

Evaluación del efecto bioherbicida de ácidos orgánicos obtenidos a partir del mucílago del café. FIT101006

Con el objetivo de evaluar el efecto de fuentes de ácidos orgánicos obtenidos del mucílago del café como bioherbicida para el control de arvenses, se desarrolló la segunda etapa de esta investigación bajo condiciones controladas en casa de malla en la sede Planalto de Cenicafé. Esta fase comprendió la caracterización botánica de las arvenses y la evaluación tanto del control como de la persistencia alcanzada sobre el manejo de las arvenses, en estado de crecimiento activo. Los tratamientos fueron: (T1) filtrados fermentados de las mieles del Ecomill®, (T2) filtrados fermentados de las aguas de la primera cabeza de lavado del tanquetina®, (T3) ácido acético al 20%, (T4) ácido cítrico al 10%, (T5) mezcla de ácido acético al 20% + ácido cítrico al 10%, (T6) herbicida glufosinato de amonio (testigo relativo) en dosis de 10 mL L⁻¹ y (T7) testigo absoluto sin aplicación.

Las arvenses registradas durante las observaciones se clasificaron como especies de tipo “hoja ancha” (eudicotiledóneas) (67,4%) y “hoja angosta” (monocotiledóneas) (32,6%). Así mismo, se determinó que la especie *Panicum laxum* representó el 68,57% del total de los registros (Figura 41). El nivel de interferencia de las especies de arvenses con el cultivo del café, el 34,31% fue alta, el 9,37% fue media y el 12,50% nivel bajo, mientras que el 40,62% son especies de arvenses nobles.

Se evaluó la aplicación foliar de los tratamientos con mediciones del porcentaje de control (variable de



respuesta) por medio de la estimación digital del porcentaje de Cobertura Verde Fraccional del Dosel (CVFD) de las especies de arvenses, en cuatro momentos (3, 7, 14 y 21 días después de la aplicación). El mayor porcentaje de control de las arvenses, entre 17% y 35%, hasta 21 días después de la aplicación respecto al testigo absoluto, se obtuvo para T1, T2 y T6, según la estimación digital del porcentaje de Cobertura Verde Fraccional del Dosel (CVFD) (Figura 42).

Estimación de los porcentajes de distribución de la cosecha de café con base en los registros de floración. FIT102021

El registro permanente de las floraciones de café es una actividad que se realiza en las estaciones experimentales de Cenicafé, para la estimación de la distribución de la cosecha en cada año, esta información es clave para apoyar decisiones en el manejo de problemas fitosanitarios del cultivo de café, la planificación de las labores de recolección en cada región y recomendaciones asociadas con alertas tempranas, las cuales se presentan en el Boletín Agrometeorológico Cafetero publicado mensualmente por Cenicafé. Para la evaluación se contó el número de flores en etapa de preantesis sobre 60 árboles seleccionados en un lote en producción, tomando dos ramas productivas por cada árbol. Con la información registrada en cada fecha de muestreo, se estimó el total de flores y el porcentaje correspondiente en cada período. En la Tabla 21 se resume la información correspondiente a los registros y la proyección de la distribución de la cosecha para el año 2025, alrededor de 32 semanas después de la floración.

Para la interpretación de la correspondencia de los períodos de floración con los períodos de cosecha, se agruparon las floraciones que ocurrieron entre los meses de mayo a octubre como las responsables de la cosecha del primer semestre, y las floraciones que ocurrieron desde noviembre hasta el mes de abril, como las responsables de la cosecha del segundo semestre. Los registros indican para las zonas Norte y Centro del país el período de mayor cosecha entre los meses de octubre y diciembre de 2025, destacándose el mes de octubre, aunque en la zona Central cafetera, Líbano y Paraguaquito presentan un patrón de distribución de la cosecha repartida en los dos semestres, con eventos importantes de cosecha entre abril y mayo, y en

