"
      CCN51  ICS95
2.444444 1.952020
```

De acuerdo a esto, el número de mazorcas cosechadas es significativamente mayor en la especie CCN51, con una significancia del 5%

Anexo 11. Registro en campo del número de mazorcas sanas.

Genotipo CCN51:

Número del	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12												
FECHAS TOMA DE DATOS	30/07/2017	13/08/2017	12/09/2017	05/10/2017	12/11/2017	16/12/2017	12/01/2018	18/02/2018	25/03/2018	22/04/2018	26/05/2018	29/06/2018												
T1:	CCN 51 T1: PODA CONO NATURAL																							
T2:	CCN 51 T2: PODA TRADICIONAL																							
Número del bloque	MAZORCAS SANAS EN ÁRBOL																							
	R1		R2		R3		R4		R5		R6		R7		R8		R9		R10		R11		R12	
	T1	T2	T1	T2	T1	T2	T1	T2	T1	T2	T1	T2	T1	T2	T1	T2	T1	T2	T1	T2	T1	T2	T1	T2
B14	10	20	18	45	21	29	36	23	37	23	12	25	10	28	8	28	6	15	4	4	14	24	15.0	21.0
B13	10	25	23	47	22	39	32	44	37	45	18	29	13	12	9	9	7	8	5	3	16	26	16.0	24.0
B5	4	3	14	10	12	10	19	18	16	22	4	22	8	14	2	10	6	10	5	2	7	12	8.0	11.0
B10	5	18	9	35	7	32	7	43	11	28	11	29	12	16	8	27	2	38	2	7	5	27	7.0	24.0
B2	4	13	49	6	38	12	62	16	42	18	8	6	2	13	2	8	7	7	8	2	20	10	20.0	9.0
B8	14	5	28	48	21	26	22	26	25	25	19	24	30	24	0	12	11	0	8	16	16	21	17.0	19.0
B15	5	14	10	27	7	24	5	31	6	40	10	38	18	26	6	19	3	20	5	11	6	25	7.0	25.0
B12	9	24	22	36	16	29	17	28	12	18	9	17	23	15	18	16	26	22	29	12	16	22	16.0	21.0
B6	11	17	22	31	14	29	9	38	10	14	9	19	13	14	10	31	10	32	5	27	9	25	10.0	24.0
B3	5	12	23	24	17	22	24	30	26	28	13	24	17	6	6	6	14	5	19	6	14	16	15.0	15.0
B18	1	17	1	19	1	15	1	9	3	33	4	1	2	4	4	10	4	5	2	7	2	12	2.0	11.0
B16	7	6	4	30	4	30	2	54	8	24	10	19	3	26	2	2	2	9	6	8	5	21	5.0	21.0
B9	3	16	6	39	6	32	8	41	9	9	6	4	13	5	6	3	6	2	1	1	6	15	6.0	14.0
B11	6	8	10	9	11	8	17	8	26	29	14	5	10	6	10	9	1	18	1	18	9	10	10.0	11.0
B4	11	2	19	11	17	10	21	18	21	12	10	10	10	6	8	3	11	4	12	6	12	7	11.0	8.0
B7	11	5	18	13	15	11	16	16	20	24	7	23	4	19	3	15	2	9	1	10	8	13	9.0	15.0
B17	10	8	17	62	12	31	9	24	18	25	14	20	20	19	14	25	7	24	6	21	11	24	11.0	26.0
B1	2	7	3	38	3	20	5	16	14	13	13	7	15	10	12	8	8	7	4	7	7	11	8.0	12.0
	128	220	296	530	244	409	312	483	341	430	191	322	223	263	128	241	133	235	272	399	183	321	193	311

Genotipo ICS95:

Número del	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12												
FECHAS TOMA DE DATOS	30/07/2017	13/08/2017	12/09/2017	05/10/2017	12/11/2017	16/12/2017	12/01/2018	18/02/2018	25/03/2018	22/04/2018	26/05/2018	29/06/2018												
T1:	ICS 95 T1: PODA CONO NATURAL																							
T2:	ICS 95 T2: PODA TRADICIONAL																							
Número del bloque	MAZORCAS SANAS EN ÁRBOL																							
	R1		R2		R3		R4		R5		R6		R7		R8		R9		R10		R11		R12	
	T1	T2	T1	T2	T1	T2	T1	T2	T1	T2	T1	T2	T1	T2	T1	T2	T1	T2	T1	T2	T1	T2	T1	T2
B17	8	7	10	12	7	8	3	5	13	19	20	14	10	19	9	23	11	27	5	21	10	16	9	15
B16	17	16	13	17	12	13	6	6	4	14	9	36	12	36	5	31	16	48	9	32	10	25	10	25
B9	26	12	24	22	17	14	1	8	5	14	11	18	13	24	6	23	6	18	6	19	12	17	11	17
B11	13	16	12	23	8	21	1	23	2	25	1	22	2	31	0	34	1	35	1	30	4	26	3	25
B4	10	12	12	16	8	14	3	14	3	14	11	15	10	14	6	4	9	8	10	8	8	12	7	11
B7	9	13	16	23	10	19	5	20	4	22	4	23	2	27	3	0	10	28	23	31	9	21	8	20
B18	14	12	20	31	14	22	10	24	18	21	30	21	40	18	27	14	30	21	27	8	23	20	21	19
B1	7	21	12	33	6	22	1	13	1	16	2	32	1	25	2	32	7	37	13	28	5	26	4	25
B14	7	23	1	22	2	17	0	6	0	9	5	14	0	20	4	9	17	9	23	11	6	14	5	15
B13	3	16	7	22	3	21	0	24	3	25	6	34	0	25	1	24	2	26	14	49	4	27	4	28
B5	15	15	19	41	11	40	0	65	0	46	4	35	0	24	2	2	7	5	13	2	7	28	7	27
B10	7	12	17	13	9	8	3	0	14	1	17	4	9	10	2	9	5	10	4	21	9	9	8	8
B2	6	14	14	15	10	17	11	21	4	28	7	38	2	29	4	27	16	28	27	25	10	25	9	24
B8	1	7	6	22	23	13	0	11	0	23	4	29	0	26	2	6	2	32	6	28	5	20	4	19
B15	1	13	3	16	1	15	0	17	1	20	4	22	0	24	3	23	4	25	8	28	3	20	2	20
B12	15	15	22	24	13	21	3	25	4	30	17	31	12	23	5	17	11	19	20	13	12	22	12	21
B6	56	20	18	23	25	18	2	11	4	12	5	13	2	11	5	13	10	22	27	27	15	17	14	17
B3	14	19	14	50	9	37	1	42	1	50	7	35	9	27	9	22	25	17	36	18	13	32	13	31
	229	263	240	425	188	340	50	335	81	389	164	436	124	413	95	313	189	415	272	399	165	377	151	367

Anexo 12. Resultados estadísticos obtenidos en el programa Rproyect, para el número de mazorcas sanas del genotipo CCN51.

```
Analysis of Variance Table

Response: MazsanCCN51
  Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
Trat  1  4786.7  4786.7 72.6626 3.143e-16 ***
Bloq1CCN51 17  7440.6   437.7  6.6441 4.991e-14 ***
Bloq2  11 10462.6   951.1 14.4385 < 2.2e-16 ***
Residuals 402 26481.9    65.9
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
[1] "Prueba de normalidad de residuos"

      Shapiro-Wilk normality test

data:  datosCCN51Mazsan$resid
W = 0.95711, p-value = 6.821e-10

[1] "Prueba de igualdad de varianzas por tratamiento"
Levene's Test for Homogeneity of Variance (center = median)
  Df F value Pr(>F)
group  1 19.249 1.445e-05 ***
      430
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

      Kruskal-Wallis rank sum test

data:  MazsanCCN51 by Trat
Kruskal-Wallis chi-squared = 46.553, df = 1, p-value = 8.916e-12

      Kruskal-Wallis rank sum test

data:  MazsanCCN51 by Bloq1CCN51
Kruskal-Wallis chi-squared = 82.94, df = 17, p-value = 1.147e-10

      Kruskal-Wallis rank sum test

data:  MazsanCCN51 by Bloq2
Kruskal-Wallis chi-squared = 88.022, df = 11, p-value = 4.065e-14
```

Anexo 13. Resultados estadísticos obtenidos en el programa Rproyect, para el número de mazorcas sanas del genotipo ICS95.

