



FUNDACIÓN HONDUREÑA DE INVESTIGACIÓN AGRÍCOLA

INFORME TÉCNICO 2020

Programa de Cacao y Agroforestería



La Lima, Cortés, Honduras, C.A.
Marzo, 2021



FUNDACIÓN HONDUREÑA DE INVESTIGACIÓN AGRÍCOLA

INFORME TÉCNICO 2020

PROGRAMA DE CACAO Y AGROFORESTERÍA

633.74

F981 Fundación Hondureña de Investigación Agrícola
Programa de Cacao y Agroforestería: Informe Técnico 2020 /
Fundación Hondureña de Investigación Agrícola. -- 1a ed.—
La Lima, Cortés: FHIA, 2020

107 p.: il.

1. *Theobroma cacao* 2. Agroforestería 3. Investigación
4. Honduras I. FHIA II. Programa de Cacao y Agroforestería

633.74—dc20

INFORME TÉCNICO 2020

**PROGRAMA
DE CACAO Y AGROFORESTERÍA**

Edición y reproducción realizada en el
Centro de Comunicación Agrícola de la FHIA

La Lima, Cortés, Honduras, C.A.
Marzo de 2021

Se autoriza su reproducción
total, o parcial siempre que se cite la fuente.

CONTENIDO

I. Introducción	1
II. Registros climáticos del CEDEC-JAS y CADETH	5
<i>F. J. Díaz, A. Dubón y A. Martínez</i>	
III. Desarrollo y evaluación de clones de cacao	9
3.1. Evaluación de clones promisorios seleccionados de progenies híbridas con mayores índices de rendimiento y tolerancia a moniliasis. CAC 13-01	10
<i>Aroldo Dubón</i>	
3.2. Validación de un modelo de plantación con cultivares trinitarios de inter-compatibilidad conocida recomendado por FEDECACAO Colombia. CAC 14-01.	18
<i>Aroldo Dubón</i>	
3.3. Comportamiento de cacao cv. CCN-51 bajo sombra permanente de la especie forestal y de uso múltiple masica (<i>Brosimum alicastrum</i> Swartz), sombra temporal de guama blanca (<i>Inga edulis</i>) y como sombra emergente plátano curaré enano. AGF 13-01	22
<i>Alfredo Martínez y Francisco Javier Díaz</i>	
3.4. Comportamiento ex-situ de cacao criollo en condiciones del CADETH bajo sombra de regeneración natural. AGF 14-01	22
<i>Alfredo Martínez, Francisco Javier Díaz y Oscar Ramírez</i>	
3.5. Prueba regional: evaluación de 28 clones comerciales de cacao bajo las condiciones del CADETH. AGF 17-01	28
<i>Alfredo Martínez, Oscar Ramírez y Francisco Javier Díaz</i>	
3.6. Evaluación de progenies de cacao procedentes de semilla que demostraron mayor porcentaje de intercompatibilidad sexual en el CEDEC-JAS CAC 20-01	38
<i>Aroldo Dubón, Oscar Ramírez, Javier Díaz y Enrique Maldonado</i>	
3.7. Arreglo policlonal orgánico cacao-plátano. AGF 18-01	43
<i>Alfredo Martínez</i>	
3.8. Evaluación de arreglo policlonal para la producción de cacao fino y de aroma. AGF18-02	44
<i>Alfredo Martínez</i>	
3.9. Validación del comportamiento agronómico de 20 cultivares auto-compatibles establecidos con un diseño agroforestal recomendado. 19-01	44
<i>Aroldo Dubón, Óscar Ramírez y Enrique Maldonado</i>	
3.10. Renovación del jardín clonal de cacao en el CEDEC-JAS. 19-02.....	46
3.11. Trasplante de clones originados de cacaos criollos ancestrales de La Mosquitia. AGF 19-01 47	47
IV. Evaluación de especies forestales.....	48
4.1. Estudio de especies forestales latifoliadas bajo la modalidad agroforestal multiestratos con cacao. CAC 02-01	49
<i>Jesús Sánchez y Aroldo Dubón</i>	
4.2. Estudio de especies forestales latifoliadas bajo la modalidad de árboles en línea. CAC 02-0 ...	53
<i>Jesús A. Sánchez y Aroldo Dubón</i>	
4.3. Comportamiento del cacao (<i>Teobroma cacao</i>) bajo cinco especies forestales maderables como sombra permanente en la zona atlántica de Honduras. AGF 96-01	55
<i>Alfredo Martínez y Francisco Javier Díaz</i>	

4.4. Comportamiento del cacao bajo sombra permanente de dos especies forestales maderables. AGF 96-02	58
<i>Alfredo Martínez y Francisco Javier Díaz</i>	
4.5. Comportamiento de especies maderables del bosque latifoliado cultivadas en sistemas de linderos y caminos internos en el CADETH. AGF 96-03	59
<i>Alfredo Martínez y Francisco Javier Díaz</i>	
4.6. Comportamiento de especies maderables no tradicionales establecidas en terreno limpio y fajas sin adición de insumos. AGF 96-04	60
<i>Alfredo Martínez y Francisco Javier Díaz</i>	
4.7. Comportamiento del cacao bajo sombra permanente de la especie maderable caoba (<i>Swietenia macrophylla</i>) establecida en surco doble como sombra permanente de cultivo de cacao. AGF 13-02.....	62
<i>Alfredo Martínez y Francisco Javier Díaz</i>	
4.8. Adaptación y crecimiento de caoba (<i>Swietenia macrophylla</i>) y cacao (<i>Theobroma cacao</i>) en el valle de Sula. CAC 10-03	62
<i>Julio C. Coto¹, Hernán R. Espinoza¹ y Marlon E. López²</i>	
4.9. Observaciones sobre adaptación y crecimiento de caoba (<i>Swietenia macrophylla</i>) en el valle de Sula. (2) Efecto del raleo selectivo en el volumen de madera comercial producido por árboles de caoba (<i>Swietenia macrophylla</i>) plantados con alta densidad poblacional. CAC 10-03	67
<i>Julio C. Coto</i>	
V. Otros sistemas agroforestales evaluados en el CADETH	70
5.1. Rambután–piña y pulasán–piña como sistemas agroforestales temporales con potencial para pequeños y medianos agricultores con asiento en terrenos de ladera. AGF 97-01	70
<i>Alfredo Martínez</i>	
5.2. Sistema agroforestal lanzón–limba. AGF 97-04.....	71
<i>Alfredo Martínez y Francisco Javier Díaz</i>	
5.3. Sistema agroforestal coco–caoba africana-cacao CCN-51 en suelos de ladera de muy baja fertilidad. AGF 00-01	72
<i>Alfredo Martínez y Francisco Javier Díaz</i>	
5.4. Sistema agroforestal pimienta negra–madreado-rosita. AGF 03-01 (actualmente sistema agroforestal: rosita-cacao)	72
<i>Alfredo Martínez y Francisco Javier Díaz</i>	
5.5. Rambután en asocio temporal con piña MD2. AGF 08-02.....	73
<i>Alfredo Martínez y Francisco Javier Díaz</i>	
5.6. Comportamiento de la canela en asocio con caoba como un sistema agroforestal temporal en la costa atlántica de Honduras. AGF 05-01	73
<i>Alfredo Martínez y Francisco Javier Díaz</i>	
5.7. El plátano en asocio con barba de jolote (<i>Cojoba arborea</i>) como sistema agroforestal temporal. AGF 05-02 (desde el 2013 sistema agroforestal: barba de jolote–cacao)	74
<i>Alfredo Martínez</i>	
VI. Estudios de investigación de prácticas agroforestales	74
6.1. Evaluación de la injertación en el campo definitivo de clones de cacao. AGF 17-02	74
<i>Alfredo Martínez</i>	
6.2. Parcela sucesional agroforestal dinámica con cacao y frutales. AGF 17-03	76
<i>Alfredo Martínez y Francisco Javier Díaz</i>	

6.3. Compatibilidad sexual de clones de cacao comerciales y promisorios de la FHIA y recomendación de arreglos de plantación en campo. CAC 16-01	76
<i>Oscar Ramírez, Aroldo Dubón y Marlon López</i>	
6.4. Adaptación y comportamiento agronómico de plantas de cacao en campo a partir de plantas de vivero bajo tres condiciones de raíz. AGF 17-01.....	81
<i>Alfredo Martínez, Oscar Ramírez y Francisco Javier Díaz</i>	
6.5. Caracterización del rendimiento de mazorcas y características físicas y organolépticas del grano de clones de cacao sobresalientes. CAC-POS 19-01	84
<i>Elvin Ávila y Oscar Ramírez</i>	
6.6. Manejo nutricional del cacao en Honduras. CAC 19-02	86
<i>Oscar Ramírez y Francisco Javier Díaz</i>	
VII. Proyecto especial	104
7.1. Carta de entendimiento proyecto CAHOVA-SOCODEVI.....	104
VIII. Transferencia de tecnología	106
8.1. Grabación del video: podas de formación y mantenimiento del cacao	106
8.2. Cursos/charlas ofrecidas/recibidas	106
8.3. Asistencia técnica y atención a visitas	106

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1.	Precipitación, temperatura mínima, máxima y media mensual en el CEDEC-JAS en La Masica, Atlántida, Honduras en 2020.....	6
Cuadro 2.	Precipitación, temperatura mínima, máxima y media mensual en el CADETH en La Masica, Atlántida, Honduras en 2020.	6
Cuadro 3.	Producción anual y promedio acumulado e incidencia a enfermedades en 18 clones de cacao desarrollados y evaluados por la FHIA (CEDEC-JAS, La Masica, Atlántida, Honduras). 2020.....	12
Cuadro 4.	Producción de frutos sanos y enfermos por árbol y hectárea durante el tercer año de registro de 12 clones de cacao seleccionados. CEDEC-JAS, La Masica, Atlántida, Honduras. Periodo 2018-2020.....	15
Cuadro 5.	Rendimiento, frutos sanos y dañados por árbol durante los cuatro primeros años de producción en un policlón con clones trinitarios inter-compatibles (CEDEC-JAS, La Masica, Atlántida. 2020).....	21
Cuadro 6.	Procedencia de los materiales acriollados establecidos en el CADETH. El Recreo, La Masica, Atlántida, Honduras.....	23
Cuadro 7.	Atributos organolépticos de materiales acriollados por región. Departamento de Poscosecha, FHIA.....	26
Cuadro 8.	Producción y distribución de mazorcas de cacao en parcelas con materiales acriollados introducidos al CADETH. El Recreo, La Masica, Atlántida, Honduras. 2020.....	27
Cuadro 9.	Análisis de varianza de seis variables de producción de cacao en prueba regional. CADETH, El Recreo, La Masica, Atlántida, Honduras. 2020.....	31
Cuadro 10.	Producción de frutos sanos de cacao por arreglo policlonal en 2018 a 2020. Prueba regional del CADETH, El Recreo, La Masica, Atlántida, Honduras. 2020.	33
Cuadro 11.	Resumen del análisis de varianza de las variables de producción del 2020 por clon. Prueba regional del CADETH. El Recreo, La Masica, Atlántida, Honduras. 2020.....	34
Cuadro 12.	Producción de frutos sanos de cacao por clon en 2018 y 2019. CADETH. El Recreo, La Masica, Atlántida, Honduras. 2020.....	37
Cuadro 13.	Producción de frutos sanos por árbol y afectados por enfermedades (Lote Guama) en diferentes familias interclonales de cacao seleccionadas en el CEDEC-JAS. La Masica, Atlántida, Honduras. 2020.....	41
Cuadro 14.	Producción de frutos sanos por árbol y afectados por enfermedades (Lote Sombra de Ternero) en diferentes familias interclonales de cacao seleccionadas en el CEDEC-JAS. La Masica, Atlántida, Honduras. 2020.....	42
Cuadro 15.	Diámetro e incremento medio anual en diámetro, altura comercial, área de copa, % de oclusión y volumen de madera estimado de 26 especies maderables en evaluación como parcelas permanentes de crecimiento en sistemas agroforestales con cacao (CEDEC-JAS. 2020).....	50
Cuadro 16.	Diámetro, altura y volumen de especies en sistemas agroforestales a los 24 años en los sistemas agroforestales con cacao (CEDEC-JAS. 2020).....	50
Cuadro 17.	Producción de volumen de maderable estimado para las especies con mayor edad en sistemas de producción agroforestales con cacao (entre 23 y 26 años). CEDEC-JAS, La Masica, Atlántida, Honduras. 2020.....	51

Cuadro 18.	Especies forestales más recomendables para integrar sistemas agroforestales con cacao, según varios parámetros considerados.....	52
Cuadro 19.	Diámetro, altura y volumen de madera acumulado en especies forestales establecidas en hileras simples (linderos y bordos de caminos internos) en el CEDEC-JAS, La Masica, Atlántida, Honduras, 2020.	53
Cuadro 20.	Rendimiento de cacao en distintos socios cacao-maderables (CADETH, El Recreo, La Masica, Atlántida, 2020).	57
Cuadro 21.	Desarrollo de cinco especies forestales asociadas con cacao como sombra permanente (CADETH, El Recreo, La Masica, Atlántida, 2020).	58
Cuadro 22.	Desarrollo de especies forestales asociadas con cacao como sombra permanente a los 24 años (CADETH, La Masica, Atlántida, 2020).	59
Cuadro 23.	Rendimiento de cacao en dos socios cacao-maderables (CADETH, La Masica, Atlántida, 2020).	59
Cuadro 24.	Diámetro, altura e incremento medio anual (IMA) a los 23 años, de especies forestales establecidas en linderos en terrenos de ladera de baja fertilidad. CADETH, La Masica, Atlántida, Honduras. 2020.	60
Cuadro 25.	Comportamiento de diecisiete especies forestales del bosque latifoliado establecidas en parcelas puras sin adición de insumos a los 24 años. CADETH, La Masica, Atlántida, 2020.	61
Cuadro 26.	Ubicación y colindancias de sitios plantados con caoba en el CEDPRR, Guaruma 1, La Lima Cortés, Honduras.	63
Cuadro 27.	Establecimiento de parcelas de caoba (<i>Swietenia macrophylla</i>) y cacao en el CEDPRR-FHIA. Guaruma 1, La Lima, Cortés, Honduras.	64
Cuadro 28.	Reporte de lluvia (mm) para el período mayo-diciembre de los años 2013 y 2014 en el CEDPRR-FHIA. Guaruma1, La Lima, Cortés, Honduras.	65
Cuadro 29.	Banco de yemas de clones de cacao establecido en la Sección #38, CEDPRR-FHIA. Guaruma1, La Lima, Cortés, Honduras.	66
Cuadro 30.	Promedios de diámetro, incremento medio anual (IMA) de diámetro y altura del fuste, y volumen producido de madera de árboles de caoba en pie transcurridos 3.5 años de aplicar raleo selectivo. CEDPRR, Guaruma 1, La Lima, Cortés, Honduras. Diciembre 2020. N = 20.	69
Cuadro 31.	Porcentaje de frutos formados producto de las cruzas para evaluar la intercompatibilidad de clones con mayor producción de frutas sanas del lote 18 cultivares. CEDEC-JAS, La Masica, Atlántida, Honduras. 2020.	81
Cuadro 32.	Medidas de mazorcas de 18 clones de cacao seleccionados por su alta productividad. promedio fruto CEDEC-JAS, La Masica, Atlántida. 2020.	85
Cuadro 33.	Productores de cacao seleccionados para el ensayo de nutrición en cacao.	89
Cuadro 34.	Características generales de las fincas en estudio.	90
Cuadro 35.	Resultados en las variables evaluadas en la floración.	94
Cuadro 36.	Producción de frutos por árbol y rendimiento de cacao beneficiado obtenido durante el primer año con el uso de diferentes fuentes de nutrientes en la finca de Danery Cubas ubicada en El Zapote, Jutiapa, Atlántida. 2020.	95
Cuadro 37.	Análisis económico marginal de la aplicación de diferentes fuentes de nutrición en cacao de finca de Danery Cubas en El Zapote, Jutiapa, Atlántida. 2020.	96
Cuadro 38.	Producción de frutos por árbol y rendimiento empleando diferentes fuentes para la nutrición de cacao en el sitio experimental del CADETH en El Recreo, La Masica, Atlántida. 2020.	96

Cuadro 39.	Análisis económico de la aplicación de diferentes programas de nutrición en cacao. Parcela FHIA-CADETH. El Recreo, La Masica, Atlántida. 2020.	97
Cuadro 40.	Rendimiento en frutos/árbol y kg/ha, en la parcela experimental del CEDEC-JAS. La Masica, Atlántida. 2020.	98
Cuadro 41.	Análisis económico de la aplicación de diferentes programas de nutrición en cacao. Parcela FHIA-CEDEC-JAS. La Masica, Atlántida. 2020.	98
Cuadro 42.	Resultados de análisis de suelo, requerimiento nutricional y dosis para la aplicación de tratamientos. Junio-julio de 2019.	100
Cuadro 43.	Resultados de análisis de suelo, requerimiento nutricional y dosis para la aplicación de tratamientos. Junio-julio de 2020.	102
Cuadro 44.	Análisis químico a priori de lombricomposta (orgánica) y a posteriori del insumo de abonamiento de Danery Cubas.	103
Cuadro 45.	Resultados de análisis de foliar por tratamientos. Junio-julio de 2020.	103
Cuadro 46.	Atención a visitas en el CEDEC-JAS. La Masica, Atlántida. 2020.	107

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Precipitación histórica anual en el CEDEC-JAS (1986-2020). La Masica, Atlántida, Honduras.....	7
Figura 2.	Temperatura media anual registrada en el CEDEC-JAS durante el periodo 1986-2020. La Masica, Atlántida, Honduras.	8
Figura 3.	Distribución mensual de la temperatura media mensual registrada en el CEDEC-JAS durante el periodo 1986-2019. La Masica, Atlántida, Honduras.	8
Figura 4.	Estrategia de mejoramiento genético en cacao.....	9
Figura 5.	Producción anual promedio de frutos sanos por árbol (2017-2020) de 18 clones desarrollados y evaluados por la FHIA en el CEDEC-JAS. La Masica, Atlántida, Honduras.	13
Figura 6.	Rendimiento promedio en kg/ha del periodo 2017-2020 de 18 clones desarrollados y evaluados por la FHIA en el CEDEC-JAS. La Masica, Atlántida, Honduras.....	13
Figura 7.	Distribución del rendimiento total por año de 18 cultivares de cacao evaluados por la FHIA en el CEDEC-JAS. La Masica, Atlántida, Honduras.	14
Figura 8.	Promedio acumulado de 3 años de cosecha de frutos sanos por árbol en 12 clones de cacao desarrollados y evaluados por la FHIA. CEDEC-JAS, La Masica, Atlántida, Honduras. 2018-2020.....	15
Figura 9.	Promedio acumulado de 3 años de cosecha de kg/ha de cacao seco por hectárea en 12 clones de cacao desarrollados y evaluados por la FHIA. CEDEC-JAS, La Masica, Atlántida, Honduras. 2018-2020.	16
Figura 10.	Distribución de la producción total anual de cacao en 12 clones desarrollados y evaluados por la FHIA. CEDEC-JAS, La Masica, Atlántida, Honduras. 2018-2020	17
Figura 11.	Clones de cacao promisorios.....	17
Figura 12.	Croquis: validación de un arreglo de siembra de clones de cacao internacionales propuesto por FEDECACAO. CEDEC-JAS, La Masica, Honduras.	20
Figura 13.	Promedio de frutos sanos por árbol en 9 clones durante los cuatro primeros años productivos de cacao sembrados en arreglo policlonal compatible (CEDEC-JAS. La Masica, Atlántida. 2017-2020).	21
Figura 14.	Rendimiento promedio de cacao seco de 9 clones de cacao en arreglo policlonal durante los cuatro primeros años productivos (CEDEC-JAS de La Masica, Atlántida, Honduras. 2017-2020).	22
Figura 15.	Croquis: parcela de materiales acriollados ubicados en la parcela #2. CADETH, El Recreo, La Masica, Atlántida, Honduras.....	25
Figura 16.	Resultados de la composición genética de los materiales acriollados.....	26
Figura 17.	a) Vista panorámica de parcela cacao criollo. b) Bellota de cacao criollo.	27
Figura 18.	Croquis del experimento. El número al centro de la parcela indica: 1 con riego y 2 sin riego.....	30
Figura 19.	Distribución porcentual general de la cosecha de frutos de cacao en prueba regional de clones de cacao. CADETH, El Recreo, La Masica, Atlántida. 2020.	31

Figura 20. Producción de frutos sanos por árbol en el tercer año de cosecha de 12 arreglos policlonales en El Recreo, La Masica, Atlántida, Honduras. CADETH, FHIA. 2020.	32
Figura 21. Rendimiento en kilogramos por hectárea del tercer año de producción de cacao seco de los 12 arreglos policlonales (CADETH, El Recreo, Atlántida. 2020).....	33
Figura 22. Producción de mazorcas sanas por árbol por clon. CADETH, El Recreo, La Masica, Atlántida, Honduras. 2020.	35
Figura 23. Rendimiento en kilogramos de cacao seco por hectárea de cacao por clon. CADETH, El Recreo, La Masica, Atlántida, Honduras. 2020).	36
Figura 24. Progenies (lote Guama) con mejores registros de producción de frutos sanos y afectados por enfermedades. Lote con sombra de guama. CEDEC-JAS, La Masica, Atlántida, Honduras. 2020.	41
Figura 25. Progenies (lote Sombra de Ternero) con mejores registros de producción de frutos sanos y afectados por enfermedades. Lote con sombra de guama. CEDEC-JAS, La Masica, Atlántida. 2020.	43
Figura 26. Vista del desarrollo de las plantas a diciembre de 2020.....	45
Figura 27. Detalle y panorámica del jardín clonal en su fase de renovación.	47
Figura 28. Plantas injertadas de un año con material vegetativo proveniente de La Mosquitia.....	47
Figura 29. Arreglo policlonal FHIA. CEDEC-JAS, La Masica, Atlántida, Honduras.	48
Figura 30. Panorámica de parte de los sistemas agroforestales establecidos con cacao en el CEDEC-JAS ubicado en La Masica, Atlántida, Honduras. 2020.....	49
Figura 31. Sistema agroforestal cacao- <i>kaya ivorensis</i> en CEDEC-JAS, La Masica, Atlántida, Honduras. 2020.....	52
Figura 32. Volumen en metros cúbicos por kilómetro lineal con especies maderables, bajo la modalidad de árboles en línea con 110 árboles/kilómetro lineal. CEDEC-JAS, La Masica, Atlántida. 2020.	54
Figura 33. Parcela de Marapolán/Cacao. Producción de semillas de marapolán.	56
Figura 34. Vista panorámica de parcela de ibo.....	57
Figura 35. Ubicación de parcelas plantadas con caoba (delimitadas en rojo) dentro del área general del CEDPRR-FHIA. Guaruma1, La Lima, Cortés, Honduras.	64
Figura 36. Establecimiento de parcela agroforestal caoba - cacao en los Lotes 1A, 1B, 2A, 3A, 3B, 4 y 5 de la Sección #38, CEDPRR-FHIA. Guaruma 1, La Lima, Cortés, Honduras.....	66
Figura 37. Cosecha de frutos de rambután Variedad R-162 Venta de frutos de rambután.....	71
Figura 38. Frutos de lanzón, pulpa de lanzón y lanzón listo para su comercialización.....	72
Figura 39. Planta y frutos de cacao CCN-51	72
Figura 40. FHIA- 330 CCN- 51 FHIA- 168.	75
Figura 41. Clon: TSH- 565 y poda de formación.	76
Figura 42. Diagrama explicativo de los términos de compatibilidad con base en el intercambio de polen entre un mismo clon (superior) y distintos clones (inferior) y posibles resultados.	78
Figura 43. Materiales utilizados en el proceso de pruebas de compatibilidad sexual en cacao.	79
Figura 44. Raíces de cacao en distintos estadios según tiempo en el vivero.	82

Figura 45. Croquis del experimento. CADETH, El Recreo, La Masica, Atlántida.....	83
Figura 46. Vista panorámica de ensayo establecido en el CADETH. a) En 2019. b) En 2020.....	84
Figura 47. Ubicación geográfica de las parcelas en estudio de nutrición.....	89
Figura 48. Rotulado de plantas (a), muestreo de suelo (b), mezclas físicas de fertilizantes (c) y aplicación de cal y lombricomposta (d).	91
Figura 49. Croquis del ensayo nutricional de cacao en la finca de los productores.	92
Figura 50. Croquis del ensayo nutricional en la parcela de cacao del CEDEC-JAS.....	92
Figura 51. Levantamiento de variables de cantidad de flores, cojinetes florales y pepinillos por metro lineal de ramas productivas (a) y registro de frutos (b).	93
Figura 52. Análisis de conglomerado del análisis químico del suelo por finca. 2019.....	99
Figura 53. Análisis de conglomerado del análisis químico del suelo por finca. 2020.....	101

I. INTRODUCCIÓN

El 2020 quedará marcado como un año histórico, tanto por la pandemia mundial causada por COVID-19 como por las tormentas tropicales que acompañaron a los huracanes Eta y Iota. Estos acontecimientos afectaron la producción, especialmente por la afectación de la moniliasis y la mazorca negra debido a la limitada mano de obra y supervisión técnica en las parcelas durante los primeros meses de aislamiento que no permitieron la realización de prácticas de manejo de las enfermedades. Esta afectación propició un incremento en la incidencia y severidad de las enfermedades, no solamente en los centros de investigación, sino también en las fincas de los productores. Sin embargo, a pesar de los impases en el ciclo, las actividades del Programa relacionadas a la investigación y transferencia de tecnologías se mantuvieron en general de forma constante. Agradecemos al personal del Programa de Cacao y Agroforestería y a las autoridades de la Fundación por el apoyo y sacrificio para salir adelante.

El Programa de Cacao y Agroforestería tiene como objetivo general generar, validar y transferir tecnologías en el cultivo de cacao fino y de aroma en sistemas agroforestales a las familias cacaoteras de Honduras y otros países. Las actividades que desarrollamos a lo largo del año se enfocan principalmente al desarrollo de fincas de pequeños productores en laderas, con prácticas amigables al medio ambiente y complementadas con capacitaciones tanto a productores como a técnicos.

En seguimiento a nuestro mandato, en el área de investigación en cacao se continuó con la valoración de nuevos clones de cacao con características de fineza y aroma. En la Sección 3.1 de este informe encontrarán los resultados de nuestro ensayo insigne de 18 cultivares con registros de 4 años de cosechas, que demuestran sostenibilidad de un excelente potencial productivo de varios clones FHIA, desarrollados en el CEDEC-JAS. Los mejores clones ya conforman nuevos arreglos policlonales que son utilizados en la renovación de parcelas dentro de nuestras estaciones para evaluaciones más específicas. Adicionalmente, el Programa continúa avanzando en otras líneas de investigación como son: niveles de compatibilidad sexual entre clones promisorios, resistencia a las principales enfermedades, análisis de las características organolépticas que nos permiten entender e interpretar mejor la calidad y efectos de programas de nutrición sobre la productividad del cacao. Todos estos estudios constituyen los pilares para una mejor selección de clones con potencial para ser liberados próximamente a productores del país y de la región. Toda esta investigación la desarrolla el Programa principalmente en sus estaciones CEDEC-JAS (Centro Experimental Demostrativo de Cacao-Jesús Alfonso Sánchez) y CADETH (Centro Agroforestal Demostrativo del Trópico Húmedo), ambas ubicadas en La Masica, Atlántida, Honduras, así como también en la Sección 38, Guaruma 1 en La Lima, Cortés, Honduras.

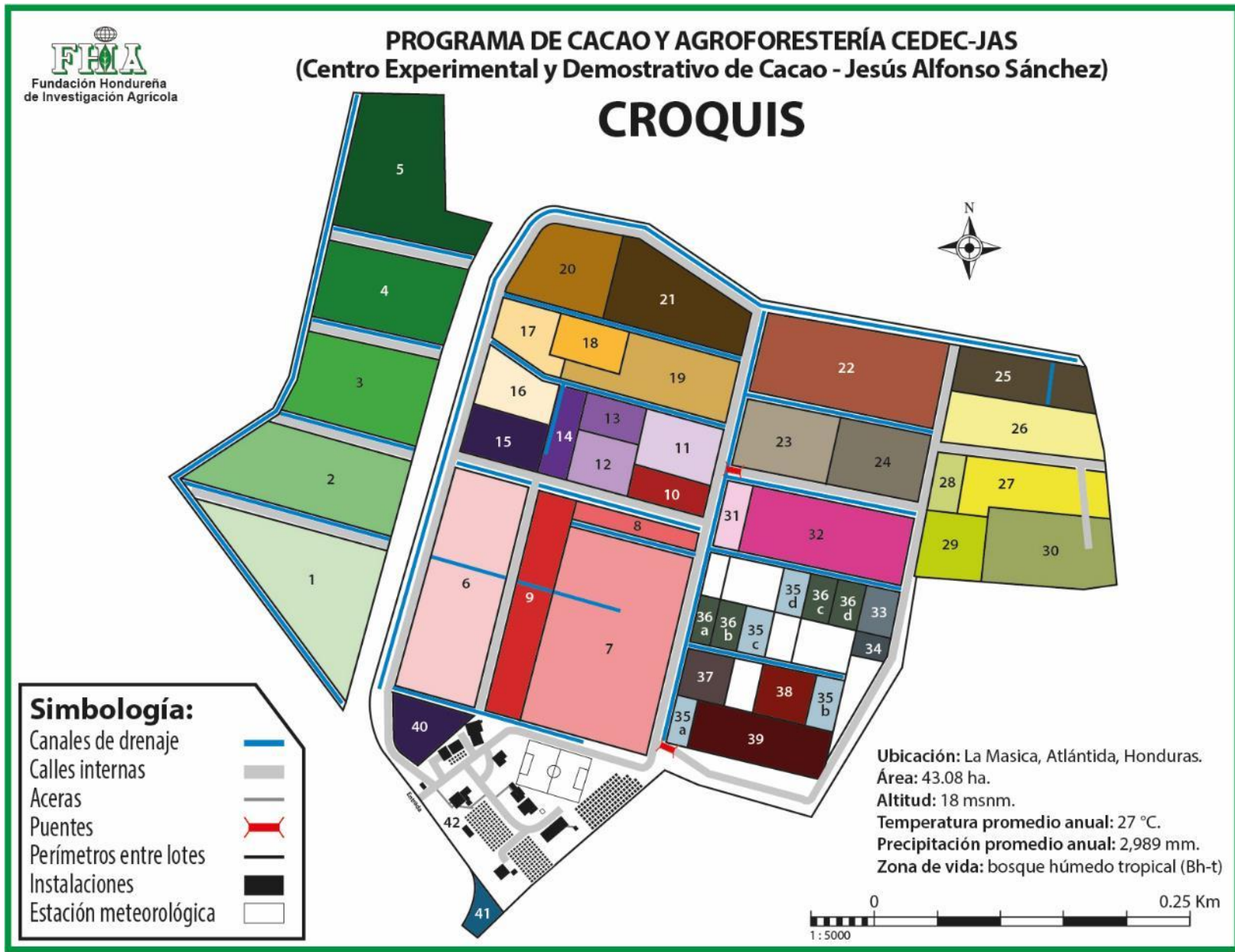
El componente de investigación forestal y agroforestal, que se reporta en la Sección IV de este informe, señala que en la estación del CADETH se continúa con los trabajos en prácticas culturales que favorecen la recuperación y el uso sustentable de suelos de ladera a través de sistemas agroforestales. Sobresalen en este periodo, los registros de crecimiento de más de 25 diferentes especies plantadas en asocio con cacao, parcelas puras o en la modalidad de árboles en línea. Esta última modalidad, está resultando en una excelente alternativa para el aprovechamiento de esas áreas no productivas, así como bordos, orillas de caminos o periferia de la propiedad, mediante el establecimiento de especies de alto valor comercial, las cuales, además de generar ingresos en el futuro, también protegen el suelo, provee nichos diversos para la fauna, mejoran el paisaje e incrementan el valor de la propiedad.