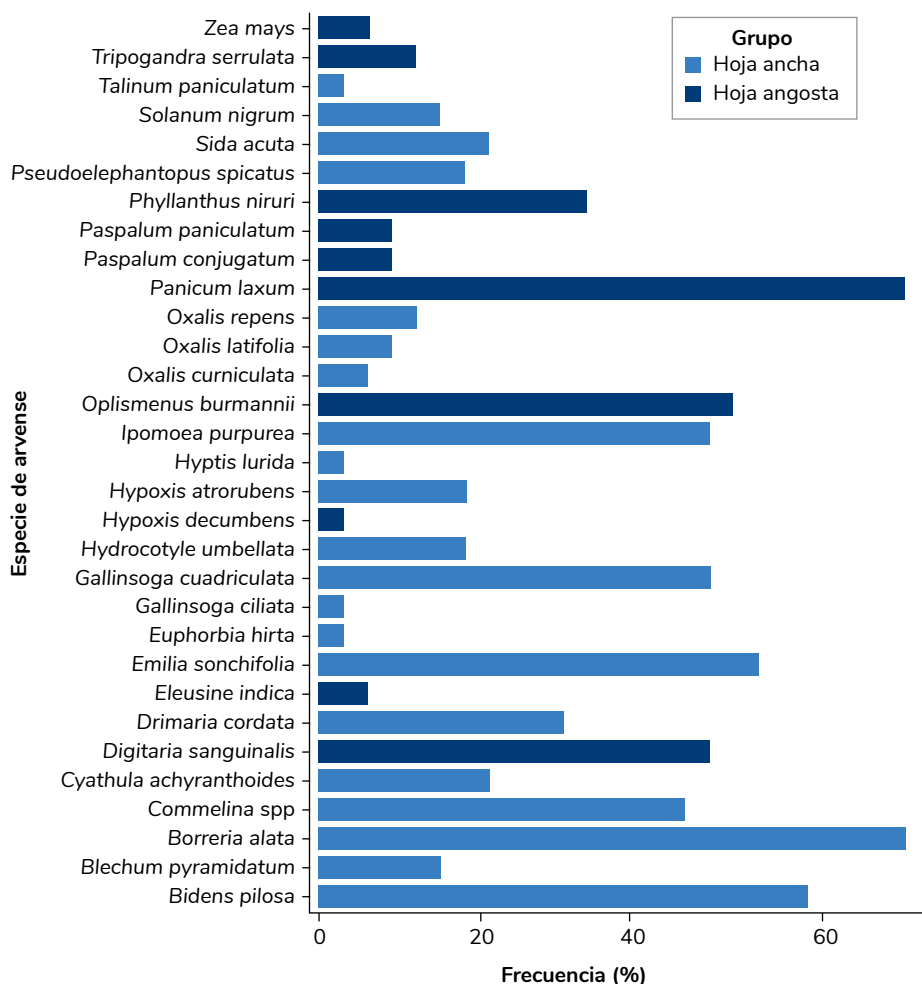


Figura 41. Frecuencia de las especies de arvenses en las unidades experimentales en relación con el tipo de hoja (hoja ancha: eudicotiledónea, hoja angosta: monocotiledónea).

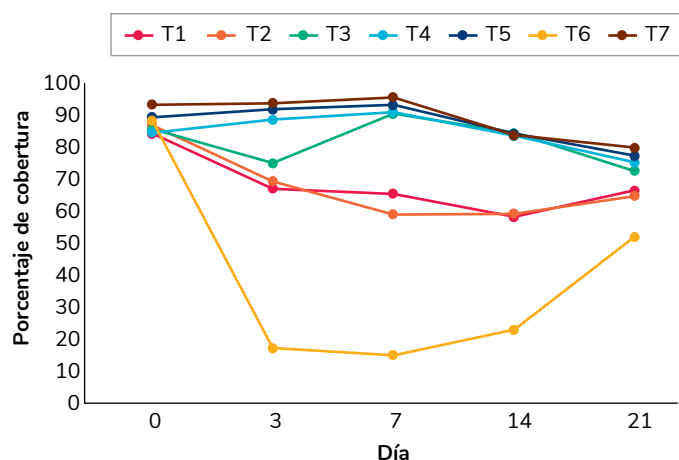


Figura 42. Porcentajes de cobertura verde fraccional de las arvenses, asociados a cada tratamiento respecto a los días después de la aplicación. **T1:** filtrados fermentados de las mieles del Ecomill®, **T2:** filtrados fermentados de las aguas de la primera cabeza de lavado del tanque-tina®, **T3:** ácido acético al 20%, **T4:** ácido cítrico al 10%, **T5:** mezcla de ácido acético al 20% + ácido cítrico al 10%, **T6:** glufosinato de amonio (testigo relativo) y **T7:** sin aplicación (testigo absoluto).

los meses de septiembre y octubre. Mientras que la zona Sur presentó la cosecha principal entre marzo y junio.

Evaluación de densidades de siembra con la variedad Cenicafé 1. FIT102027

Con el objetivo de definir la densidad de siembra en la que se registra la mayor producción de café con la variedad Cenicafé 1, se está realizando la evaluación en dos localidades contrastantes; la Granja Blonay (Norte Santander) y la Estación Experimental El Tambo (Cauca). Sitios con condiciones climáticas, que determinan diferentes sistemas de producción, a libre exposición solar para El Tambo y sistema agroforestal con sombrío de la especie *Albizia carbonaria* en la granja Blonay, bajo un arreglo de 12 x 12 m, para una densidad de 70 árboles de sombra por hectárea. Las densidades de siembra del café (tratamientos) evaluadas son 5.000, 7.500 y 10.000 plantas/ha establecidas en parcelas de 300 m².

La producción acumulada de café cereza por parcela, desde el 15 de noviembre de 2019 hasta el 23 de diciembre de 2024 en Blonay, para la densidad de 5.000 plantas/ha, registró la menor producción promedio acumulada, alrededor de 1.016 kg de café cereza con 7.500 plantas/ha (1.722 kg), en comparación de 1.657 kg con 10.000 plantas/ha (Figura 43). El Tambo con registros de producción desde el 15 de octubre de 2020 hasta el 16 de julio de 2025, presentó la menor producción promedio acumulada de 1.566 kg de café cereza por parcela con 5.000 plantas/ha en comparación con 10.000 plantas/ha (2.106 kg), mientras que con 7.500 plantas/ha se reportó una producción intermedia de 1.836 kg (Figura 44).