```
Analysis of Variance Table

Response: MazsanICS95
  Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
Trat  1 14746.7 14746.7 218.2263 < 2.2e-16 ***
Bloq1ICS95 17  5466.2   321.5  4.7583 2.862e-09 ***
Bloq2  11  2485.4   225.9  3.3437 0.0001984 ***
Residuals 402 27165.3    67.6
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
[1] "Prueba de normalidad de residuos"

      Shapiro-Wilk normality test

data:  datosICS95Mazsan$resid
W = 0.93266, p-value = 4.764e-13

[1] "Prueba de igualdad de varianzas por tratamiento"
Levene's Test for Homogeneity of Variance (center = median)
  Df F value Pr(>F)
group  1  7.5619 0.006213 **
      430
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
[1] "Pruebas no paramétricas"

      Kruskal-Wallis rank sum test

data:  MazsanICS95 by Trat
Kruskal-Wallis chi-squared = 150.7, df = 1, p-value < 2.2e-16

      Kruskal-Wallis rank sum test

data:  MazsanICS95 by Bloq1ICS95
Kruskal-Wallis chi-squared = 46.098, df = 17, p-value = 0.0001668

      Kruskal-Wallis rank sum test

data:  MazsanICS95 by Bloq2
Kruskal-Wallis chi-squared = 30.914, df = 11, p-value = 0.001137
```

Anexo 14. Resultados estadísticos obtenidos en el programa Rproyect, para análisis total por genotipos (clones) con resultados integrados para el número de mazorcas sanas.

```
Wilcoxon rank sum test with continuity correction

data: Mazorsan by Bloq3
W = 93057, p-value = 0.9446
alternative hypothesis: true location shift is not equal to 0

[1] "Media por especie"
    CCN51    ICS95
14.87963 14.86111
|
```

Anexo 15. Registro en campo del número de mazorcas

Genotipo CCN51:

Número del	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12													
FECHAS TOMA DE DATOS	30/07/2017	13/08/2017	12/09/2017	05/10/2017	12/11/2017	16/12/2017	12/01/2018	18/02/2018	25/03/2018	22/04/2018	26/05/2018	29/06/2018													
CCN 51 T1: PODA	CCN 51 T1: PODA CONO NATURAL																								
	CCN 51 T2: PODA TRADICIONAL																								
Número del bloque	MAZORCAS ENFERMAS																								
	R1		R2		R3		R4		R5		R6		R7		R8		R9		R10		R11		R12		
	T1	T2	T1	T2	T1	T2	T1	T2	T1	T2	T1	T2	T1	T2	T1	T2	T1	T2	T1	T2	T1	T2	T1	T2	
B14	0	0	2	2	3	8	8	27	5	2	25	6	2	3	1	13	0	2	0	1	5	6	5	6	
B13	2	1	3	7	3	5	4	9	9	13	29	32	1	3	7	4	4	0	2	3	6	7	6	7	
B5	1	1	2	2	3	2	2	2	10	3	6	4	0	2	6	1	0	1	2	0	2	2	3	2	
B10	2	1	2	7	2	4	5	5	1	13	3	6	2	5	3	16	2	1	0	8	2	6	2	7	
B2	0	2	3	5	2	4	3	0	19	2	18	5	0	5	3	6	0	9	0	1	4	4	5	4	
B8	0	0	6	15	7	17	11	38	5	7	1	5	0	5	11	9	4	0	0	3	4	10	4	10	
B15	0	0	4	1	4	2	7	5	0	16	0	13	2	9	14	1	2	2	0	0	3	4	3	4	
B12	2	1	3	6	4	4	8	5	1	19	2	11	0	6	15	5	0	1	1	2	4	6	4	6	
B6	0	2	6	5	4	4	5	3	6	10	6	6	0	1	4	4	0	2	4	5	3	4	3	4	
B3	2	1	5	2	4	4	5	7	4	6	4	4	1	2	8	4	1	0	0	3	4	3	4	3	
B18	0	0	3	1	2	3	0	8	0	9	9	8	0	3	2	6	0	0	0	1	3	1	3	1	3
B16	3	0	9	2	5	4	2	10	1	1	2	3	8	4	10	15	3	0	0	1	4	4	4	5	
B9	1	1	1	2	2	2	2	1	0	2	3	2	6	4	4	4	1	1	0	1	2	2	1	2	
B11	1	0	3	2	2	5	3	14	1	4	6	10	3	2	8	1	1	1	0	4	2	4	2	4	
B4	1	1	0	3	1	3	2	6	1	1	6	5	1	3	10	6	0	3	0	2	2	3	2	3	
B7	0	1	3	5	2	2	3	0	8	1	14	1	6	2	6	7	0	4	2	0	4	2	4	2	
B17	1	0	1	15	2	11	3	17	0	1	8	5	5	3	11	6	2	1	0	5	3	6	3	6	
B1	0	3	0	4	0	10	1	25	0	5	8	5	7	4	1	3	1	1	0	1	2	6	2	6	
	16	15	56	86	52	94	74	182	71	115	150	131	44	66	124	111	21	29	11	40	57	82	58	84	

Genotipo ICS95:

FECHAS TOMA DE DATOS	30/07/2017	13/08/2017	12/09/2017	05/10/2017	12/11/2017	16/12/2017	12/01/2018	18/02/2018	25/03/2018	22/04/2018	26/05/2018	29/06/2018												
ICS 95 T1: PODA	ICS 95 T1: PODA CONO NATURAL																							
	ICS 95 T2: PODA TRADICIONAL																							
Número del bloque	MAZORCAS ENFERMAS																							
	R1		R2		R3		R4		R5		R6		R7		R8		R9		R10		R11		R12	
	T1	T2	T1	T2	T1	T2	T1	T2	T1	T2	T1	T2	T1	T2	T1	T2	T1	T2	T1	T2	T1	T2	T1	T2
B17	1	2	4	1	3	2	2	2	2	1	1	1	5	1	2	0	0	3	1	0	2	1	2	2
B16	2	2	14	6	7	4	4	1	0	0	0	0	4	1	4	1	5	3	2	0	5	2	4	3
B9	1	3	5	1	4	3	2	8	1	0	0	2	2	3	4	6	5	5	0	0	3	3	3	3
B11	3	2	9	4	4	3	11	5	2	0	3	5	0	3	2	5	0	7	0	3	3	3	3	4
B4	8	2	6	5	6	4	16	4	1	2	0	2	7	2	9	0	3	2	0	0	6	2	5	3
B7	1	5	4	4	4	4	5	2	0	7	0	10	1	5	8	1	2	12	0	2	3	6	3	5
B18	2	2	7	18	3	7	8	5	0	0	0	2	7	2	11	4	3	1	3	2	4	4	3	4
B1	2	1	4	8	2	4	0	8	0	0	0	2	2	7	3	2	3	0	3	10	2	5	3	5
B14	2	2	6	12	3	7	5	4	0	2	0	0	8	1	1	9	1	8	2	9	3	5	3	5
B13	1	1	5	17	3	8	2	2	0	2	0	1	0	4	0	2	0	2	0	7	1	4	1	5
B5	2	2	16	7	6	5	4	6	0	17	1	9	5	8	1	1	0	5	0	1	4	6	4	6
B10	0	4	7	10	4	6	1	4	2	2	1	1	1	0	4	1	0	4	0	1	2	3	2	3
B2	2	3	4	14	4	7	10	1	0	1	0	0	1	2	5	0	1	3	5	2	3	3	3	3
B8	4	3	4	6	5	6	10	4	0	1	0	0	1	5	2	3	3	5	0	4	3	4	3	5
B15	3	5	4	10	4	6	9	2	0	1	1	5	6	2	5	0	0	11	0	2	4	4	3	3
B12	3	4	6	13	5	8	11	6	0	2	0	7	6	5	5	7	2	3	0	0	4	5	4	4
B6	6	1	3	11	5	7	11	4	0	2	0	9	5	1	10	0	1	3	1	0	4	4	3	5
B3	5	3	4	8	5	5	10	12	0	4	6	7	1	7	1	3	0	6	1	0	3	6	3	7
	48	47	112	155	77	96	121	80	8	44	13	63	62	59	77	45	29	83	18	43	59	70	55	75

Anexo 16. Resultados estadísticos obtenidos en el programa Rproyect, para el número de mazorcas enfermas del genotipo CCN51.

```

Analysis of Variance Table

Response: MazenfCCN51
      Df Sum Sq Mean Sq F value    Pr(>F)
Trat   1  209.5    209.47  13.0999  0.000333 ***
Bloq1CCN51 17  814.0     47.88   2.9943  6.448e-05 ***
Bloq2    11 2018.5    183.50  11.4758 < 2.2e-16 ***
Residuals 402 6428.1     15.99
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
[1] "Prueba de normalidad de residuos"

      Shapiro-Wilk normality test

data:  datosCCN51Mazenf$resid
W = 0.81904, p-value < 2.2e-16

[1] "Prueba de igualdad de varianzas por tratamiento"
Levene's Test for Homogeneity of Variance (center = median)
      Df F value    Pr(>F)
group  1  3.2063  0.07406 .
      430
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

      Kruskal-Wallis rank sum test

data:  MazenfCCN51 by Trat
Kruskal-Wallis chi-squared = 14.185, df = 1, p-value = 0.0001657

      Kruskal-Wallis rank sum test

data:  MazenfCCN51 by Bloq1CCN51
Kruskal-Wallis chi-squared = 34.098, df = 17, p-value = 0.008155

      Kruskal-Wallis rank sum test

data:  MazenfCCN51 by Bloq2
Kruskal-Wallis chi-squared = 142.21, df = 11, p-value < 2.2e-16
  
```

Anexo 17. Resultados estadísticos obtenidos en el programa Rproyect, para el número de mazorcas enfermas del genotipo ICS95.