Es importante enfatizar que los centros de investigación del Programa de Cacao y Agroforestería de la FHIA son referencia en la región centroamericana y siempre abren sus puertas a técnicos, estudiantes y productores que desean aprender sobre la producción de éste y otros cultivos. Nuestro esfuerzo sirve para ilustrar aspectos de manejo a través de visitas de campo, cursos y capacitaciones puntuales y de atención a visitantes recibidos en ambos centros. Adicionalmente, en todas las estaciones se continúa con el registro de información del clima y la medición de los árboles de las diferentes especies forestales que componen el inventario biológico.

En lo referente a proyectos especiales y de asistencia técnica, reportados en la Sección VII de este informe, se continuó el desarrollo de actividades contempladas en la Carta de entendimiento firmada entre la FHIA y el proyecto CAHOVA-SOCODEVI. Sobresalieron dentro de esta iniciativa, tres grandes actividades: 1. El inicio en septiembre del componente teórico-virtual del diplomado sobre producción de cacao en sistema agroforestal, el cual cuenta con 32 participantes entre productores y técnicos, se prevé que el diplomado esté concluido en su parte práctica en julio de 2021; 2. El entrenamiento y participación del panel nacional de cata de cacao en la evaluación y selección de las mejores muestras de cacao provenientes de las organizaciones de productores, comercializadoras y fundaciones de apoyo al sector durante la realización del IV Concurso Nacional de Cacao de Calidad; y 3. Continuación del estudio de investigación que valora el efecto de diferentes fuentes de nutrición sobre la producción de cacao en diferentes zonas geográficas del país.

Finalmente, a nivel nacional la producción continúa en aumento, producto del inicio de la producción de las más de 2,800 ha establecidas por la FHIA en sus proyectos FHIA-FIRSA y FHIA-SAG entre 2016 y 2018. Los precios para cacaos calidad A, a nivel nacional, se mantienen estables para las organizaciones y por encima de los precios internacionales de la bolsa de Nueva York. La empresa CHH (Chocolats Halba Honduras) sigue siendo referencia y representando la mejor alternativa para las organizaciones de productores que comercializan cacao fino y de aroma convencional y con sellos de orgánico y comercio justo. A nivel mundial, se reporta que la producción de cacao estimada por la Organización Internacional del Cacao para el periodo 2019-2020 (noviembre 2020) fue de 4.697 millones de toneladas, que es 1.8 % menor a la reportada en el periodo anterior. Igualmente, la molienda a noviembre de 2020 se estimó en 4.631 millones de toneladas, lo que indica una producción equilibrada y ligeramente mayor a lo procesado. Los precios internacionales de la bolsa de Nueva York para el periodo fueron bastante similares a los observados en el periodo anterior, con una variación de entre US\$ 2,150.00 y 3,027.00, con un promedio anual cercano a los US\$ 2,500.00 por tonelada (ICCO Quarterly Bulletin of Cocoa Statistics, Vol. XLVI, No. 4).

Es nuestro deseo, que el Informe técnico 2020 que a continuación se presenta, llene las expectativas del rubro cacaotero del país, que la información técnica producto de nuestras investigaciones sea diseminada, validada y replicada en todas las zonas de producción tanto del país como de la región.



Descripción de lotes establecidos

No.	Descripción	No.	Descripción
1	Banco de yemas/renovación de copas 1 A/asociado con macuelizo y guayapeño	25	Colección clones CEDEC, lote 12B/asociado con rosita
2	Banco de yemas/renovación de copas 1 B/asociado con barba de jolote	26	Banco de cultivares internacionales. Lote 12 A/cumbillo, aceituno y nazareno
3	Banco de yemas/renovación de copas 1 C/asociado con zorra y cedrillo	27	Colección criollos e introducciones internacionales/cedro de la India
4	Banco de yemas/asociado con frutales 1 D	28	Colección clones FHIA/asociado con caobina
5	Lote comercial caoba y laurel negro 1 E	29	Banco de yemas/renovación de copas/asociado con cincho
6	Lote comercial/asociado con limba	30	Banco de yemas/renovación de copas/asociado con jigua
7	Jardín clonal – recién renovado sistema Turrialba/sombra caoba africana	31	Colección de frutales exóticos
8	Lote criollo moderno – Carmelo/asociado con jagua	32	Lote validación de cacaos suaves/asociado con marapolán
9	Introducciones nuevos materiales/asociado con sangre blanco y aceituno	33	Lote de evaluación de 6 cruza promisorias con paletto
10	Lote monoclonal ICS-1 A.C./renovación de copas/asociado con hormigo	34	Lote criollos de La Mosquitia con paletto
11	Germoplasma EET s asociado con hormigo	35 a	Repetición A/ensayo 18 cultivares/asociado con granadillo rojo
12	Ensayo policlones CATIE/asociado con arenillo y maría	35 b	Repetición B/ensayo 18 cultivares/asociado con granadillo rojo
13	Progenies colombianas de FEDECACAO/arenillo y maría	35 c	Repetición C/ensayo 18 cultivares/asociado con granadillo rojo
14	Lote clones/semillas/patrón/renovación de copas/asociado con maría	35 d	Repetición D/ensayo 18 cultivares/asociado con granadillo rojo
15	Lote comercial CCN-51/asociado con narra	36 a	Repetición A/ensayo 12 cultivares asociado con guama y caoba
16	Clones EET s /renovación Turrialba/asociado con guapinol	36 b	Repetición B/ensayo 12 cultivares asociado con guama y caoba
17	Lote comercial/asociado con almendro de río	36 c	Repetición C/ensayo 12 cultivares asociado con guama y caoba
18	Colección variedades de rambután	36 d	Repetición D/ensayo 12 cultivares asociado con guama y caoba
19	Evaluación de progenies interclonales/asociado con sombra de ternero	37	Evaluación de cruza inter-compatibles/asociado con guama y caoba
20	Lote cacao comercial/asociado con rambután	38	SAF: plátano-madreado-caoba y cultivares de cacao Auto compatibles
21	Lote 14 ex - ensayo de progenies CATIE/asociado con rambután	39	Lote de validación y ensayo de nutrición en clones trinitarios I.C./pito y caoba
22	Lote comercial filipino/asociado con granadillo rojo	40	Rodal de terminalias
23	Ensayo concluido: prueba multilocal/asociada con zapelle, huesito, ciruelillo	41	Lote cacao/borojó
24	Banco madre policlones CATIE/asociado con ciruelillo, cañamito y tempisque	42	Plantel: oficinas, laboratorios, bodega, beneficio, aserradero, viveros, cancha, etc.

II. REGISTROS CLIMÁTICOS DEL CEDEC-JAS Y CADETH

F. J. Díaz, A. Dubón y A. Martínez

Programa de Cacao y Agroforestería

La precipitación anual en el CEDEC-JAS y el CADETH de la FHIA fueron mayores en el 2020 que el promedio histórico (1986-2019) a consecuencia de las tormentas producto de los huracanes Eta y Iota. Así mismo, la temperatura media anual fue superior.

En el CEDEC-JAS la precipitación registrada durante el 2020 fue de 4,128.5 mm (Cuadro 1), lo que representa el segundo año con mayor precipitación registrado desde 1986, ver análisis en Informe Técnico 2019 Programa de Cacao y Agroforestería (disponible en http://www.fhia.org.hn/descargas/informes_tecnicos/inf_Programa_de_Cacao_y_Agroforesteria-2019.pdf). La precipitación registrada en el 2019 fue baja en comparación al promedio histórico, producto de la presencia del fenómeno del Niño con 2,032.6 mm. Al comparar los datos del 2019 y 2020 se observa un incremento de 103.1 % y de 145.4 % superior al promedio histórico anual, respectivamente. También, el 2020 deja datos históricos de máxima precipitación en los meses de febrero con 574.7 mm y diciembre con 842.4 mm, respectivamente (Cuadro 1 y Figura 1). En noviembre, a pesar de haber registrado una precipitación de 1,291.1 mm, esta no es el registro más alto histórico puesto que en ese mismo mes en 1996, se registró una precipitación de 1,474.7 mm. Entre los meses de octubre a febrero se registran los picos más altos de precipitación, mientras que, en el resto del año, con excepción de abril, se registran precipitaciones variables que oscilaron entre 51.6 y 270.8 mm. El mes de abril es tradicionalmente seco y en ambos centros no se registró precipitación. Desde la perspectiva histórica de 1986 a 2020, los datos registrados en el 2020 sobrepasaron el promedio histórico (Figura 2) en más de 1,200 mm equivalente a un incremento de 45 %.

La temperatura registrada en el CEDEC-JAS tuvo un promedio mínimo anual de 21.1 °C y máximo de 27.8 °C, con una media anual de 25.6 °C (Cuadro 1). De julio a septiembre se registraron las mayores temperaturas promedio mensual con 32,2 °C, mientras que entre diciembre y febrero se registraron las menores temperaturas mínimas promedio con 17 °C. El promedio de la temperatura media en el año fue de 27.5 °C, igual al registrado en el año 2019. El promedio histórico de la temperatura media (Figura 3) continúa indicando un mínimo aumento año con año, propio de situaciones relacionadas al calentamiento global. De igual manera la distribución histórica mensual (Figura 4) refleja que, entre los meses de abril a octubre, se registran las temperaturas mensuales promedio más altas.

Al igual que en el CEDEC-JAS, en el CADETH se registró una precipitación por encima del promedio histórico de años anteriores. Durante el año 2020, la precipitación total fue de 4,622.9 mm (Cuadro 2), el cual sobrepasa en casi 500 mm la precipitación registrada en el CEDEC-JAS. El impacto de los huracanes fue bien marcado en el mes de noviembre, en donde se registraron lluvias totales por 1,371.4 mm. Coincidentemente con el CEDEC-JAS, el mes de abril de 2020 no registró precipitación y al observar el comportamiento mensual de lluvias (Figura 1) se observa un comportamiento mensual similar en ambas estaciones, con la salvedad que, en el CADETH, las lluvias comienzan a incrementarse en mayor proporción a partir del mes de septiembre.

En lo referente a temperatura, es importante señalar que se tuvieron dificultades con el equipo notándose inconsistencias al momento del análisis, por lo que se recomienda cautela en la interpretación de los resultados a continuación. De acuerdo con el análisis, se observa que la distribución es más homogénea a lo largo del año, con los meses de diciembre a febrero los que registraron las temperaturas más bajas, mientras que entre mayo a septiembre se registran las temperaturas promedio más altas. La temperatura media anual fue de 23.6 °C, similar a la registrada en el 2018. Por su ubicación y altitud, el CEDEC-JAS registró valores levemente superiores en las variables de temperatura mínima y media, pero levemente inferiores en precipitación a las registradas en el CADETH (Cuadros 1 y 2).

Cuadro 1. Precipitación, temperatura mínima, máxima y media mensual en el CEDEC-JAS en La Masica, Atlántida, Honduras en 2020.

Mes	Precipitación (mm)	Temperatura media mensual (°C)		
		Mínima	Máxima	Promedio
Enero	235.0	17.2	26.1	23.3
Febrero	574.7	17.3	26.8	24.1
Marzo	90.0	19.3	27.1	24.9
Abril	0.0	20.0	29.9	26.3
Mayo	143.1	21.8	30.7	27.2
Junio	194.6	23.1	30.5	27.4
Julio	51.6	22.6	32.3	27.1
Agosto	270.8	22.9	32.1	27.0
Septiembre	252.3	22.8	32.1	26.9
Octubre	182.9	20.5	30.9	25.8
Noviembre	1,291.1	16.8	26.8	24.3
Diciembre	842.4	17.0	26.5	23.3
Total/promedio	4,128.5	21.1	27.8	25.6

Cuadro 2. Precipitación, temperatura mínima, máxima y media mensual en el CADETH en La Masica, Atlántida, Honduras en 2020.

Mes	Precipitación (mm)	Temperatura media mensual ¹ (°C)		
		Mínima	Máxima	Promedio
Enero	398.9	13.5	29.1	20.6
Febrero	676.4	11.6	28.1	19.1
Marzo	95.8	14.8	31.1	22.2
Abril	0.0	21.8	31.3	25.7
Mayo	249.7	23.1	28.5	25.0
Junio	146.0	23.0	28.7	24.9
Julio	148.3	22.8	28.4	24.8
Agosto	117.5	22.5	28.1	24.5
Septiembre	353.1	21.8	27.4	23.7
Octubre	484.2	21.5	26.0	23.0
Noviembre	1,371.4	20.8	24.7	22.1
Diciembre	581.6	19.7	23.0	20.7
Total/promedio	4,622.9	19.7	27.8	23.0

¹Datos de temperaturas mostraron inconsistencias debido al equipo. Se recomienda cautela en su utilización.

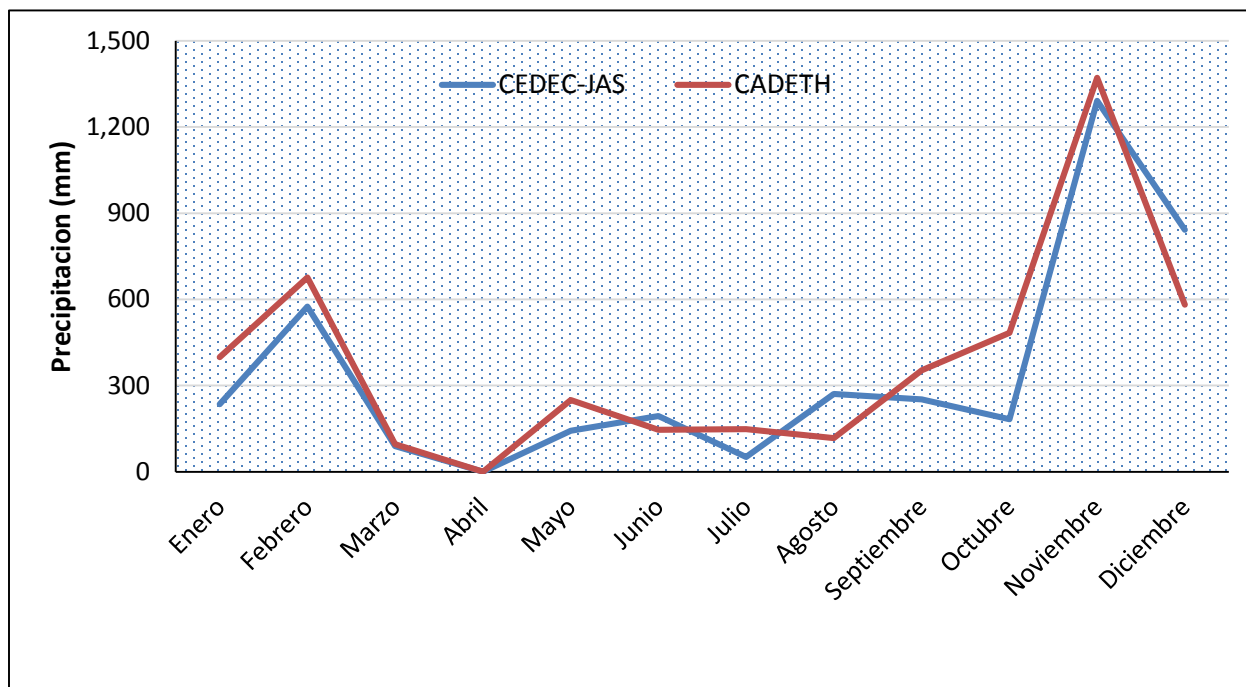


Figura 1. Precipitación por mes en el CEDEC-JAS y CADETH durante el año 2020. La Masica, Atlántida, Honduras.

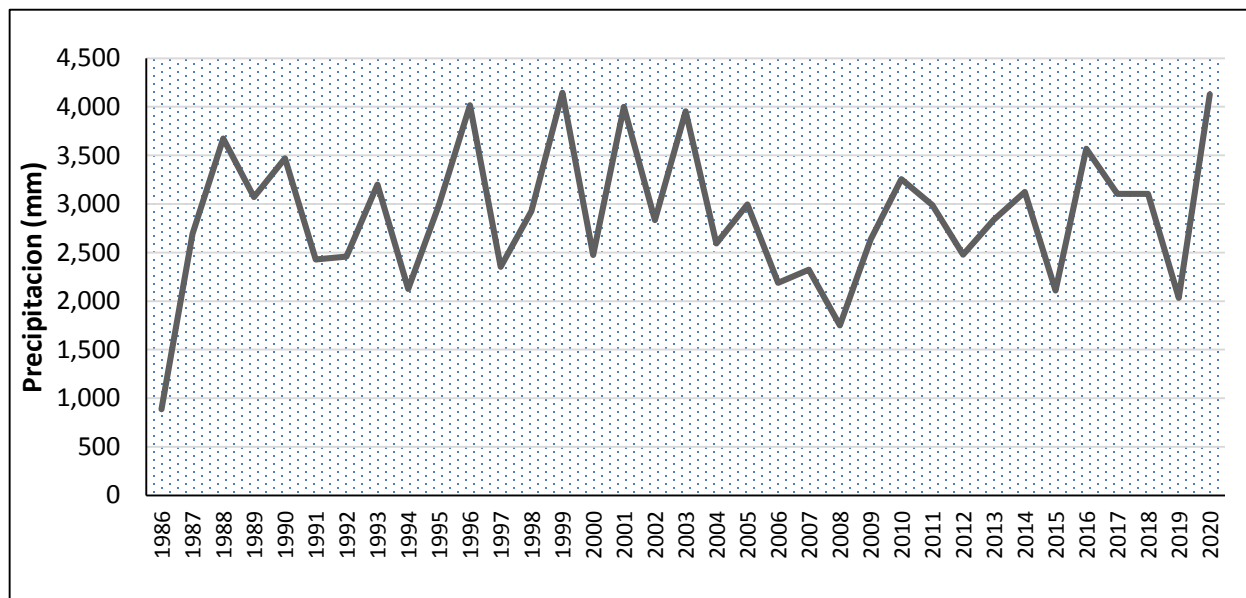


Figura 1. Precipitación histórica anual en el CEDEC-JAS (1986-2020). La Masica, Atlántida, Honduras.

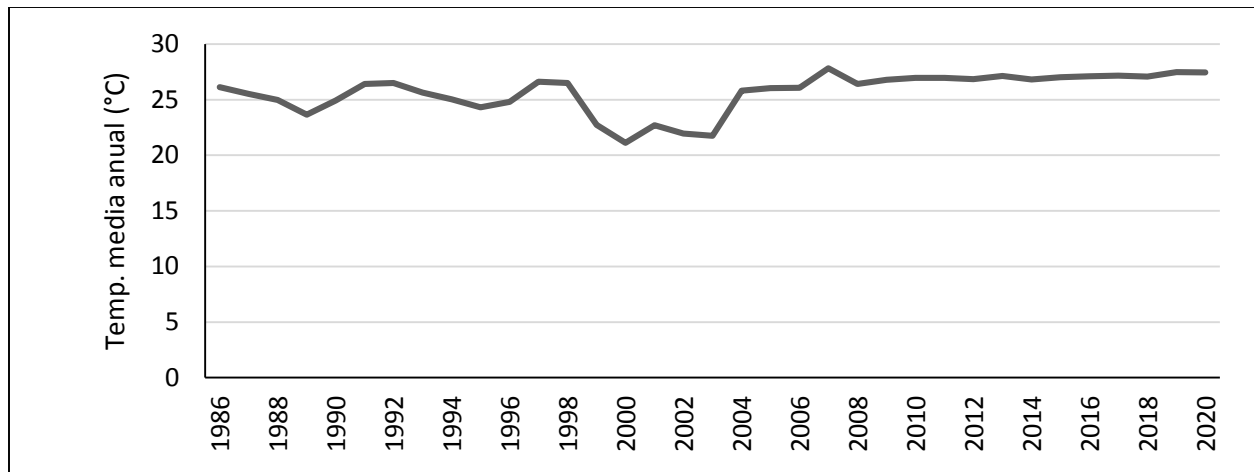


Figura 2. Temperatura media anual registrada en el CEDEC-JAS durante el periodo 1986-2020. La Masica, Atlántida, Honduras.

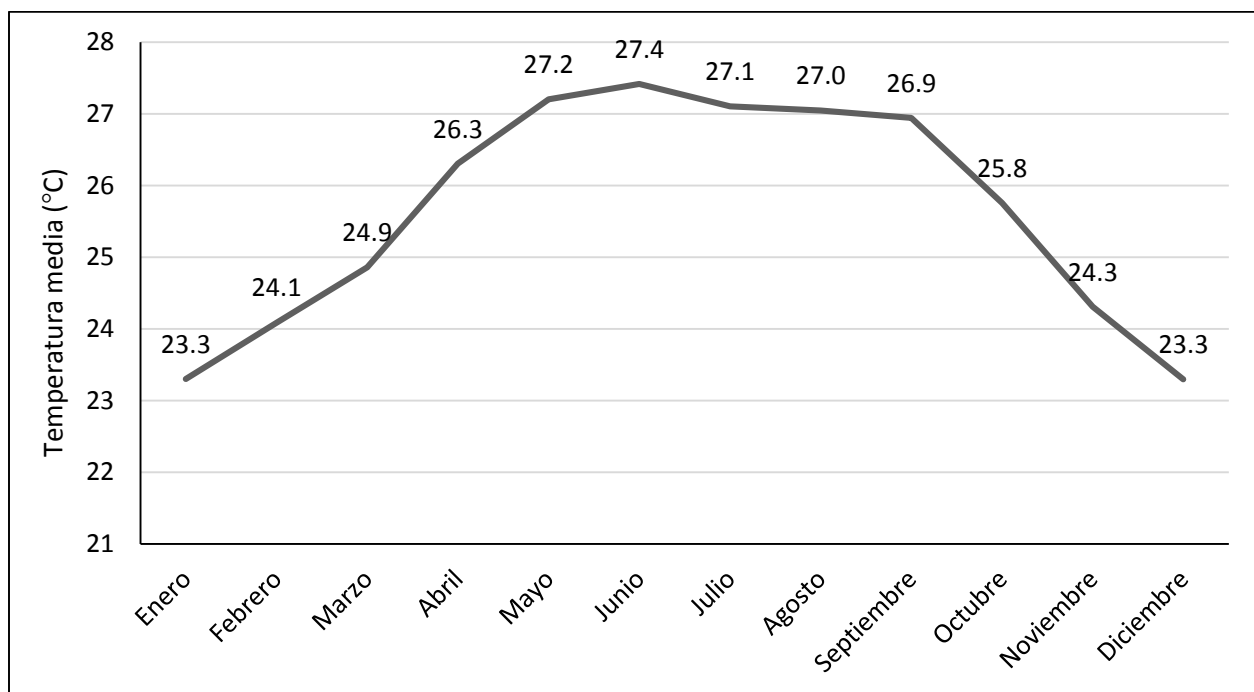


Figura 3. Distribución mensual de la temperatura media mensual registrada en el CEDEC-JAS durante el periodo 1986-2019. La Masica, Atlántida, Honduras.

Las condiciones de clima registradas en el 2020 y especialmente durante el último trimestre están teniendo un impacto sobre la presión de las enfermedades moniliasis y mazorca negra en el rendimiento del cacao. Al cierre del 2020 el promedio anual de frutos afectados por mazorca negra fue de 4.4 % y por moniliasis de 28.6 %. En el caso particular de la moniliasis, entre octubre y diciembre, los frutos dañados fueron de 41.0, 49.5 y 40.8 %, respectivamente; mientras que para

Mazorca negra el mayor fue de 12.2 % en el mes de diciembre. A pesar de la abundante precipitación, no se observó afectación por erosión del suelo; sin embargo, los fuertes vientos de IOTA sumado a la saturación de agua en el suelo por ETA provocaron la caída de alrededor de 120 árboles de diferentes especies en el CEDEC-JAS y 10 en el CADETH. Esta cantidad se estima en menos del 5 % de la población total de árboles. No se observó efecto de la temperatura en los sistemas agroforestales con cacao, ni en los demás sistemas de producción.

III. DESARROLLO Y EVALUACIÓN DE CLONES DE CACAO

Desde su inicio en 1985, uno de los objetivos principales del Programa de Cacao y Agroforestería lo constituye el desarrollo y la evaluación continua de clones de cacao, procedentes de colecciones internacionales del CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza) en Costa Rica, República Dominicana, Colombia y Ecuador, y recientemente de clones seleccionados y evaluados a partir de progenies seleccionadas en la estación del CEDEC-JAS. La estrategia de evaluación de clones de cacao iniciada en el 2002 está constituida por diversas etapas que se presentan en el siguiente diagrama.

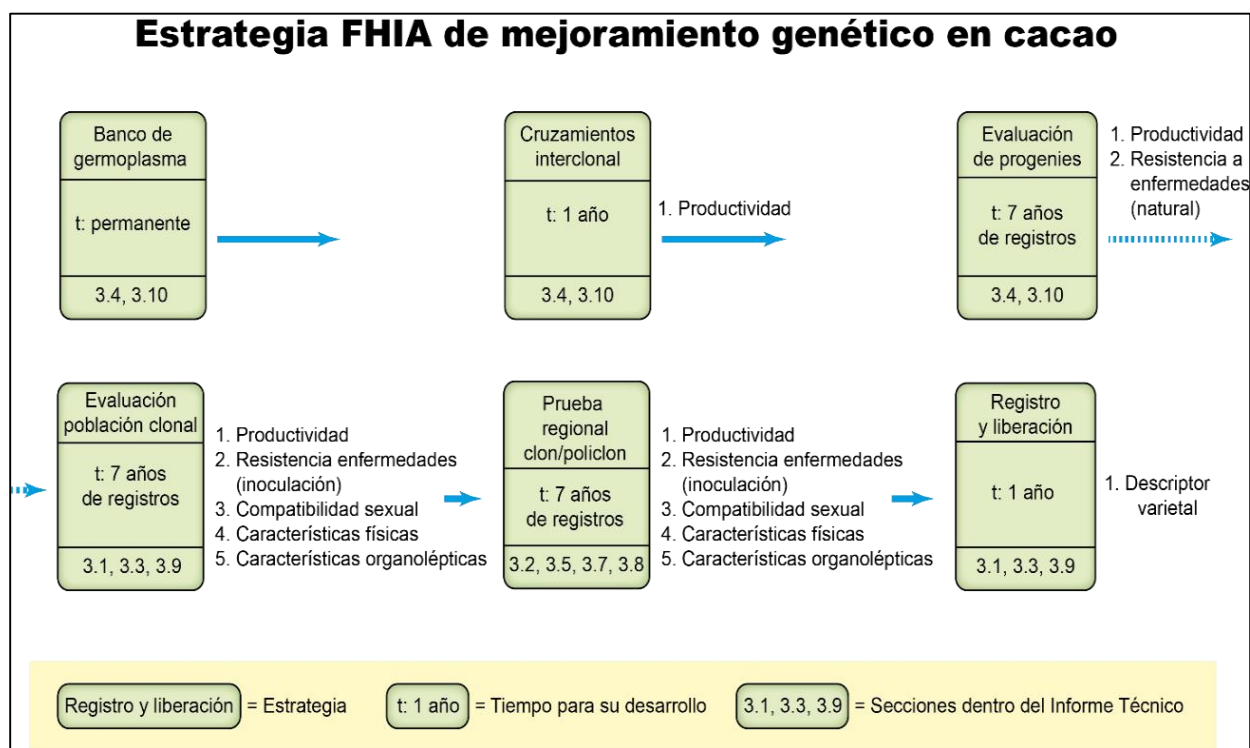


Figura 4. Estrategia de mejoramiento genético en cacao.

Los clones seleccionados a través de las diferentes etapas son valorados principalmente por las siguientes variables:

- **Productividad.** La producción de frutos sanos por árbol, en promedio, mayor o igual a 25 frutos es el principal criterio para la selección de clones.
- **Resistencia a las enfermedades moniliasis y mazorca negra.** A partir de 2015, se tomó como base las referencias establecidas por el CATIE para la evaluación de clones de cacao. En el caso de moniliasis, la escala utilizada mide la severidad de daño del tejido interno de la mazorca, la

cual va de 0 a 5, en donde 0 = frutos sanos, 1 = 1-20 % de daño interno, 2 = 21-40 % de daño interno, 3 = 41-60 % de daño interno, 4 = 61-80 % y 5 = mayor a 81 % de daño interno. Para el programa de mejoramiento, los clones que se seleccionan son aquellos que promedien valores hasta 1.25 % (considerados resistentes), o también valores entre 1.26–2.5 % (moderadamente resistentes). Para la Mazorca negra, la escala es con base en el diámetro de la mancha y se distribuye de la siguiente manera: materiales resistentes con diámetro entre 0 y 2 cm, moderadamente resistentes para manchas con diámetro entre 2.1 a 4 cm, moderadamente susceptibles para manchas entre 4.1 a 6 cm y susceptibles para manchas con diámetro mayor a 6 cm. Igual que para moniliasis, se seleccionan materiales bajo las primeras dos categorías de resistencia.

- **Niveles de autocompatibilidad e inter compatibilidad sexual.** Esta característica se evalúa realizando polinizaciones artificiales a través de las cuales se determina la compatibilidad (auto e inter) de diferentes clones, mediante los porcentajes de cuajamiento del fruto, los cuales deben ser mayores a 30 %. La compatibilidad es importante en la selección de clones para la conformación de los arreglos policlonales de siembra en el campo definitivo.
- **Características organolépticas de fineza y aroma.** Esta variable es complementaria y brinda información sobre las características de sabor y aroma de los clones seleccionados. La diversidad de atributos de cada clon es importante e influyente en la mezcla total de granos.

Todos los esfuerzos en mejoramiento genético se desarrollan para proveer a los productores de cacao del país y la región, de clones con alta productividad, buena tolerancia a las principales enfermedades (moniliasis y mazorca negra) y, sobre todo, con excelentes características organolépticas de fineza y aroma.

3.1. Evaluación de clones promisorios seleccionados de progenies híbridas con mayores índices de rendimiento y tolerancia a moniliasis. CAC 13-01

Aroldo Dubón

Programa de Cacao y Agroforestería

Introducción

La selección de clones de cacao con características sobresalientes de producción, tolerancia o resistencia a enfermedades y con características físicas y organolépticas deseables, es una parte fundamental antes de incluirlos en pruebas regionales para conocer su adaptación y capacidad productiva en diferentes condiciones de suelo y clima. Este proceso se complementa eventualmente con el registro oficial de los clones y su posterior liberación a los productores (Fase 6). Bajo la estrategia 4 de mejoramiento, este ensayo presenta resultados de la evaluación de los 30 mejores clones de cacao, provenientes de familias interclonales evaluadas en una primera fase entre 1999 y 2012 donde se determinó su potencial productivo y resistencia a moniliasis y mazorca negra. En el proceso de evaluación de estos materiales, se han desarrollado varias etapas descritas a continuación:

1. Conducción de ensayos para evaluar familias interclonales (fase 3 concluida en 2012).
2. Selección de las mejores progenies y multiplicación vegetativa de las mismas (fase concluida en 2012).
3. Evaluación y selección de los mejores clones (fase iniciada a partir de 2013).

4. Establecimiento de parcelas demostrativas y jardines clonales (a partir de 2019).

Materiales y métodos

Dentro de la cuarta estrategia se están evaluando, en un primer ensayo, con una duración estimada de 6 años de producción, 18 clones que fueron establecidos en el campo en julio de 2013. Adicionalmente con un segundo ensayo complementario establecido en septiembre de 2014, se evalúan 12 clones adicionales, los cuales provienen de progenies evaluadas y seleccionadas en un ensayo anterior bajo el mismo esquema de investigación. Ambos estudios son desarrollados en el CEDEC-JAS, en el municipio de La Masica, departamento de Atlántida. Este centro se encuentra ubicado en una zona de vida de bosque húmedo tropical (Bh-t).

El estudio con 18 clones fue establecido bajo un diseño experimental de bloques completos al azar, con 4 repeticiones. Cada unidad experimental está conformada por 6 plantas, establecidas en cuadro con un espaciamiento de 3.0 x 3.0 m equivalente a una población de 1,100 plantas por hectárea establecido en sistema agroforestal. La parcela experimental tiene un área de 972 m², en asocio con la especie forestal granadillo rojo (*Dalbergia glomerata*) como sombra permanente.