Evaluación del efecto de la distribución de fertilizantes en función de la edad de la planta sobre la producción de café. FIT102032

El objetivo de esta investigación es evaluar el efecto de la distribución de los fertilizantes en función de la edad de la planta en la producción de café. Este estudio

Tabla 21. Proyección de la distribución mensual de la cosecha de café en el año 2025 con base en los registros de floración.

Mes floración	Mes cosecha	Distribución de la cosecha 2025 (%)							
		El Rosario	El Tambo	La Catalina	La Trinidad	Naranjal	Paraguaicito	Santander	Pueblo Bello
may-24	ene-25	1,6	4,8	0,7	5,3	2,4	1,2	0,2	0,0
jun-24	feb-25	0,4	2,6	2,2	4,4	3,4	2,8	0,1	0,0
jul-24	mar-25	1,8	1,3	1,2	2,0	1,2	1,9	0,7	0,0
ago-24	abr-25	28,2	17,1	3,3	16,9	4,4	15,8	0,1	0,0
sep-24	may-25	0,9	0,0	14,5	18,3	6,3	20,3	0,1	0,0
oct-24	jun-25	0,2	68,2	5,8	4,6	13,5	2,4	0,5	0,0
nov-24	jul-25	0,0	0,2	17,6	10,2	11,1	2,7	9,1	0,0
dic-24	ago-25	4,5	0,4	3,2	2,6	11,7	1,4	0,8	0,0
ene-25	sep-25	3,2	0,0	6,0	15,7	7,4	0,8	31,4	0,0
feb-25	oct-25	41,9	1,3	27,7	12,9	26,2	31,9	51,5	0,0
mar-25	nov-25	3,9	0,3	1,7	1,5	4,9	6,2	1,8	77,4
abr-25	dic-25	13,3	3,8	16,1	5,6	7,5	12,6	3,6	22,6

se estableció en las Estaciones Experimentales Naranjal y El Tambo donde se evalúan tres distribuciones de fertilizantes definidas según la edad, y comparadas con un testigo, que se basa en las recomendaciones actuales (Tabla 22). La cantidad de fertilizantes se definió con los resultados de análisis de suelo para cada localidad. La variable de respuesta es la producción acumulada de café cereza durante el ciclo productivo y, adicionalmente, en Naranjal se lleva el registro de medidas de crecimiento y componentes de producción. En el avance del experimento se muestran resultados finales para Naranjal luego de aplicar los tratamientos durante todo el ciclo productivo desde los 18 hasta 54 meses después de la siembra-MDS. La aplicación de los fertilizantes en cada edad consideró la época recomendada y el fraccionamiento de los fertilizantes según las recomendaciones desarrolladas para cada localidad.

Para las medidas de crecimiento evaluadas no hubo cambios en las

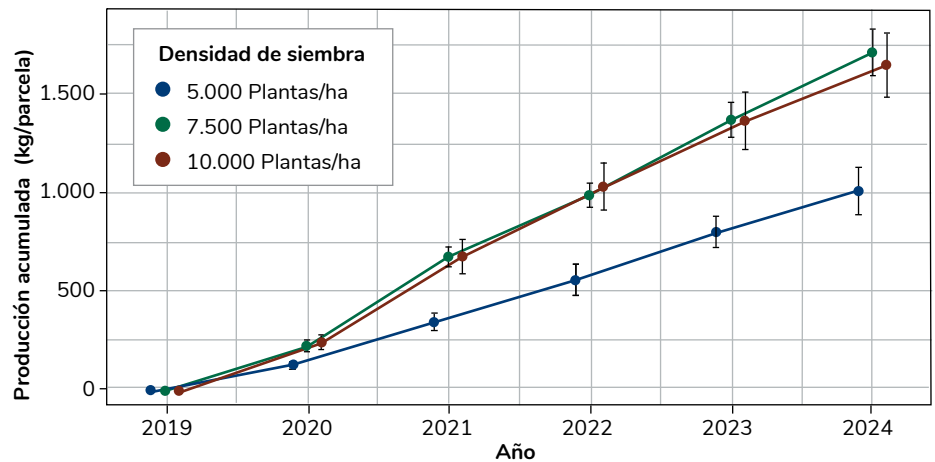


Figura 43. Producción promedio acumulada en kilogramos de café de cereza por parcela de 300 m², correspondiente a tres densidades de siembra de la variedad Cenicafé 1 en la Granja Blonay (Norte de Santander). Cada punto representa la media y las barras verticales corresponden al error estándar.

magnitudes de la relación de área foliar por fruto a nivel de rama, número de hojas por rama y longitud de la rama entre los tratamientos, pero sí se observaron disminuciones según la edad de la planta. Se reporta una relación de área foliar por fruto de 4,24 cm² en promedio, 19 hojas por rama y longitud de rama de 62,92 cm a los 43 - 53 MDS en comparación con lo registrado entre los 18 a 24 MDS con valores promedio de 16,61 cm², 26 hojas por rama y 84,94 cm de longitud de rama, respectivamente (Figura 45).