```

Analysis of Variance Table

Response: MazenfICS95
      Df Sum Sq Mean Sq F value    Pr(>F)
Trat   1   75.84   75.836  10.482  0.001306 **
Bloq1ICS95 17  256.94  15.114   2.089  0.006895 **
Bloq2    11 1141.06  103.733  14.338 < 2.2e-16 ***
Residuals 402 2908.48   7.235
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
[1] "Prueba de normalidad de residuos"

      Shapiro-Wilk normality test

data:  datosICS95Mazenf$resid
W = 0.91768, p-value = 1.3e-14

[1] "Prueba de igualdad de varianzas por tratamiento"
Levene's Test for Homogeneity of Variance (center = median)
      Df F value    Pr(>F)
group  1  1.2804  0.2585
      430
---
      Kruskal-Wallis rank sum test

data:  MazenfICS95 by Trat
Kruskal-Wallis chi-squared = 8.9351, df = 1, p-value = 0.002797

      Kruskal-Wallis rank sum test

data:  MazenfICS95 by Bloq1ICS95
Kruskal-Wallis chi-squared = 28.579, df = 17, p-value = 0.03861

      Kruskal-Wallis rank sum test

data:  MazenfICS95 by Bloq2
Kruskal-Wallis chi-squared = 133.28, df = 11, p-value < 2.2e-16
  
```

Anexo 18. Resultados estadísticos obtenidos en el programa Rproyect, para análisis total por genotipos (clones) con resultados integrados para el número de mazorcas enfermas.

```

Wilcoxon rank sum test with continuity correction

data: Mazorenf by Bloq3
W = 94968, p-value = 0.6494
alternative hypothesis: true location shift is not equal to 0

[1] "Media por especie"
    CCN51  ICS95
4.094487 3.562500
    
```

Anexo 19. Registro en campo del número de granos por mazorca

Genotipo CCN51:

No. mazorcas /tratamiento	PESO DEL GRANO (g)		No. mazorcas /tratamiento	PESO DEL GRANO (g)		No. mazorcas /tratamiento	PESO DEL GRANO (g)	
	T1	T2		T1	T2		T1	T2
	NÚMERO DE GRANOS	NÚMERO DE GRANOS		NÚMERO DE GRANOS	NÚMERO DE GRANOS		NÚMERO DE GRANOS	NÚMERO DE GRANOS
1	41	54	1	51	23	1	24	22
2	18	42	2	33	46	2	25	21
3	53	17	3	53	40	3	23	23
4	46	55	4	45	51	4	46	41
5	24	48	5	29	48	5	40	52
6	48	49	6	50	49	6	39	54
7	52	28	7	48	28	7	41	48
8	28	52	8	32	51	8	40	28
9	32	15	9	31	45	9	42	43
10	23	55	10	25	48	10	59	45
11	47	39	11	48	42	11	34	46
12	50	45	12	46	37	12	35	39
13	48	56	13	47	51	13	47	51
14	53	47	14	52	41	14	52	43
15	45	27	15	46	29	15	46	35
16	21	51	16	21	49	16	21	50
17	20	24	17	29	29	17	29	37
18	44	45	18	44	42	18	44	42
19	28	32	19	29	59	19	30	51
20	48	59	20	50	46	20	50	46
TOTAL	769	840	TOTAL	809	854	TOTAL	767	817

Genotipo ICS95:

No. mazorcas /tratamiento	PESO DEL GRANO		No. mazorcas /tratamiento	PESO DEL GRANO		No. mazorcas /tratamiento	PESO DEL GRANO	
	T1	T2		T1	T2		T1	T2
	NÚMERO DE GRANOS	NÚMERO DE GRANOS		NÚMERO DE GRANOS	NÚMERO DE GRANOS		NÚMERO DE GRANOS	NÚMERO DE GRANOS
1	39.0	42	1	40	50	1	39	38
2	38	15	2	41	48	2	38	40
3	33	40	3	36	42	3	40	42
4	40	38	4	38	39	4	41	44
5	35	17	5	36	17	5	39	39
6	36	34	6	39	39	6	35	37
7	42	25	7	45	30	7	37	27
8	39	24	8	35	35	8	33	40
9	45	19	9	49	25	9	45	29
10	40	19	10	39	28	10	39	30
11	41	41	11	44	40	11	43	39
12	43	17	12	49	20	12	45	24
13	38	19	13	37	26	13	39	27
14	37	37	14	39	39	14	40	38
15	42	39	15	51	40	15	50	41
16	38	38	16	38	35	16	39	36
17	50	19	17	40	26	17	37	27
18	48	40	18	45	44	18	41	41
19	46	15	19	25	19	19	27	20
20	43	38	20	19	43	20	18	39
TOTAL	813.0	576	TOTAL	785.0	685.0	TOTAL	765.3	698.0

Anexo 20. Resultados estadísticos obtenidos en el programa Rproyect, para el número de granos por mazorca de los genotipos ICS95 y CCN51.

```

Analysis of Variance Table

Response: Num.gran
      Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
Tto    1  236.0   236.02  2.3822 0.1240734
Mes    2   116.8    58.38  0.5892 0.5555711
Clon   1 1188.1  1188.15 11.9922 0.0006347 ***
Residuals 235 23283.1    99.08
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
[1] "Prueba de normalidad de residuos"

      Shapiro-Wilk normality test

data: datospart2$resid1
W = 0.93952, p-value = 2.154e-08

[1] "Prueba de igualdad de varianzas por tratamiento"
Levene's Test for Homogeneity of Variance (center = median)
      Df F value Pr(>F)
group  1  6.185 0.01357 *
      238
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

      Kruskal-Wallis rank sum test

data: Num.gran by Tto
Kruskal-Wallis chi-squared = 1.3185, df = 1, p-value = 0.2509

      Kruskal-Wallis rank sum test

data: Num.gran by Mes
Kruskal-Wallis chi-squared = 1.0884, df = 2, p-value = 0.5803

      Kruskal-Wallis rank sum test

data: Num.gran by Clon
Kruskal-Wallis chi-squared = 18.514, df = 1, p-value = 1.687e-05
    