A partir del cuarto año de establecido se inició el registro y evaluación del rendimiento comercial de mazorcas sanas por árbol y extrapolado a hectárea con base en una densidad de población de 1,100 árboles. Adicionalmente, se registra la incidencia de mazorcas afectadas por moniliasis y mazorca negra, el índice de semilla y de mazorca. Para el registro de la variable mazorcas sanas se realizaron cosechas en intervalos no mayor a 3 semanas. Del total de mazorcas cosechadas para cada tratamiento, se clasificaron las sanas y las dañadas por enfermedades u otros organismos como ardilla y pájaro carpintero.

El rendimiento del año, así como el promedio de cosecha de los últimos 4 años permite el análisis de las variables de producción e incidencia de enfermedades mediante análisis de varianza conforme al modelo correspondiente. De encontrarse efecto significativo de clones se utiliza la prueba de Duncan al 5 % para la separación de medias.

Resultados y discusión

Rendimiento comercial. El rendimiento comercial del 2020 fue menor para todos los clones en comparación al 2019 con excepción de los clones FHIA-276 y FHIA-736. Sin embargo, se mantiene el mismo comportamiento en los clones que han tenido los mayores promedios de rendimiento (Cuadro 3). Los clones FHIA-533, FHIA-65 y FHIA-276 continúan manteniendo valores altos de producción (Figuras 6 y 7). El clon FHIA-276 registró el mayor incremento en la producción en comparación al promedio de los años anteriores. Al aplicar el índice de mazorca, fue el único clon que muestra un rendimiento en el periodo, superior a las 2 toneladas por hectárea (Cuadro 3). Siete de los 18 clones evaluados continúan produciendo rendimientos superiores a los 1,300 kg/ha, lo que representa que aún y cuando estos cultivares se establecieran a un distanciamiento mayor (3.5 x 3.5 m) continuarían con el registro de rendimientos por encima de la tonelada por hectárea.

La producción de frutos sanos para el presente periodo fue en promedio 27.8 frutos por árbol, con una disminución de 9.6 frutos en relación con la producción obtenida en el año 2019. Esta

reducción se atribuye al incremento en la incidencia de frutos afectados por moniliasis, la cual se incrementó de 1.1 frutos promedio del 2017 al 2019, a 6.4 frutos por planta en el 2020 (Cuadro 3, Figura 7). Si valoramos la producción total de frutos por planta entre el 2019 (39.7) y 2020 (34.8), observamos una diferencia de casi 5 frutos por árbol, lo cual es relativamente normal en vista de que siempre existen fluctuaciones en la producción entre uno y otro año. Sin embargo, la diferencia en el rendimiento de cacao seco por hectárea se potencia por la mayor pérdida de fruta afectada por la Moniliasis. Finalmente, a pesar de las reducciones registradas en los rendimientos del 2020, los valores se mantienen por encima del promedio acumulado de cuatro años de cosecha del 2017 al 2020, lo que corrobora la consistencia de la información obtenida. Las Figuras 6 y 7 muestran el comportamiento individual para cada clon. En el rendimiento acumulado de los siete mejores clones promedian valores cercanos y superiores a los 1,500 kg/ha; asimismo, encontramos que tres clones (FHIA-65, FHIA-612 y FHIA-330) son autocompatibles y los restantes cuatro son autoincompatibles, pero con muy buena intercompatibilidad. El avance en los estudios de compatibilidad se presenta más adelante en la sección 6.3 de este informe.

Cuadro 3. Producción anual y promedio acumulado e incidencia a enfermedades en 18 clones de cacao desarrollados y evaluados por la FHIA (CEDEC-JAS, La Masica, Atlántida, Honduras). 2020.

T	Clon	Frutos/ árbol							Producción kg/ha	
		Sanos (2017)	Sanos (2018)	Sanos (2019)	Sanos (2020)	Promedio sanos	MN (2020)	Monilia (2020)	2020	Promedio
2	FHIA-65	24.4	39.6	53.8	37.5	38.8	0.82	5.9	1,761	1,823
12	FHIA-612	19.8	28.1	45.1	33.5	31.6	1.32	7.4	1,890	1,784
7	FHIA-310	22.8	20.4	31.2	27.0	25.3	0.29	7.2	1,880	1,768
8	FHIA-330	29.0	21.0	51.0	35.4	34.1	1.34	4.3	1,675	1,613
6	FHIA-276	18.8	17.8	34.2	37.0	27.0	1	5.1	2,112	1,540
18	FHIA-741	20.7	19.1	41.3	27.7	27.2	0	3.6	1,551	1,522
11	FHIA-533	23.5	24.8	50.6	40.4	34.8	0.26	5.1	1,729	1,489
14	FHIA-677	20.7	21.9	44.0	20.6	26.8	0.38	19.5	974	1,266
9	FHIA-430	19.3	15.6	41.5	17.8	23.5	0.27	5.1	956	1,265
10	FHIA-515	23.3	18.4	35.5	28.6	26.4	0.35	5.4	1,257	1,164
15	FHIA-707	22.8	14.8	35.7	31.9	26.3	0.13	48.8	1,370	1,128
5	FHIA-228	23.2	22.0	33.6	30.7	27.4	2.25	7.0	1,215	1,083
13	FHIA-671	14.3	13.4	34.2	27.3	22.3	0.15	6.6	1,234	1,009
3	FHIA-130	12.7	19.1	36.6	17.6	21.5	0.09	10.8	813	997
1	FHIA-63	18.8	17.1	23.9	23.0	20.7	0.05	2.6	1,103	994
16	FHIA-708	7.3	16.2	33.0	28.6	21.3	0.39	7.9	1,298	966
4	FHIA-225	19.8	18.2	31.6	15.0	21.1	0.04	2.8	668	944
17	FHIA-736	9.9	11.1	15.7	20.2	14.2	1.25	4.8	1,062	758
Promedio		19.5	19.9	37.4	27.8	26.1	0.6	6.4	1,636	1,284
p-valor		0.0013	< 0.0001	0.0002	0.0657	<0.0001	0.0080	0.006	0.0218	< 0.0001
C.V. (%)		32.07	26.85	26.23	41.15	48.47	140.0	75.5	41.64	48.4
R2		0.69	0.73	0.67	0.35	0.18	0.43	0.43	0.40	0.22

T: Tratamiento.

MN: Mazorca negra.

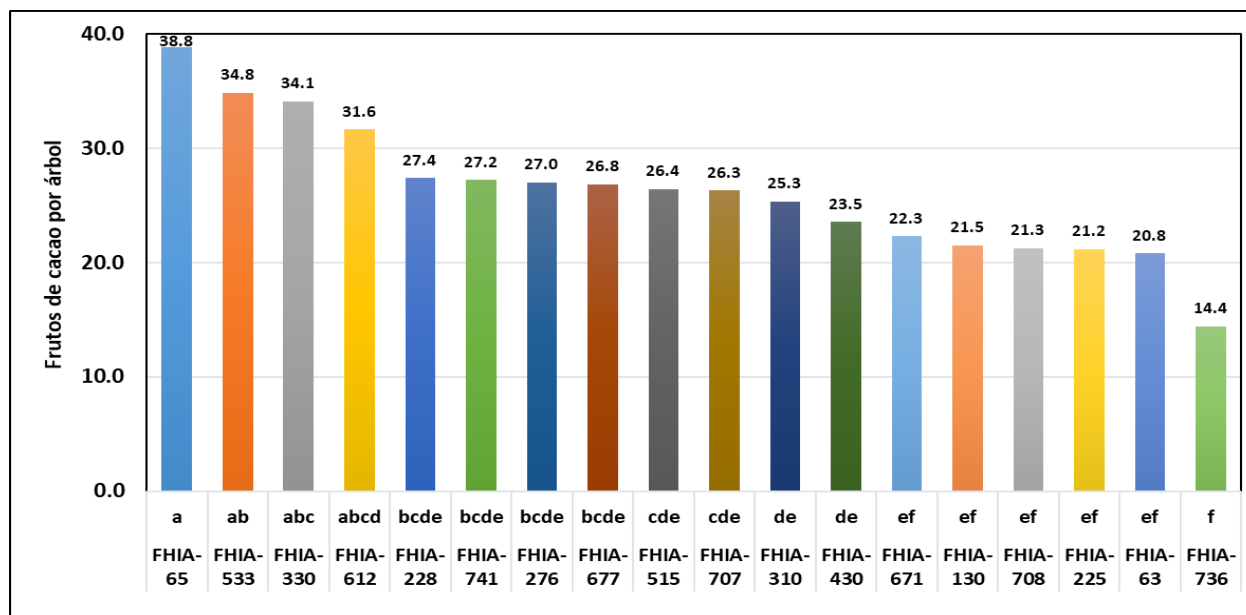


Figura 5. Producción anual promedio de frutos sanos por árbol (2017-2020) de 18 clones desarrollados y evaluados por la FHIA en el CEDEC-JAS. La Masica, Atlántida, Honduras.

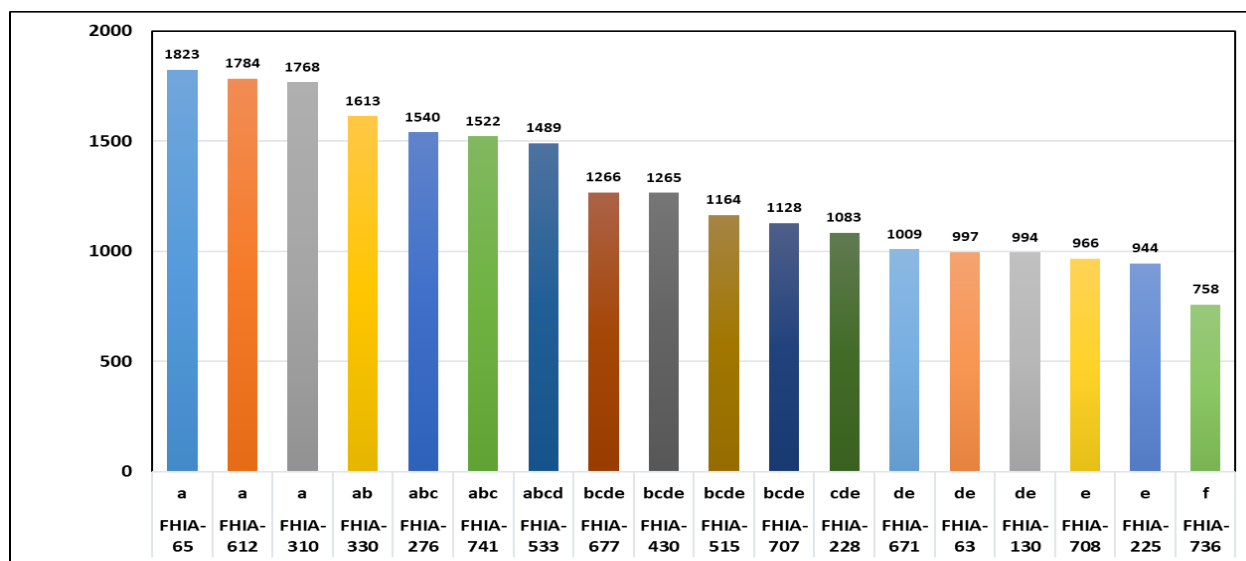


Figura 6. Rendimiento promedio en kg/ha del periodo 2017-2020 de 18 clones desarrollados y evaluados por la FHIA en el CEDEC-JAS. La Masica, Atlántida, Honduras.

Al hacer la comparación del rendimiento total y su distribución, observamos que en el periodo 2020, 18.5 % de las mazorcas producidas, en promedio, fue afectada por la moniliasis y en menor escala (1.7 %) por mazorca negra (Figura 8). Las condiciones propias de la pandemia Covid-19 en relación con las limitaciones en realización de las labores campo y disponibilidad de personal, sumado a las ambientales como la alta precipitación, explican la relativa alta incidencia de afectación. Históricamente los valores de incidencia a moniliasis oscilan alrededor del 3 %.

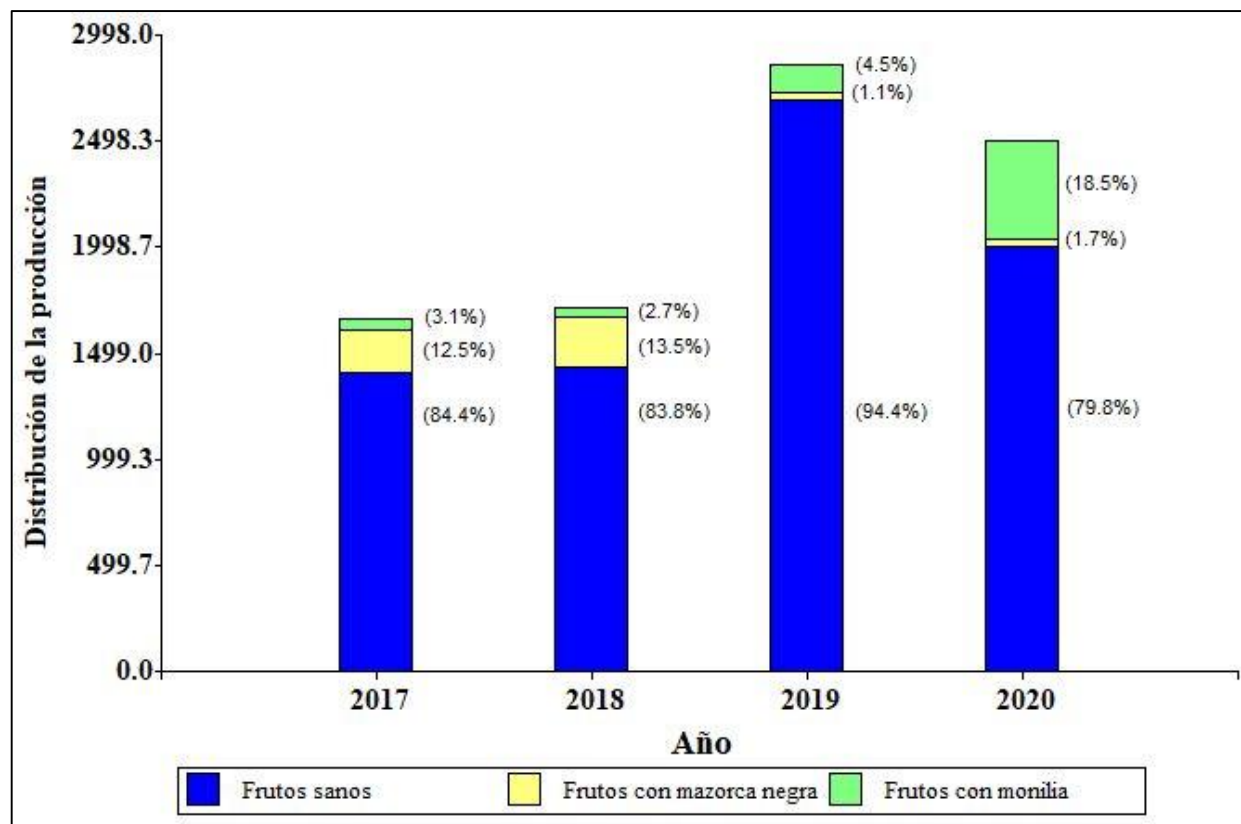


Figura 7. Distribución del rendimiento total por año de 18 cultivares de cacao evaluados por la FHIA en el CEDEC-JAS. La Masica, Atlántida, Honduras.

La información de producción será complementada con la información de las características físicas y organolépticas de los clones para poder tomar mejores decisiones referentes a su liberación.

Conclusiones al cuarto año de cosecha

- Las valoraciones a los siete años de la plantación y cuarto de cosechas indican que existen clones con buen potencial productivo, con comportamiento sostenible y con características agronómicas positivas como es la resistencia a las principales enfermedades, especialmente a moniliasis.
- La afectación por moniliasis fue mucho mayor que en los años anteriores; sin embargo, el rendimiento se mantiene por encima del promedio acumulado.
- De 18 clones, 13 de ellos presentan rendimiento promedio mayor a una tonelada por hectárea.

Análisis ensayo 12 clones. A continuación, se presentan los resultados de este ensayo complementario al tercer año de registro de producción. En general, el promedio de producción de frutos sanos por árbol se incrementó 22.7 % en comparación al periodo anterior. Este incremento es similar al comportamiento observado al tercer año de cosecha en otros ensayos, como por ejemplo el de 18 cultivares. Este incremento pudo haber sido mayor si no se hubiese tenido la alta incidencia de frutos afectados por moniliasis producto de las condiciones de alta precipitación registradas en el periodo. En la producción de frutos por árbol, los clones FHIA-32 y FHIA-21C registraron los valores más altos de producción, los cuales en promedio son cercanos a una tonelada por hectárea, bajo el supuesto de un índice de mazorca general de 23.

Cuadro 4. Producción de frutos sanos y enfermos por árbol y hectárea durante el tercer año de registro de 12 clones de cacao seleccionados. CEDEC-JAS, La Masica, Atlántida, Honduras. Periodo 2018-2020.

T	Clon	Frutos/árbol						Producción kg/ha	
		Sanos (2018)	Sanos (2019)	Sanos (2020)	Promedio sanos	MN (2020)	Monilia (2020)	2020	Promedio
3	FHIA-32	14.9	22.0	23.0	20.0	1.3	38.4	1,101	956
8	FHIA-21C	19.4	15.7	22.2	19.1	0.9	7.5	1,059	912
5	FHIA-63	9.8	17.3	24.8	17.3	0.7	7.3	1,185	826
2	FHIA-74	13.8	19.0	16.4	16.4	0.7	6.5	785	785
11	FHIA-100	11.4	14.0	20.8	15.4	0.7	6.6	994	736
10	FHIA-224	11.0	13.4	20.6	15.0	2.4	9.9	985	718
9	FHIA-146	12.3	13.7	18.3	14.8	1.1	9.6	875	706
7	FHIA-05	8.4	19.1	16.6	14.7	0.8	10.2	794	703
6	FHIA-245	11.5	14.5	15.6	13.9	0.5	7.3	748	663
1	FHIA-108	8.8	11.8	18.5	13.0	0.1	5.2	886	622
12	FHIA-255	9.2	12.7	16.7	12.9	0.7	11.7	800	615
4	FHIA-161	8.6	11.4	13.3	11.1	2.2	14.1	637	532
Promedio		11.6	15.4	18.9	15.3	1.0	11.2	904	731
p-valor		0.0071	0.004	0.2515	0.016	0.4267	0.0016	0.2524	0.0159
C.V. (%)		32	23.8	30.29	38.94	93.65	152.14	30.3	38.94
R ²		0.64	0.67	0.31	0.16	0.08	0.2	0.31	0.16

T: Tratamiento; MN: Mazorca negra; ¹Índice de mazorca estimado en 23 para los 12 clones evaluados.

Tomando en cuenta que el promedio nacional de producción de cacao seco es de 350 kg/ha, se puede observar que todos los clones en evaluación sobrepasan ampliamente dicho promedio (Cuadro 4).

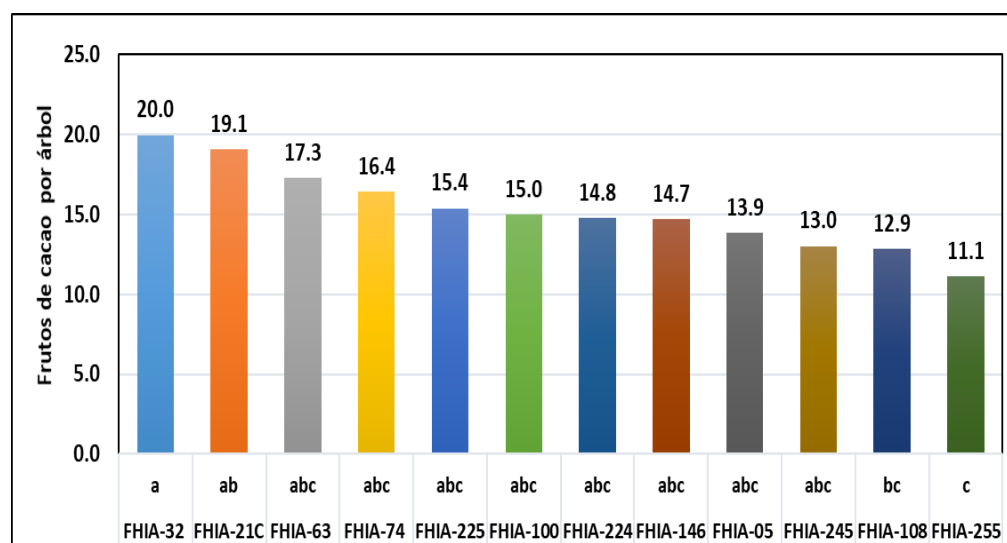


Figura 8. Promedio acumulado de 3 años de cosecha de frutos sanos por árbol en 12 clones de cacao desarrollados y evaluados por la FHIA. CEDEC-JAS, La Masica, Atlántida, Honduras. 2018-2020.

La afectación de frutos por moniliasis en el 2020 registró un promedio de 11.2 frutos, 4.5 veces más que el registrado en el periodo 2019 (2.47 frutos). La producción total promedio de frutos por planta en el 2020 fue de 30.1 frutos, 60.1 % superior al registrado en el 2019 (18.7 frutos), pero esta diferencia refleja un aumento del 16.7% en la producción. El promedio acumulado después de tres años de registro de frutos sanos por planta (Figuras 9 y 10) muestra que los clones FHIA-32 y FHIA-21C continúan de forma sostenible con los registros más altos valores de producción, y en general, el comportamiento de los clones en el 2020 es consistente con los registros del 2018 y 2019.

El análisis del promedio acumulado extrapolado a kg/ha es de 731 kg (Figura 10), y mediante un cálculo rápido de incremento entre cada año evaluado, se observa un incremento promedio de 175 kg entre los dos últimos años. El clon FHIA-32 sigue registrando el mayor promedio, tanto de frutos por planta como de kg/ha de cacao seco. Este mismo clon registró en el 2020 una producción total promedio de frutos por planta de 62.7 frutos, pero también se observa un valor de afectación por moniliasis de 38.4 frutos por planta (Cuadro 4). Es decir, a pesar de ser un clon productivo, también es susceptible al ataque del hongo. Una alternativa que permita mostrar los atributos más sobresalientes de este clon podría consistir en recomendar su establecimiento en zonas con condiciones ambientales menos favorables para el desarrollo del hongo (precipitaciones anuales menores de 2,000 mm). Queda pendiente para este 2021, la determinación de aspectos físicos (índice de mazorca, de semilla, etc.), organolépticos y compatibilidad sexual de cada clon o de al menos de aquellos que sobresalen en la evaluación. El conocimiento de estos parámetros complementará el análisis de los resultados y posterior toma de decisiones para la liberación y propagación de los materiales (clones) más sobresalientes.

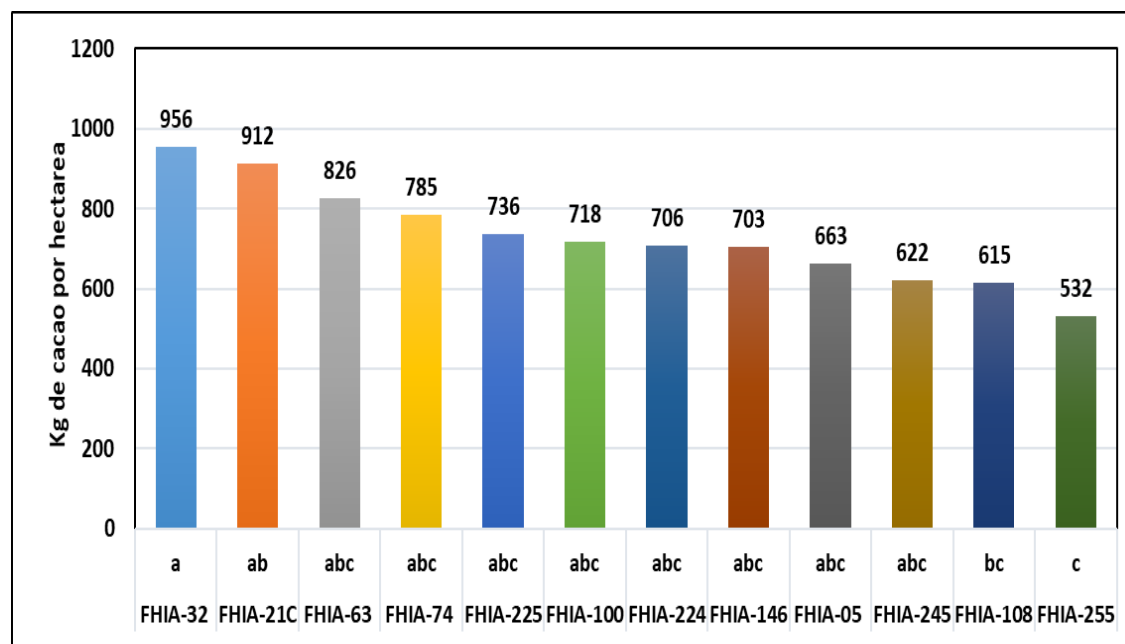


Figura 9. Promedio acumulado de 3 años de cosecha de kg/ha de cacao seco por hectárea en 12 clones de cacao desarrollados y evaluados por la FHIA. CEDEC-JAS, La Masica, Atlántida, Honduras. 2018-2020.

La Figura 11 muestra como la producción total ha sido afectada por moniliasis y mazorca negra durante los últimos 3 años. Se observa que, durante el periodo 2020, de cada 100 mazorcas cosechadas, se perdieron 36 por afectación de moniliasis y 3.3 mazorcas por mazorca negra.

Figura 10. Distribución de la producción total anual de cacao en 12 clones desarrollados y evaluados por la FHIA. CEDEC-JAS, La Masica, Atlántida, Honduras. 2018-2020

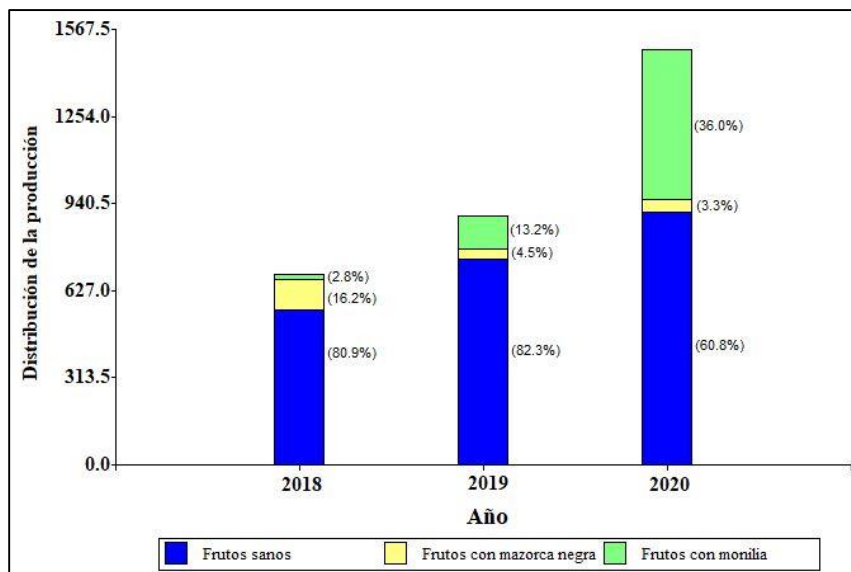


Figura 11. Clones de cacao promisorios.

3.2. Validación de un modelo de plantación con cultivares trinitarios de inter-compatibilidad conocida recomendado por FEDECACAO Colombia. CAC 14-01.

Aroldo Dubón

Programa de Cacao y Agroforestería

Introducción

Hasta el segundo semestre del 2015 las plantaciones de cacao se establecían en un modelo de siembra con mezcla de clones en el campo al azar, sin seguir criterios de conformación de parcelas basado en la información de inter-compatibilidad o de afinidad entre clones. A partir del segundo semestre de 2015 se comenzó a través de los proyectos liderados por la FHIA el establecimiento de parcelas en fincas de productores bajo un arreglo policlonal con base en la compatibilidad de los clones, complementada con los resultados de estudios de tolerancia a enfermedades y características organolépticas.

El presente ensayo presenta los resultados de los primeros cuatro años de producción de materiales selectos en arreglo policlonal. Los clones son universales (de uso común) y trinitarios, los cuales se destacan por su potencial de productividad, afinidad en la inter-compatibilidad y características sensoriales que prefieren los mercados especiales de sabor y aroma. Con el modelo de plantación adoptado se espera generar mayores rendimientos. El policlón en evaluación fue establecido como validación de desempeño con base en la recomendación de la FEDECACAO de Colombia.

Objetivo

Validar la contribución de un modelo de siembra en el campo en función de la inter-compatibilidad conocida de clones trinitarios para potenciar mayores rendimientos. A su vez, evaluar el efecto de la aplicación de diferentes métodos de nutrición (química y orgánica) sobre la producción del cacao.

Materiales y métodos

El ensayo está ubicado en el lote #39 del CEDEC-JAS. Ocupa un área de 6,650 m² donde se establecieron nueve clones en arreglo policlonal con base en su nivel de intercompatibilidad. El marco de plantación fue en doble surco para cada clon, con un distanciamiento de 3.0 x 3.0 m entre planta y surco (densidad de 1,100 plantas por ha). Los clones en evaluación son: ICS-1, ICS-39, TSH-565, ICS-95, ICS-6, EET-8, UF-613, ICS-60 y SCC-61 (Croquis 1). El policlón está repetido tres veces en la parcela experimental, los clones no están establecidos al azar, sino que están sujetos a su nivel de intercompatibilidad. Para efectos del análisis del rendimiento, cada clon se considera un tratamiento. El promedio de rendimiento de todos los clones expresado en frutos sanos por árbol se suma para estimar el rendimiento del policlón. Este estudio no incluye un policlón de referencia.

La parcela fue establecida en septiembre de 2013 bajo sistema agroforestal usando como asocio con el cacao, la especie pito o gualiqueme (*Erythrina berteroana*) en distanciamiento 6.0 x 6.0 m y caoba del atlántico (*Swietenia macrophylla*) en distanciamiento de 12.0 x 12.0 m.

Hilera	Clon	Plantas por hilera													
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	ICS-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	ICS-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3	ICS-39	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
4	ICS-39	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
5	TSH-565	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
6	TSH-565	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
7	EET-8	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
8	EET-8	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
9	ICS-6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
10	ICS-6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
11	ICS-95	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
12	ICS-95	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
13	ICS-60	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
14	ICS-60	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
15	UF-613	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
16	UF-613	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
17	SCC-61	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
18	SCC-61	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
19	ICS-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
20	ICS-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
21	ICS-39	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
22	ICS-39	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
23	TSH-565	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
24	TSH-565	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
25	EET-8	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
26	EET-8	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
27	ICS-6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
28	ICS-6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
29	ICS-95	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
30	ICS-95	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
31	ICS-60	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
32	ICS-60	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
33	UF-613	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
34	UF-613	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
35	SCC-61	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
36	SCC-61	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
37	ICS-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
38	ICS-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
39	ICS-39	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
40	ICS-39	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
41	TSH-565	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
42	TSH-565	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Hilera	Clon	Plantas por hilera													
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
43	EET-8	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
44	EET-8	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
45	ICS-6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
46	ICS-6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
47	ICS-95	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
48	ICS-95	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
49	ICS-60	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
50	ICS-60	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
51	UF-613	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
52	UF-613	1	1	1	1	1	1	1	1	1					
53	SCC-61	1	1	1	1	1	1								

Figura 12. Croquis: validación de un arreglo de siembra de clones de cacao internacionales propuesto por FEDECACAO. CEDEC-JAS, La Masica, Honduras.

Avance de resultados

Durante el 2020 se incorporó un sistema de riego por microaspersión a la parcela de validación. El efecto del riego comienza a reflejarse en una mayor floración y cuajamiento de frutos en los clones durante los meses de marzo a julio que registran la menor precipitación.