En cuanto a la producción acumulada de café cereza por parcela desde los 18 hasta 47 MDS, se demostró que no hay efectos estadísticos entre

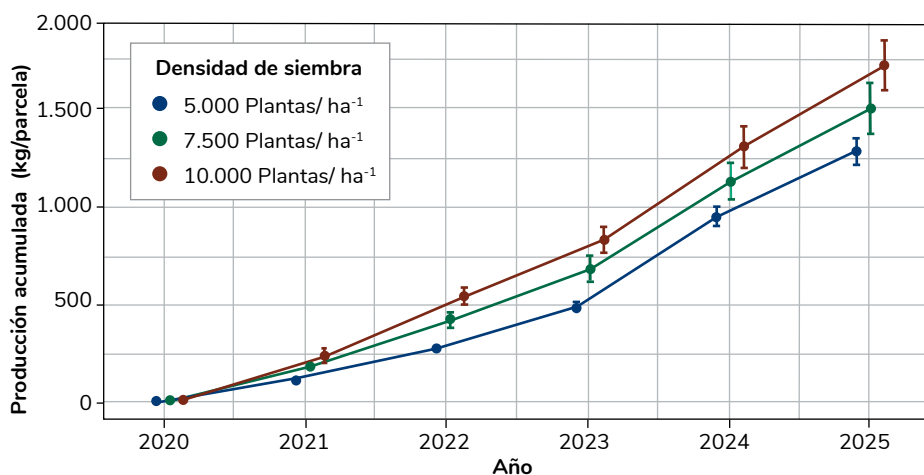


Figura 44. Producción promedio acumulada en kilogramos de café de cereza por parcela de 300 m², correspondiente a tres densidades de siembra de variedad Cenicafé 1 en Estación El Tambo (Cauca). Cada punto representa la media y las barras verticales corresponden al error estándar.

Tabla 22. Distribución de fertilizantes (tratamientos) calculados según los resultados de los análisis de suelo para las edades entre 18 hasta 54 meses después de la siembra en el campo-MDS en la Estación Experimental de Naranjal.

Tratamiento	Distribución de fertilizante (%)			
	Edad de plantación (MDS)			
	18 - 24	30 - 36	42 - 47	54
T1 (Testigo)	100% (1.460 kg ha ⁻¹)*	100% (1.460 kg ha ⁻¹)	100% (1.337 kg ha ⁻¹)	50% (669 kg ha ⁻¹)
T2	100%	↑ (40%) 140%	↓ (20%) 80%	↓ (20%) 30%
T3	↓ (20%) 80%	100%	↑ (20%) 120%	50%
T4	↓ (20%) 80%	↑ (20%) 120%	↑ (20%) 120%	↓ (20%) 30%

*Cantidad total de fertilizantes (Urea + DAP + KCL + Kieserita) aplicados en el testigo con base en el análisis de suelo y requerimientos nutricionales del cultivo. Flechas rojas denotan disminución de la cantidad de fertilizante y flecha verdes aumentos en relación con el testigo.

los tratamientos, reportándose en promedio una producción de 249,01 kg ± 9,67 error estándar (Figura 46). Este mismo resultado se determinó en las medidas de componentes de producción como número de frutos por rama, porcentaje de vaneamiento (cantidad de flotes) y relación de café cereza para la obtención de 1,0 kg de café pergamino seco, en el que se reporta de manera general en promedio 116 frutos por rama, 3,46% de vaneamiento y una relación de café cereza de 4,6 (Figura 47). En conclusión, con el tiempo acumulado hasta el momento, distribuir los fertilizantes en relación con la edad de la planta, no promueve cambios en la producción respecto al testigo. Sin embargo, falta recopilar la información de producción a partir de los 54 MDS.

Evaluación del efecto del peróxido de hidrógeno (H₂O₂) en la brotación de las zocas bajo diferentes condiciones ambientales. FIS103006

Bajo condiciones de campo puede observarse que una fracción de zocas no rompe la latencia (no hay brotación) o lo hace tarde, lo que promueve la pérdida de sitios y menor productividad. De esta manera, se evaluó el efecto del peróxido de