```

Anexo 21. Registro en campo del número de los datos para el cálculo del índice de grano e índice de mazorca.

Genotipo CCN51:

T1:	PODA DE CONO NATURAL						T2:	PODA TRADICIONAL			
No. mazorcas /tratamiento	PESO DEL GRANO (g)						ÍNDICE DE MAZORCA		ÍNDICE DE GRANO		
	T1			T2			T1	T2	T1	T2	
	NÚMERO DE GRANOS	HÚMEDO	SECO	NÚMERO DE GRANOS	HÚMEDO	SECO					
1	41	175	66.5	54	230	80.5	15.68	16.26	1.62	1.62	
2	18	74	28.12	42	176	61.6			1.56	1.59	
3	53	217	82.46	17	69	24.2			1.56	1.54	
4	46	236	89.68	55	198	69.3			1.95	1.37	
5	24	96	36.48	48	222	77.7			1.52	1.76	
6	48	212	80.56	49	214	74.9			1.68	1.66	
7	52	246	93.48	28	152	53.2			1.80	2.06	
8	28	120	45.6	52	213	74.6			1.63	1.56	
9	32	119	45.22	15	65	22.8			1.41	1.65	
10	23	92	34.96	55	284	99.4			1.52	1.96	
11	47	237	90.06	39	170	59.5			1.92	1.66	
12	50	226	85.88	45	208	72.8			1.72	1.76	
13	48	149	56.62	56	235	82.3			1.18	1.59	
14	53	205	77.9	47	140	49.0			1.47	1.13	
15	45	195	74.1	27	87	30.5			1.65	1.22	
16	21	85	32.3	51	166	58.1			1.54	1.24	
17	20	98	37.24	24	66	23.1			1.86	1.05	
18	44	210	79.8	45	196	68.6			1.81	1.66	
19	28	120	45.6	32	156	54.6			1.63	1.85	
20	48	245	93.1	59	267	93.5			1.94	1.72	
TOTAL	769	3,357.00	1,275.66	840	3514	1229.9			1.65	1.58	

T1:	PODA DE CONO NATURAL						T2:	PODA TRADICIONAL			
No. mazorcas /tratamiento	PESO DEL GRANO (g)						ÍNDICE DE MAZORCA		ÍNDICE DE GRANO		
	T1			T2			T1	T2	T1	T2	
	NÚMERO DE GRANOS	HÚMEDO	SECO	NÚMERO DE GRANOS	HÚMEDO	SECO					
1	51	219	83	23	95	34	15.0	15.3	1.63	1.57	
2	33	145	55	46	198	71			1.67	1.64	
3	53	230	87	40	170	61			1.65	1.62	
4	45	196	74	51	217	78			1.66	1.62	
5	29	123	47	48	206	74			1.61	1.63	
6	50	213	81	49	211	76			1.62	1.64	
7	48	212	81	28	121	44			1.68	1.64	
8	32	138	52	51	222	80			1.64	1.65	
9	31	133	51	45	185	67			1.63	1.56	
10	25	111	42	48	208	75			1.69	1.65	
11	48	212	81	42	179	64			1.68	1.62	
12	46	201	76	37	160	58			1.66	1.64	
13	47	207	79	51	212	76			1.67	1.58	
14	52	223	85	41	175	63			1.63	1.62	
15	46	202	77	29	121	44			1.67	1.59	
16	21	90	34	49	207	75			1.63	1.61	
17	29	123	47	29	121	44			1.61	1.59	
18	44	192	73	42	179	64			1.66	1.62	
19	29	122	46	59	253	91			1.60	1.63	
20	50	213	81	46	190	68			1.62	1.57	
TOTAL	809	3,505	1,332	854	3,630	1,307	1.64	1.61			

T1:	PODA DE CONO NATURAL						T2:	PODA TRADICIONAL			
No. mazorcas /tratamiento	PESO DEL GRANO (g)						ÍNDICE DE MAZORCA		ÍNDICE DE GRANO		
	T1			T2			T1	T2	T1	T2	
	NÚMERO DE GRANOS	HÚMEDO	SECO	NÚMERO DE GRANOS	HÚMEDO	SECO					
1	24	102	39	22	92	33	16	16	1.62	1.59	
2	25	105	40	21	89	32			1.60	1.61	
3	23	99	38	23	97	35			1.64	1.60	
4	46	197	75	41	171	62			1.63	1.58	
5	40	168	64	52	213	77			1.60	1.56	
6	39	166	63	54	240	86			1.62	1.69	
7	41	173	66	48	202	73			1.60	1.60	
8	40	170	65	28	119	43			1.62	1.62	
9	42	177	67	43	184	66			1.60	1.63	
10	59	250	95	45	187	67			1.61	1.58	
11	34	143	54	46	192	69			1.60	1.59	
12	35	147	56	39	159	57			1.60	1.55	
13	47	198	75	51	214	77			1.60	1.59	
14	52	220	84	43	182	66			1.61	1.61	
15	46	194	74	35	148	53			1.60	1.61	
16	21	89	34	50	209	75			1.61	1.59	
17	29	123	47	37	156	56			1.61	1.60	
18	44	185	70	42	178	64			1.60	1.61	
19	30	129	49	51	215	77			1.63	1.60	
20	50	220	84	46	189	69			1.67	1.56	
TOTAL	767	3,255	1,237	817	3,436	1,237	1.61	1.60			

Genotipo ICS95:

T1:	PODA DE CONO NATURAL						T2:	PODA TRADICIONAL			
No. mazorcas /tratamiento	PESO DEL GRANO						ÍNDICE DE MAZORCA		ÍNDICE DE GRANO		
	T1			T2			T1	T2	T1	T2	
	NÚMERO DE GRANOS	HÚMEDO	SECO	NÚMERO DE GRANOS	HÚMEDO	SECO					
1	39.0	152	57.8	42	144	54.7	17.5	25.5	1.48	1.30	
2	38	144	54.7	15	50	19.0			1.44	1.27	
3	33	130	49.4	40	150	57.0			1.50	1.43	
4	40	153	58.1	38	139	52.8			1.45	1.39	
5	35	134	50.9	17	65	24.7			1.45	1.45	
6	36	140	53.2	34	143	54.3			1.48	1.60	
7	42	157	59.7	25	84	31.9			1.42	1.28	
8	39	150	57.0	24	85	32.3			1.46	1.35	
9	45	158	60.0	19	75	28.5			1.33	1.50	
10	40	151	57.4	19	69	26.2			1.43	1.38	
11	41	152	57.8	41	167	63.5			1.41	1.55	
12	43	159	60.4	17	64	24.3			1.41	1.43	
13	38	138	52.4	19	67	25.5			1.38	1.34	
14	37	141	53.6	37	105	39.9			1.45	1.08	
15	42	146	55.5	39	111	42.2			1.32	1.08	
16	38	114	43.3	38	134	50.9			1.14	1.34	
17	50	182	69.2	19	76	28.9			1.38	1.52	
18	48	177	67.3	40	138	52.4			1.40	1.31	
19	46	168	63.8	15	64	24.3			1.39	1.62	
20	43	159	60.4	38	135	51.3			1.41	1.35	
TOTAL	813.0	3005.0	1141.9	576	2065	784.7	1.41	1.38			

T1:	PODA DE CONO NATURAL						T2:	PODA TRADICIONAL			
No. mazorcas /tratamiento	PESO DEL GRANO						ÍNDICE DE MAZORCA		ÍNDICE DE GRANO		
	T1			T2			T1	T2	T1	T2	
	NÚMERO DE GRANOS	HÚMEDO	SECO	NÚMERO DE GRANOS	HÚMEDO	SECO					
1	40	153	58.3	50	187	71.1	17.6	20.5	1.46	1.42	
2	41	156.4	59.4	48	178	67.6			1.45	1.41	
3	36	141.0	53.6	42	154	58.5			1.49	1.39	
4	38	147.2	55.9	39	147	55.9			1.47	1.43	
5	36	141.0	53.6	17	63	23.9			1.49	1.40	
6	39	150.3	57.1	39	147	55.9			1.46	1.43	
7	45	178.8	67.9	30	112	42.6			1.51	1.42	
8	35	137.9	52.4	35	133	50.5			1.50	1.44	
9	49	181.1	68.8	25	93	35.3			1.40	1.41	
10	39	149.0	56.6	28	109	41.4			1.45	1.48	
11	44	162.0	61.6	40	151	57.5			1.40	1.44	
12	49	181.0	68.8	20	76	28.7			1.40	1.44	
13	37	144.1	54.8	26	97	36.9			1.48	1.42	
14	39	150.3	57.1	39	147	55.9			1.46	1.43	
15	51	189.0	71.8	40	148	56.2			1.41	1.41	
16	38	145.0	55.1	35	130	49.4			1.45	1.41	
17	40	148.0	56.2	26	97	36.9			1.41	1.42	
18	45	168.8	64.1	44	165	62.7			1.43	1.43	
19	25	91.0	34.6	19	72	27.4			1.38	1.44	
20	19	71.0	27.0	43	161	61.2			1.42	1.42	
TOTAL	785.0	1,535.9	1,134.7	685.0	2,566.7	975.3			1.45	1.42	

T1:	PODA DE CONO NATURAL						T2:	PODA TRADICIONAL			
No. mazorcas /tratamiento	PESO DEL GRANO						ÍNDICE DE MAZORCA		ÍNDICE DE GRANO		
	T1			T2			T1	T2	T1	T2	
	NÚMERO DE GRANOS	HÚMEDO	SECO	NÚMERO DE GRANOS	HÚMEDO	SECO					
1	39	154	58.5	38	138	52.4	18	21	1.49	1.38	
2	38	147	55.9	40	147	55.9			1.47	1.40	
3	40	152	57.8	42	152	57.8			1.44	1.38	
4	41	156	59.3	44	162	61.6			1.45	1.40	
5	39	152	57.8	39	145	55.1			1.48	1.41	
6	35	140	53.2	37	132	50.2			1.52	1.36	
7	37	146	55.5	27	97	36.9			1.50	1.37	
8	33	129	49.0	40	146	55.5			1.49	1.39	
9	45	172	65.4	29	105	39.9			1.45	1.38	
10	39	156	59.3	30	109	41.4			1.52	1.38	
11	43	163	61.9	39	143	54.3			1.44	1.39	
12	45	175	66.5	24	87	33.1			1.48	1.38	
13	39	157	59.7	27	99	37.6			1.53	1.39	
14	40	158	60.0	38	141	53.6			1.50	1.41	
15	50	189	71.8	41	151	57.4			1.44	1.40	
16	39	154	58.5	36	132	50.2			1.50	1.39	
17	37	148	56.2	27	98	37.2			1.52	1.38	
18	41	153	58.1	41	150	57.0			1.42	1.39	
19	27	109	41.4	20	74	28.1			1.53	1.41	
20	18	76	28.9	39	144	54.7			1.60	1.40	
TOTAL	765.3	1,504.0	1,134.7	698.0	2,552.0	969.8			1.49	1.39	

Anexo 22. Resultados estadísticos obtenidos en el programa Rproject, para el índice de grano por mazorca de los genotipos ICS95 y CCN51.