El análisis del rendimiento comercial del policlón para el presente periodo es de 405 kg/ha de cacao seco, que para una plantación de tres años de producción se considera como regular. Sin embargo, debe considerarse que, a diferencia del año 2019, en el 2020 se registró una alta incidencia de frutos afectados por moniliasis que afectó en promedio 11.8 frutos por árbol. La alta incidencia podría ser explicada en parte por las fluctuaciones en las actividades de manejo de la parcela producto de la pandemia Covid-19 que causó escasez de mano de obra, la alta precipitación, vientos y humedad relativa durante el final del año. La alta incidencia de la moniliasis indica la necesidad de implementar prácticas de manejo adicionales que reduzcan sus niveles de incidencia. Finalmente, también a lo largo del año fue reportado el robo de fruta en el lote, en vista de que se encuentra próximo a una finca vecina de palma aceitera. Se ha implementado a partir de este año 2021, las cosechas semanales con el objetivo de reducir la oportunidad de robo.

Durante el 2020, los más altos rendimientos fueron registrados por los clones SCC-61 (584 kg/ha), ICS-95 (583 kg/ha) y TSH-565 (486 kg/ha), para un promedio de 551 kg/ha (Cuadro 5); mientras que los más bajos rendimientos fueron observados en los clones EET-8 (315 kg/ha) y UF-613 (207 kg/ha) con un promedio de 261 kg/ha.

Cuadro 5. Rendimiento, frutos sanos y dañados por árbol durante los cuatro primeros años de producción en un policlón con clones trinitarios inter-compatibles (CEDEC-JAS, La Masica, Atlántida. 2020).

Clon	Frutos por árbol							Rendimiento ³ (kg/ha)	
	Sanos por año					Dañados, 2020		2020	Promedio
	4°	5°	6°	7° ¹	Promedio	MN ²	Monilia		
ICS-1	5.7	8.0	14.1	5.9	8.4	2.5	19.8	403	574
ICS-39	8.5	6.8	10.3	4.4	7.5	3.2	15.4	360	616
TSH-565	13.8	12.3	15.7	7.2	12.3	2.4	18.8	486	827
EET-8	8.2	6.0	6.5	4.2	6.2	1.8	13.4	315	470
ICS-6	8.3	7.0	7.8	4.8	7.0	1.6	8.1	395	573
ICS-95	9.1	10.3	19.1	9.4	12.0	1.5	3.0	583	740
ICS-60	9.5	7.9	9.1	4.5	7.8	2.5	12.4	319	546
UF-613	5.5	5.0	4.0	3.1	4.4	1.1	6.7	207	298
SCC-61	7.3	6.1	7.3	6.2	6.7	3.1	8.4	584	634
Promedio	8.4	7.7	10.4	5.5	8.0	2.2	11.8	405	586

¹2020. ²MN: Mazorca negra. ³Rendimiento calculado utilizando un índice de mazorca promedio de 15.

La producción promedio de frutos por árbol durante cuatro años de registro (Figura 14), muestra que los clones TSH-565 e ICS-95 tienen los valores mayores; mientras que el clon UF-613 registra el menor valor, similar a SCC-61, ICS-60, ICS-6, EET-8 y ICS-39. En la Figura 15, se presenta el rendimiento extrapolado a hectárea de cada uno de los clones que componen el policlón, con un promedio de producción de 586.4 kg por hectárea.

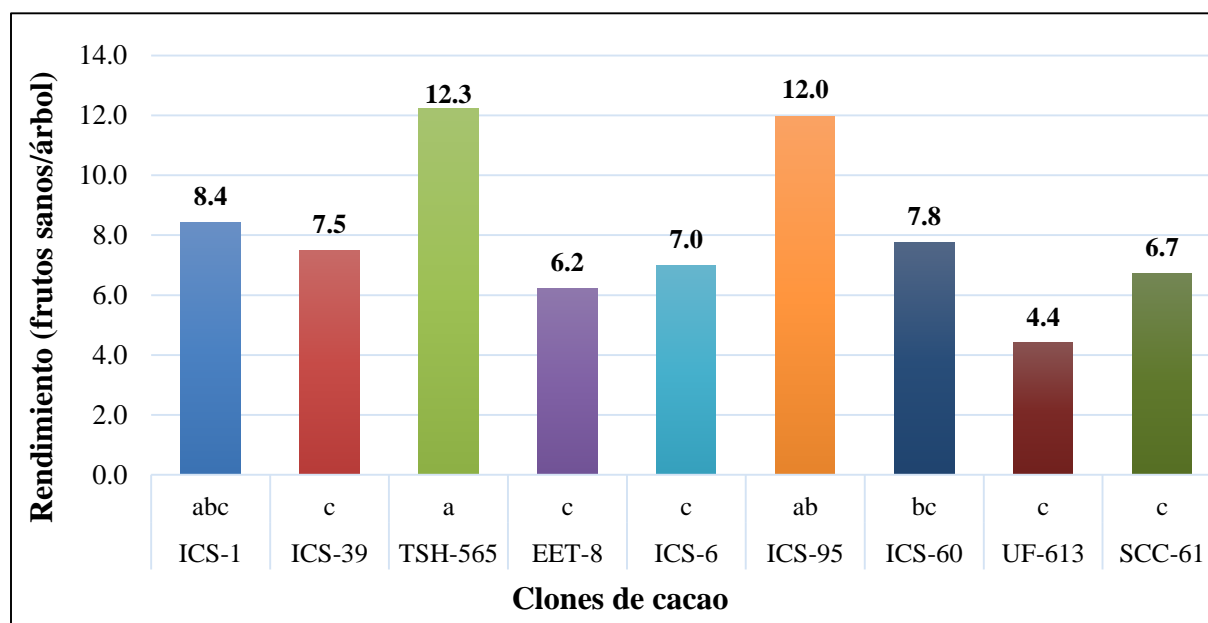


Figura 13. Promedio de frutos sanos por árbol en 9 clones durante los cuatro primeros años productivos de cacao sembrados en arreglo policlónal compatible (CEDEC-JAS).

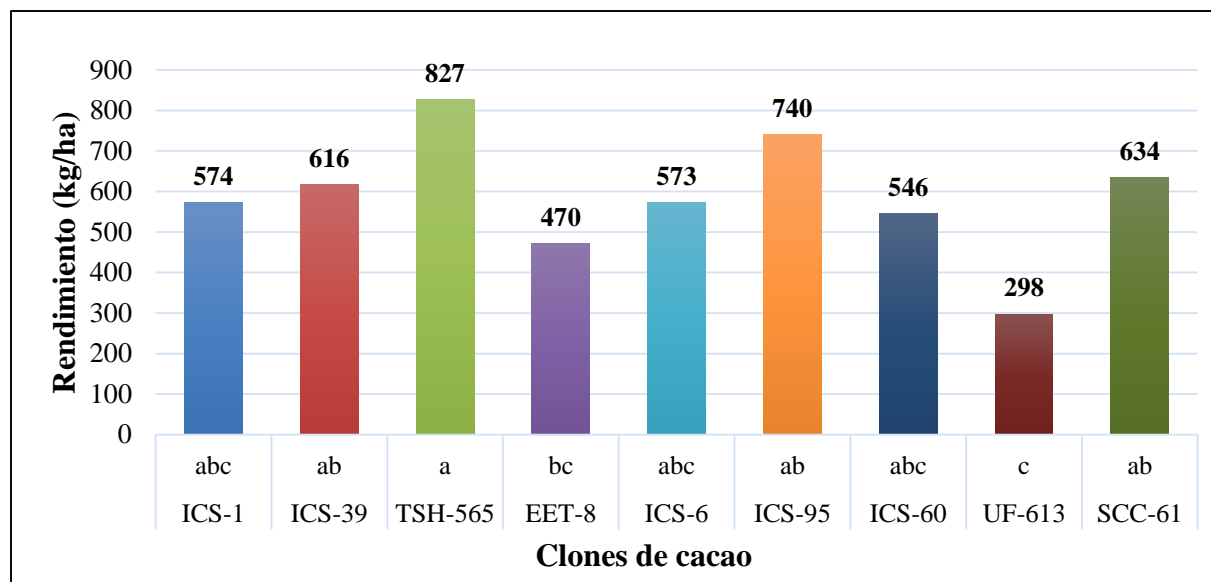


Figura 14. Rendimiento promedio de cacao seco de 9 clones de cacao en arreglo policlonal durante los cuatro primeros años productivos (CEDEC-JAS de La Masica, Atlántida, Honduras. 2017-2020).

Conclusión preliminar (Primeros 4 años productivos)

- El rendimiento total del policlón es aceptable para la edad de la parcela; sin embargo, las pérdidas por moniliasis fueron altas en el periodo reduciendo el rendimiento comercial a valores similares al promedio nacional de producción.

3.3. Comportamiento de cacao cv. CCN-51 bajo sombra permanente de la especie forestal y de uso múltiple masica (*Brosimum alicastrum* Swartz), sombra temporal de guama blanca (*Inga edulis*) y como sombra emergente plátano curaré enano. AGF 13-01

Alfredo Martínez y Francisco Javier Díaz
Programa de Cacao y Agroforestería

Esta parcela de 1.0 ha se estableció en el 2013 e incluye la mezcla de 138 árboles de las especies, masica y guama y 625 plantas de cacao en asocio. En el 2020 se realizaron actividades de deschuponado, control de malezas, poda de maderables, regulación de sombra en la guama con el objetivo de permitir mayor entrada de luz en el sistema. La producción reportada forma parte del ensayo sobre nutrición química y orgánica que se está ejecutando desde el 2019. El promedio de todos los tratamientos indica una producción de 1,112 kg/ha, con un porcentaje de pérdida por Mazorca negra de 12 %, producto de condiciones propias de clima y susceptibilidad del material para este patógeno.

3.4. Comportamiento ex-situ de cacao criollo en condiciones del CADETH bajo sombra de regeneración natural. AGF 14-01

Alfredo Martínez, Francisco Javier Díaz y Oscar Ramírez
Programa de Cacao y Agroforestería

Introducción

Entre 2009 y 2010 se realizó el establecimiento de cuatro parcelas en diferentes sitios del CADETH con materiales de cacao presumiblemente criollos recolectados en diferentes sitios del occidente del país. El área total de las cuatro parcelas es de 0.85 ha. De las cuatro parcelas establecidas, solamente en la parcela #2 se mantuvo la trazabilidad genética de estos materiales, con la finalidad de conservar la identidad de los materiales y su ubicación en el país. Estos atributos fueron reafirmados en la evaluación sensorial (Durán y Dubón 2016) realizada en el Laboratorio de Cata de Cacao de la FHIA (Cuadro 7), considerando estos cacaos especiales y competitivos para la búsqueda de nichos de mercados que estén dispuestos a pagar mejores precios (Sánchez y Dubón 2010; 2009). La recolección de estos materiales se inició en el 2006 junto al equipo técnico de TECHNOSERVE (ONG internacional), que también enfocaba sus esfuerzos en mercado de cacao fino y de aroma (Sánchez y Dubón 2009; 2010).

La selección del material recolectado se basó especialmente en árboles con frutos con presencia de almendras blancas o crema (> 30%); sin embargo, para verificar la naturaleza criolla de estos materiales, se realizó el análisis de ADN en Estados Unidos (López, 2015) en 14 de los 20 materiales establecidos en la parcela (Cuadro 6). A través de los años, se han implementado las mejores prácticas agronómicas de manejo de la plantación, incluyendo polinización asistida. Los registros de cosecha hasta la fecha reflejan una baja producción de mazorcas de cacao criollo, como se esperaba.

Cuadro 6. Procedencia de los materiales acriollados establecidos en el CADETH. El Recreo, La Masica, Atlántida, Honduras.

Nomenclatura	Lugar de recolección (comunidad/departamento)	Altitud (msnm)	Característica del fruto
TNSH-03	Pinabete, Trinidad, S. Bárbara	700	Rojo
TNSH-04	La Virtud, La Entrada, Copán	NR	Verde
TNSH-05	La Virtud, La Entrada, Copán	NR	Rojizo
TNSH-06	Sesesmil, Copán Ruinas	750	Verde
TNSH-07	Sesesmil, Copán Ruinas	750	Rosado
TNSH-09	Sesesmil, Copán Ruinas	854	Rojo
TNSH-12	Sesesmil, Copán Ruinas	886	
TNSH-13	Sesesmil, Copán Ruinas	800	Puro
TNSH-14	Pinabete, Trinidad S. Bárbara	681	Rojo alargado
TNSH-19	Pinabete, Trinidad, S. Bárbara	681	Verde con pigmentos rosado
TNSH-21	Pinabete, Trinidad, S. Bárbara	681	Rojizo
TNSH-22	Pinabete, Trinidad, S. Bárbara	958	Verde rojizo
TNSH-23	Pinabete, Trinidad, S. Bárbara	958	Verde olivo
TNSH-24	Pinabete, Trinidad, S. Bárbara	958	Rojo puro
TNSH-25	Copán Ruinas	730	Verde
TNSH-26	Copán Ruinas	886	Rojo brillante
Yuscarán	Yuscarán, El Paraíso	NR	

Criollo-56	Turrialba, Costa Rica	NR	
Cacahuatique	Los Izalcos, Sonsonate	NR	Verde
Crio.marapolán	Selección en lote marapolán	20	Verde, arrugado

NR: no registrado

En 2020 se realizó la verificación de la trazabilidad genética de los cacaos criollos de la parcela #2, además de la identificación de los árboles según proporción de ADN (Figura 17) de los diferentes grupos genéticos. Los resultados indican que de 13 materiales analizados 6 muestran genética 100 % de criollos y se consideran con potencial para ser incluidos en la línea de mejoramiento genético. Para el 2021 se llevará el registro específico de los materiales 100 % criollos. Esta parcela se estableció con sombra de la especie maderable granadillo rojo y caoba del Atlántico.

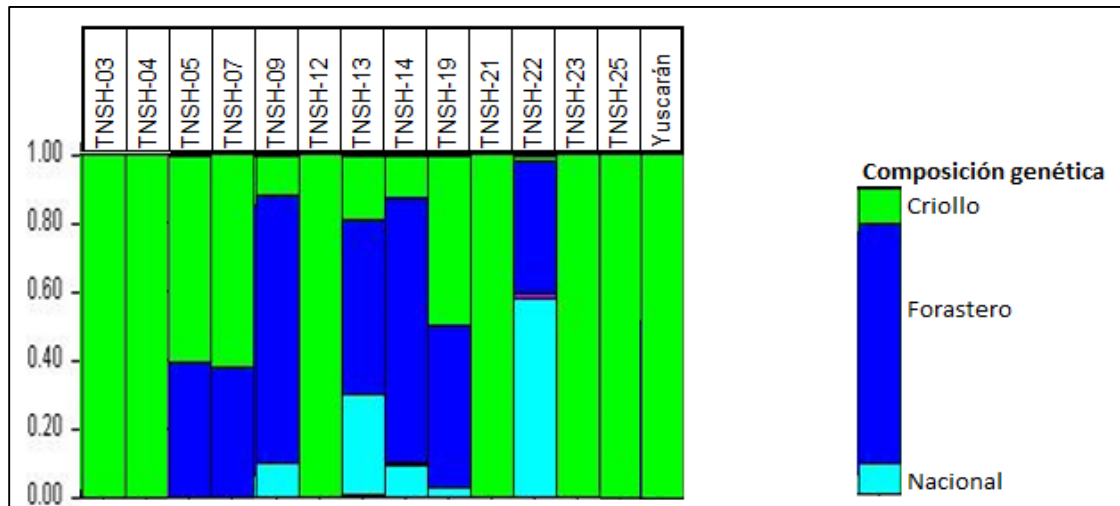


Figura 16. Resultados de la composición genética de los materiales acriollados.

En el Cuadro 7 se presentan los atributos organolépticos de los diferentes cacaos acriollados coleccionados y evaluados a la fecha en diferentes regiones del país.

Cuadro 7. Atributos organolépticos de materiales acriollados por región. Departamento de Poscosecha, FHIA.

Procedencia de la muestra	Resultados de la evaluación sensorial
Copán Ruinas, Copán	Sabor a cacao y a nuez, con ligera acidez cítrica. Aroma floral muy agradable. Amargor muy suave.
Pinabete, Santa Bárbara*	Sabor a frutal, con ligera acidez cítrica. Aroma floral muy agradable. Amargor muy suave, típico del cacao. No presentó astringencia.
Copán Ruinas, Copán	Sabor ácido frutal cítrica, piña, naranja madura. Aroma a flores del campo, néctar de flores de verano. Amargor muy suave, típico del cacao. No presentó astringencia.
Copán Ruinas, Copán	Sabor ácido de fruta cítrica, piña, mango maduro. Aroma a flores del campo. Amargor muy suave, típico del cacao. No presentó astringencia.
El Nispero, Santa Bárbara	Sabor a almendras y nueces. Aroma a flores del campo. Amargo muy suave, típico del cacao. No presentó astringencia.

Fuente: Woda 2015, citado por Durán y Dubón 2016.

Resultados

La producción de las cuatro parcelas durante el año 2020 fue de 1,852 mazorcas totales provenientes de 767 plantas (2.41 mazorcas por árbol). De estas, 1,557 fueron sanas, otras 181 mazorcas fueron dañadas por ardillas y pájaros, 26 mazorcas afectadas por moniliasis y 88 por mazorca negra (Cuadro 8). Esta baja producción es de esperarse en cacao criollos. Se continuará con esta evaluación y eventualmente se podrá seleccionar materiales para ser utilizados en mejoramiento genético.

Cuadro 8. Producción y distribución de mazorcas de cacao en parcelas con materiales acriollados introducidos al CADETH. El Recreo, La Masica, Atlántida, Honduras. 2020.

Condición	Mazorcas	
	Cantidad	%
Sanas	1,557	84.1
Dañadas por animales*	181	9.8
Con mazorca negra	88	4.8
Con moniliasis	26	1.4
Total	1,852	

* Por ardillas y pájaros.



Figura 17. a) Vista panorámica de parcela cacao criollo. b) Bellota de cacao criollo.

Literatura citada

- Durán, E; Dubón, A. 2016. Tipos genéticos de cacao y distribución geográfica en Honduras. La Lima, Cortés. (informe). 1^{era} edición. 24 pág.
- López, M. 2015. Presentación resultados: Evaluación de la diversidad genética de cacaos de Honduras a través de marcadores moleculares SSR y SNP`s (diapositivas) FHIA, PROCACAO, USDA, World Cocoa Foundation.
- Sánchez, J; Dubón, A. J. 2009. Búsqueda de materiales con potencial de calidad para la producción de cacao fino con destino a mercados específicos. CAC 07-01. *In* Informe técnico 2008 Programa de Cacao y Agroforestería. Fundación Hondureña de Investigación Agrícola (FHIA). 1^{era} edición. La Lima, Cortés, Honduras p. 45.
- _____. 2010. Búsqueda de materiales con potencial de calidad para la producción de cacao fino con destino a mercados específicos. CAC 07-01. *In* Informe técnico 2009 Programa de

Cacao y Agroforestería. Fundación Hondureña de Investigación Agrícola (FHIA). 1^{era} edición. La Lima, Cortés, Honduras p. 46-47.

3.5. Prueba regional: evaluación de 28 clones comerciales de cacao bajo las condiciones del CADETH. AGF 17-01

Alfredo Martínez, Oscar Ramírez y Francisco Javier Díaz
Programa de Cacao y Agroforestería

Introducción

Los últimos 10 años han marcado el surgimiento del sector cacaotero hondureño, tanto desde el punto de vista de la expansión de áreas establecidas, investigación y desarrollo del gremio asociado. Las áreas establecidas han sido seleccionadas con base en criterios técnicos (ubicación, topografía, clima, suelo, etc.); sin embargo, en lo referente a la selección de material genético a establecer, se toma como referencia la información desarrollada por la FHIA en sus centros en La Masica, Atlántida. La selección de materiales difiere de acuerdo con las condiciones agroecológicas propias de cada lugar. En ese sentido, es importante disponer de materiales genéticos adaptados a diferentes zonas, con buena productividad, resistencia a enfermedades y características de calidad que evitan recomendar aquellos que muestran poca adaptación a lugares específicos. Las pruebas regionales, fue un concepto desarrollado por el Programa de Cacao y Agroforestería que buscaba la evaluación de 40 diferentes materiales (clones) en diferentes zonas geográficas del país. Sin embargo, esta iniciativa, por ser formulada como parte de un proyecto, no contó con el debido apoyo y fue prácticamente abandonada ya que de los 7 sitios inicialmente establecidos solo se logró dar seguimiento al establecido por la FHIA en la finca del CADETH, en la comunidad de El Recreo, La Masica, Atlántida. Esta parcela, está establecida en un terreno típico de ladera, con suelos marginales, característicos de muchas zonas de producción. En el presente informe se presentan los resultados obtenidos de enero a diciembre de 2020 (45 a 57 meses de edad del cacao) y una discusión de la evolución de estos resultados para los clones de cacao.

Objetivo

Evaluar la adaptabilidad, el comportamiento agronómico y la estabilidad en la producción de diferentes arreglos policlonales y clones de cacao bajo condiciones con y sin riego en el CADETH.

Materiales y métodos

En abril de 2016 se estableció en el CADETH (Centro Agroforestal Demostrativo del Trópico Húmedo) una parcela de 1.0 ha con 28 clones de cacao en arreglo policlonal. El CADETH está ubicado en la aldea El Recreo, La Masica, Atlántida, con condiciones de precipitación anual de 3,182 mm, temperatura media de 26.7 °C, altitud de 274 msnm, terrenos con 15-20 % de pendiente y con coordenadas UTM X:491604, Y:1719864.

El diseño de siembra en la parcela obedece a un ordenamiento de acuerdo con compatibilidad sexual con características de alta productividad y tolerancia a enfermedades. La prueba regional se estableció bajo el modelo agroforestal cacao-caoba-madreado-plátano. En los primeros 3 años, la parcela se ha mantenido bajo condiciones generales de riego. A partir de abril de 2019 se mantuvo el riego solamente en el 50 % de la parcela, con el objetivo de determinar el impacto del riego sobre el desarrollo y productividad bajo las condiciones naturales de la estación.

Las variables a evaluar son:

- Porcentaje de sobrevivencia.
- Frutos por árbol, quincenal.
- Frutos sanos por árbol, quincenal.
- Frutos con moniliasis por árbol, quincenal.
- Frutos con mazorca negra por árbol, quincenal.
- Frutos con otros daños por árbol, quincenal.
- Índice de grano por clon.
- Índice de mazorca por clon.



El experimento se estableció en diseño de parcela dividida, donde la condición de riego constituye la parcela principal. Dentro de cada parcela principal, las subparcelas se constituyen por los 12 arreglos policlonales completos distribuidos al azar en las parcelas principales. En total hay 72 unidades experimentales en una hectárea. La unidad experimental (135 m^2) está constituida por 15 plantas repartidas en 5 clones, con un distanciamiento de 3 m entre planta y surco para una densidad de 1,111 plantas por hectárea.

BLOQUE 1			BLOQUE 2			BLOQUE 3				
8		10		1		6		9		1
12		4		8		12		4		8
1	1	3		10	1	2		7	2	5
9		6		3		4		10		6
11		5		7		11		2		11
7		2		5		9		12		3
11		8		3		6		10		8
10		12		2		4		1		5
6	2	5		12	2	9		3	1	7
3		7		11		5		9		2
9		1		8		7		6		11
2		4		10		1		12		4

Figura 18. Croquis del experimento. El número al centro de la parcela indica: 1 con riego y 2 sin riego

Descripción de los tratamientos:

POUND-12	FCS-A2	SPA-9	CCN-51	IMC-67		POUND-12	FCS-A2	CCN-51	SPA-9	FCS-A2
POUND-12	FCS-A2	SPA-9	CCN-51	IMC-67		POUND-12	FCS-A2	CCN-51	SPA-9	FCS-A2
POUND-12	FCS-A2	SPA-9	CCN-51	IMC-67		POUND-12	FCS-A2	CCN-51	SPA-9	FCS-A2
UF-667	ICS-1	ICS-39	TSH-565	ICS-95		TSH-565	ICS-1	ICS-39	TSH-565	ICS-95
UF-667	ICS-1	ICS-39	TSH-565	ICS-95		TSH-565	ICS-1	ICS-39	TSH-565	ICS-95
UF-667	ICS-1	ICS-39	TSH-565	ICS-95		TSH-565	ICS-1	ICS-39	TSH-565	ICS-95
FHIA-168	FHIA-708	FHIA-168	FHIA-330	FHIA-738		FHIA-707	FHIA-708	FHIA-168	FHIA-330	FHIA-738
FHIA-168	FHIA-708	FHIA-168	FHIA-330	FHIA-738		FHIA-707	FHIA-708	FHIA-168	FHIA-330	FHIA-738
FHIA-168	FHIA-708	FHIA-168	FHIA-330	FHIA-738		FHIA-707	FHIA-708	FHIA-168	FHIA-330	FHIA-738
EET-48	EET-162	EET-62	EET-95	EET-96		EET-62	EET-162	EET-95	EET-8	EET-95
EET-48	EET-162	EET-62	EET-95	EET-96		EET-62	EET-162	EET-95	EET-8	EET-95
EET-48	EET-162	EET-62	EET-95	EET-96		EET-62	EET-162	EET-95	EET-8	EET-95
TSH-565	ICS-1	ICS-39	UF-296	UF-29		TSH-565	ICS-1	ICS-39	UF-296	UF-29
TSH-565	ICS-1	ICS-39	UF-296	UF-29		TSH-565	ICS-1	ICS-39	UF-296	UF-29
TSH-565	ICS-1	ICS-39	UF-296	UF-29		TSH-565	ICS-1	ICS-39	UF-296	UF-29
CAUCA-47	CAUCA-37	CCN-51	CAUCA-39	CAUCA-43		CAUCA-34	CCN-51	CAUCA-39	CAUCA-43	CCN-51
CAUCA-47	CAUCA-37	CCN-51	CAUCA-39	CAUCA-43		CAUCA-34	CCN-51	CAUCA-39	CAUCA-43	CCN-51
CAUCA-47	CAUCA-37	CCN-51	CAUCA-39	CAUCA-43		CAUCA-34	CCN-51	CAUCA-39	CAUCA-43	CCN-51

Cada nombre es equivalente a una planta, el número al centro de las 15 plantas equivale al tratamiento.

Las variables son evaluadas mediante análisis de varianza y prueba de separación de medias de Duncan. En 2020 se realizó el análisis del experimento producto de 13 cosechas. Los resultados presentados a continuación, representan el análisis del factor B: Arreglo policlonal, en vista que la fuente de agua se redujo drásticamente, lo que hizo imposible el bombeo del agua a la parcela.

Resultados y discusión (tercer año de producción)

Posterior al establecimiento de la parcela, la sobrevivencia de los clones de cacao a noviembre de 2020 se mantiene en 96 %. Del total de los frutos cosechados en 2020 producto de 13 cosechas, el 67.6 % corresponde a frutos sanos, 1.2 % con moniliasis, 6.6 % con mazorca negra y 24.6 % con otros daños ocasionados por pájaros y ardillas. Es notable el incremento de pérdida de fruta por pájaros y ardillas en comparación al ciclo del 2019 y, por ende, la reducción del rendimiento comercial de los tratamientos (Figura 20).

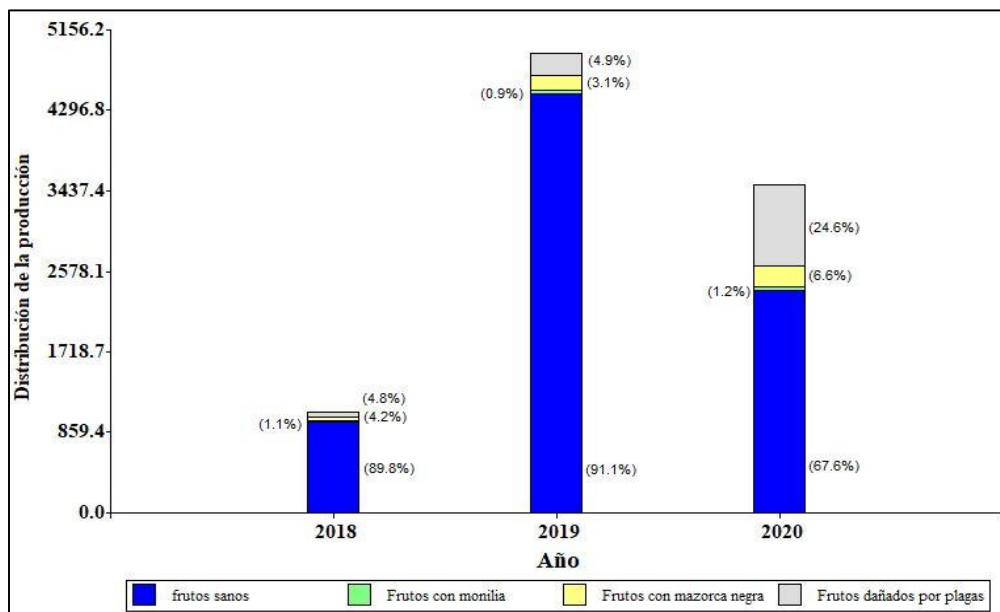


Figura 19. Distribución porcentual general de la cosecha de frutos de cacao en prueba regional de clones de cacao. CADETH, El Recreo, La Masica, Atlántida. 2020.

Arreglo policlonal (factor b). Debido a que la fuente de agua (Bañadero Prieto) ubicada en el CADETH se vio fuertemente afectada por el verano, no se pudo regar en los meses críticos de verano (marzo-mayo), imposibilitando el análisis de este factor de estudio.

Cuadro 9. Análisis de varianza de seis variables de producción de cacao en prueba regional. CADETH, El Recreo, La Masica, Atlántida, Honduras. 2020.

Variable	p-valor para policlón	R ²	C.V. (%)
Frutos totales	0.0008**	0.10	62.79
Frutos sanos	0.0786*	0.08	76.31
Frutos con moniliasis	0.5387 n.s.	0.06	289.71
Frutos con mazorca negra	0.0065**	0.14	215.28
Frutos dañados por plagas	0.0001**	0.12	97.76
Rendimiento cacao seco	0.0088**	0.08	65.01

** : Diferencias altamente significativa;

*: Diferencia significativa; n.s.: Diferencia no significativa.

Rendimiento cacao seco por policlón (por árbol). El rendimiento de cacao seco del periodo 2020 se redujo drásticamente en comparación a los registros de cosecha del 2019 en un 45.5 %. En producción de cacao es normal registrar fluctuaciones año a año, ya sea por efecto de factores climáticos, de manejo o de situaciones propias de cada clon. En este caso, el número de cosechas fue menor (2) en comparación al ciclo anterior, las condiciones propias de la pandemia por Covid-19 afectó de alguna manera el monitoreo de la parcela y su manejo. Los arreglos policlonales 7 y 8 continúan su desempeño sobresaliente de forma sostenible con los más altos valores (8.4 y 8.2 frutos por árbol) en producción de frutos sanos, sin diferencia estadística entre ellos (Cuadro 10). Otros arreglos como el # 4 y 3 mantienen su estatus como los arreglos que menor producción registran. Los policlones 8 y 7 están conformados por clones EET de Ecuador, los cuales han mostrado buena adaptación a las condiciones de las zonas cacaoteras del país, incluyendo las condiciones del CADETH. El arreglo policlonal 5 conformado por clones de la FHIA, escaló una posición en comparación al ciclo anterior, pero sin ser esta diferencia significativa (Figura 21).