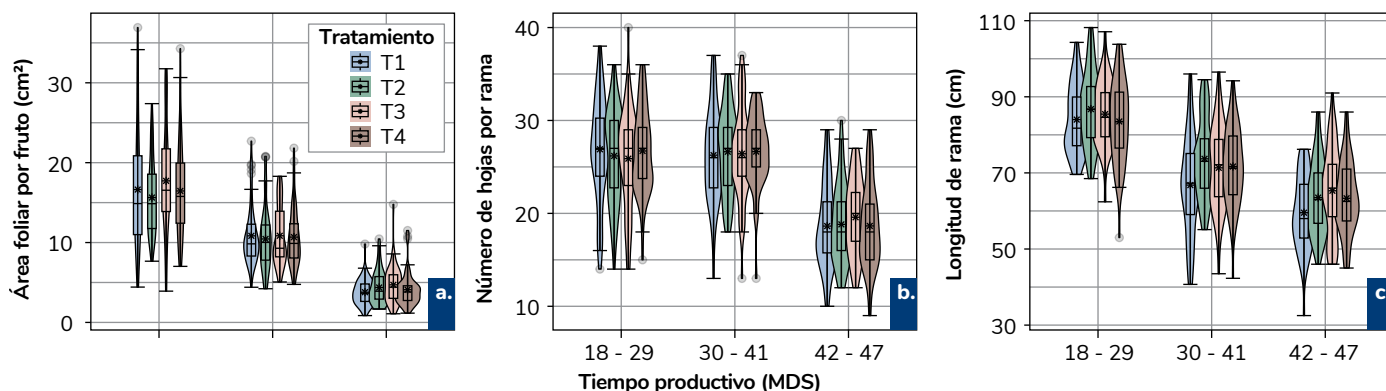


Figura 45. Medidas de crecimiento evaluadas en los árboles con diferente distribución de fertilizantes aplicados según la edad de plantación, en meses después de la siembra-MDS para la Estación Experimental de Naranjal. Se midió la relación del área foliar por fruto en la rama (1a), el número de hojas totales por rama- (1b) y longitud de la rama (1c). Cada asterisco corresponde a la media (n= 30).

hidrógeno (H₂O₂) sobre la aceleración de la ruptura de la latencia y la emisión de brotes (chupones) durante los tres meses posteriores al corte del tallo (zoca), en progenies que conforman la Variedad Castillo® zona Sur. Se probaron cuatro dosis preparadas desde una solución comercial al 50 % v/v (TTO1: 0,071, TTO2: 0,214, TTO3: 0,500 y TTO4: 0,357 µmol) y un tratamiento testigo sin aplicación de peróxido de hidrógeno. La unidad experimental la

conforma la parcela con 110 zocas y en cada tratamiento se establecieron cinco parcelas bajo un diseño experimental completamente aleatorio. Las aspersiones se realizaron por medio de una bomba de espalda con un volumen de aplicación de 100 mL por zoca. Luego, a todos los tratamientos se les aplicó pintura protectora para evitar problemas fitosanitarios. Finalmente, para determinar el efecto del peróxido de hidrógeno, se registró la fecha de emisión, ocurrencia (1/0) y número de brotes por zoca semanalmente.

Preliminarmente, se reporta que la ruptura de la latencia de los brotes en las zocas fue efectiva con un 93,5% en promedio, al finalizar los tres meses con TTO1 (0,071µmol), TTO2 (0,357µmol) y TTO3 (0,5µmol) en comparación con el testigo, cuyo porcentaje final de brotación fue del 62,36%. El TTO4 (0,214µmol) fue en detrimento de la ruptura de la latencia con un 52,74% de brotación, lo que equivale a 9,62 puntos porcentuales por debajo del testigo. También se destaca el efecto que tiene el TTO3 como tratamiento acelerador de la ruptura de la latencia en todas las progenies, en comparación con los otros tratamientos y el testigo (Figura 48).

En cuanto a la tasa de emisión de los brotes se encontró que hay diferencias significativas en relación con los tratamientos (df = 16, µ₂= 88,9 y p = 2,57x10⁻¹²). Puede observarse en la Tabla 23 que el TTO1 correspondiente a la dosis de 0,071 µmol, mantuvo constantemente una tasa elevada de emisión de chupones a través del tiempo, mientras que el TTO3 (0,5 µmol) y TTO2 (0,357 µmol) mostraron fluctuaciones en las tasas para el cuartil 50 (disminución porcentual de la tasa). El TTO4 (0,214 µmol) manifestó ser inhibidor de la tasa de brotación, manteniendo valores inferiores de porcentaje durante todo el tiempo de evaluación en comparación con el testigo.

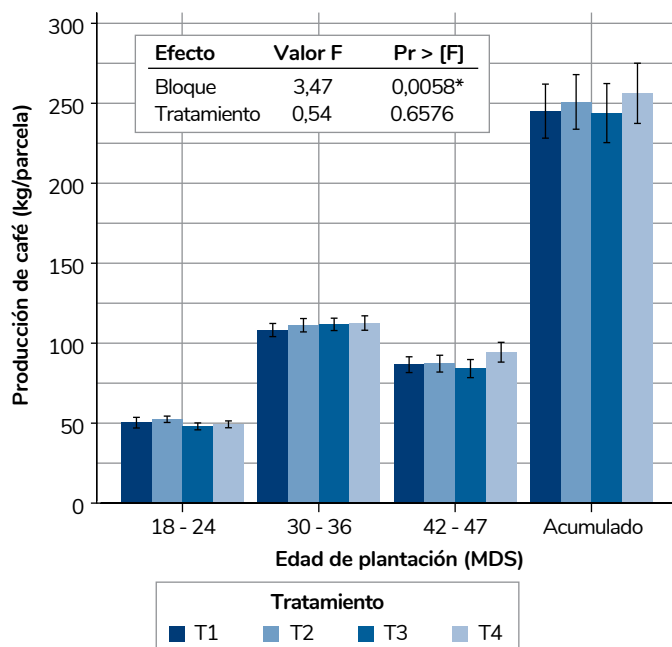


Figura 46. Producción de café cereza por parcela (52 m²) con diferente distribución de fertilizantes aplicados según la edad de plantación, en meses después de la siembra-MDS para la Estación Experimental de Naranjal. Cada asterisco corresponde a la media (n= 10). El cuadro dentro de la figura muestra los valores del efecto significativos de los tratamientos y diseño experimental mediante un análisis de modelo lineal generalizado ajustado a una distribución Gamma.