```
Analysis of Variance Table

Response: Indgran
      Df Sum Sq Mean Sq F value    Pr(>F)
Tto    1  0.11390  0.11390    9.6353  0.002143 **
Mes    2  0.03368  0.01684    1.4247  0.242663
Clon   1  2.26751  2.26751  191.0145 < 2.2e-16 ***
Residuals 235  2.77802  0.01182
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
[1] "Prueba de normalidad de residuos"

      Shapiro-Wilk normality test

data:  datospart2$resid
W = 0.7828, p-value < 2.2e-16

[1] "Prueba de igualdad de varianzas por tratamiento"
Levene's Test for Homogeneity of Variance (center = median)
      Df F value    Pr(>F)
group 1  5.328 0.02104 *
      238
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

      Kruskal-Wallis rank sum test

data:  Indgran by Tto
Kruskal-Wallis chi-squared = 7.7753, df = 1, p-value = 0.005297

      Kruskal-Wallis rank sum test

data:  Indgran by Mes
Kruskal-Wallis chi-squared = 4.1531, df = 2, p-value = 0.1254

      Kruskal-Wallis rank sum test

data:  Indgran by Clon
Kruskal-Wallis chi-squared = 136.01, df = 1, p-value < 2.2e-16
```

Anexo 23. Resultados estadísticos obtenidos en el programa Rproject, para el índice de mazorca de los genotipos ICS95 y CCN51.

```
Analysis of Variance Table

Response: Ind.Mazorc
      Df Sum Sq Mean Sq F value    Pr(>F)
Tto    1 18.032  18.032  5.1559  0.049309 *
Clon    1 51.212  51.212 14.6432  0.004049 **
Residuals 9 31.476   3.497
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
[1] "Prueba de normalidad de residuos"

      Shapiro-Wilk normality test

data:  modelIndMaz$resid
W = 0.80427, p-value = 0.01048

[1] "Prueba de igualdad de varianzas por tratamiento"
Levene's Test for Homogeneity of Variance (center = median)
      Df F value    Pr(>F)
group 1  6.8723 0.02553 *
      10
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

      Kruskal-Wallis rank sum test

data:  Ind.Mazorc by Tto
Kruskal-Wallis chi-squared = 1.091, df = 1, p-value = 0.2963

      Kruskal-Wallis rank sum test

data:  Ind.Mazorc by Clon
Kruskal-Wallis chi-squared = 8.3662, df = 1, p-value = 0.003823
```

Anexo 24. Registro en campo del número de los datos para el cálculo del número de mazorcas con afectaciones por monillia.

Genotipo CCN51:

Número del	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12														
FECHAS TOMA DE DATOS	30/07/2017	13/08/2017	12/09/2017	05/10/2017	12/11/2017	16/12/2017	12/01/2018	18/02/2018	25/03/2018	22/04/2018	26/05/2018	29/06/2018														
T1:	CCN 51 T1: PODA CONO NATURAL																									
T2:	CCN 51 T2: PODA TRADICIONAL																									
Número del bloque	MAZORCAS CON MONILLIA												SUMA T1	SUMA T2												
	R1		R2		R3		R4		R5		R6				R7		R8		R9		R10		R11		R12	
	T1	T2	T1	T2	T1	T2	T1	T2	T1	T2	T1	T2			T1	T2	T1	T2	T1	T2	T1	T2	T1	T2	T1	T2
B14	0	0	1	0	1	2	2	11	4	0	6	0	0	3	1	6	0	1	0	0	2	2	2	2	19	27
B13	2	1	1	4	1	2	1	2	2	3	14	8	1	0	2	3	1	0	0	2	2	2	2	2	29	29
B5	0	0	1	0	1	1	1	6	1	2	2	0	1	3	1	0	0	2	0	1	1	2	1	1	19	9
B10	1	1	1	4	1	2	2	2	1	6	2	6	1	2	0	9	2	0	0	4	1	3	1	4	13	43
B2	0	2	2	3	1	3	1	0	7	2	15	2	0	4	1	4	0	1	0	0	2	2	3	2	32	25
B8	0	0	4	12	2	6	2	6	4	3	0	2	0	0	9	3	1	0	0	0	2	3	2	3	26	38
B15	0	0	2	0	1	1	1	2	0	15	0	2	0	4	7	0	0	0	0	0	1	2	1	2	13	28
B12	1	1	1	5	1	3	2	2	0	14	1	8	0	1	2	1	0	0	0	0	1	3	1	3	10	41
B6	0	1	2	3	1	2	1	1	3	6	4	2	0	2	2	0	0	2	2	1	2	1	2	1	17	23
B3	1	1	3	1	2	2	1	2	3	2	1	1	1	1	5	1	1	0	0	1	2	1	2	1	22	14
B18	0	0	1	0	1	1	0	3	0	3	8	4		1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	13	15
B16	2	0	6	0	3	2	0	4	1	0	0	3	7	3	3	6	0	0	0	1	2	2	2	2	26	23
B9	0	0	0	1	0	1	0	1	0	2	3	0	0	3	1	1	0	0	0	1	0	1	0	1	4	12
B11	1	0	3	0	2	0	3	2	0	4	3	5	0	0	3	1	0	0	0	1	1	1	1	1	17	15
B4	1	1	0	1	1	1	2	1	1	0	6	3	1	2	1	3	0	0	0	0	1	1	1	1	15	14
B7	0	0	3	3	2	1	3	0	5	1	8	0	2	0	4	3	0	3	1	0	2	1	3	1	33	13
B17	1	0	1	13	2	5	3	1	0	1	8	3	3	2	5	1	0	1	0	5	2	3	2	3	27	38
B1	0	2	0	2	0	2	1	4	0	5	3	4	3	2	0	1	0	1	0	0	1	2	1	2	9	27
	10	10	32	52	23	37	26	45	37	68	84	55	19	29	50	47	5	7	5	17	25	33	28	34	344	434

Genotipo ICS95:

Número del	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12														
FECHAS TOMA DE DATOS	30/07/2017	13/08/2017	12/09/2017	05/10/2017	12/11/2017	16/12/2017	12/01/2018	18/02/2018	25/03/2018	22/04/2018	26/05/2018	29/06/2018														
T1:	ICS 95 T1: PODA CONO NATURAL																									
T2:	ICS 95 T2: PODA TRADICIONAL																									
Número del bloque	MAZORCAS CON MONILLIA												SUMA T1	SUMA T2												
	R1		R2		R3		R4		R5		R6				R7		R8		R9		R10		R11		R12	
	T1	T2	T1	T2	T1	T2	T1	T2	T1	T2	T1	T2			T1	T2	T1	T2	T1	T2	T1	T2	T1	T2	T1	T2
B17	0	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	3	5
B16	0	0	11	4	4	2	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2	1	0	2	1	2	2	21	12	
B9	0	2	2	0	1	1	1	2	1	0	0	2	1	0	0	0	1	3	0	0	1	1	1	9	12	
B11	1	1	5	2	2	1	1	1	0	0	2	0	2	0	1	0	2	0	2	1	1	1	2	11	17	
B4	7	1	3	3	4	2	1	1	0	0	1	2	2	1	0	1	0	0	0	2	1	2	1	23	12	
B7	1	4	0	2	1	2	2	1	0	1	0	4	0	3	5	0	1	9	0	2	1	3	1	2	33	
B18	0	2	3	13	1	5	0	1	0	0	0	2	0	2	2	2	0	3	0	1	2	0	2	14	27	
B1	0	1	1	2	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	5	0	1	1	1	4	12	
B14	1	2	2	7	1	4	1	2	0	0	0	0	1	0	0	2	1	1	1	2	1	2	1	2	10	24
B13	0	1	2	12	1	5	0	1	0	0	1	0	2	0	1	0	2	0	7	0	3	0	3	3	38	
B5	0	2	12	2	4	2	0	1	0	6	0	4	0	6	0	1	0	3	0	0	2	3	2	3	20	33
B10	0	4	4	4	2	3	1	0	2	1	0	0	1	0	3	0	0	1	0	1	1	1	1	1	15	16
B2	0	1	2	9	1	4	1	1	0	0	0	0	2	4	0	0	0	4	1	1	2	1	2	1	14	22
B8	2	1	2	2	2	2	1	3	0	0	0	0	1	0	0	0	2	0	1	1	1	1	1	2	9	15
B15	1	2	2	5	1	3	0	0	0	0	0	2	0	2	1	0	0	6	0	1	1	2	0	1	6	24
B12	1	2	4	9	2	4	2	2	0	0	6	0	5	4	0	0	1	0	0	1	3	1	2	15	34	
B6	4	1	1	6	2	3	2	2	0	0	8	1	1	0	0	0	2	0	0	1	2	0	3	11	28	
B3	3	1	2	3	2	2	1	2	0	3	0	0	3	1	0	0	4	1	0	1	2	1	3	12	23	
	21	29	59	85	32	47	16	22	3	11	0	30	8	30	21	7	6	39	12	22	18	31	16	34	212	387

Anexo 25. Resultados estadísticos obtenidos en el programa Rproyect, para el número de mazorcas enfermas por Monillia del genotipo CCN51.