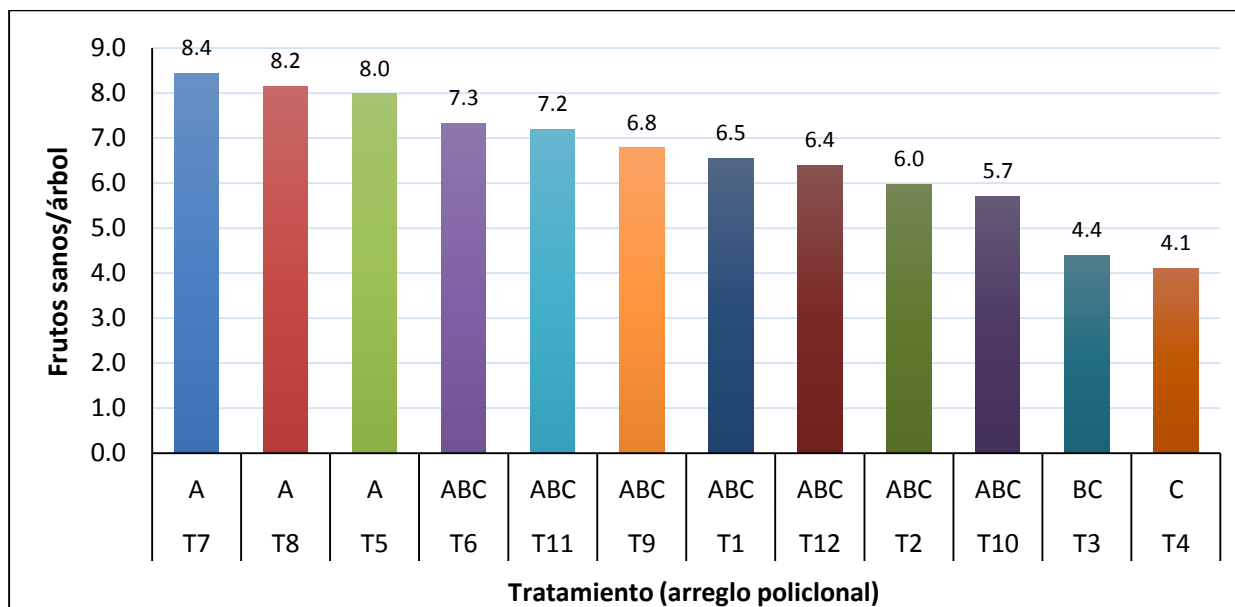


Figura 20. Producción de frutos sanos por árbol en el tercer año de cosecha de 12 arreglos policlonales en El Recreo, La Masica, Atlántida, Honduras. CADETH, FHIA. 2020.

Rendimiento cacao seco por policlón (por hectárea). En referencia al rendimiento del periodo 2020 y promedio (3 años) por hectárea (Cuadro 10), el arreglo policlonal 7 (EET-48, EET-162, EET-62, EET-95 y EET-96) registra una producción promedio de 745 kg/ha de cacao seco, lo cual es aceptable si se toma en cuenta la edad de la parcela. Los arreglos policlonales 8 (EET-62, EET-162, EET-62, EET-95 y EET-8) y 12 (materiales Cauca) registraron rendimientos de 697 y 614 kg/ha, respectivamente. Los arreglos policlonales 5 y 6 que incluyen clones FHIA, registran buenos valores de producción de mazorcas por planta; sin embargo, al incorporar el índice de mazorca a la producción de estos, la producción total por hectárea se reduce a valores de 462 y 447 kg/ha (Figura 22).

Cuadro 10. Producción de frutos sanos de cacao por arreglo policlonal en 2018 a 2020. Prueba regional del CADETH, El Recreo, La Masica, Atlántida, Honduras. 2020.

Policlón	Frutos por árbol							Rendimiento (kg/ha)	
	Sanos				Dañados, 2020			2020	Promedio
	2° año	3° año	4° año	Promedio	Monilia	MN*	Plagas		
7	5.1	15.3	8.4	9.6	0.2	1.3	2.1	745	700
8	3.6	16.1	8.2	9.3	0.1	0.3	3.2	697	661
12	3.3	12.0	6.4	7.3	0.1	0.8	3.7	614	545
1	2.8	13.0	6.5	7.5	0.1	0.7	3.5	582	527
11	2.3	13.3	7.2	7.6	0.1	1.3	3.4	606	506
9	2.9	10.9	6.8	6.8	0.0	0.4	1.8	554	480
10	3.5	10.4	5.7	6.6	0.1	0.4	2.0	512	477
2	2.3	12.0	6.0	6.7	0.2	1.0	2.3	499	460
5	1.9	14.0	8.0	8.0	0.1	0.3	1.5	462	416
4	1.3	8.8	4.1	4.7	0.1	0.7	2.2	482	413
6	1.9	14.1	7.3	7.8	0.1	0.1	2.0	447	412
3	1.2	9.2	4.4	4.9	0.2	0.5	1.1	426	392
Media	2.7	12.4	6.6	7.2	0.1	0.6	2.4	552	499

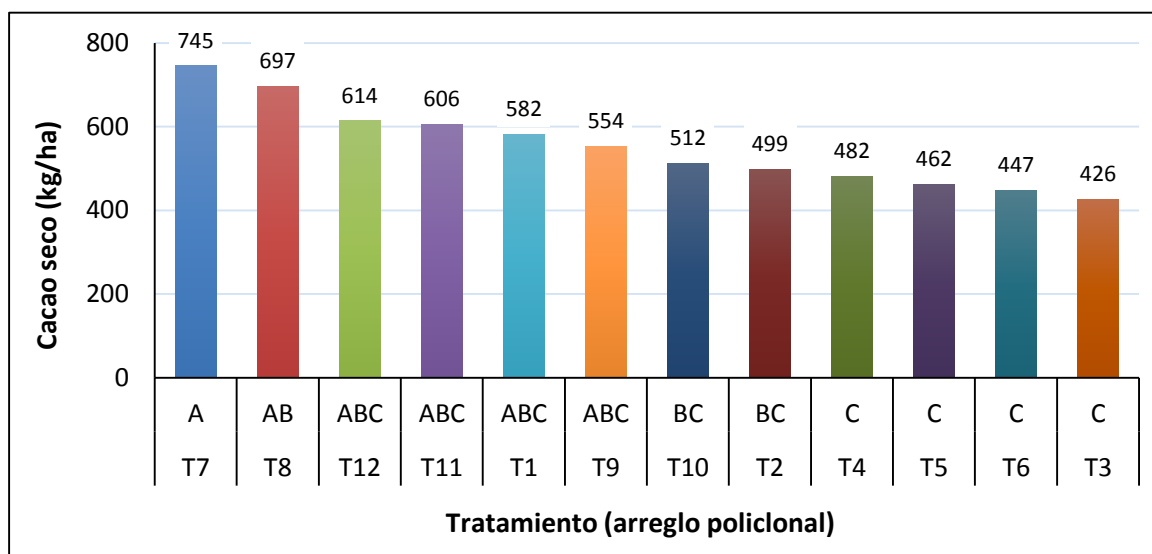


Figura 21. Rendimiento en kilogramos por hectárea del tercer año de producción de cacao seco de los 12 arreglos policlonales (CADETH, El Recreo, Atlántida. 2020).

Distribución del rendimiento por clon. Existen diferencias altamente significativas para la cantidad de frutos totales por árbol, sanos, dañados por plagas y rendimiento cacao seco en kg/ha (Cuadro 11). La variable de frutos afectados por moniliasis no registró diferencias significativas entre los clones, lo que indica poca incidencia del hongo.

Cuadro 11. Resumen del análisis de varianza de las variables de producción del 2020 por clon. Prueba regional del CADETH. El Recreo, La Masica, Atlántida, Honduras. 2020.

Variable	P-valor (clon)	R ²	C.V. (%)
Frutos totales	< 0.0001**	0.39	52.83
Frutos sanos	< 0.0001**	0.35	65.57
Frutos con moniliasis	0.7113 n.s.	0.09	291.14
Frutos con mazorca negra	0.0167*	0.19	214.25
Frutos dañados por plagas	< 0.0001**	0.26	91.38
Rendimiento cacao seco	< 0.0001**	0.42	52.85

**Diferencias altamente significativa; *Diferencia significativa; n.s. Diferencia no significativa. Nivel de probabilidad de 95 %.

La Figura 23, muestra la distribución de los clones evaluados en referencia al número de frutos sanos por árbol. Los clones con la mayor cantidad cosechada de fruta sana por árbol son: EET-62, UF-29, EET-96, Pound-12 y Pound-162 con promedios entre 13.5 y 10.3 frutos, respectivamente. El Clon FHIA-708 redujo drásticamente (15.5 frutos) su producción de frutos sanos por árbol.

El comportamiento de los clones con base en la producción por hectárea se ilustra en la Figura 24 y Cuadro 12. Los clones EET-96 y EET-62 superan los 1,000 kg de cacao seco por hectárea, a pesar de la drástica reducción observada de forma general para todos los clones. Los datos registrados en el periodo 2020, impactan directamente en el promedio acumulado de 3 años de cosecha.

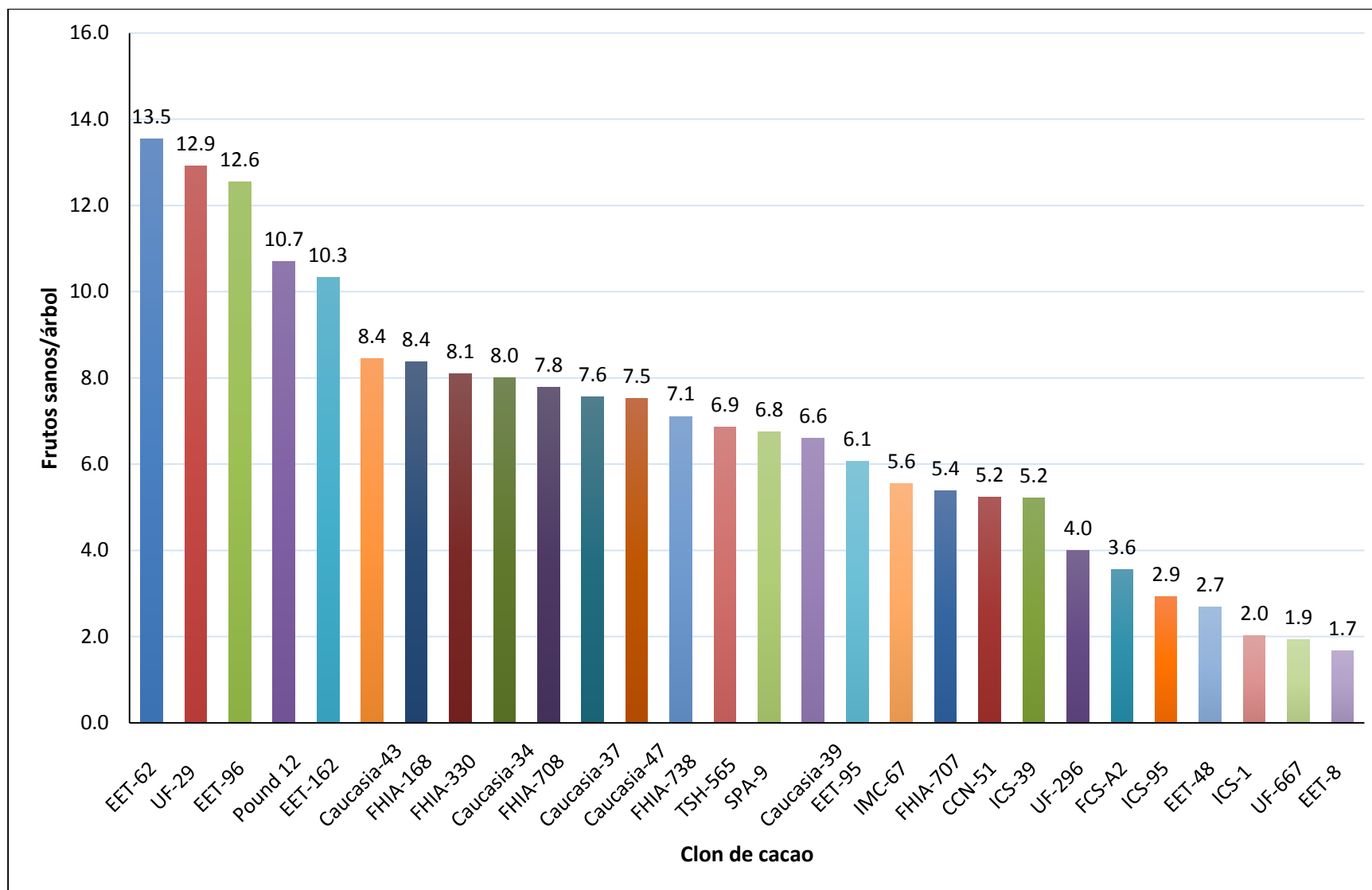


Figura 22. Producción de mazorcas sanas por árbol por clon. CADETH, El Recreo, La Masica, Atlántida, Honduras. 2020.

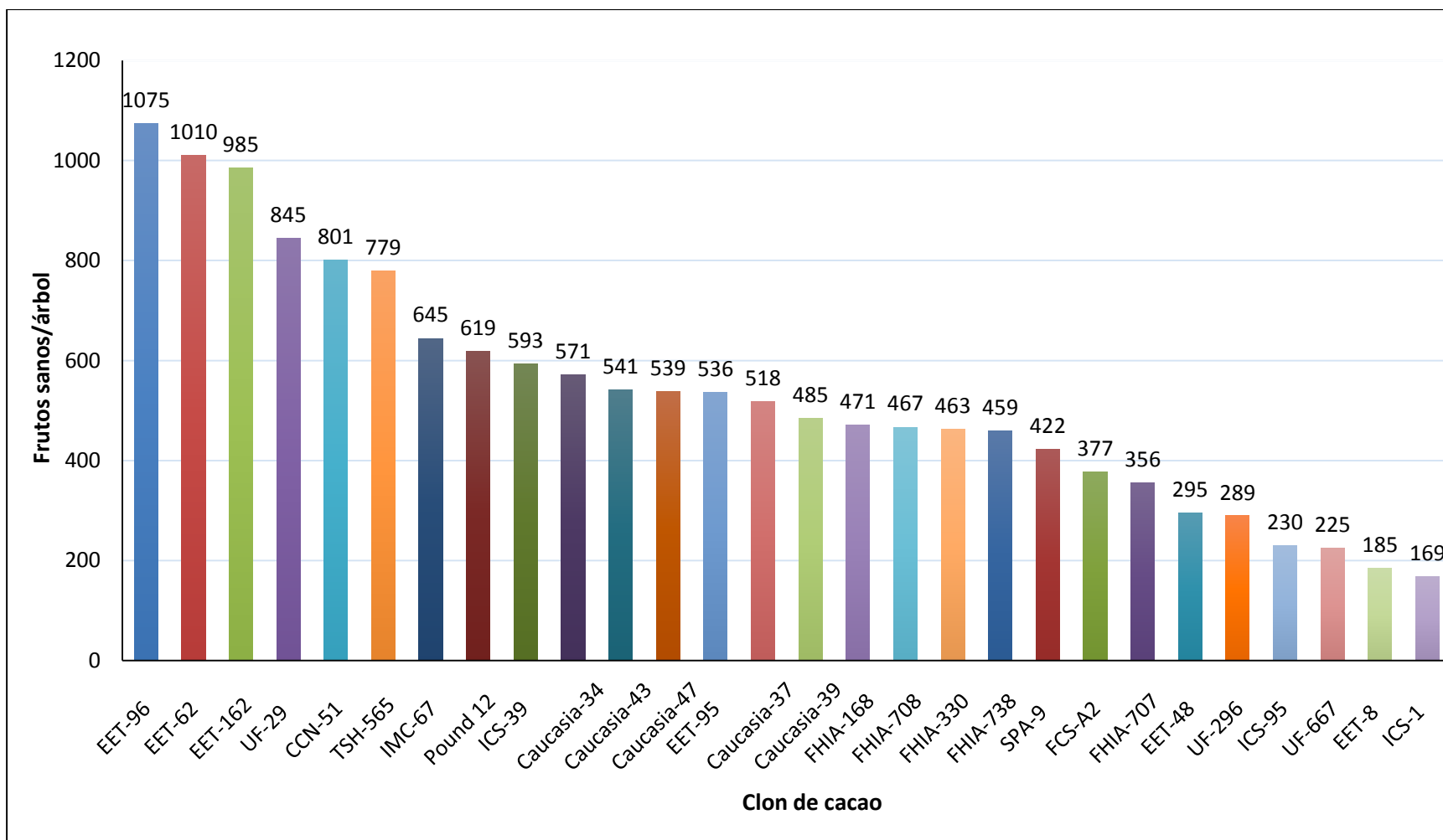


Figura 23. Rendimiento en kilogramos de cacao seco por hectárea de cacao por clon. CADETH, El Recreo, La Masica, Atlántida, Honduras. 2020).

Cuadro 12. Producción de frutos sanos de cacao por clon en 2018 y 2019. CADETH. El Recreo, La Masica, Atlántida, Honduras. 2020.

Clon	Frutos por árbol							Rendimiento (kg/ha)	
	Sanos				Dañados, 2020			2020	Promedio
	2° año	3° año	4° año	Media	Monilia	MN*	Plagas		
EET-96	5.8	22.6	12.6	13.7	0.2	2.1	1.7	1,075	1,021
EET-162	9.6	19.3	10.3	13.1	0.1	0.9	4.6	985	1,004
UF-29	9.4	19.3	12.9	13.8	0.1	0.6	2.4	845	806
EET-62	4.1	16.2	13.5	11.3	0.2	1.1	2.4	1,010	760
CCN-51	4.5	12.2	5.2	7.3	0.2	1.8	4.3	796	727
FHIA-708	2.2	23.5	7.8	11.1	0.1	0.1	1.3	467	594
IMC-67	3.4	11.6	5.6	6.8	0.0	0.5	4.4	645	578
EET-95	2.6	16.6	6.1	8.4	0.3	0.4	3.3	556	572
ICS-39	1.9	10.7	5.2	5.9	0.1	0.4	1.8	593	557
TSH-565	2.2	8.3	6.9	5.8	0.2	0.6	3.5	774	542
CAUCASIA-37	2.5	17.5	7.6	9.2	0.2	1.6	2.8	518	489
POUND-12	1.3	17.1	10.7	9.7	0.3	1.2	2.9	619	475
CAUCASIA-43	1.3	14.4	8.4	8.0	0.0	0.3	3.0	541	444
FHIA-168	2.1	14.8	8.4	8.4	0.0	0.4	1.4	470	424
CAUCASIA-39	3.1	12.1	6.6	7.3	0.1	0.4	3.4	485	419
CAUCASIA-47	1.0	9.8	7.5	6.1	0.1	1.1	2.9	539	417
FCS-A2	1.3	10.1	3.6	5.0	0.0	0.6	1.5	372	412
SPA-9	4.1	12.8	6.8	7.9	0.1	0.4	3.0	422	395
FHIA-330	2.0	12.2	8.1	7.4	0.1	0.2	1.6	463	381
CAUCASIA-34	1.0	8.8	8.0	5.9	0.2	0.5	3.7	571	372
UF-296	1.5	11.1	4.0	5.5	0.1	0.2	0.9	289	346
FHIA-738	1.8	9.3	7.1	6.1	0.1	0.1	2.6	459	335
ICS-95	1.0	11.9	2.9	5.3	0.2	0.8	0.6	230	307
EET-48	1.6	6.8	2.7	3.7	0.0	0.8	0.8	295	306
UF-667	0.2	6.0	1.9	2.7	0.0	0.1	0.8	225	251
FHIA-707	0.5	7.4	5.4	4.4	0.1	0.1	2.2	356	250
EET-8	0.9	5.2	1.7	2.6	0.0	0.2	0.4	185	232
ICS-1	0.6	5.4	2.0	2.7	0.0	0.5	0.5	169	177
Promedio	2.62	12.60	6.77	7.33	0.10	0.64	2.30	534	485

Conclusiones (Tercer año de cosecha)

1. Se observó una reducción drástica en los rendimientos, producto de situaciones manejo y registro de datos por la pandemia por Covid-19.
2. Los resultados acumulados a noviembre de 2020 indican que los arreglos policlonales 7 y 8 son los de mayor producción. Los clones que conforman estos arreglos policlonales son autocompatibles e intercompatibles entre sí.
3. La mayor pérdida de frutos se debió a daños por ardillas y pájaros.

3.6. Evaluación de progenies de cacao procedentes de semilla que demostraron mayor porcentaje de intercompatibilidad sexual en el CEDEC-JAS CAC 20-01

Aroldo Dubón, Oscar Ramírez, Javier Díaz y Enrique Maldonado

Programa de Cacao y Agroforestería

Introducción

La productividad en las plantaciones de cacao está determinada por diversos factores, entre ellos la compatibilidad sexual del material genético utilizado. El cacao es una planta que presenta en alto porcentaje el fenómeno de autoincompatibilidad sexual, el cual se manifiesta cuando el polen de la flor de una planta no consigue fecundar los óvulos de las flores de la misma planta. Adicionalmente, puede presentarse el carácter de interincompatibilidad, cuando el polen de la flor de una planta no consigue fecundar los óvulos de las flores de otra planta. En ese sentido, en el Programa de Cacao y Agroforestería de la FHIA inició en el 2015 la realización de polinizaciones manuales controladas en flores de cacao para conocer el grado de inter-compatibilidad entre progenies. Producto de esas polinizaciones se realizó la selección de las semillas procedentes de los cruzamientos con mayor porcentaje de compatibilidad. Posteriormente, semillas de mazorcas seleccionadas fueron sembradas y las plantas utilizadas para establecer en el 2016, dos parcelas que incluyen un total de 993 plantas procedentes de 58 cruzamientos. Se busca plantas compatibles, de alta productividad, resistentes a enfermedades y de buena calidad sensorial.

Objetivo

Seleccionar los árboles de cacao más productivos, resistentes a enfermedades con alto grado de auto-compatibilidad sexual.

Materiales y métodos

Se establecieron dos parcelas de evaluación. La primera con un total de 300 plantas procedentes de 15 cruzamientos (20 plantas por cruzamiento) y la segunda con 693 plantas procedentes de 43 cruzamientos (entre 5 y 20 plantas por cruzamiento). El experimento está ubicado en el CEDEC-JAS, La Masica, Atlántida con condiciones de precipitaciones anuales de 2,989 mm, temperaturas de 27 °C, y altitud de 20 msnm. La primera parcela está diseñada bajo modelo agroforestal: guama (*Inga edulis*), caoba del atlántico (*Swietenia macrophylla*) y cacao (*Theobroma cacao*), con distancia de siembra de 6.0 x 6.0 m, 12.0 x 12.0 m y 3.0 x 3.0 m, respectivamente. La segunda parcela se estableció en un área ya sombreada con la especie forestal Sombra de Ternero (*Cordia bicolor*) que se encuentra en distancia de 9.0 x 18.0 m. Cada una de las 693 plantas en evaluación (divididas en dos parcelas) constituye una unidad experimental, y en ellas se registran de forma individual los frutos sanos y enfermos. A continuación, la descripción de los cruzamientos en evaluación:

Cruza	Madre	Rendimiento potencial (kg/árbol)	Padre	Rendimiento potencial (kg/árbol)	Inter-compatibilidad (%)
Parcela con sombra de guama (<i>Inga edulis</i>)					
1	Caucasia-37	1.5	Caucasia-47	3.0	77
2	Caucasia-43	2.1	Caucasia-47	3.0	57

Cruza	Madre	Rendimiento potencial (kg/árbol)	Padre	Rendimiento potencial (kg/árbol)	Inter-compatibilidad (%)
3	Caucasia-39	2.0	IMC-67	2.3	40
4	UF-296	2.0	ICS-1	1.8	60
5	SPA-9	1.0	FHIA-269	1.8	43
6	Caucasia-39	2.0	Caucasia-43	2.1	70
7	UF-667	2.9	ICS-1	1.8	48
8	UF-29	2.0	UF-296	2.0	50
9	Caucasia-39	2.0	Caucasia-37	1.5	63
10	Caucasia-37	1.5	Caucasia-39	2.0	69
11	EET-96	2.4	UF-296	2.0	70
12	IMC-67	2.3	Caucasia-47	3.0	75
13	POUND-12	1.2	UF-613	1.7	61
14	CAP-34	2.5	IMC-67	2.3	57
15	POUND-12	1.2	UF-296	2.0	61
Parcela con sombra de ternero (<i>Cordia bicolor</i>)					
16	FHIA-662	1.0	FHIA-74	1.2	57
17	EET-95	2.0	UF-296	2.0	50
18	Caucasia-39	2.0	SCC-61	1.0	43
19	Caucasia-34	2.4	Caucasia-43	2.1	30
20	EET-95	2.0	EET-96	2.4	80
21	EET-96	2.4	EET-95	2.0	37
22	ICS-6	2.6	UF-613	1.7	73
23	POUND-12	1.2	UF-273	1.4	50
24	Caucasia-39	2.0	CCN-51	2.5	75
25	TSH-565	2.6	ICS-1	1.8	62
26	EET-95	2.0	POUND-12	1.2	43
27	ICS-39	2.0	ICS-1	1.8	76
28	Caucasia-39	2.0	ICS-95	1.9	60
29	Caucasia-37	1.5	CCN-51	2.5	67
30	Caucasia-43	2.1	CCN-51	2.5	39
31	ICS-39	2.0	UF-613	1.7	59
32	SPA-9	1.0	FHIA-662	1.0	67
33	ICS-39	2.0	UF-221	3.4	53
34	Caucasia-47	3.0	SCC-61	1.0	33
35	Caucasia-34	2.4	CCN-51	2.5	83
36	CCN-51	2.5	Caucasia-39	2.0	77
37	TSH-565	2.6	UF-667	2.9	76
38	UF-667	2.9	TSH-565	2.6	30
39	Caucasia-43	2.1	ICS-95	1.9	30
40	ICS-39	2.0	UF-676	3.1	46
41	ICS-39	2.0	UF-667	2.9	31
42	EET-162	1.5	EET-96	2.4	40
43	EET-96	2.4	EET-48	2.6	30
44	TSH-565	2.6	IMC-67	2.3	53

Cruza	Madre	Rendimiento potencial (kg/árbol)	Padre	Rendimiento potencial (kg/árbol)	Inter-compatibilidad (%)
45	IMC-67	2.3	FCS-A2	1.8	33
46	Caucasia-34	2.4	CCN-51	2.5	83
47	ICS-39	2.0	UF-676	3.1	46
48	EET-95	2.0	EET-162	1.5	53
49	Caucasia-34	2.4	ICS-95	1.9	30
50	IMC-67	2.3	SCC-61	1.0	33
51	IMC-67	2.3	CCN-51	1.5	63
52	CCN-51	2.5	SCC-61	1.0	67
53	Caucasia-39	2.0	Caucasia-43	2.1	70
54	POUND-12	1.2	EET-400	1.9	30
55	TSH-565	2.6	UF-221	3.4	40
56	TSH-565	2.6	UF-676	3.1	33
57	TSH-565	2.6	ICS-6	2.6	30
58	Caucasia-34	2.4	IMC-67	2.3	87

Manejo de las parcelas. El manejo agronómico del experimento consiste principalmente en el control de malezas en forma manual (chapia), la fertilización del cacao se realiza en base a recomendación de análisis de suelo y se practican por lo menos dos podas al año (junio-julio y enero-febrero). El control del gusano barrenador de la caoba (*Hypsiphyla grandella*) se hace a través de las podas, para inducir un crecimiento limpio de los fustes y una mejor calidad de la madera.

Variables a evaluar. El registro de datos para la toma de variables en la cosecha de las plantas seleccionadas se realizó a partir del cuarto año de establecido el cacao. Es importante señalar que, en la etapa de registro, solo se dará seguimiento a las plantas que vayan demostrando la mayor productividad y resistencia natural a enfermedades. Las variables a registrar son:

- Número de frutos por árbol
- Incidencia natural de moniliasis
- Incidencia natural de mazorca negra
- Daños por plagas
- Índice de semilla
- Índice de mazorca
- Rendimiento (kg/árbol)

Resultados preliminares

Lote Guama. Los tratamientos 3, 9 y 10 (árbol 10, 27 y 16) que corresponden a las cruzas Caucasia 39 x IMC-67, Caucasia-39 x Caucasia-37, Caucasia-37 x Caucasia-39 presentan el mayor número de frutos sanos, igual o mayor a 60 frutos/árbol, que corresponde aproximadamente a 2.60 kg/árbol (Cuadro 13). Del total de 300 progenies, al menos 11 de estas registraron valores en el primer año de cosecha, arriba de 40 frutos sanos por árbol (Figura 25).

Cuadro 13. Producción de frutos sanos por árbol y afectados por enfermedades (Lote Guama) en diferentes familias interclonales de cacao seleccionadas en el CEDEC-JAS. La Masica, Atlántida, Honduras. 2020.

Planta	Frutos sanos	Mazorca negra	Monilia	Planta	Frutos sanos	Mazorca negra	Monilia
A10T3	68	0	4	A14T3	33	0	1
A27T9	65	0	2	A9T14	32	0	5
A16T10	60	0	1	A31T3	32	0	0
A11T3	51	1	3	A19T11	29	0	0
A7T13	47	1	3	A21T10	28	0	4
A18T10	45	0	0	A28T13	28	0	3
A25T14	45	0	0	A30T3	27	0	0
A26T9	45	0	0	A3T6	23	0	0
A4T12	42	1	4	A8T8	23	0	0
A13T3	42	1	2	A12T3	22	0	0
A17T10	41	1	1	A6T2	20	0	0
A15T15	37	4	1	A22T3	19	0	0
A5T12	35	0	1	A2T6	18	0	0
A23T3	35	2	0	A29T3	17	0	3
A1T14	34	1	2	A24T3	10	0	1
A20T11	34	0	1				

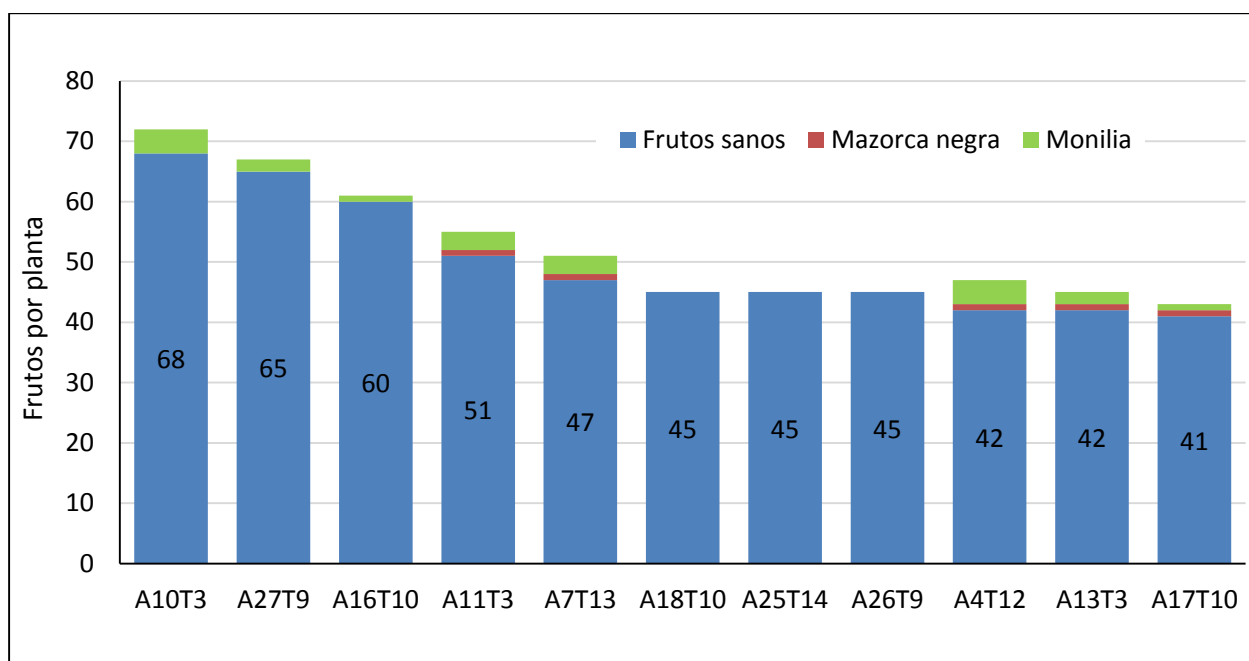


Figura 24. Progenies (lote Guama) con mejores registros de producción de frutos sanos y afectados por enfermedades. Lote con sombra de guama. CEDEC-JAS, La Masica, Atlántida, Honduras. 2020.

Lote Sombra de Ternero. En este primer año de registros, los tratamientos 27, 20 y 28 que corresponden a los árboles 72, 30 y 64 y a las cruces ICS-39 x ICS-1, EET-95 x EET-96, Caucasia-39 x ICS-95 tienen entre 55 y 63 frutos, para un promedio de 2.6 kg/árbol (Cuadro 14). Nueve progenies registraron valores de producción en el primer año de cosecha arriba de 40 frutos por árbol (Figura 26).