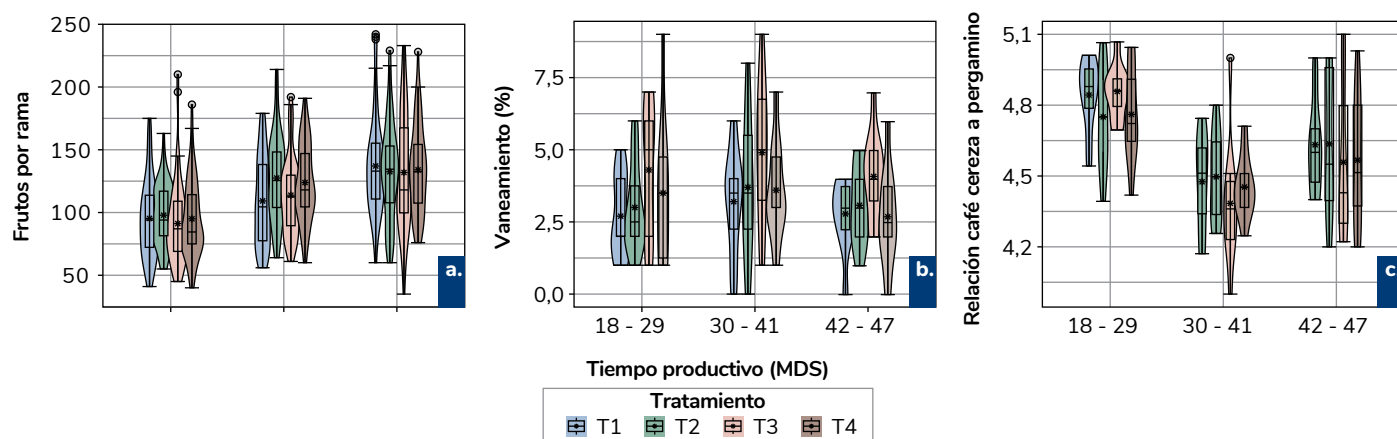


Figura 47. Medidas de componentes de producción con diferente distribución de fertilizantes aplicados según la edad de plantación, en meses después de la siembra-MDS para la Estación Experimental de Naranjal. Se registró el número de frutos por rama (3a), el porcentaje de frutos vaneados o flotes (2b) y la relación de kilogramos de café cereza para la obtención de un kilogramo de café pergamino seco (2b). En la medida de frutos por rama, cada asterisco corresponde a la media (n= 30), mientras que para vaneamiento y relación café cereza a pergamino la media es n=10.

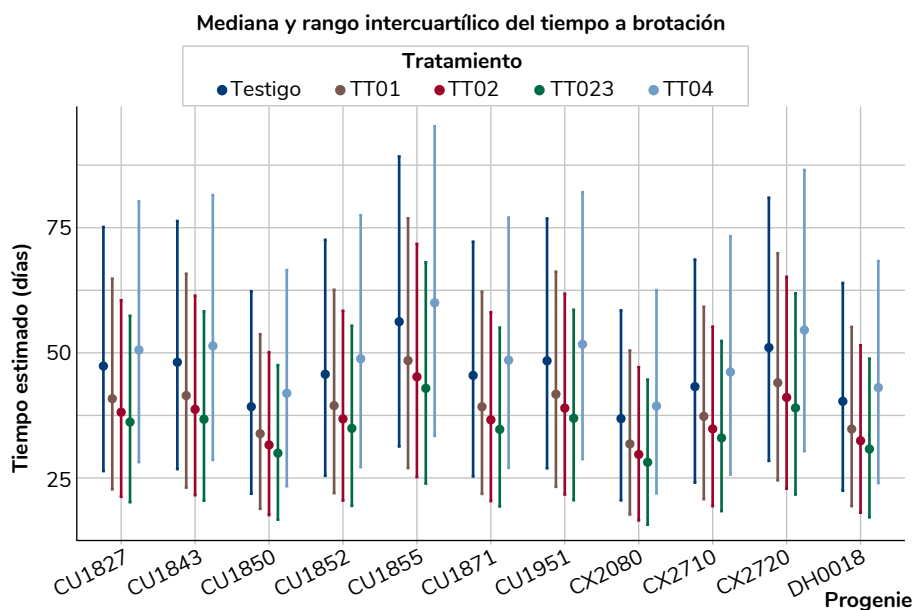


Figura 48. Medianas y rango intercuartílico del tiempo de brotación en días, estimados a partir del análisis jerárquico paramétrico y bayesiano de Weibull.

Evaluación de ciclos de producción en cafetales con podas calavera en parcelas semicomerciales. FIT103010

Los métodos alternativos de renovación de cafetales con poda calavera han sido recomendados como estrategia para organizar las edades de los lotes y estabilizar la producción, en casos donde una alta proporción del área cultivada se encuentra envejecida y no existe una división por lotes con diferentes edades. Este tipo de poda permite obtener dos cosechas y se realiza por una sola vez en un mismo lote, para luego continuar con renovaciones por zoca. El uso recurrente de estas podas puede ocasionar un mayor número de años improductivos a razón de los cortos períodos de producción.