```

Analysis of Variance Table

Response: MazmonCCN51
      Df Sum Sq Mean Sq F value    Pr(>F)
Trat    1  18.34   18.336   4.4320  0.03589 *
Bloq1CCN51 17 133.73    7.867   1.9015  0.01655 *
Bloq2    11 431.08   39.189   9.4726 3.178e-15 ***
Residuals 402 1663.12    4.137
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
[1] "Prueba de normalidad de residuos"

      Shapiro-Wilk normality test

data: datosCCN51Mazmon$resid
W = 0.81474, p-value < 2.2e-16

[1] "Prueba de igualdad de varianzas por tratamiento"
Levene's Test for Homogeneity of Variance (center = median)
      Df F value Pr(>F)
group 17  1.3683  0.148
      414

      Kruskal-Wallis rank sum test

data: MazmonCCN51 by Trat
Kruskal-Wallis chi-squared = 5.9918, df = 1, p-value = 0.01437

      Kruskal-Wallis rank sum test

data: MazmonCCN51 by Bloq1CCN51
Kruskal-Wallis chi-squared = 33.527, df = 17, p-value = 0.009658

      Kruskal-Wallis rank sum test

data: MazmonCCN51 by Bloq2
Kruskal-Wallis chi-squared = 113, df = 11, p-value < 2.2e-16

```

Anexo 26. Resultados estadísticos obtenidos en el programa Rproyect, para el número de mazorcas enfermas por Monillia del genotipo ICS95.

```

Analysis of Variance Table

Response: MazmonICS95
  Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
Trat  1  70.89  70.891 27.9818 2.016e-07 ***
Bloq1ICS95 17  89.90   5.288  2.0874 0.006949 **
Bloq2   11 345.19  31.381 12.3866 < 2.2e-16 ***
Residuals 402 1018.46   2.533
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
[1] "Prueba de normalidad de residuos"

      Shapiro-Wilk normality test

data: datosICS95Mazmon$resid
W = 0.83253, p-value < 2.2e-16

[1] "Prueba de igualdad de varianzas por tratamiento"
Levene's Test for Homogeneity of Variance (center = median)
  Df F value Pr(>F)
group  1  7.9668 0.004985 **
  430
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

      Kruskal-Wallis rank sum test

data: MazmonICS95 by Trat
Kruskal-Wallis chi-squared = 29.225, df = 1, p-value = 6.444e-08

      Kruskal-Wallis rank sum test

data: MazmonICS95 by Bloq1ICS95
Kruskal-Wallis chi-squared = 28.681, df = 17, p-value = 0.03759

      Kruskal-Wallis rank sum test

data: MazmonICS95 by Bloq2
Kruskal-Wallis chi-squared = 114.5, df = 11, p-value < 2.2e-16

```

Anexo 27. Resultados estadísticos obtenidos en el programa Rproyect, para análisis total por genotipos (clones) con resultados integrados para el número de mazorcas enfermas por Monillia.

```

      Wilcoxon rank sum test with continuity correction

data: Mazmon by Bloq3
W = 105180, p-value = 0.0008051
alternative hypothesis: true location shift is not equal to 0

[1] "Media por especie"
  CCN51  ICS95
1.803241 1.386574
|

```

Anexo 28. Registro en campo del número de los datos para el cálculo del número de mazorcas con afectaciones por Phytophthora.

Genotipo CCN51:

Número del	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12															
FECHAS TOMA DE DATOS	30/07/2017	13/08/2017	12/09/2017	05/10/2017	12/11/2017	16/12/2017	12/01/2018	18/02/2018	25/03/2018	22/04/2018	26/05/2018	29/06/2018															
T1:	CCN 51 T1: PODA CONO NATURAL																										
T2:	CCN 51 T2: PODA TRADICIONAL																										
Número del bloque	MAZORCAS CON phytophthora												SUMAT1	SUMAT2													
	R1		R2		R3		R4		R5		R6		R7		R8		R9		R10		R11		R12				
	T1	T2	T1	T2	T1	T2	T1	T2	T1	T2	T1	T2	T1	T2	T1	T2	T1	T2	T1	T2	T1	T2	T1	T2			
B14	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.0	3.0
B13	0	0	0	0	0	0	0	1	4	1	4	0	0	0	0	0	0	0	2	0	1	0	1	0	0	12.0	2.0
B5	1	0	0	0	1	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4.0	2.0
B10	0	0	0	0	0	0	1	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	1	0	1	0	0	1.0	9.8
B2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5.0	0.0
B8	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.0	2.0
B15	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2.0	2.0
B12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1.0	0.0
B6	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	3	0	0	0	0	0	5.0	3.0
B3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0	1.0
B18	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.0	1.0
B16	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0.0	3.0
B9	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.0	1.0
B11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	1	0	2	0	0	0	0	0	0	3.0	3.0
B4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0.0	2.0
B7	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.0	0.0
B17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.0	3.0
B1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0	0.0
	2	0	1	0	4	0	1	5	8	12	14	6	0	2	3	1	3	0	5	9	1	1	1	2	0	43.0	37.8

Genotipo ICS 95:

Número del	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12															
FECHAS TOMA DE DATOS	30/07/2017	13/08/2017	12/09/2017	05/10/2017	12/11/2017	16/12/2017	12/01/2018	18/02/2018	25/03/2018	22/04/2018	26/05/2018	29/06/2018															
T1:	ICS 95 T1: PODA CONO NATURAL																										
T2:	ICS 95 T2: PODA TRADICIONAL																										
Número del bloque	MAZORCAS CON phytophthora												SUMAT1	SUMAT2													
	R1		R2		R3		R4		R5		R6		R7		R8		R9		R10		R11		R12				
	T1	T2	T1	T2	T1	T2	T1	T2	T1	T2	T1	T2	T1	T2	T1	T2	T1	T2	T1	T2	T1	T2	T1	T2			
B17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0	0.0
B16	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.0	1.0
B9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.0	0.0
B11	1	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	3	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	3.0	4.0
B4	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2.0	2.0
B7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0.0	8.0
B18	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2.0	3.0
B1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	3	0	1	0	1	0	0	1.0	7.0
B14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1.0	1.0
B13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0.0	2.0
B5	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.0	3.0
B10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0	0.0
B2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1.0	2.0
B8	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0.0	8.0
B15	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0.0	3.0
B12	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0	2.0
B6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0	0.0
B3	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	5	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0.0	9.0
	6	3	0	0	0	1	0	3	3	2	0	16	1	10	0	0	1	2	2	8	0	4	0	6	0	13.00	55.00

Anexo 29. Resultados estadísticos obtenidos en el programa Rproyect, para el número de mazorcas enfermas por *Phytophthora s,, p.* del genotipo CCN51.

```

Analysis of Variance Table

Response: MazphyCCN51
      Df Sum Sq Mean Sq F value    Pr(>F)
Trat    1  0.062  0.06216  0.1967  0.65766
Bloq1CCN51 17  9.174  0.53963  1.7075  0.03896 *
Bloq2   11 15.268  1.38799  4.3919 3.072e-06 ***
Residuals 402 127.046  0.31604
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
[1] "Prueba de normalidad de residuos"

      Shapiro-Wilk normality test

data:  datosCCN51Mazphy$resid
W = 0.70731, p-value < 2.2e-16

[1] "Prueba de igualdad de varianzas por tratamiento"
Levene's Test for Homogeneity of Variance (center = median)
      Df F value Pr(>F)
group  1  0.1764 0.6747
      430

      Kruskal-Wallis rank sum test

data:  MazphyCCN51 by Trat
Kruskal-Wallis chi-squared = 0.10823, df = 1, p-value = 0.7422

      Kruskal-Wallis rank sum test

data:  MazphyCCN51 by Bloq1CCN51
Kruskal-Wallis chi-squared = 19.719, df = 17, p-value = 0.2888

      Kruskal-Wallis rank sum test

data:  MazphyCCN51 by Bloq2
Kruskal-Wallis chi-squared = 33.027, df = 11, p-value = 0.0005208

```

Anexo 30. Resultados estadísticos obtenidos en el programa Rproyect, para el número de mazorcas enfermas por *Phytophthora s,, p.* del genotipo ICS95.