Cuadro 14. Producción de frutos sanos por árbol y afectados por enfermedades (Lote Sombra de Ternero) en diferentes familias interclonales de cacao seleccionadas en el CEDEC-JAS. La Masica, Atlántida, Honduras. 2020.

Planta	Frutos sanos	Mazorca negra	Monilia	Planta	Frutos sanos	Mazorca negra	Monilia
A72T27	63	0	0	A29T20	25	0	14
A30T20	58	0	1	A49T18	25	0	5
A64T28	55	0	1	A5T28	24	0	1
A25T32	45	0	3	A20T42	24	0	2
A57T44	44	0	2	A22T30	24	0	4
A41T42	42	0	5	A59T17	24	0	1
A42T17	42	0	0	A60T18	24	0	0
A16T41	41	0	5	A10T24	23	0	6
A36T19	41	1	1	A43T22	23	0	6
A32T28	39	0	1	A44T43	23	0	5
A37T16	39	0	5	A39T33	22	0	3
A45T24	39	0	1	A48T18	22	0	3
A66T19	38	0	1	A1T17	20	0	1
A69T23	38	0	0	A7T26	20	0	2
A58T39	37	0	3	A9T24	20	0	3
A65T19	37	0	4	A15T32	20	3	3
A46T24	36	3	1	A26T24	20	0	2
A62T18	36	1	1	A55T21	20	0	4
A31T21	35	2	5	A71T27	20	0	0
A61T18	35	1	0	A2T17	19	2	0
A67T?	35	0	1	A14T32	19	0	0
A70T23	35	0	0	A17T39	19	0	6
A24T32	33	0	0	A21T41	19	0	6
A47T37	33	0	2	A35T35	19	3	1
A34T35	32	0	8	A38T33	19	0	0
A68T23	32	0	4	A8T24	17	0	2
A63T35	31	0	2	A23T30	17	0	7
A12T22	29	2	4	A27T39	17	1	1
A56T40	29	0	3	A54T45	17	2	1
A4T20	27	2	3	A13T36	15	1	2
A11T19	27	1	7	A40T29	15	0	2
A50T35	27	1	2	A33T28	14	0	3
A51T34	26	0	0	A18T39	13	1	4
A53T45	26	0	0	A52T34	13	6	2
A3T18	25	6	51	A6T26	12	4	3
A19T44	25	5	5				

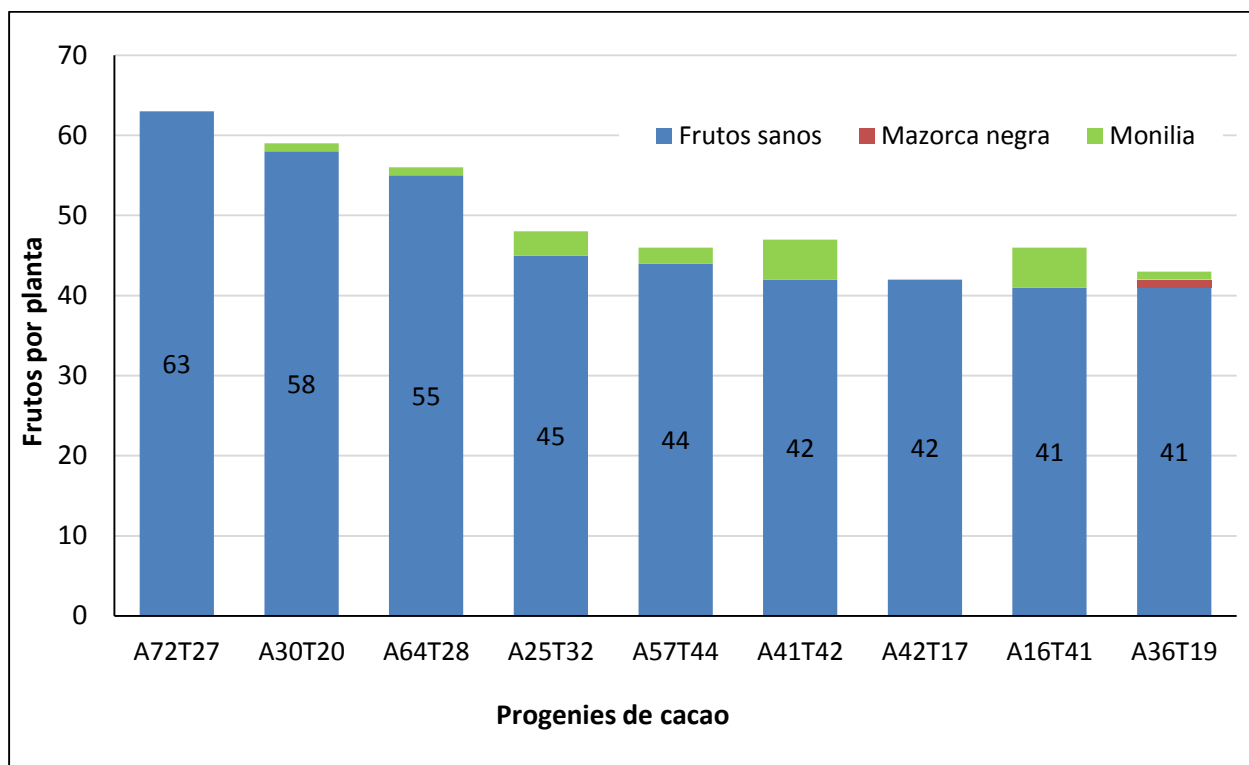


Figura 25. Progenies (lote Sombra de Ternero) con mejores registros de producción de frutos sanos y afectados por enfermedades. Lote con sombra de guama. CEDEC-JAS, La Masica, Atlántida. 2020.

3.7. Arreglo policlonal orgánico cacao-plátano. AGF 18-01

Alfredo Martínez

Programa de Cacao y Agroforestería

Esta parcela tiene un área total de 1.5 hectáreas, establecida hace dos años y medio (julio de 2018). Se estableció en un inicio con plátano y sombra natural de diferentes especies de bajo valor comercial. El plátano cumplió su tercer ciclo (y último) en el que se cosechó 100 racimos y 300 cormos para semillas que fueron vendidos, una parte a clientes interesados y la otra parte para establecer áreas nuevas dentro de la estación. Adicionalmente, para ajustar el nivel de sombra en la parcela y aumentar su valor, fueron plantados árboles de caoba del atlántico.

El manejo agronómico de esta parcela se realiza bajo la modalidad de nutrición orgánica consistente en la aplicación de gallinaza; por lo tanto, las actividades están basadas en la no aplicación de productos químicos y así poder hacer comparaciones con el resto de parcelas convencionales. Otras actividades de manejo desarrolladas en el año incluyeron: control de malezas, aplicación de gallinaza (170 g/planta), control de Sigatoka negra en el plátano a través de cirugías, deschupado y despunte en el cacao.

De los materiales genéticos establecidos en esta parcela, los más precoces son el UF-667 y TSH-

565, no así los otros materiales ICS-39 y ICS-1. En el 2021 se iniciará el registro de cosecha en cada uno de los clones de cacao y el acumulado por policlón.

3.8. Evaluación de arreglo policlonal para la producción de cacao fino y de aroma. AGF18-02

Alfredo Martínez

Programa de Cacao y Agroforestería

Esta parcela fue establecida con el arreglo policlonal conformado por los clones TSH-565, ICS-39, ICS-95 y ICS-1. A pesar de las múltiples enmiendas aplicadas al suelo (cal, gallinaza y lombricompost) en vista de la pobre calidad del suelo y de los altos niveles de aluminio (de acuerdo con el análisis químico del suelo), las plantas de cacao muestran un pobre desarrollo en general para su edad. En vista de lo anterior, se prevé dar por terminado este ensayo y remover las plantas de cacao para plantar rambután, cultivo mejor adaptado a estas condiciones de suelo. Por lo tanto, este lote se maneja como comercial y no de investigación.

3.9. Validación del comportamiento agronómico de 20 cultivares auto-compatibles establecidos con un diseño agroforestal recomendado. 19-01

Aroldo Dubón, Óscar Ramírez y Enrique Maldonado

Programa de Cacao y Agroforestería

Introducción

El establecimiento de esta parcela finalizado en 2019 busca la especialización y validación en campo de diferentes clones autocompatibles que permitan en el corto plazo, el establecimiento de nuevas parcelas conformadas por arreglos policlonales efectivos (desde el punto de vista de la compatibilidad sexual) y más productivos. La utilización de clones autocompatibles permitirá hacer más simple la logística de establecimiento al usar menos clones por arreglo, tentativamente tres, en donde los dos clones en los extremos sean auto-compatibles y en medio uno inter-compatibles. Se considera que la compatibilidad sexual es uno de los factores más influyentes en la producción del cacao. Las implicaciones prácticas de esta característica sobre los rendimientos hacen necesario conocer el grado de compatibilidad existente dentro de un mismo clon, como también entre clones diferentes. Los materiales auto-compatibles a diferencia de los auto-incompatibles tienen la capacidad de auto-fecundarse y, por ende, de aumentar la posibilidad de alcanzar mayores rendimientos. El informe a continuación corresponde al establecimiento de un lote con 20 clones auto-compatibles, desarrollados, evaluados y seleccionados en el CEDEC-JAS.

Objetivo/importancia del trabajo

Identificar los clones con mayor potencial productivo, atribuida a la condición genética de auto-compatibilidad. Eventualmente, este lote servirá como fuente de material genético de los clones seleccionados.

Materiales y métodos

El establecimiento de esta parcela fue finalizado en junio de 2019 con el trasplante de los clones de cacao. La parcela de validación tiene un área aproximada de 0.30 ha, con un modelo de plantación agroforestal, conformada por 4 componentes: plátano (*Musa* sp.), madre cacao

(*Gliricidia sepium*), caoba del atlántico (*Swietenia macrophylla*) y cacao (*Theobroma cacao*). La parcela está conformada por 20 clones auto compatibles y 15 plantas componentes del sistema agroforestal.

Hilera	Clon	Hilera	Clon
1	EET-800	11	FHIA-330
2	FHIA-430	12	FHIA-513
3	FHIA-612	13	DFFEAR-5
4	FHIA-677	14	DFTA-4
5	FHIA-515	15	EET-103
6	FHIA-065	16	EET-554
7	FHIA-032	17	EET-800
8	FHIA-478	18	EET-558
9	CR-82	19	FHIA-169
10	CR-27	20	FHIA-630

Variables a medir:

- Número de frutos sanos por cultivar.
- Número frutos con mazorca negra.
- Número frutos con moniliasis.
- Índice de fruto.
- Índice de semilla.
- Compatibilidad (validar).
- Características organolépticas.



Figura 26. Vista del desarrollo de las plantas a diciembre de 2020.

Las actividades desarrolladas durante el 2020 incluyeron la cosecha y eliminación gradual del plátano, la regulación de la sombra intermedia de madreaje (poda de realce), la poda de formación en clones, el control manual de malezas, la aplicación del plan trimestral de fertilización, la aplicación del riego por microaspersión y la realización de la poda silvícola de la caoba. Al final del periodo, se observó una baja incidencia de plantas de *Gliricidia* volcadas, debido a los fuertes vientos y alta precipitación registrada por el huracán Iota.

3.10. Renovación del jardín clonal de cacao en el CEDEC-JAS. 19-02

Antecedentes

En 1985 cuando se creó el Programa de Cacao de la FHIA, la falta de material de propagación tanto sexual como vegetativa, constituía una limitante seria para el despegue del cultivo de cacao en el país. El hecho de contar con un jardín clonal propio le permitió al Programa disponer de un material confiable requerido para sus ensayos, y permitió suplir la demanda de semilla híbrida y de material vegetativo (yemas) para injertos. El jardín fue establecido en un área de 2.0 hectáreas y los clones para este jardín (yemas) fueron traídos de la Colección Internacional de Cacao del CATIE, Turrialba, Costa Rica, entre diciembre de 1986 y enero de 1987 y trasplantadas entre julio y agosto de 1987. Inicialmente fueron plantados un total de 24 clones y enriquecido posteriormente con unas 10 introducciones procedentes de Sur América. Estos padres fueron la base genética para la producción comercial de 40 cruces que el CATIE había venido recomendando para siembras comerciales y de varetas porta yemas a partir del año 2000, cuando comenzó la recomendación de utilizar injertos. En la actualidad el jardín cuenta con una edad de 32 años y muchos de los materiales ya no están siendo recomendados por diferentes razones; esto motivó en el 2018 al inicio de su renovación mediante el reemplazo con nuevos materiales producto de investigaciones más recientes y que presentan mayor potencial productivo y resistencia genética especialmente a la moniliasis del cacao.

Durante el 2020 se les dio manejo agronómico a los clones consistente en el control de malezas, intervenciones para reducir área de copas en cacaos adultos (apertura para entrada de luz), resiembras de fallas, aplicación del plan de fertilización y poda de formación. Para este tipo de renovación se utiliza la sombra inicial de los árboles viejos de cacao debidamente podados, así como de la intervención silvícola de la especie forestal conocida como caoba africana de Lagos (*Khaya ivorensis*); labor que consiste en efectuar raleos y podas de los árboles que quedarán en pie. El número promedio de plantas establecidas es de 34 plantas por clon.

Orden numérico de los clones renovados en el jardín clonal. CEDEC-JAS, La Masica, Atlántida.

Cultivar	Cultivar	Cultivar	Cultivar
1. EET-400	15. FHIA-032	29. FHIA-630	43. CATIE R-27
2. FHIA-168	16. FHIA-719	30. CATIE R-26	44. UF-667
3. FHIA-430	17. Colección IDF	31. FHIA-169	45. UF-221
4. FHIA-707	18. IDF-02	32. CATIE R-81	46. UF-273
5. FHIA-330	19. IDF-03	33. CATIE R-82	47. UF-650
6. FHIA-708	20. IDF-03	34. UF-676	48. SPA-9
7. FHIA-612	21. IDF-04	35. UF-29	49. IMC-67
8. FHIA-738	22. IDF-01	36. FCS-A2	50. POUND-12
9. FHIA-677	23. IDF-01	37. CCN-51	51. EET-95
10. FHIA-228	24. CATIE R-32	38. TSH-565	52. EET-96
11. FHIA-515	25. FHIA-359	39. EET-62	53. UF-613
12. FHIA-269	26. CATIE R-22	40. CAP-34	54. EET-48
13. FHIA-065	27. FHIA-513	41. EET-162	
14. FHIA-483	28. CATIE R-66	42. UF-296	



Figura 27. Detalle y panorámica del jardín clonal en su fase de renovación.

3.11. Trasplante de clones originados de cacaos criollos ancestrales de La Mosquitia. AGF 19-01

En el mes de septiembre de 2019 se plantaron 59 plantas injertadas con yemas de cacaos criollos traídos por la Dra. Christine Woda de la zona del río Warunta, territorio indígena ubicado en el municipio de Puerto Lempira, departamento de Gracias a Dios. Los árboles seleccionados fueron encontrados a 15 msnm, por lo que se estima que no deberían presentar problemas de adaptación a las condiciones propias del CEDEC-JAS. Hasta el final del 2020, se confirma un normal desarrollo de los clones plantados lo que sugiere una buena adaptación a las condiciones locales. Los árboles seleccionados por la Dra. Woda fueron clasificados originalmente en cacaos 1.1, 1.2 y 1.3 y son árboles tipo criollo con características similares y de semillas blancas. Asimismo, se clasificaron otros dos árboles como cacao 2.1 y 2.2, los cuales son también del tipo criollo, pero con características fenotípicas diferentes a los anteriores. Durante el 2020 se realizaron labores de mantenimiento de la parcela, que incluyen:

- Control de malezas.
- Poda de aclareo de árboles adultos.
- Tutorado.
- Poda de formación.
- Fertilización.



Figura 28. Plantas injertadas de un año con material vegetativo proveniente de La Mosquitia.



3.12. Establecimiento de parcela de validación con nuevo policlón FHIA. CAC 20-02

En el mes de mayo de 2020, se inició el acondicionamiento de un área de 4,122 m² para el establecimiento de una parcela de cacao en sistema agroforestal. El sistema está conformado por madreado (112 posturas), plátano cv. Curraré enano (315 posturas), caoba del atlántico (36 posturas) y el policlón de cacao con los siguientes

clones: FHIA-330, FHIA-310, FHIA-612, FHIA-533 y FHIA-65. El policlón seleccionado (Figura 30) tiene 90 plantas de cada clon y representan los cinco mejores clones intercompatibles en el ensayo de 18 cultivares. Las especies que conforman la sombra temporal y permanente muestran un crecimiento adecuado y se espera realizar el trasplante de los clones de cacao en el mes de febrero de 2020.

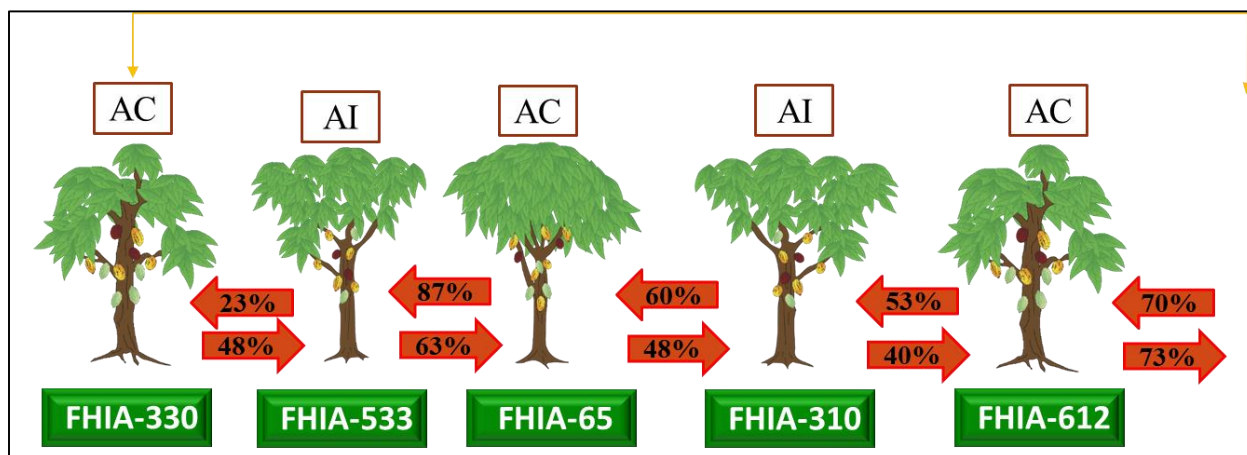


Figura 29. Arreglo policlonal FHIA. CEDEC-JAS, La Masica, Atlántida, Honduras.

IV. EVALUACIÓN DE ESPECIES FORESTALES

Un componente importante y complementario del sistema de producción de cacao en sistema agroforestal lo constituye la especie forestal. En la FHIA, se han estudiado por 25 años, diferentes

especies de árboles maderables con valor comercial, mayormente del bosque tropical húmedo, como sombra permanente del cacao. Los árboles, además de proveer sombra en el cultivo, proveen beneficios ambientales adicionales que se complementan con ingresos económicos significativos a los productores por su aprovechamiento. Adicionalmente, algunas de estas especies se han evaluado en sistema de parcelas puras y en linderos para poder brindar alternativas de producción a productores ubicados en zonas de laderas que buscan un mejor aprovechamiento del suelo y la protección de los recursos naturales.

Desde 1995 el Programa ha evaluado 35 especies de árboles maderables, con información sobre crecimiento diamétrico, altura y caracterización de la sombra que ofrece en el asocio con cacao. Los resultados obtenidos a la fecha han permitido la selección de 12 especies con las mejores características para asociarse con cacao, y también la de otras especies con mejor potencial para establecimiento de linderos y parcelas puras.

4.1. Estudio de especies forestales latifoliadas bajo la modalidad agroforestal multiestratos con cacao. CAC 02-01

Jesús Sánchez y Aroldo Dubón

Programa de Cacao y Agroforestería

Introducción

En 1995 se inició en algunos lotes de cacao ubicados en el CEDEC-JAS, el cambio de la sombra permanente conformada en su mayoría por la especie guama (*Inga* sp.), madreño (*Gliricidia sepium*) y pito (*Erythrina* sp.) por especies latifoliadas en su mayoría nativas y con diverso potencial en la industria de la madera. A través de los años se registra de forma anual el crecimiento bajo las condiciones agroclimáticas de la estación experimental con el objetivo de conocer el comportamiento de estas especies forestales.



Figura 30. Panorámica de parte de los sistemas agroforestales establecidos con cacao en el CEDEC-JAS ubicado en La Masica, Atlántida, Honduras. 2020.

Resultados a la fecha

El propósito de la especie asociada es proveer sombra al cacao, la tasa de crecimiento vertical y diametral del fuste son importantes para estimar el rendimiento y selección de la especie, ya sea para establecer simultáneamente con el cacao o para remplazo de la sombra tradicional en plantaciones ya establecidas. Los datos dasométricos de las 26 especies evaluadas se muestran en el Cuadro 15 y en el Cuadro 16 las mediciones en especies que han alcanzado los 24 años de edad.

Cuadro 15. Diámetro e incremento medio anual en diámetro, altura comercial, área de copa, % de oclusión y volumen de madera estimado de 26 especies maderables en evaluación como parcelas permanentes de crecimiento en sistemas agroforestales con cacao (CEDEC-JAS. 2020).

Especie forestal	Edad (años)	Diámetro (cm)	IMA DAP	Altura comercial* (m)	Área de copa** (m ²)	Oclusión (%)	Volumen de madera (m ³ /árbol)**
Caoba del atlántico	26	48.9	1.8	12.3	47.8	76	1.38
San juan guayapeño	26	55.5	2.1	14.0	59.4	65	2.11
Granadillo rojo	24	29.8	1.2	5.4	78.5	72	0.33
Barba de jolote	24	61.7	2.6	5.3	95.0	84	1.04
Marapolán	24	46.8	2.0	10.3	73.9	74	1.16
Hormigo	24	31.2	1.3	7.4	40.7	54	0.44
Huesito	23	37.5	1.6	7.9	60.8	85	0.62
Jigua	23	63.9	2.8	14.9	86.6	84	2.92
Rosita	23	50.9	2.2	13.1	88.2	84	1.68
San juan areno	23	47.5	2.1	14.8	58.1	84	1.66
Santa maría	23	44.8	1.9	7.3	93.3	79	0.70
Cincho	23	46.3	2.0	9.2	124.7	90	1.02
Cedrillo	24	60.9	2.5	8.3	-	79	1.54
Sombra de ternero	23	44.6	1.9	9.7	-	80	1.00
Narra	23	38.5	1.7	4.9	-	75	0.45
Paletto	23	40.8	1.8	4.8	-	85	0.45
Almendro de río	23	37.9	1.6	6.9	-	78	0.57
Limba	23	90.4	3.9	21.7	-	85	8.24
Cumbillo	23	73.0	3.2	10.2	-	84	3.04
Sangre blanco	22	38.2	1.7	5.9	-	81	0.51
Macuelizo	21	33.8	1.6	5.6	-	76	0.41
Ciruelillo	21	43.3	2.1	5.5	-	85	0.59
Caoba angoleña	20	63.3	3.2	10.3	-	78	2.02
Cedro de la india	19	60.5	3.2	9.1	-	82	1.65
Nazareno	17	34.0	2.0	3.9	-	91	0.32
Khaya ivorensis	12	31.0	2.6	8.6	-	70	0.49

* La toma de la altura comercial permite obtener cálculos de volumen más precisos. ** Cálculo de volumen bruto con la fórmula de John Rooper. *** La determinación del porcentaje de oclusión o de intercepción de la luz solar por la copa de los árboles se hizo por primera vez, con el uso de la aplicación digital HabitApp.

Cuadro 16. Diámetro, altura y volumen de especies en sistemas agroforestales a los 24 años en los sistemas agroforestales con cacao (CEDEC-JAS. 2020).

Especies forestal	Edad (años)	DAP (cm)	IMA DAP (cm)	Altura comercial (m)	Volumen de madera (m ³ /árbol)
-------------------	-------------	----------	--------------	----------------------	---

Caoba (<i>Swietenia macrophylla</i>)	24	47.7	2.0	6.6	0.70
San Juan guayapeño (<i>Tabebuia donnell smithii</i>)	24	55.4	2.4	11.2	1.70
Cedrillo (<i>Huetea cubensis</i>)	24	60.9	2.5	8.3	1.54
Barba de jolote (<i>Cojoba arborea</i>)	24	61.7	2.6	5.3	1.04
Marapolán (<i>Guarea grandifolia</i>)	24	46.8	2.0	10.3	1.16
Granadillo rojo (<i>Dalbergia glomerata</i>)	24	29.8	1.2	5.4	0.33
Hormigo (<i>Platymiscium dimorphandrum</i>)	24	31.2	1.3	7.4	0.44

IMA: incremento medio anual; DAP: diámetro del fuste a la altura de pecho.

Igual que en el 2018, las especies que registran el incremento medio anual en volumen/ha arriba de 2.0 m³/año a la edad de 23 años son el San Juan areno, rosita y Cincho, a los 24 años tenemos al Cedrillo, el Marapolán y el Barba de jolote, a los 26 años el San Juan guayapeño y Caoba (Figura 17).

Cuadro 17. Producción de volumen de maderable estimado para las especies con mayor edad en sistemas de producción agroforestales con cacao (entre 23 y 26 años). CEDEC-JAS, La Masica, Atlántida, Honduras. 2020.

Especie	Edad (años)	Población (árboles/ha)	Volumen de madera	
			(m ³ /ha)	(m ³ /ha por año)
1. Caoba (<i>Swietenia macrophylla</i>)	26	45	62.1	2.39
2. Guayapeño (<i>Tabebuia donnell smithii</i>)	26	50	105.5	4.06
3. Cedrillo (<i>Huetea cubensis</i>)	24	50	77.0	3.20
4. Granadillo rojo (<i>Dalbergia glomerata</i>)	24	50	7.9	0.33
5. Barba de jolote (<i>Cojoba arborea</i>)	24	45	46.8	2.00
6. Marapolán (<i>Guarea grandifolia</i>)	24	45	52.2	2.20
7. Hormigo (<i>Platymiscium dimorphandrum</i>)	24	45	19.8	0.83
8. Paleto (<i>Dialium guianensis</i>)	23	45	20.3	0.88
9. Huesito (<i>Macrohasseltia macroterantha</i>)	23	45	27.9	1.21
10. Cincho (<i>Lonchocarpus sp.</i>)	23	45	45.9	2.00
11. Narra (<i>Pterocarpus indicus</i>)	23	45	20.3	0.88
12. Almendro de río (<i>Andira inermis</i>)	23	45	25.7	1.12
13. Rosita (<i>Hyeronima alchorneoides</i>)	23	45	75.6	3.29
14. Santa María (<i>Calophyllum brasiliense</i>)	23	45	31.5	1.37
15. San Juan areno (<i>Ilex tectónica</i>)	23	50	83.0	3.61



Figura 31. Sistema agroforestal cacao-*kaya ivorensis* en CEDEC-JAS, La Masica, Atlántida, Honduras. 2020.

Con el respaldo de más de 24 años de evaluación en las 26 especies forestales vigentes para conformar sistemas de producción agroforestales con cacao, bajo las condiciones del litoral atlántico de Honduras, se presentan a las 12 especies que reúnen las características más deseables para conformar socios como sombra definitiva para el cacao (Cuadro 18). Las otras especies que no se incluyen en la lista de las 12 especies más recomendadas, pueden ser en todo caso ser utilizadas para otros fines puntuales de producción o de enriquecimiento de la biodiversidad en ecosistemas.

Cuadro 18. Especies forestales más recomendables para integrar sistemas agroforestales con cacao, según varios parámetros considerados.

Especie forestal	IMA-DAP (cm)	Altura comercial (m)	Oclusión (%)	Área de copa (m ²)	Volumen (m ³)
Cedro de la India	3.2	9.1	82	77	1.65
Cedrillo	2.5	8.3	79	93	1.54
Barba de jolote	2.6	5.3	84	95	1.04
Guayapeño	2.1	14.0	65	59.4	2.11
Rosita	2.2	13.1	84	88.2	1.68
Arenillo	2.1	14.8	84	58.1	1.66
Santa maría	1.9	7.3	79	93.3	0.70
Marapolán	2.0	10.3	74	73.9	1.16
Caoba	1.8	12.3	76	47.8	1.38
Huesito	1.6	7.9	85	60.8	0.62
Hormigo	1.3	7.4	54	40.7	0.44
Granadillo	1.2	5.4	72	78.5	0.33
Óptimo =>	≥ 1.5 cm	≥ 6.0 m	30-75 %	30-80 m²	≥ 0.5 m³/árbol

IMA: incremento medio anual. DAP: diámetro a la altura de pecho.

4.2. Estudio de especies forestales latifoliadas bajo la modalidad de árboles en línea. CAC 02-02

Jesús A. Sánchez y Aroldo Dubón

Programa de Cacao y Agroforestería

Introducción

Este estudio se inició con el establecimiento de aproximadamente 1,200 árboles pertenecientes a 14 especies latifoliadas tradicionales y no tradicionales con potencial en la industria de la madera. Anualmente se evalúa el desarrollo de cada especie con base en el diámetro a 1.3 m del suelo y la altura del fuste comercial, y en base a estos parámetros se registran diferencias en el crecimiento medio anual entre especies de la misma edad. El objetivo de este estudio es de evaluar esta modalidad agroforestal como estrategia de reforestación y a su vez generadora de un ingreso económico adicional al sistema de producción de cacao.



En el trópico húmedo de Honduras, la siembra de árboles en línea o lindero es una práctica que permite una mejor utilización de los recursos de las fincas, al convertir áreas incultas y poco aprovechables para los cultivos agrícolas en áreas productivas con madera y semillas.

Resultados

Los resultados al 2020 muestran a la especie limba (*Terminalia superba*) como especie de rápido crecimiento con volúmenes de 1,078 m³/km de lindero a los 20 años; mientras que el laurel negro (*Cordia megalantha*) y framire (*Terminalia ivorensis*) registraron a los 33 años volúmenes de 674.3 y 391.6 m³/km (Cuadro 19, Figura 33). Especies como el laurel negro y caoba del atlántico (*Swietenia macrophylla*) en vista de su reconocida calidad de madera y demanda pueden generar ingresos superiores a los US\$ 250,000 por kilómetro de lindero a los 33 años.

Cuadro 19. Diámetro, altura y volumen de madera acumulado en especies forestales establecidas en hileras simples (linderos y bordos de caminos internos) en el CEDEC-JAS, La Masica, Atlántida, Honduras, 2020.

Especie en lindero	Edad (años)	Árboles por km	DAP (cm)	IMA DAP (cm)	Altura comercial (m)	Volumen (m ³)	
						Por árbol	Por km de lindero
Laurel negro (<i>Cordia megalantha</i>)	33	110	83.2	2.5	18.9	6.13	674.3
Framire (<i>Terminalia ivorensis</i>)	33	110	60.5	1.8	20.4	3.56	391.6
Laurel blanco (<i>Cordia alliodora</i>)	33	110	46.8	1.4	10.5	1.18	129.8
Caoba (<i>Swietenia macrophylla</i>)*	30	110			8.7		253.0
Cedro (<i>Cedrela odorata</i> **)	28	110			8.1		202.0
San Juan de pozo (<i>Vochysia guatemalensis</i>)	25	110	84.1	3.4	14.0	4.28	470.8
Caoba de Lagos (<i>Khaya ivorensis</i>)	25	110	68.6	2.7	12.8	2.90	319.0
Sangre rojo (<i>Virola koschnyi</i>)	25	110	86.3	3.5	8.0	2.60	286.0

Cedrillo (<i>Mosquitoxylum jamaicense</i>)	25	110	38.3	1.5	6.8	0.57	62.7
Pochote (<i>Bombacopsis quinatum</i>)	24	110	72.5	3.0	6.1	1.60	176.0
Marapolán (<i>Guarea grandifolia</i>)	24	110	49.1	2.0	5.9	0.77	84.7
Cortés (<i>Tabeuia guayacan</i>)	24	110	54.3	2.3	11.6	1.69	185.9
Matasano (<i>Escenbeckia pentaphylla</i>)	21	110	45.2	2.2	7.1	0.78	85.8
Limba (<i>Terminalia superba</i>)	20	110	93.4	4.7	24.3	9.80	1,078.0

* Datos reales tomados del aprovechamiento de 3 caobas en linderos con edad de 30 años. **Datos reales del aprovechamiento de cedro a los 28 años. ¹ Estimado a partir de altura total. DAP: diámetro a la altura de pecho. IMA: incremento medio anual.