Tabla 23. Dinámica de la tasa de formación de chupones por tratamiento, y su respectivo intervalo de confianza (IC) al 95%, calculado a partir del área bajo la curva de las tasas de crecimiento estimadas según la distribución bayesiana de ceros inflados. Se muestra la dinámica de las medias de las tasas de emisión y el porcentaje de aumento (color verde) o detrimento (color rojo) en relación con el Testigo a los 21 (T25), 42 (T50), 70 (T75) y 92 (T100) días. Por último, se señala el porcentaje de superioridad que tiene cada uno de los tratamientos en relación con el testigo.

Tratamiento	Tasa	IC 95%	T0	T25 (21)	T50 (42)	T75 (70)	T100 (92)	Superioridad (%)
Testigo	7,79	[5,17-11,4]	0,006	0,63	3,12	4,73	5,89	NA
TTO1	9,86	[6,73-14,5]	0,013	1,05 (+67%)	3,70 (+18%)	6,62 (+40%)	6,61 (+12%)	82,20
TTO2	8,17	[5,46-12,5]	0,029	0,77 (+23%)	2,80 (-10%)	4,79 (+1%)	5,50 (-7%)	57,60
TTO3	8,90	[6,16-13]	0,021	1,01 (+59%)	3,10 (-1%)	5,35 (+13%)	6,29 (+7%)	71,45
TTO4	5,79	[3,90-8,41]	0,013	0,55 (-12%)	2,11 (-32%)	3,57 (-24%)	4,83 (-18%)	-13,7

Con el objetivo de evaluar el método de poda calavera en ciclos recurrentes de una y dos cosechas, en la Estación Naranjal en un lote de variedad Castillo® proveniente de siembra, se seleccionaron tres parcelas de 400 m² para implementar los diferentes tipos de renovación. La parcela número 1, corresponde a la poda calavera con descope del tallo a 1,70 m, despunte de ramas a 20 cm y renovación recurrente cada tres años, la parcela número 2 corresponde a la intervención con poda calavera, descope del tallo a 1,70 m, despunte de ramas a 40 cm y renovación recurrente cada dos años, por último, la parcela número 3 corresponde a zoca común con renovación cada 5 años. En el estudio se registran de forma independiente las variables producción en kilogramos de café cereza por parcela y las labores

de manejo agronómico en unidades de servicio. Los avances de los resultados en producción acumulada de café cereza por siete años de estudio, incluido el período de crecimiento, muestran incremento en la producción con la poda calavera recurrente a dos cosechas, respecto a la producción registrada con los métodos de renovación de poda calavera recurrente a una cosecha y zoca común con períodos de cuatro cosechas (Figura 49).

Evaluación de la producción de café con métodos de renovación a través de podas calavera y pulmón, recurrentes. FIT103011

Con el objetivo de evaluar el efecto sobre la producción de café al realizar de manera recurrente renovaciones

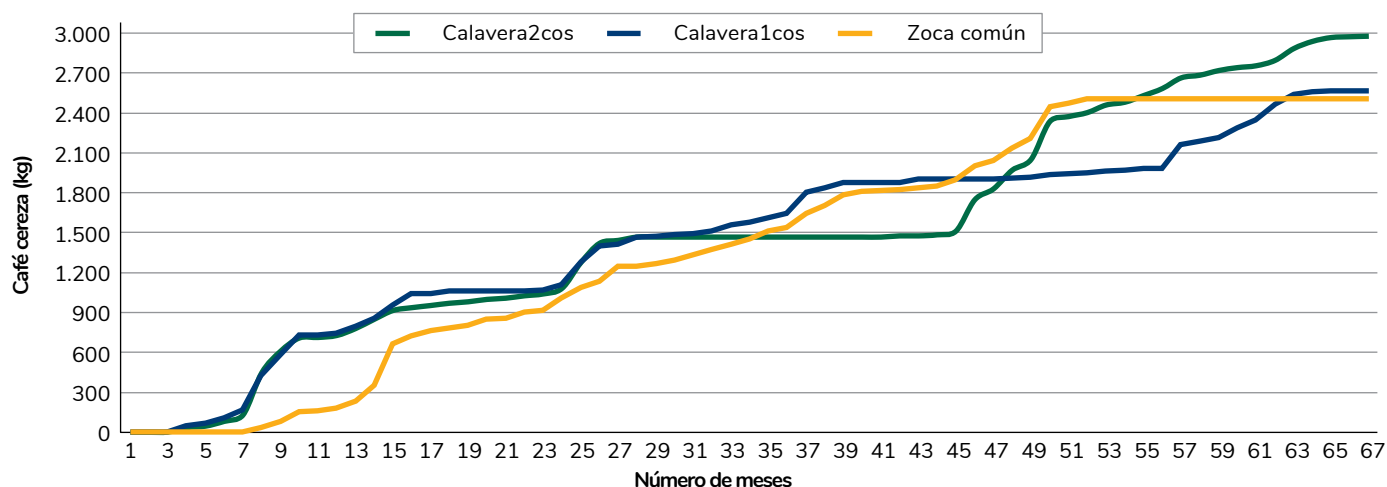


Figura 49. Producción acumulada en kilogramos de café cereza por parcela.