```

Analysis of Variance Table

Response: MazphyICS95
      Df Sum Sq Mean Sq F value    Pr(>F)
Trat    1  4.083  4.0833 15.9054 7.911e-05 ***
Bloq1ICS95 17  6.546  0.3851  1.5000  0.090748 .
Bloq2   11  7.463  0.6785  2.6427  0.002832 **
Residuals 402 103.204  0.2567
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
[1] "Prueba de normalidad de residuos"

      Shapiro-Wilk normality test

data:  datosICS95Mazphy$resid
W = 0.667, p-value < 2.2e-16

[1] "Prueba de igualdad de varianzas por tratamiento"
Levene's Test for Homogeneity of Variance (center = median)
      Df F value    Pr(>F)
group  1 14.98 0.0001255 ***
      430

---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

      Kruskal-Wallis rank sum test

data:  MazphyICS95 by Trat
Kruskal-Wallis chi-squared = 15.563, df = 1, p-value = 7.979e-05

      Kruskal-Wallis rank sum test

data:  MazphyICS95 by Bloq1ICS95
Kruskal-Wallis chi-squared = 21.309, df = 17, p-value = 0.2128

      Kruskal-Wallis rank sum test

data:  MazphyICS95 by Bloq2
Kruskal-Wallis chi-squared = 25.543, df = 11, p-value = 0.007586

```

Anexo 31. Resultados estadísticos obtenidos en el programa Rproyect, para análisis total por genotipos (clones) con resultados integrados para el número de mazorcas enfermas por *Phytophthora sp.*

```

|
|      Wilcoxon rank sum test with continuity correction
|
| data: Mazorphy by Bloq3
| W = 94301, p-value = 0.633
| alternative hypothesis: true location shift is not equal to 0
|
| [1] "Media por especie"
|      CCN51    ICS95
| 0.1870791 0.1574074

```

Anexo 32. Registro en campo del número de los datos para el cálculo del número de mazorcas con afectaciones por escoba de bruja.

Genotipo CCN51:

Número del	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12															
FECHAS TOMA DE DATOS	30/07/2017	13/08/2017	12/09/2017	05/10/2017	12/11/2017	16/12/2017	12/01/2018	18/02/2018	25/03/2018	22/04/2018	26/05/2018	29/06/2018															
CCN 51	CCN 51 T1: PODA CONO NATURAL																										
T1: PODA	CCN 51 T2: PODA TRADICIONAL																										
Número del bloque	MAZOCAS CON ESCOBA																										
	R1		R2		R3		R4		R5		R6		R7		R8		R9		R10		R11		R12		SUMAT1	SUMAT2	
	T1	T2	T1	T2	T1	T2	T1	T2	T1	T2	T1	T2	T1	T2	T1	T2	T1	T2	T1	T2	T1	T2	T1	T2			
B14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0
B13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0
B5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0
B10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0
B2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0
B8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0
B15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0
B12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0
B6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0
B3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0
B18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0
B16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0
B9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0
B11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0
B4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0
B7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0
B17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0
B1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0

Genotipo ICS95:

Número del	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12															
FECHAS TOMA DE DATOS	30/07/2017	13/08/2017	12/09/2017	05/10/2017	12/11/2017	16/12/2017	12/01/2018	18/02/2018	25/03/2018	22/04/2018	26/05/2018	29/06/2018															
T1:	ICS 95 T1: PODA CONO NATURAL																										
T2:	ICS 95 T2: PODA TRADICIONAL																										
Número del bloque	MAZOCAS CON ESCOBA																										
	R1		R2		R3		R4		R5		R6		R7		R8		R9		R10		R11		R12		SUMA T1	SUMA T2	
	T1	T2	T1	T2	T1	T2	T1	T2	T1	T2	T1	T2	T1	T2	T1	T2	T1	T2	T1	T2	T1	T2	T1	T2			
B17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0
B16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0
B9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0
B11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0
B4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0
B7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0
B18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0
B1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0
B14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0
B13	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.0
B5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0
B10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0
B2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0
B8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1.0
B15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0
B12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0
B6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0
B3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0
	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2.0

Anexo 33. Resultados estadísticos obtenidos en el programa Rproyect, para el número de mazorcas enfermas por escoba de bruja. del genotipo CCN51.

```

Analysis of Variance Table

Response: MazescCCN51
      Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
Trat      1      0      0
Bloq1CCN51 17      0      0
Bloq2     11      0      0
Residuals 402      0      0
[1] "Prueba de normalidad de residuos"
[1] "Prueba de igualdad de varianzas por tratamiento"
Levene's Test for Homogeneity of Variance (center = median)
  Df F value Pr(>F)
group 1
 430
Levene's Test for Homogeneity of Variance (center = median)
  Df F value Pr(>F)
group 17
 414

Kruskal-Wallis rank sum test

data: MazescCCN51 by Trat
Kruskal-Wallis chi-squared = NaN, df = 1, p-value = NA

Kruskal-Wallis rank sum test

data: MazescCCN51 by Bloq1CCN51
Kruskal-Wallis chi-squared = NaN, df = 17, p-value = NA

Kruskal-Wallis rank sum test

data: MazescCCN51 by Bloq2
Kruskal-Wallis chi-squared = NaN, df = 11, p-value = NA
    
```

Anexo 34. Resultados estadísticos obtenidos en el programa Rproyect, para el número de mazorcas enfermas por *escoba de bruja* del genotipo ICS95.

```

Analysis of Variance Table

Response: MazescICS95
      Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
Trat   1  0.00926  0.0092593  2.0000 0.1581
Bloq1ICS95 17  0.07407  0.0043573  0.9412 0.5252
Bloq2   11  0.04630  0.0042088  0.9091 0.5315
Residuals 402  1.86111  0.0046296
[1] "Prueba de normalidad de residuos"

      Shapiro-Wilk normality test

data: datosICS95Mazesc$resid
W = 0.17217, p-value < 2.2e-16

[1] "Prueba de igualdad de varianzas por tratamiento"
Levene's Test for Homogeneity of Variance (center = median)
      Df F value Pr(>F)
group  1  2.0093 0.1571
      430

      Kruskal-Wallis rank sum test

data: MazescICS95 by Trat
Kruskal-Wallis chi-squared = 2.0047, df = 1, p-value = 0.1568

      Kruskal-Wallis rank sum test

data: MazescICS95 by Bloq1ICS95
Kruskal-Wallis chi-squared = 16.037, df = 17, p-value = 0.5212

      Kruskal-Wallis rank sum test

data: MazescICS95 by Bloq2
Kruskal-Wallis chi-squared = 10.023, df = 11, p-value = 0.5283
  
```

Anexo 35. Resultados estadísticos obtenidos en el programa Rproyect, para análisis total por genotipos (clones) con resultados integrados para el número de mazorcas enfermas por *escoba de bruja*.

```

      Wilcoxon rank sum test with continuity correction

data: Mazoresc by Bloq3
W = 92880, p-value = 0.1575
alternative hypothesis: true location shift is not equal to 0