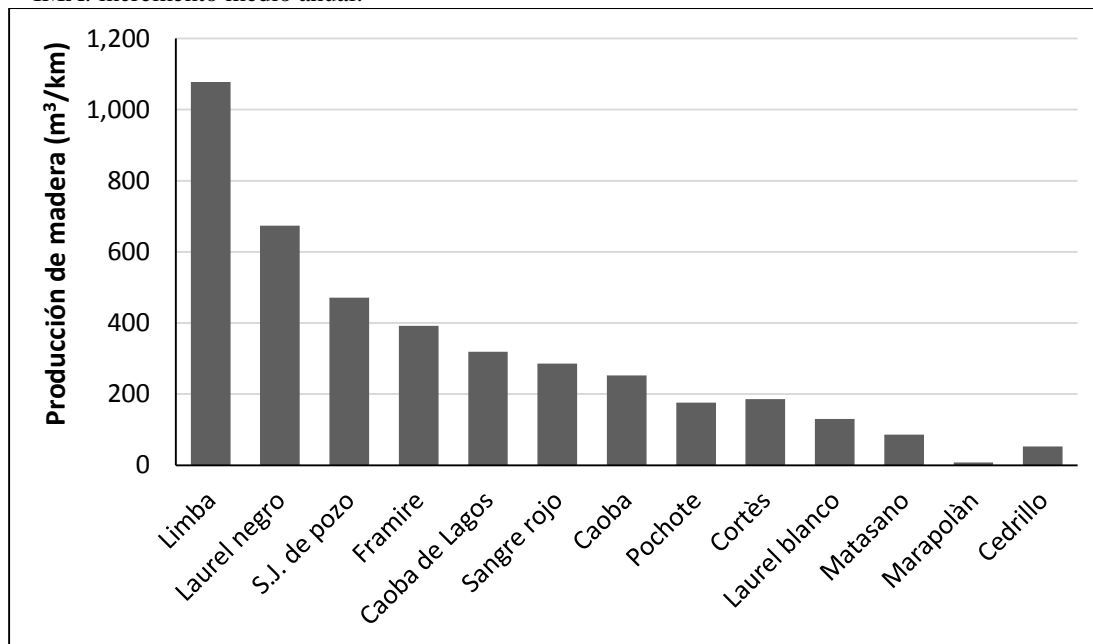


Figura 32. Volumen en metros cúbicos por kilómetro lineal con especies maderables, bajo la modalidad de árboles en línea con 110 árboles/kilómetro lineal. CEDEC-JAS, La Masica, Atlántida. 2020.



Conclusiones

- La producción de madera bajo la modalidad de lindero además del beneficio estético que ofrece para el agroturismo, presenta beneficios ecológicos y económicos atractivos para el productor en zonas forestales.

- Las especies que a la edad promedio de 28 años presentan los mayores volúmenes en metros cúbicos de madera son: limba, laurel negro, san juan de pozo y framire con un promedio de 5.9 m³/árbol (1,180 pies tablares/árbol).
- Debido a su demanda y alto valor económico, la caoba del atlántico y el cedro son alternativas recomendadas.
- Estas y otras especies evaluadas a la luz de los resultados son las especies que pueden ser recomendadas para zonas con condiciones similares al sitio de estudio.

4.3. Comportamiento del cacao (*Teobroma cacao*) bajo cinco especies forestales maderables como sombra permanente en la zona atlántica de Honduras. AGF 96-01

Alfredo Martínez y Francisco Javier Díaz
Programa de Cacao y Agroforestería

Estas parcelas desde su establecimiento (1997), se han evaluado tomando en consideración el asocio con las diferentes especies maderables asociadas con el cacao. Para el establecimiento inicial, el cacao que se plantó fue en mezclas provenientes de semillas y después de 20 años, los rendimientos registrados han sido bajos. En el año 2016, se tomó la decisión de renovar estas parcelas a través de la técnica de cambio de copa, con el injerto de nuevos clones de cacao con compatibilidad e intercompatibilidad conocida para incrementar su producción y suplir la demanda de material vegetativo (varetas) a clientes externos. Las primeras parcelas que recibieron cambio de copa (2016) fueron las de cacao en asocio con barba de jolote, granadillo rojo, Ibo y marapolán.



La parcela en asocio con limba, fue manejada de forma diferente en vista de lo siguiente:

1. Mortalidad de árboles de limba, este fenómeno se empezó a visualizar en aquellos árboles que contaban con mayor diámetro. Al parecer el exceso de humedad en la parcela provocó su muerte.
2. Su abundante y agresivo sistema radicular, afecta negativamente el desarrollo del cacao.
3. La limba, una vez llegan a su madurez se desprenden las ramas grandes que causan daños en el cultivo que está en el estrato inferior.

Considerando lo anterior, en este informe se están reportando solamente cinco especies maderables. Se tomó la decisión en 2019 de iniciar el aprovechamiento de todos los árboles de limba lo cual fue concluido en el 2020. Asimismo, en el 2020 se inició el establecimiento de caoba del atlántico, que servirá de sombra permanente en el cacao. Para el cacao en esta parcela se decidió en vez de hacer la renovación de copa, establecer plantas injertadas con diferentes clones provenientes del vivero del CEDEC-JAS y aprovechar la sombra de las plantas viejas de cacao mientras la caoba del atlántico se desarrolla.



En los sistemas con otras especies maderables, se dio mucho énfasis en las prácticas de manejo del cacao, donde se incluye la cosecha y registro de frutos sanos y afectados por moniliasis, mazorca negra, ardillas y aves. Además, se continúan llevando registros de las tasas de crecimiento de las diferentes especies maderables asociadas con el cacao (diámetro y altura).



Mortalidad de patrones. Esta situación comenzó a reportarse en el 2019, y en el 2020 la incidencia de plantas muertas en cada una de las parcelas se incrementó, especialmente en el lote asociado a Caoba africana. Al parecer la edad de los patrones (23 años) está relacionada con la mortalidad. Sin embargo, podrían existir otros factores que incrementen la incidencia, por ejemplo, el nivel de defoliación de la copa original posterior a la injertación. Observaciones hechas en el CEDEC-JAS en árboles de cacao de 15 años cuya copa fue cambiada, la incidencia de mortalidad de plantas es mínima.



Lote Barba de jolote. El rendimiento en cacao seco fue de 333 kg y 900 kg de baba (Cuadro 17). La mortalidad de plantas de cacao en la parcela fue del 10 %.

Lote Marapolán. En esta parcela, el 14 % de las plantas de cacao con cambio de copa mostraron mortalidad del patrón. Asimismo, esta es la parcela con menor rendimiento registrado en el periodo con 122 kg de cacao en baba y 45 kg de cacao seco.



Figura 33. Parcela de Marapolán/Cacao. Producción de semillas de marapolán.

Lote Ibo. Esta parcela registró 15 % de mortalidad de plantas de cacao (similar al marapolán) pero su rendimiento fue mayor con 627 kg de cacao en baba y 299 kg de cacao seco.



Figura 34. Vista panorámica de parcela de Ibo.

Lote Granadillo rojo. Es la parcela con menor mortalidad registrada de plantas de cacao (5 %) y la que registró la mayor producción con 1,057 kg de cacao en baba y 391 kg de cacao seco.

Lote Caoba africana. Esta parcela registró un 23 % de mortalidad de plantas de cacao y 80 % de mortalidad de los árboles maderables. La principal causa de mortalidad fue por muerte regresiva de los árboles, indicando que esta especie no se adapta a las condiciones propias del clima de la estación, especialmente alta precipitación.

Las producciones en todas las parcelas se consideran bajas (Cuadro 20) y fueron significativamente menores a las reportadas en el periodo anterior. La alta incidencia de mazorca negra y daño por aves y ardillas constituyeron las principales causas para la disminución en rendimiento.

Cuadro 20. Rendimiento de cacao en distintos socios cacao-maderables (CADETH, El Recreo, La Masica, Atlántida, 2020).

Maderable asociado con cacao	Edad (años)	Densidad plantas de cacao		Área (m ² /parcela)	Rendimiento de cacao (kg/ha)	
		Vivos	Muertos		Baba	Seco
Marapolán (<i>Guarea grandifolia</i>)	4	374	63	3,400	122	45
Barba de jolote (<i>Cojoba arbórea</i>)	4	414	45	3,575	900	333
Granadillo rojo (<i>Dalbergia glomerata</i>)	4	408	20	3,334	1,057	391
Ibo (<i>Dipterix panamensis</i>)	4	390	70	3,583	627	299
Limba* (Caoba del Atlántico) (<i>Terminalia superba</i>)	1	307	15	2,508	480	177
Caoba africana (<i>Khaya senegalensis</i>)	17	323	98	3,790	110	41

¹Densidad/ha de cacao: 1,100/ha; ² Conversión de húmedo a seco: 37 %.

* La producción de esta parcela es de los árboles adultos de cacao que se dejaron como sombra.

Crecimiento de las especies forestales. El crecimiento anual, debido a la avanzada edad de los árboles es mínimo (Cuadro 21). Todas las especies han alcanzado un tamaño y edad óptima para ser aprovechados.

Cuadro 21. Desarrollo de cinco especies forestales asociadas con cacao como sombra permanente (CADETH, El Recreo, La Masica, Atlántida, 2020).

Especie forestal asociada	Edad (años)	DAP ¹ (cm)			Altura (H ² en m)		
		2019	2020	IMA	2019	2020	IMA
Granadillo (<i>Dalbergia glomerata</i>)	23	47.5	48.0	2.0 ³	30.6	30.6	1.3
Ibo (<i>Dipterix panamensis</i>)	23	38.9	40.1	1.7	30.8	31.0	1.3
Barba de jolote (<i>Cojoba arborea</i>)	23	39.8	40.3	1.8	38.9	38.9	1.6
Marapolán (<i>Guarea grandifolia</i>)	23	43.6	43.9	1.9	38.7	39.0	1.6
Caoba africana (<i>Khaya senegalensis</i>) ⁴	17	32.7	33.0	1.9	31.7	31.8	1.8

¹ DAP: Diámetro a la altura del pecho (tomado a 1.3 m de la base del árbol). ²H: Altura total de la planta (tomado al ápice del árbol). ³ IMA: Incremento medio anual. ⁴ Especie con mortalidad de 80 % por muerte regresiva.

Conclusiones

- La alta mortalidad de árboles de caoba africana indica que esta especie no se adapta a las condiciones edafoclimáticas del centro; por lo tanto, no se debe recomendar su uso como sombra en cacao.
- La Limba, por sus características de crecimiento rápido y agresivo en su sistema radicular constituye competencia para el cacao, lo que se transforma en bajos rendimientos.
- Las especies barba de jolote y marapolán registran los mejores rendimientos de cacao y se consideran como buenas especies para asociar con cacao en sistemas agroforestales.

4.4. Comportamiento del cacao bajo sombra permanente de dos especies forestales maderables. AGF 96-02

Alfredo Martínez y Francisco Javier Díaz

Programa de Cacao y Agroforestería

Esta asociación de cacao con dos especies forestales de 23 años de edad y cacao de 19 años continúa su desarrollo y su respectivo registro de información. El desarrollo diametral y longitudinal de las especies maderables está dentro de los parámetros normales, lo que indica que ya han alcanzado un crecimiento para ser aprovechadas (Cuadro 22). Por otro lado, el rendimiento registrado en el cacao es sumamente bajo en ambos socios. Los valores registrados en el periodo 2020 fueron equivalentes a 83 y 95 kg de cacao seco por hectárea en los socios con hormigo y granadillo rojo, respectivamente (Cuadro 23). Aspectos como la edad y densidad de siembra de la plantación forestal, el abundante sistema radicular de los árboles maderables y, sobre todo, de que el cacao fue establecido en mezcla de semilla híbrida y se desconoce su origen, son situaciones que pueden explicar el bajo rendimiento y dar la pauta para valorar la renovación de este lote. En este estudio, para ambas especies forestales, la densidad de establecimiento fue de 3.0 x 3.0 m y en el periodo del estudio, solo se han realizado dos raleos.

En cumplimiento a la actualización del inventario de activos biológicos de las especies forestales, se realizó en el 2020 la medición de estas especies y así conocer en detalle las tasas de incremento de cada una desde la medición anterior hecha en el 2018. El incremento medio anual en diámetro de las dos especies fue de 1.5 y 1.7 cm de diámetro y altura de 1.4 m (Cuadro 22). Los incrementos en estas especies no son significativos, si se considera que son especies que tienen edades adulta y prácticamente listas para su aprovechamiento forestal. En el 2020 se ejecutaron las siguientes actividades silviculturales y de manejo agronómico en las parcelas: 1. Control de malezas, para evitar la competencia nutricional del cultivo agrícola, 2, poda de mantenimiento en el cacao, 3.

medición dasométrica de los árboles maderables, para conocer el incremento y 4. Actividades culturales para el control de moniliasis y mazorca negra.

Los árboles forestales han alcanzado un crecimiento suficiente para ser aprovechados. A partir del 2021 o de acuerdo a demanda, se iniciará el aprovechamiento gradual de los mismos. También, partiendo de la pobre producción del cacao, se inició en el 2020 el proceso de renovación de copa con la injertación de los clones autocompatibles FHIA-330 y ICS-95 e intercompatibles ICS-39 y TSH-565 en arreglo policlonal.

Cuadro 22. Desarrollo de especies forestales asociadas con cacao como sombra permanente a los 24 años (CADETH, La Masica, Atlántida, 2020).

Especie forestal asociada	DAP ¹ (cm)			Altura ² (m)		
	2019	2020	IMA	2019	2020	IMA
Hormigo (<i>Plathymiscium dirmophandrun</i>)	37.1	37.6	1.5	33.2	33.5	1.3
Granadillo (<i>Dalbergia glomerata</i>)	41.7	42.0	1.7	32.7	32.9	1.4

¹ DAP: diámetro a la altura del pecho, tomado a 1.3 m de la base del árbol. IMA: incremento medio anual.

² Altura total de la planta tomada al ápice del árbol.

Cuadro 23. Rendimiento de cacao en dos socios cacao-maderables (CADETH, La Masica, Atlántida, 2020).

Sistema	Edad (años)	Plantas por parcela	Área de cultivo (m ²)	Producción (kg/ha)	
				Baba ¹	Seco ²
Cacao-hormigo (<i>Plathymiscium dimorphandrum</i>)	20	272	2,118	225	83
Cacao-granadillo rojo (<i>Dalbergia glomerata</i>)	20	470	3,661	259	95

¹ Incluye los frutos perdidos por plagas.

² Conversión de húmedo a seco 37 %.

Conclusiones

- Las especies hormigo y granadillo rojo mostraron una buena adaptación y desarrollo a las condiciones de la estación.
- Los rendimientos del cacao son bajos, principalmente debido al material de siembra.

4.5. Comportamiento de especies maderables del bosque latifoliado cultivadas en sistemas de linderos y caminos internos en el CADETH. AGF 96-03

Alfredo Martínez y Francisco Javier Díaz

Programa de Cacao y Agroforestería

Las 27 especies forestales establecidas en diferentes modalidades presentan un buen desarrollo a pesar de las limitadas condiciones físicas y nutricionales del suelo que prevalece en la estación. En el año 2020 se desarrolló la poda de mantenimiento de los maderables y la medición dasométrica para actualizar los valores de diámetro y altura medidos en el periodo anterior. Estas

actualizaciones permiten registrar el desarrollo de los árboles de diferentes especies y mantener actualizado el inventario de activos biológicos en todas las plantaciones establecidas en el CADETH.

Para el diámetro (DAP) los incrementos tienen un rango de 2.8 cm para el Laurel negro y 0.2 cm para el varillo. El Incremento Medio Anual (IMA) que se calcula mediante la división del diámetro entre la edad del árbol (años) indicó valores entre 1.4 cm (San Juan Guayapeño) y 2.3 cm (laurel negro). Para la altura, las diferencias entre los registros del 2019 y del 2020 son mínimos (Cuadro 24). La especie San Juan de pozo registró el mayor incremento (1.5 cm). Después de 23 años, se puede observar que cuatro de las especies muestran un crecimiento normal de acuerdo a sus características propias por ser propias del bosque latifoliado; estas son, cumbillo, varillo, laurel negro, San Juan de Pozo y marapolán. Las otras especies como framire, belérica, ibo y limba, aunque son del bosque latifoliado, son consideradas especies exóticas que han sido introducidas al país y se ha observado que su crecimiento en el CADETH es levemente menor al observado en las condiciones del CEDEC-JAS. Finalmente, la especie San Juan Guayapeño es una especie mejor adaptada a condiciones de clima más seco, aunque en las condiciones del CADETH su crecimiento es aceptable.

Cuadro 24. Diámetro, altura e incremento medio anual (IMA) a los 23 años, de especies forestales establecidas en linderos en terrenos de ladera de baja fertilidad. CADETH, La Masica, Atlántida, Honduras. 2020.

Especie forestal	DAP (cm)			Altura (m)		
	2019	2020	IMA	2019	2020	IMA
Cumbillo (<i>Terminalia amazonia</i>)	45.6	46.0	2.0	31.1	32.0	1.3
San Juan de pozo (<i>Voshycia</i> sp.)	47.7	49.0	2.1	27.5	29.0	1.2
Framire (<i>Terminalia ivorensis</i>)	42.6	43.0	1.8	30.6	31.0	1.3
Varillo (<i>Symphonia globulifera</i>)	36.8	37.0	1.6	22.5	23.0	1.0
San Juan guayapeño (<i>Rosodendrum</i> sp.)	32.0	33.0	1.4	23.5	24.0	1.0
Ibo (<i>Dipterix panamensis</i>)	33.5	34.0	1.5	25.1	25.1	1.0
Marapolán (<i>Guarea grandifolia</i>)	33.6	34.0	1.5	24.6	25.0	1.0
Laurel negro (<i>Cordia, megalantha</i>) ¹	51.2	54.0	2.3	34.1	35.0	1.5
Belérica (<i>Terminalia belerica</i>)	48.1	48.0	2.0	26.1	26.1	1.1
Limba (<i>Terminalia superba</i>)	47.8	49.0	2.1	37.5	38.0	1.6

¹ Promedio de lindero de por el acceso a las oficinas y linderos de límites de la propiedad.

Conclusiones

- Las especies nativas, propias del bosque latifoliado son las que se adaptaron mejor a las condiciones del CADETH.
- El crecimiento de las especies exóticas, es más influenciada por las condiciones de suelo, altitud y clima que las especies nativas.

4.6. Comportamiento de especies maderables no tradicionales establecidas en terreno limpio y fajas sin adición de insumos. AGF 96-04

Alfredo Martínez y Francisco Javier Díaz
Programa de Cacao y Agroforestería

Estas especies maderables fueron establecidas con el apoyo de proyectos vinculados a la promoción de especies forestales poco conocidas y utilizadas por los transformadores de la madera. El objetivo de este estudio es: generar información básica sobre la adaptabilidad y desarrollo de las especies forestales en suelos de laderas con fertilidad baja ubicados en el CADETH. Durante este tiempo (24 años) hay especies que se han adaptado bien a estas condiciones como: cumbillo, San Juan de pozo y varillo). Sin embargo, existen otras especies que no desarrollaron lo suficiente y su crecimiento se ha quedado rezagado, en vista de que el suelo de la parcela donde se estableció el ensayo tiene muchas deficiencias, como ser alta concentración de aluminio, bajo contenido de materia orgánica y pH ácido. Comercialmente estas especies no presentan mayor interés: ceiba, redondo y paleto.

Los valores de diámetro y altura comercial para las especies en evaluación son presentados en el Cuadro 25. Durante el 2020 las actividades que se desarrollaron fueron las siguientes: control de malezas, poda de saneamiento de los maderables, encalado, medición de diámetro y altura, control de malezas,

Cuadro 25. Comportamiento de diecisiete especies forestales del bosque latifoliado establecidas en parcelas puras sin adición de insumos a los 24 años. CADETH, La Masica, Atlántida, 2020.

Especie	DAP (cm)			Altura (m)		
	2019	2020	IMA	2019	2020	IMA
1. San Juan de Pozo (<i>Vochysia guatemalensis</i>)	42.9	50.0	2.0	31.7	32.0	1.3
2. Laurel negro (<i>Cordia megalantha</i>)	40.2	43.0	1.8	26.8	27.0	1.1
3. Ceiba (<i>Ceiba petandra</i>)	34.6	37.0	1.5	26.9	27.0	1.1
4. Santa María (<i>Calophyllum brasiliense</i>)	34.9	35.0	1.4	25.7	26.0	1.0
5. Rosita (<i>Hyeronima alchorneoides</i>)	36.5	36.0	1.5	30.3	30.0	1.2
6. Sangre (<i>Viola koshnyi</i>)	32.6	33.0	1.3	26.7	27.0	1.1
7. Barba de jolote (<i>cojoba arbórea</i>)	33.0	34.0	1.3	26.0	27.0	1.1
8. Varillo (<i>Symphonia globulifera</i>)	30.3	32.0	1.3	25.4	26.0	1.0
9. Ciruelillo (<i>Hurtea cubensis</i>)	26.7	27.0	1.1	22.4	23.0	0.9
10. Granadillo rojo (<i>Dalbergia glomerata</i>)	25.6	26.0	1.1	26.0	26.0	1.0
11. Cortés (<i>Tabebuia guayacán</i>)	27.4	28.0	1.1	22.4	23.0	0.9
12. Piojo (<i>Tapirira guianensis</i>)	26.4	27.0	1.1	25.0	25.0	1.0
13. Jigua (<i>Nectandra</i> sp.)	23.5	24.0	1.0	21.9	22.0	0.9
14. Redondo (<i>Magnolia yoroconte</i>)	24.3	25.0	1.0	21.6	22.0	0.9
15. Marapolán (<i>Guarea grandifolia</i>)	24.6	26.0	1.1	22.0	22.0	0.9
16. Masica (<i>Brosimum alicastrum</i>)	19.4	21.0	0.8	19.7	20.0	0.8
17. Paleto (<i>Dialium guianensis</i>)	14.6	15.0	0.6	14.4	15.0	0.6

DAP: Diámetro a la altura del pecho (tomado a 1.3 m de la base del árbol).

Altura total del árbol (tomado al ápice del árbol).

A partir del 2021 se empezará a registrar la altura comercial para la cuantificación de volumen para cada especie con el empleo de la fórmula John Rooper.

Conclusiones

- Las condiciones propias del suelo influyen directamente en el desarrollo de las especies forestales.

- Las especies cumbillo, San Juan de Pozo y Varillo a pesar de las condiciones propias de suelo desarrollaron en niveles aceptables.
- En condiciones de suelos pobres, se hace necesaria la aplicación de enmiendas.

4.7. Comportamiento del cacao bajo sombra permanente de la especie maderable caoba (*Swietenia macrophylla*) establecida en surco doble como sombra permanente de cultivo de cacao. AGF 13-02

Alfredo Martínez y Francisco Javier Díaz

Programa de Cacao y Agroforestería

Esta parcela consta de un área de una hectárea, con una edad de siete años, se estableció en sistema agroforestal para monitorear el comportamiento del maderable asociado con guama (especie transitoria) y el cultivo del cacao. Los 200 árboles de caoba del atlántico que fueron plantados en cuadro a 12.0 m entre sí, llevan un buen desarrollo diametral y longitudinal, esta especie está bien adaptada a las condiciones agroecológicas de la zona. La producción de cacao durante el año 2020 fue de 6,158 mazorcas, de las cuales 4,395 fueron sanas (71.3 %), 993 dañadas por pájaros y ardillas (16 %), 132 dañadas por moniliasis (2.1 %) y 288 por mazorca negra (4.6 %). Se estimó una producción de 9.8 mazorcas por árbol, equivalente a 699 kg de baba fresca y 251.6 kg/ha de cacao seco.



Existen pequeñas fluctuaciones en cuanto al rendimiento obtenido, pero se considera aceptable para suelos de ladera de pobre calidad y sin adición de fertilizantes o enmiendas al suelo. La caoba del atlántico registra un incremento en diámetro de 1.5 cm y en altura de 0.57 m. Durante el 2020, las actividades que demandaron mayor acción fueron las siguientes: control de malezas, regulación de la sombra en la especie guama para dejar solamente el fuste, podas de formación y saneamiento en el maderable, medición de diámetro y altura para calcular tasa de crecimiento.

Conclusión preliminar

- El rendimiento del cacao está dentro de los rangos promedio para suelos de ladera con baja fertilidad.

4.8. Adaptación y crecimiento de caoba (*Swietenia macrophylla*) y cacao (*Theobroma cacao*) en el valle de Sula. CAC 10-03

Julio C. Coto¹, Hernán R. Espinoza¹ y Marlon E. López²

¹ Departamento de Protección Vegetal

² Programa de Cacao y Agroforestería

Introducción

Ante la disponibilidad de área de cultivo y el riesgo representado por potenciales invasiones de pobladores de colonias vecinas, en 2010 la FHIA decidió establecer parcelas de caoba (*Swietenia macrophylla*) en las áreas del Centro Experimental y Demostrativo Phillip Ray Rowe (CEDPRR-FHIA, Guaruma 1, La Lima, Cortés). El programa de siembra de caoba se ha extendido hasta 2014. Posteriormente, de diciembre de 2016 a enero de 2018 se estableció en la Sección #38 del CEDPRR-FHIA un banco de yemas de clones selectos de cacao para producción de material propagativo (yemas/púas para injertación) a ser utilizados para multiplicación de dichos clones por el Programa de Diversificación-FHIA. El CEDPRR-FHIA está localizado a 31 msnm, con precipitación pluvial media anual de 1,200 mm y temperatura media anual de 28 °C. Se presentan seguidamente detalles de los lotes de ambas especies arriba mencionadas y su estado actual.

Lotes de caoba

De septiembre de 2010 a octubre de 2014 se plantaron un total de 8,556 árboles de caoba en cinco áreas: 1) Sección #38 con 5,903; 2) Sección #29 con 486; 3) Sección #3A con 450; 4) Sección #4A con 460; y 5) Sección #32 con 135. La ubicación de las áreas se detalla en el Cuadro 26, Figura 36.

Cuadro 26. Ubicación y colindancias de sitios plantados con caoba en el CEDPRR, Guaruma 1, La Lima Cortés, Honduras.

Sección	Norte	Sur	Este	Oeste
#38	Parcelas de campesinos de Guaruma 1	Carretera	Colonia Guaruma 1	Colonia Nueva Guadalupe
#29	Lotificadora	Fincas de caña de CAHSA	Colonia Filadelfia	Canal Maya
#3A	Colonia Sinaí	Sección #4A	Parcelas experimentales Programa de Banano y Plátano	Parcelas de campesinos de Guaruma 2
#4A	Sección #3A	Fincas de caña de CASHA	Parcelas experimentales Programa de Banano y Plátano	Parcelas de campesinos de Guaruma 2
#32	Río Chamelecón	Carretera	Canal Maya	Colonia Guaruma 1



Figura 35. Ubicación de parcelas plantadas con caoba (delimitadas en rojo) dentro del área general del CEDPRR-FHIA. Guaruma1, La Lima, Cortés, Honduras.

Los árboles fueron establecidos con diferentes densidades de población, tanto en parcelas puras como mixtas en asocio con musáceas y con cacao (Cuadro 27). Transcurridos diez años de inicio de la plantación, de 8,556 árboles plantados sobreviven 5,450, equivalente a 64.0 % de sobrevivencia de la plantación original, las pérdidas fueron principalmente en los tres años posteriores al establecimiento por muerte relacionada a estrés hídrico. En 2018 se registraron en la base de datos del inventario de activos biológicos de la FHIA 3,709 árboles de caoba en el CEDPRR, lo cual representa el 66.1 % de los árboles existentes (Cuadro 27). Este registro de árboles inventariados arroja un volumen estimado de 74.91 m³ de madera. El inventario biológico de árboles de caoba plantados en el CEDPRR se completará en 2021.

Cuadro 27. Establecimiento de parcelas de caoba (*Swietenia macrophylla*) y cacao en el CEDPRR-FHIA. Guaruma 1, La Lima, Cortés, Honduras.

Sección	Modalidad	Fecha de siembra	Espaciamiento (m)	Densidad (árbol/ha)	Cantidad		Área (ha)
					Inicial	Actual	
38-2B	Caoba pura	Sep., 2010	3.0 x 3.0	1,111	600	436	0.55
38-2C	Caoba	Jun., 2012	3.5 x 3.5	816	310	310	0.37
38-7	Caoba	Jun., 2012	3.5 x 3.5	816	1,120	1,089	1.28
38-3A	Caoba/cacao	Oct., 2012	6.0 x 5.0	333	271	240	0.69
38-3B	Caoba/cacao	Oct., 2012	6.0 x 3.0	555	390	380	0.69
38-2A	Caoba	Oct., 2013	3.5 x 3.5	816	374	323	0.52
29	Caoba	Jun., 2014	4.0 x 4.0	625	486	150	0.77
38-6	Caoba	Ago., 2014	3.5 x 3.5	816	1,122	368	1.38
38-5	Caoba	Sep., 2014	3.5 x 3.5	816	1,122	633	1.38
38-4	Caoba/cacao	Sep., 2014	3.5 x 3.5	816	1,122	449	1.38
38-1A	Caoba/cacao	Oct., 2014	4.0 x 4.0	625	286	243	0.46
38-1B	Caoba/cacao	Oct., 2014	4.0 x 4.0	625	308	237	0.49
32	Caoba	Oct., 2014	3.0 x 3.0	1,111	135	20	0.12
3A	Caoba	Oct., 2014	4.0 x 4.0	625	450	218	0.72

4A	Caoba	Oct., 2014	5.0 x 3.0	666	460	355	0.69
Total					8,556	5,450	11.49

El 90.6 % de los árboles plantados entre 2010 y 2013 sobrevivieron y se han desarrollado satisfactoriamente. En contraste, de los árboles plantados de junio a octubre de 2014 sobreviven solamente 48.7 %, pérdida atribuida esencialmente a déficit hídrico por baja pluviosidad (23.9 % menos lluvia que el mismo período del año 2013 (Cuadro 28). Ello se explica porque los árboles en la etapa de establecimiento deben superar el shock de trasplante, y si durante esa etapa se exponen a períodos de una a dos semanas de sequía y alta temperatura, corren riesgo de morir dado que no tienen desarrollado un sistema radicular que les permita explorar capas inferiores del suelo con humedad residual. Otro de los factores que han favorecido dicha pérdida también han sido los incendios provocados por los vecinos durante el verano.

Cuadro 28. Reporte de lluvia (mm) para el período mayo-diciembre de los años 2013 y 2014 en el CEDPRR-FHIA. Guaruma1, La Lima, Cortés, Honduras.

Mes	2013	2014
Mayo	61.2	73.5
Junio	275.8	224.5
Julio	104.4	4.8
Agosto	83.3	27.7
Septiembre	270.2	66.9
Octubre	145.8	198.2
Noviembre	138.8	207.6
Diciembre	71.0	72.2
Total	1,150.5	875.1

En la parcela 38-2B, la cual es la de mayor edad, ya se hizo en el 2020 raleo donde se aprovechó el 27.3 % de los árboles plantados, la mayoría de los cuales tuvieron fustes con diámetro menor a 10 cm, y por ello se utilizaron como leña. Se tenía programado hacer un segundo raleo de árboles en dicho lote a los diez años que se cumplieron en 2020. Sin embargo, no se pudo realizar debido a la ausencia prolongada de personal en los sitios de trabajo obligado por la pandemia del Covid-19 y eventos climáticos. La actividad se realizará en el 2021.