con este tipo de podas, se establecieron parcelas experimentales en tres localidades, El Tambo – Cauca, Líbano – Tolima y Pueblo Bello – Cesar. Las podas, calavera y pulmón, son intervenidas al culminar períodos de producción de máximo dos cosechas y la zoca común en ciclos de producción de cuatro cosechas, hasta completar un período de 12 años, siguiendo los métodos y tratamientos que se describen en la Tabla 24 El efecto de los tratamientos se evalúa bajo el diseño experimental bloques completos al azar, con ocho bloques, cada parcela experimental cuenta con un área de 147 m² en El Tambo, 144 m² en Líbano y 67 m² en Pueblo Bello.

El número de años productivos registrados en las localidades El Tambo y Líbano fue de cuatro para los tratamientos 1, 4 y 5; tres años en el tratamiento

2, y cinco años en los tratamientos 3, 6 y 7. Pueblo Bello registró un total de cuatro años de producción acumulada en los tratamientos 1, 3, 4, 5 y 6; tres años en el tratamiento 2, y cinco años en el tratamiento 7. La producción acumulada en el número de años productivos (Tabla 25), mostró diferencias estadísticas según la prueba de comparación de Dunnett ($\alpha=0,05$), entre la poda calavera con períodos de dos cosechas (tratamiento 1) y una cosecha (tratamiento 2), además de la alternancia con zoca común (tratamiento 3), respecto al tratamiento 7 de zoca común en El Tambo – Cauca. En Líbano – Tolima, los tratamientos de poda calavera con dos cosechas (tratamiento 1) y la alternancia con zoca común (tratamiento 3), también presentaron diferencias estadísticas respecto al tratamiento 7 de zoca común.

Tabla 24. Descripción de los métodos de renovación, número de cosechas por período productivo y total de cosechas acumuladas por cada tratamiento.

Año	Tratamiento	1 Calavera	2 Calavera	3 Calavera–Zoca	4 Pulmón 60	5 Pulmón 90	6 Pulmón–Zoca	7 Zoca Común
1		Intervención calavera	Intervención calavera	Intervención calavera	Intervención poda pulmón	Intervención poda pulmón	Intervención poda pulmón	Intervención zoca común
2		1ª cosecha	1ª cosecha	1ª cosecha	1ª cosecha	1ª cosecha	1ª cosecha	1ª cosecha
3		2ª cosecha	Intervención calavera	2ª cosecha	2ª cosecha	2ª cosecha	2ª cosecha	2ª cosecha
4		Intervención calavera	1ª cosecha	Intervención zoca común	Intervención poda pulmón	Intervención poda pulmón	Intervención zoca común	3ª cosecha
5		1ª cosecha	Intervención calavera	1ª cosecha	1ª cosecha	1ª cosecha	1ª cosecha	4ª cosecha
6		2ª cosecha	1ª cosecha	2ª cosecha	2ª cosecha	2ª cosecha	2ª cosecha	Intervención zoca común
7		Intervención calavera	Intervención calavera	3ª cosecha	Intervención poda pulmón	Intervención poda pulmón	3ª cosecha	1ª cosecha
8		1ª cosecha	1ª cosecha	4ª cosecha	1ª cosecha	1ª cosecha	4ª cosecha	2ª cosecha
9		2ª cosecha	Intervención calavera	Intervención calavera	2ª cosecha	2ª cosecha	Intervención poda pulmón	3ª cosecha
10		Intervención calavera	1ª cosecha	1ª cosecha	Intervención poda pulmón	Intervención poda pulmón	1ª cosecha	4ª cosecha
11		1ª cosecha	Intervención calavera	2ª cosecha	1ª cosecha	1ª cosecha	2ª cosecha	Intervención zoca común
12		2ª cosecha	1ª cosecha	Intervención zoca común	2ª cosecha	2ª cosecha	Intervención zoca común	1ª cosecha
Total cosechas		8	6	8	8	8	8	9

Tabla 25. Producción acumulada en kilogramos de café cereza por parcela en aproximadamente siete años de evaluación.

Tratamientos	El Tambo		Líbano		Pueblo Bello	
	Promedio	EE	Promedio	EE	Promedio	EE
1	989,92*	42,73	849,28*	27,62	259,51	27,43
2	958,61*	41,83	728,31	29,96	203,98	28,47
3	1.095,33*	43,27	909,71*	47,05	202,00	17,98
4	720,96	50,81	625,01	38,44	213,46	24,86
5	834,76	75,84	751,22	42,66	225,78	19,74
6	808,23	52,57	708,20	56,73	175,63	18,97
7	696,90	42,96	586,68	49,61	264,04	28,13

* Indica diferencias significativas según la prueba de comparación de medias de Dunnett con un nivel de significancia de 0,05 respecto al tratamiento 7, EE es el error estándar de la media.