[1] "Media por especie"
      CCN51      ICS95
0.00000000 0.00462963
  
```

**Anexo 36. Registro en campo del número de los datos para el cálculo del número de mazorcas con afectaciones por abortos o quemazón de pepinos y sobremaduración
Genotipo CCN51:**

Número del	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12														
FECHAS TOMA DE DATOS	30/07/2017	13/08/2017	12/09/2017	05/10/2017	12/11/2017	16/12/2017	12/01/2018	18/02/2018	25/03/2018	22/04/2018	26/05/2018	29/06/2018														
T1: PODA	CCN 51 T1: PODA CONO NATURAL																									
T2: PODA	CCN 51 T2: PODA TRADICIONAL																									
Número del bloque	MAZORCAS CON OTROS DAÑOS																								SUMAT1	SUMAT2
	R1		R2		R3		R4		R5		R6		R7		R8		R9		R10		R11		R12			
	T1	T2	T1	T2	T1	T2	T1	T2	T1	T2	T1	T2	T1	T2	T1	T2	T1	T2	T1	T2	T1	T2	T1	T2		
B14	0	0	1	2	2	6	6	15	1	0	16	6	2	0	0	7	0	1	0	1	3	4	3	4	34	46
B13	0	0	2	3	2	3	3	6	3	9	11	24	0	3	5	1	3	0	0	1	3	5	3	5	35	60
B5	0	1	1	2	1	1	1	0	4	0	2	2	0	1	3	0	0	1	0	0	1	1	1	1	14	10
B10	1	0	1	3	1	2	2	3	0	2	1	0	1	3	3	7	0	1	0	1	1	2	1	2	12	26
B2	0	0	1	2	1	1	2	0	10	0	0	3	0	1	2	2	0	8	0	1	2	2	2	2	20	22
B8	0	0	2	3	4	11	9	31	1	3	1	3	0	5	2	6	3	0	0	3	2	7	2	7	26	79
B15	0	0	2	1	3	1	6	3	0	0	10	2	5	7	1	0	2	0	0	2	2	2	2	2	24	27
B12	1	0	2	1	3	1	6	3	1	5	1	3	0	5	13	4	0	1	0	2	3	3	3	3	33	31
B6	0	1	3	2	2	2	4	2	2	4	2	4	0	1	2	2	0	2	0	0	2	2	2	2	19	24
B3	1	0	2	1	2	2	4	5	1	4	3	2	0	1	3	3	0	0	0	2	2	2	2	2	20	24
B18	0	0	2	1	1	2	0	4	0	6	0	4	0	2	1	5	0	0	0	0	0	2	0	2	4	28
B16	1	0	3	2	2	2	2	5	0	1	2	0	1	1	7	8	3	0	0	0	2	2	2	2	25	23
B9	0	1	1	1	1	1	2	0	0	0	0	1	6	1	3	3	1	1	0	0	2	1	1	1	17	11
B11	0	0	0	2	0	5	0	12	1	0	2	4	3	2	4	0	0	1	0	1	1	3	1	3	12	33
B4	0	0	0	2	0	2	0	5	0	1	0	2	0	0	9	3	0	3	0	1	1	2	1	2	11	23
B7	0	1	0	2	0	1	0	0	2	0	6	1	4	2	1	4	0	1	1	0	2	1	1	1	17	14
B17	0	0	0	2	0	6	0	16	0	0	0	0	2	0	5	5	2	0	0	0	1	3	1	3	11	35
B1	0	1	0	2	0	8	0	21	0	0	5	1	4	2	1	2	1	0	0	1	1	4	1	4	13	46
	4	5	23	34	25	57	47	131	26	35	52	70	25	35	71	63	13	22	1	14	31	48	29	48	347	562

Genotipo ICS95:

Número del	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12															
FECHAS TOMA DE DATOS	30/07/2017	13/08/2017	12/09/2017	05/10/2017	12/11/2017	16/12/2017	12/01/2018	18/02/2018	25/03/2018	22/04/2018	26/05/2018	29/06/2018															
T1: PODA	ICS 95 T1: PODA CONO NATURAL																										
T2: PODA	ICS 95 T2: PODA TRADICIONAL																										
Número del bloque	MAZORCAS CON OTROS DAÑOS																								SUMAT1	SUMAT2	
	R1		R2		R3		R4		R5		R6		R7		R8		R9		R10		R11		R12				
	T1	T2	T1	T2	T1	T2	T1	T2	T1	T2	T1	T2	T1	T2	T1	T2	T1	T2	T1	T2	T1	T2	T1	T2			
B17	1	1	3	1	2	1	1	1	2	1	1	1	5	1	2	0	0	2	1	0	2	1	2	1	2	22	11
B16	1	1	3	2	3	2	3	1	0	0	0	4	0	4	1	5	1	1	0	3	1	2	1	2	29	10	
B9	1	1	3	1	3	2	0	3	0	0	0	1	3	4	6	3	2	0	0	2	2	2	2	2	19	22	
B11	1	1	4	2	2	2	10	4	0	0	3	0	0	1	2	4	0	4	0	1	2	2	2	2	26	23	
B4	0	1	3	2	2	2	15	3	0	2	0	0	5	0	8	0	2	2	0	0	4	1	3	1	42	14	
B7	0	1	4	2	3	2	3	1	0	6	0	2	1	0	3	1	1	3	0	0	2	2	2	2	19	22	
B18	1	0	4	5	2	2	8	4	0	0	0	1	4	2	9	2	1	1	0	0	3	2	3	2	35	21	
B1	1	0	3	6	2	3	0	7	0	0	0	2	2	5	3	2	3	0	1	2	2	3	2	3	19	33	
B14	1	0	4	5	2	3	4	2	0	2	0	0	7	0	1	7	0	7	0	7	2	3	2	3	23	39	
B13	1	0	3	5	2	3	2	0	0	2	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	10	14	
B5	1	0	4	5	2	3	4	4	0	10	1	4	5	2	1	0	0	2	0	1	2	3	2	3	22	37	
B10	0	0	3	6	2	3	0	4	0	1	1	1	0	0	1	1	0	3	0	0	1	2	1	2	9	23	
B2	2	1	2	5	3	3	9	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	3	0	0	2	1	2	1	23	15	
B8	2	2	4	3	3	9	1	0	1	0	0	1	0	2	3	3	3	0	1	2	2	2	2	2	26	22	
B15	2	2	2	5	3	3	9	1	0	1	1	3	6	0	4	0	0	5	0	0	3	2	3	2	33	24	
B12	2	2	2	4	3	4	9	3	0	2	0	0	6	0	1	7	2	2	0	0	3	2	3	2	31	28	
B6	2	0	2	5	3	4	9	2	0	0	1	4	0	10	0	1	1	1	0	3	2	3	2	3	38	19	
B3	2	2	2	5	3	3	9	10	0	0	6	2	1	4	0	3	0	1	0	0	2	3	2	3	27	36	
	21	15	53	70	45	48	104	51	2	31	13	17	53	19	56	38	22	42	4	12	41	35	39	35	453	413	

Anexo 37. Resultados estadísticos obtenidos en el programa Rproyect, para el número de mazorcas con afectaciones por abortos o quemazón de pepinos y sobremaduración del genotipo CCN51.

```

Analysis of Variance Table

Response: MazotrCCN51
      Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
Trat   1  4.083  4.0833 15.9054 7.911e-05 ***
Bloq1CCN51 17  6.546  0.3851  1.5000 0.090748 .
Bloq2   11  7.463  0.6785  2.6427 0.002832 **
Residuals 402 103.204  0.2567
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
[1] "Prueba de normalidad de residuos"

      Shapiro-Wilk normality test

data: datosCCN51Mazotr$resid
W = 0.667, p-value < 2.2e-16

[1] "Prueba de igualdad de varianzas por tratamiento"
Levene's Test for Homogeneity of Variance (center = median)
      Df F value Pr(>F)
group  1 14.98 0.0001255 ***
      430
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
Levene's Test for Homogeneity of Variance (center = median)
      Df F value Pr(>F)
group 17  1.3893 0.1372
      414

      Kruskal-Wallis rank sum test

data: MazotrCCN51 by Trat
Kruskal-Wallis chi-squared = 15.563, df = 1, p-value = 7.979e-05

      Kruskal-Wallis rank sum test

data: MazotrCCN51 by Bloq1CCN51
Kruskal-Wallis chi-squared = 21.309, df = 17, p-value = 0.2128

      Kruskal-Wallis rank sum test

data: MazotrCCN51 by Bloq2
Kruskal-Wallis chi-squared = 25.543, df = 11, p-value = 0.007586

```

Anexo 38. Resultados estadísticos obtenidos en el programa Rproyect, para el número de mazorcas mazorcas con afectaciones por abortos o quemazón de pepinos y sobremaduración del genotipo ICS95.

```

Analysis of Variance Table

Response: MazotrICS95
      Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
Trat   1  3.70  3.704  1.1109 0.29251
Bloq1ICS95 17  96.07  5.651  1.6951 0.04106 *
Bloq2   11 505.99 45.999 13.7975 < 2e-16 ***
Residuals 402 1340.22  3.334
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
[1] "Prueba de normalidad de residuos"

      Shapiro-Wilk normality test

data: datosICS95Mazotr$resid
W = 0.89418, p-value < 2.2e-16

[1] "Prueba de igualdad de varianzas por tratamiento"
Levene's Test for Homogeneity of Variance (center = median)
      Df F value Pr(>F)
group  1  1.9284 0.1657
      430

      Kruskal-Wallis rank sum test

data: MazotrICS95 by Trat
Kruskal-Wallis chi-squared = 0.044442, df = 1, p-value = 0.833

      Kruskal-Wallis rank sum test

data: MazotrICS95 by Bloq1ICS95
Kruskal-Wallis chi-squared = 21.165, df = 17, p-value = 0.219

      Kruskal-Wallis rank sum test

data: MazotrICS95 by Bloq2
Kruskal-Wallis chi-squared = 152.94, df = 11, p-value < 2.2e-16

```

Anexo 39. Resultados estadísticos obtenidos en el programa Rproyect, para análisis total por genotipos (clones) con resultados integrados para el número de mazorcas con afectaciones por abortos o quemazón de pepinos y sobremaduración.

```
Wilcoxon rank sum test with continuity correction

data: Mazorotr by Bloq3
W = 31696, p-value < 2.2e-16
alternative hypothesis: true location shift is not equal to 0

[1] "Media por especie"
    CCN51    ICS95
0.1574074 2.0046296
```