Lote de árboles de cacao para banco de yemas

De diciembre de 2016 a enero de 2018 en las parcelas 1A, 1B, 2A, 3A, 3B, 4 y 5 de la Sección #38 (Figura 37) se establecieron 3,793 árboles de cacao, en un área de 4.23 ha en la cual estaban representados 85 clones de cacao en 28 arreglos policlonales. Como sombra temporal se sembraron 4,062 cormos de diferentes clones de musáceas, la sombra intermedia se estableció con 2,258 brotones de madreño (*Gliricidia sepium*) y como sombra permanente se utilizaron los árboles de caoba ya existentes en estas parcelas. En vista de la pandemia por Covid-19 y los huracanes Eta y Iota que azotaron a Honduras en el 2020 no se actualizó el inventario de sobrevivencia de árboles de cacao en dichas parcelas, el cual se hará en el 2021 al tener acceso a las parcelas. El último inventario de sobrevivencia de árboles de cacao que se tiene corresponde al 2019, con 2,537 árboles de 65 clones, plantados con densidades de 1,200; 1,111 y 816 árboles/hectárea en siete parcelas (Cuadro 29). Una vez se evalúen los daños causados por estos fenómenos naturales a las plantas de cacao y al sistema de riego, se considerará la continuación o no de este ensayo.



Figura 36. Establecimiento de parcela agroforestal caoba - cacao en los Lotes 1A, 1B, 2A, 3A, 3B, 4 y 5 de la Sección #38, CEDPRR-FHIA. Guaruma 1, La Lima, Cortés, Honduras.

Cuadro 29. Banco de yemas de clones de cacao establecido en la Sección #38, CEDPRR-FHIA. Guaruma1, La Lima, Cortés, Honduras.

Parcela	Arreglo policlonal	Línea	Clon	Densidad (árboles/ha)
38-1A	Neocriollo	1-14	Carmelo	1,250
38-1A	1	15-22	ICS-95, EET-62, UF-29, ICS-1	1,250
38-1A	2	23-30	ICS-1, EET-162, FHIA-330	1,250
38-1B	3	31-38	TSH-565, ICS-39, ICS-1, UF-667	1,250
38-1B	4	39-46	ICS-1, ICS-39, TH-565, ICS-95	1250
38-1B	5	47-54	ICS-6, UF-676, ICS-60, UF-21	1250
38-1B	6	55-59	UF-667, UF-613, ICS-6, ICS-95	1250
38-2A	7	24-32	FHIA-168, FHIA-738, FHIA-74, FHIA-708	816
38-2A	8	16-23	FHIA-707, FHIA-168, FHIA-74, FHIA-269	816
38-2A	9	9-15	UF-29, TSH-565, ICS-95, FHIA-330	816
38-2A	Auto compatibles	1-8	ICS-95, ICS-1, FHIA-168, FHIA-330, EET-62, EET-162, CCN-51	816
38-3A	10	1-8	FCS-A2, SPA-9, CCN-51, IMC-67	1,111
38-3A	11	9-16	POUND-12, FCS-A2, CCN-51, SCC-61	1,111
38-3A	12	17-24	IMC-67, SCC-61, CCN-51, SPA-9	1,111
38-3A	13	25-32	EET-162, EET-62, EET-95, EET-96	1,111
38-3B	14	33-40	EET-8, EET-95, EET-62, UF-29	1,111
38-3B	15	41-48	EET-48, EET-162, EET-62, UF-29	1,111

38-3B	16	49-56	CAU-43, CAU-39, CCN-51, CAU-34	1,111
38-3B	17	57-64	CAU-39, CAU-37, ICS-95, CAU-47	1,111
38-3B	18	65-72	CAU-43, CAU-39, CAU-37, CCN-51	1,111
38-3B	19	73-80	ICS-95, EET-8, TSH-565, ICS-39	1,111
38-3B	20	81-88	ICS-1, ICS-39, ICS-6, EET-8	1,111
38-3B	Lo mejor de UF	89-104	UF-650, UF-221, UF-273, UF-29, UF-296, UF-613, UF-667, UF-676	1,111
38-4	Colección de cacaos suaves	1-26	FHIA-32, FHIA-46, FHIA-74, FHIA-100, FHIA-168, FHIA-169, FHIA-193, FHIA-230, FHIA-288, FHIA-359, FHIA-360, FHIA-408, FHIA-428, FHIA-478, FHIA-483, FHIA-513, FHIA-537, FHIA-585, FHIA-621, FHIA-630, FHIA-687, FHIA-709, FHIA-714, FHIA-715, FHIA-740, FHIA-765	816
38-4	Doce cultivares	27-50	FHIA-5, FHIA-21, FHIA-32, FHIA-63, FHIA-74, FHIA-100, FHIA-108, FHIA-146, FHIA-161, FHIA-224, FHIA-245, FHIA-255	816
38-4	Diez y ocho cultivares	51-86	FHIA-63, FHIA-65, FHIA-130, FHIA-225, FHIA-228, FHIA-276, FHIA-310, FHIA-330, FHIA-430, FHIA-515, FHIA-269, FHIA-612, FHIA-671, FHIA-677, FHIA-707, FHIA-708, FHIA-736, FHIA-738	816
38-4	Poli clon CATIE	87-92	CATIE-R1, CATIE-R4, CATIE-R6, CC-137, PMCT-58	816
38-5	Producción de varetas	1-12	CCN-51	816

4.9. Observaciones sobre adaptación y crecimiento de caoba (*Swietenia macrophylla*) en el valle de Sula. (2) Efecto del raleo selectivo en el volumen de madera comercial producido por árboles de caoba (*Swietenia macrophylla*) plantados con alta densidad poblacional. CAC 10-03

Julio C. Coto

Departamento de Protección Vegetal

Resumen

La caoba del atlántico, *Swietenia macrophylla*, es una de las especies forestales más apreciadas en el mundo por las excelentes cualidades de su madera. En los últimos años en Honduras, nuevas áreas de cultivo de caoba han sido establecidas a una alta densidad poblacional (más de 1,111 árboles/ha). Con alta densidad, por efecto de la extrema competencia, se logra inducir tempranamente árboles de rápido crecimiento y con fustes rectos. Sin embargo, para lograr que estos árboles logren desarrollar fustes con diámetro comercial mínimo de 40.0 cm en 20 o 25 años, es recomendada la práctica de realizar un raleo selectivo de árboles, mediante la cosecha del 20 al 30 % de la población a partir del quinto año y continuar haciéndolo cada cinco años.

Se estableció este estudio adicional en un lote de caoba de alta densidad poblacional con el objetivo de evaluar el efecto del raleo selectivo sobre el volumen de madera comercial producido bajo condiciones del valle de Sula de Honduras. Se comparan dos parcelas únicas que a los 6.5 años fueron tratadas con raleo selectivo y sin raleo. A 10.3 años, transcurridos 3.5 años desde la

aplicación de tratamientos, los árboles con raleo tienden a superar ligeramente a los sin raleo en las variables diámetro, incremento medio anual en diámetro, y su altura es menor, todo lo cual son efectos esperables del raleo. Sin embargo, no se observa diferencia en el volumen de madera producida, lo cual podría deberse a lo tardío de inicio del raleo y el poco tiempo transcurrido desde entonces. Se continuará con la aplicación de tratamientos y las observaciones correspondientes para definir claramente el efecto de los tratamientos.

Introducción

La caoba del atlántico es una especie forestal perteneciente a la familia Meliácea y nativa de América tropical, es apreciada mundialmente por las excelentes cualidades de su madera, utilizada en la elaboración de instrumentos musicales, enchapados y muebles finos. Su madera tiene un precio superior a la mayoría de otras especies y, para satisfacer la demanda existente en mercados locales y de exportación, en Honduras en las últimas décadas se han establecido numerosas plantaciones comerciales de caoba en altas densidades de siembra. El efecto esperado de estas densidades es que la mayor competencia entre plantas determina inicialmente un rápido crecimiento vertical de su fuste en los primeros cuatro o cinco años después del trasplante, aunque a expensas de un lento crecimiento lateral. Usualmente los árboles se cosechan entre 20-25 años después de sembrados, esperando para entonces que sus fustes hayan alcanzado diámetro comercial apropiado (mínimo 40 cm) para fabricar productos primarios (chapas y aserrío). Para alcanzar dicho diámetro se recomienda realizar raleos selectivos del 20 al 30 % de la población existente, a partir del quinto año y así sucesivamente a intervalo de cinco años. Se estableció el presente estudio en una plantación de caoba con alta densidad poblacional con el objetivo de cuantificar la respuesta al raleo selectivo, bajo las condiciones del valle de Sula, como medida para promover el incremento de diámetro de fuste y consecuentemente el rendimiento de madera comercial.

Materiales y métodos

Para conducir el estudio se aprovechó un lote preexistente de 600 árboles, plantado en septiembre de 2010 con espaciamiento de 3.0 x 3.0 m equivalente a densidad poblacional de 1,111 árboles/ha. La plantación está ubicada en el Lote 2B-Sección 38 del Centro Experimental y Demostrativo Phillip R. Rowe (CEDPRR), Guaruma1 (La Lima, Cortés, Honduras), a una altura de 38 msnm. Las coordenadas geográficas del valle de Sula de acuerdo con el Sistema Geodésico Mundial 1984 (WGS por sus siglas en inglés) son 16 P 0398841 UTM 1705751, con registro de precipitación anual promedio de 1,200 mm, temperatura promedio de 26 °C y un ecosistema que va desde bosque seco a semi-húmedo tropical de acuerdo a la clasificación de Holdridge.

En marzo-mayo 2017, cuando la plantación tenía aproximadamente 6.5 años, se inició la aplicación de los dos tratamientos a evaluar, los cuales consistieron en: (A) Raleo selectivo, y (B) Sin raleo. Los árboles mostraban evidente falta de uniformidad en su desarrollo, aparentemente debido a variaciones en las características del suelo. Por esa razón, en un extremo del lote en el cual el desarrollo de los árboles aparentaba ser más uniforme, se delimitó una franja de 150 árboles con los cuales se formaron dos parcelas contiguas de 75 plantas cada una, a las cuales se les asignó uno de los tratamientos. Los siguientes indicadores se consideran para realizar el raleo selectivo: 1) presencia de entrelace de las copas de los árboles de caoba, 2) árboles deformes y bifurcados cuyo fuste mide menos de tres metros de longitud, y 3) en su momento, árboles cuyo incremento medio anual (IMA) de diámetro fuera igual o menor a 1.5 cm. En esta época se registró el diámetro y la altura de todos los árboles del lote. La siguiente toma de datos fue en diciembre 2020, después de

transcurrido aproximadamente 10.3 años desde la siembra y 3.5 años desde el raleo. Se espera normalizar la periodicidad del raleo selectivo a cada cinco años.

Para determinar en 2020 el volumen de madera producida, los datos requeridos se tomaron en 20 árboles en cada una de las parcelas, para cuya selección se siguieron los siguientes criterios: estar ubicados hacia el centro de cada parcela, exclusión de todos los árboles orilleros, y se medía solamente cada segundo árbol. En ellos se determinó del fuste su diámetro a 1.30 m de altura del suelo y su longitud del suelo a la bifurcación donde se abre la copa. Seguidamente, con ambas medidas se estimó el volumen de producción de madera de árboles de caoba en pie mediante aplicación de la fórmula de John Roper. Para calcular el incremento medio anual (IMA) de en diámetro se utilizó como referencia el diámetro registrado en marzo-mayo 2017 en cada uno de los 20 árboles alternados utilizados en cada tratamiento.

Resultados y discusión

En 2017 el diámetro promedio de los 600 árboles fue 12.96 cm, y el diámetro correspondiente en aquella fecha a los 20 árboles muestreados de cada uno de los tratamientos fue de 12.52 cm para Raleo selectivo y 12.26 cm para Sin raleo. Dichos valores son claros indicativos de que efectivamente ocurría gran variación en el desarrollo de las plantas al momento de iniciar el estudio.

En 2020 los tratamientos mostraron promedios de diámetro e IMA en diámetro, aunque cercanos entre sí, fueron sugestivos de una tendencia aparente a ocurrir valores más altos de ambas variables en respuesta al raleo selectivo (Cuadro 30) versus sin raleo, lo cual era esperable en base a la literatura. La menor altura registrada en árboles con raleo también es sugestiva de un efecto del raleo, indicativo de un crecimiento lateral a expensas de crecimiento vertical. Sin embargo, todo lo anterior no bastó para provocar, a este tiempo, un incremento en el volumen acumulado de madera en pie, variable que con un valor de 0.05 m³ fue común a ambos tratamientos. Ello claramente indica que, a esta fecha, aún no ha habido el deseado efecto del raleo selectivo, lo cual más probablemente puede ser atribuible a que no ha transcurrido suficiente tiempo para que el ejerza efecto. Además, puede haber un efecto arrastrado de la poda de formación aplicada a los árboles en los primeros años.

Cuadro 30. Promedios de diámetro, incremento medio anual (IMA) de diámetro y altura del fuste, y volumen producido de madera de árboles de caoba en pie transcurridos 3.5 años de aplicar raleo selectivo. CEDPRR, Guaruma 1, La Lima, Cortés, Honduras. Diciembre, 2020. N = 20.

Tratamiento	Diámetro (cm)	IMA del diámetro (cm)	Altura comercial (m)	Volumen (m ³)
Con raleo	16.62	1.37	4.04	0.05
Sin raleo	16.22	1.15	4.24	0.05

Conclusión

Transcurridos 3.5 años no se observa en la parcela un efecto claro del raleo selectivo como determinante de incrementos en las variables pertinentes del fuste de los árboles de caoba.

Recomendaciones

- Dar seguimiento al estudio con el raleo sistemático y registro de datos a intervalos de cinco años, y considerar la posibilidad de ampliar la medición a otros lotes con diferentes densidades de población.
- Con base a la experiencia con este ensayo y otros llevados a cabo por FHIA, ahora se recomienda establecer caoba del Atlántico en parcela pura a un distanciamiento de 6.0 m x 5.0 m para una densidad poblacional de 333 árboles por hectárea.

Literatura citada

- Fernández, M. 2003. La caoba una alternativa para áreas deforestadas de la Huasteca Potosina. Folleto para productores N0. 4. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Campo Experimental Huichihuayan, San Luis, Potosí, México. 14 p.
- Pérez, J. M. 2017. Manual para el cultivo de la caoba. Prosa, Yurungas, Perú. 93 p.
- Hernández R., J. 2018. Sistema compatible de ahusamiento - volumen comercial para *Swietenia macrophylla* King (caoba) en Quintana Roo, México. Instituto Nacional de Investigación Forestal, Agrícola y Pecuaria. Campo Experimental Chetumal, Chetumal, Quintana Roo, México. <https://doi.org/1021829/myb.2018-2431441>.

V. OTROS SISTEMAS AGROFORESTALES EVALUADOS EN EL CADETH

Entre las actividades que desarrolla el Programa en sus estaciones experimentales, está la evaluación de sistemas agroforestales diferentes al asocio con cacao. Entre las alternativas que se han evaluado en el CADETH se incluye el asocio de especies frutales como rambután, pulasán, rambután, aguacate, coco, plátano y piña; así como también cultivos especias como la pimienta negra y la canela. Las experiencias ganadas a través de los años han permitido conocer mejor el comportamiento y nivel de adaptación de estos cultivos en asocio con las especies forestales, bajo las condiciones propias de clima, suelo y topografía (laderas) que sobresalen en el CADETH, y que son comunes entre los productores de las zonas aledañas.

La valoración de estos sistemas permite una mejor utilización del suelo al ocupar de manera más eficiente los espacios con cultivos cuya producción es demandada y genera ingresos importantes en asocio con especies forestales, las cuales pueden establecerse dentro de la parcela como también alrededor de ella. También, durante el proceso se ha observado como algunas de las especies establecidas originalmente no han podido adaptarse a las condiciones de la estación, especialmente el tipo de suelo y han sufrido niveles altos de mortalidad, como en el caso del coco, la jatropha, la pimienta negra y el aguacate. Debido al crecimiento propio de cada especie frutal, su permanencia dentro del sistema agroforestal varía en el tiempo. A continuación, se presentan resultados de algunos estudios:

5.1. Rambután–piña y pulasán–piña como sistemas agroforestales temporales con potencial para pequeños y medianos agricultores con asiento en terrenos de ladera. AGF 97-01

Alfredo Martínez

Programa de Cacao y Agroforestería

Las diferentes variedades de rambután (*Nephelium lappaceum*) que fueron establecidos en el CADETH (R-134, R-156, R-162, R-167, Jeetle y Silenkeng) hace 23 años, han sido de mucha importancia para el desarrollo de este rubro, especialmente en la zona del litoral atlántico. En los últimos 10 años ha sido notorio como este cultivo se ha expandido constituyéndose en un

patrimonio de las familias de estas zonas. El impacto de este cultivo se manifiesta principalmente en la época de cosecha, ya que genera una buena cantidad de empleo tanto para los productores y sus familias como también para personas de comunidades aledañas de las zonas de producción. Adicionalmente, el ingreso económico que genera en un periodo relativamente corto de tiempo (3 meses) permite a los productores agenciarse fondos que son utilizados para el sustento de sus familias y desarrollo de recursos. En el periodo 2020 se vio reflejado una disminución en el precio promedio de la caja a lo largo del periodo de cosecha en vista de la gran cantidad de fruta procedente de nuevas plantaciones que han entrado a producción y también a la dependencia de los productores con los intermediarios. Es necesario, que los productores se reorganicen de mejor manera para que puedan comercializar su producto de forma directa con el comprador y evitar esas fluctuaciones en el precio que son manejadas por los intermediarios.

Durante el periodo del 2020 se continuó con el manejo agronómico el cual consistió en lo siguiente: fertilización química para estimular la floración, cuaje de frutos y producción; control de malezas, podas de formación y saneamiento y cosecha de frutos. Durante el 2020, los problemas ocasionados de rajado y caída de frutos por factores climáticos siguen siendo menores en general, pero siempre más evidente en frutos de la variedad R-134. En este periodo, la producción de frutos en el CADETH fue de aproximadamente 1,000 cajas (promedio 450 frutos/caja), con un incremento de 72 cajas más en comparación al 2019. Consideramos que este incremento en frutos se debió a la incorporación de una mezcla de fertilizantes químicos adecuados para el rambután (Yara-fórmula rambutanera) y siempre tomar en consideración el manejo agronómico del cultivo en tiempo y forma. Las variedades más productivas en el centro son la R-134 y R-162, estas son apetecidas por los compradores y el consumidor final. De los árboles por semilla que aún quedan, se logró comercializar un total de 20 cajas, esto representa un ingreso extra, aún y cuando tiene un sabor diferente a las variedades injertadas.



Figura 37. Cosecha de frutos de rambután Variedad R-162 Venta de frutos de rambután

5.2. Sistema agroforestal lanzón-limba. AGF 97-04

Alfredo Martínez y Francisco Javier Díaz
Programa de Cacao y Agroforestería

El lanzón (*Lansium domesticum*), es originario de Asia e introducido al país por el jardín botánico Lancetilla desde hace muchos años. En el CADETH se estableció una parcela asociada con la especie maderable limba (*Terminalia superba*), para aprovechar el espacio entre el maderable.

Después de varios años de su establecimiento, la especie forestal se ha convertido en una competencia para el frutal, ya que su sistema radicular es agresivo y genera una competencia por nutrientes. En el 2020 se logró comercializar un total de 367.4 kg (810 libras), producto de 12,150 frutos (33 frutos/kg o 15 frutos/libra) y las principales prácticas de manejo fueron el control de malezas, fertilización química, podas de saneamiento y cosecha de frutos para su comercialización.



Figura 38. Frutos de lanzón, pulpa de lanzón y lanzón listo para su comercialización.

5.3. Sistema agroforestal coco-caoba africana-cacao CCN-51 en suelos de ladera de muy baja fertilidad. AGF 00-01

Alfredo Martínez y Francisco Javier Díaz
Programa de Cacao y Agroforestería

Esta parcela continúa siendo manejada con los dos cultivos permanentes, la caoba africana (*Khaya ivorensis*) y el cacao. Las condiciones de suelo son un factor importante para un desarrollo adecuado de los cultivos. En el CADETH, conocemos las limitantes nutricionales de los suelos de laderas, los cuales, sumados a otros factores como el bajo contenido de materia orgánica, el bajo pH y la topografía, afectaron al otro cultivo agrícola anteriormente establecido (Coco) lo que provocó la muerte de todas las plantas establecidas. Durante el 2020 las actividades se fundamentaron en lo siguiente: control de malezas, deschuponado y poda de mantenimiento del cacao. En el 2020 se registró una cosecha total de 4,200 mazorcas, 58.4 % menos que el 2019, distribuidas de la siguiente manera: de 3,000 frutos sanos (71 %), 810 dañados por ardillas y pájaros (19 %), 90 afectados por moniliasis (2 %) y 300 por mazorca negra (7 %). ¿CÓMO ESTA LA KHAYA AQUÍ? ¿Cómo se considera la producción del CCN-51 alta, baja, media?



Figura 39. Planta y frutos de cacao CCN-51

5.4. Sistema agroforestal pimienta negra-madreado-rosita. AGF 03-01 (actualmente sistema agroforestal: rosita-cacao)

Alfredo Martínez y Francisco Javier Díaz

Programa de Cacao y Agroforestería

Debido al alto contenido de humedad que se presenta en el CADETH, la plantación de pimienta no tuvo los resultados deseados y poco a poco fue desapareciendo en su totalidad. Para aprovechar los espacios entre los árboles maderables, se tomó la decisión de plantar cacao, 422 plantas, establecidas en el año 2013. En el 2020, se desarrollaron actividades tales como: poda de mantenimiento, control de malezas, cosecha de los frutos de cacao y medición de diámetro y altura de los maderables. La producción durante el periodo fue de 1,500 mazorcas de las cuales 900 mazorcas son sanas (60 %), 300 mazorcas dañadas por pájaros y ardillas (20 %), 50 frutos dañados por monilia (3 %) y 250 por mazorca negra (16 %). La producción de mazorcas se considera muy baja. Condiciones pobres de suelo (baja fertilidad, materia orgánica y pH) son condicionantes de la productividad del cacao.

5.5. Rambután en asocio temporal con piña MD2. AGF 08-02

Alfredo Martínez y Francisco Javier Díaz

Programa de Cacao y Agroforestería

Esta parcela de rambután de 12 años está en asocio con algunos árboles de caoba del atlántico y marapolán. Los registros de cosecha durante el 2020 totalizaron 429 cajas de aproximadamente 450 frutos cada una. Esta producción fue inferior a la registrada en el ciclo anterior a pesar de habersele dado las prácticas de manejo correspondientes. Los ciclos productivos varían de año a año y son influenciados por aspectos de clima. Durante el 2020 se efectuó la correspondiente poda de saneamiento posterior a la cosecha anterior, la fertilización química con la fórmula rambutanera de la marca Yara y la cosecha de frutos para la comercialización.



5.6. Comportamiento de la canela en asocio con caoba como un sistema agroforestal temporal en la costa atlántica de Honduras. AGF 05-01

Alfredo Martínez y Francisco Javier Díaz

Programa de Cacao y Agroforestería

Durante el 2020 se realizó cosecha de canela, que consiste en una poda fuerte a los árboles la que estimula la producción de nuevos brotes. Producto de esta práctica, la cosecha del periodo ascendió a 126 kg, con un incremento de casi cuatro veces más en relación con el periodo anterior. Adicionalmente, se actualizó el inventario de los árboles maderables para la cuantificación de los activos biológicos. La caoba del atlántico presenta buen desarrollo, con un diámetro de 25 cm (IMA 1.6 cm) y 14 m de altura (IMA 0.93 m) a los 15 años.



5.7. El plátano en asocio con barba de jolote (*Cojoba arborea*) como sistema agroforestal temporal. AGF 05-02 (desde el 2013 sistema agroforestal: barba de jolote–cacao)

Alfredo Martínez

Programa de Cacao y Agroforestería

La especie forestal en esta parcela fue establecida con un distanciamiento de 7 m x 8 m, equivalente a 178 árboles por hectárea. Para esta especie en particular el distanciamiento es muy corto puesto que lo recomendable es al menos 10 m x 10 m para una densidad de 100 árboles por hectárea. El cacao establecido en el 2013 fue proveniente de plantas injertadas con diferentes clones. La producción de cacao durante el periodo fue de 500 mazorcas, de las cuales 350 mazorcas fueron sanas (70 %), 50 dañadas por pájaros y ardillas (10 %), 10 dañadas por moniliasis (2 %) y 90 por mazorca negra (18 %). Adicionalmente, durante el 2020 las actividades ejecutadas fueron las siguientes: control de malezas, deschuponado del cacao, poda de mantenimiento del cacao, toma de datos dasométricos a la especie forestal para el seguimiento al incremento anual en diámetro y altura. El diámetro promedio fue de 33 cm, con un incremento medio anual (IMA) de 2.2 cm/año y una altura comercial de 22 m. La alta densidad de árboles sumado al crecimiento del cacao hace necesario el raleo de la especie forestal, esperando que esto permita una mejor entrada de luz a la parcela para poder medir de mejor forma el asocio agroforestal.

Conclusión preliminar

- La alta densidad de árboles de la especie forestal no permite una medición más efectiva del rendimiento del cacao.

VI. ESTUDIOS DE INVESTIGACIÓN DE PRÁCTICAS AGROFORESTALES

Las condiciones edafoclimáticas del CADETH presentan características propias que son diferentes al del CEDEC-JAS y brinda la oportunidad de realizar trabajos de investigación y validación de tecnologías que tendrán mayor aplicación a las condiciones de ladera y suelos de baja fertilidad, comunes en un porcentaje importante de los productores de cacao en el país.

A continuación, el avance de los estudios actualmente conducidos por el personal técnico asignado a este Centro:

6.1. Evaluación de la injertación en el campo definitivo de clones de cacao. AGF 17-02

Alfredo Martínez

Programa de Cacao y Agroforestería

Este tipo de práctica no es tan conocida ni mucho menos difundida en nuestro país, no así en otros países como Colombia y Ecuador. Con el objetivo de implementar y valorar esta práctica, se está desarrollando un ejercicio para obtener más información relacionada a esta práctica, ya que nos da la oportunidad de establecer los patrones en tiempo y forma y evitamos de que la raíz detenga su crecimiento porque ya está en el sitio definitivo, para posteriormente realizar la injertación en campo de los materiales genéticos seleccionados.

Los patrones fueron plantados con una edad de 3.5 meses y dos meses después se realizó la práctica de injertación con la técnica de púa. Tres meses posteriores a la injertación se hizo una valoración que indicó una mortalidad del 3 %; esta mortalidad fue en su mayoría producto de daños mecánicos (caída de ramas de árboles de zorra nativos en la parcela) y no necesariamente de la injertación. A pesar de ser una parcela bastante joven, todos los clones establecidos presentan un buen comportamiento de adaptabilidad y muchos de ellos, FHIA-330, FHIA-168 y CCN-51, ya presentan frutos con buenas características. Continuaremos con la evaluación, para obtener más información sobre este tipo de prácticas y así presentar las recomendaciones al respecto. La especie maderable caoba del Atlántico muestra un buen desarrollo, esto es importante ya que generará la sombra permanente para el cultivo agrícola.



Figura 40. FHIA- 330 CCN- 51 FHIA- 168.

El plátano que funcionaba como sombra temporal fue eliminado en su totalidad, puesto que cumplió con los dos ciclos de producción, no así la guama que funciona como sombra intermedia y se está dando el manejo silvícola correspondiente. En el 2020 se llevaron a cabo diferentes actividades tales como: poda de formación del cacao, deschuponado, fertilización química (15-15-15), control de malezas, monitoreo de pepinillos y aplicación de insecticida para el control del barrenador de la caoba del atlántico.

Conclusión

- La práctica de injertación en campo es efectiva, especialmente cuando se realiza utilizando la técnica de púa.
- En condiciones donde se tiene premura por establecer las parcelas y aprovechar las condiciones de precipitación, esta técnica representa una alternativa viable.
- La técnica de injertación de púa, además de producir mejores % de pegue, asegura una mejor formación del árbol por la mayor cantidad de yemas que contiene la vareta.

6.2. Parcela sucesional agroforestal dinámica con cacao y frutales. AGF 17-03

Alfredo Martínez y Francisco Javier Díaz
Programa de Cacao y Agroforestería

El principio de este concepto es el de implementar varios cultivos agrícolas que permitan no solamente la generación de alimento para el productor y su familia, sino que también permita diversidad en la generación del ingreso. La función de estos sistemas sucesionales es la producción más intensiva y buscar de abastecer de alimento a las familias ubicadas en suelos de laderas y con diversidad de cultivos, que puedan incorporar materia orgánica para el desarrollo y nutrición de las plantas durante la mayor parte del año.

Durante el 2020, se ha llevado a cabo una serie de actividades de mantenimiento y rotación de cultivos de ciclo corto, con base en el desarrollo del cacao que no permite mayor cantidad de sombra a medida que va en aumento su desarrollo, regulación de sombra de guama, cosecha de frutos de diferentes cultivos, control de malezas, incorporación de nuevos cultivos (yuca, caña, chile, coco, etc.). Todos los materiales de cacao que se establecieron (ICS-1, ICS-39, TSH-565, ICS-95) a pesar de su corta edad, ya iniciaron la producción de frutos particularmente los intercompatibles (ICS-39, TSH-565).



Figura 41. Clon: TSH- 565 y poda de formación.

Producto de las condiciones climáticas presentes durante el año 2020, en los meses de verano no se pudo utilizar el sistema de riego, ya que el caudal de la fuente de abastecimiento bajo significativamente lo que dificultó la conducción a la parcela; sin embargo, la cobertura que genera el dosel superior no permitió resequedad en el suelo, muerte de plantas y quemaduras en las hojas de cacao. La mano de obra utilizada dentro de la parcela es considerable, debido a la diversidad de cultivos existentes dentro de la parcela.

En el 2021 haremos las comparaciones pertinentes relacionadas a la implementación de esta metodología, desde el punto de vista económico y técnico para posteriormente comparar los resultados obtenidos con el sistema que se ha venido utilizando en la FHIA. Es importante que nuestros productores cuenten con el conocimiento respectivo, considerándose que se trata del manejo agronómico de varios cultivos dentro de la misma parcela.

6.3. Compatibilidad sexual de clones de cacao comerciales y promisorios de la FHIA y recomendación de arreglos de plantación en campo. CAC 16-01

Oscar Ramírez, Aroldo Dubón y Marlon López
Programa de Cacao y Agroforestería

Resumen

La FHIA inició en el 2015, como parte de la implementación de tecnologías innovadoras, el establecimiento de nuevas parcelas de cacao con clones seleccionados por sus características

productivas, de resistencia a enfermedades y arreglos en campo con base en la compatibilidad sexual de los mismos. El establecimiento de plantaciones de cacao mediante arreglos policlonales con base en la compatibilidad sexual potencializa el éxito en la producción del cultivo. El banco de germoplasma en el CEDEC-JAS de la FHIA, cuenta con una alta diversidad de clones promisorios, los cuales son evaluados en aspectos productivos, resistencia a enfermedades y características organolépticas para posteriormente, ser liberados a los productores. En 2015 se realizó la selección de los 40 clones de cacao con mayores rendimientos, a su vez, se inició los trabajos de compatibilidad sexual donde se realizó la mayor cantidad de cruzamientos entre esos clones (701 cruzamientos) para formar la mayor cantidad de arreglos policlonales. En 2017 y 2018 la investigación en compatibilidad se enfocó en conocer la autocompatibilidad de los clones promisorios de la FHIA. Se trabajó de forma separada en dos lotes, el primero compuesto por 18 clones seleccionados por alto rendimiento con más de 45 frutos por árbol al año y con tolerancia a moniliasis (incidencia aproximada 3.4 %), y el segundo compuesto por 26 clones seleccionados por tener más de 30 % de granos con cotiledón de color blanco o crema. En 2019 se finalizó la matriz de autocompatibilidad de los 18 clones y se avanzó en la intercompatibilidad sexual de los 10 clones más sobresalientes (de los 18) en producción de frutos. En 2020, las polinizaciones se encaminaron a complementar la matriz de intercompatibilidad de los clones de los 18 cultivares. Se sustituyó el clon FHIA-228 por el FHIA-741, ya que este último presentó mejores rendimientos (kg de grano seco/ha), además de mejores atributos en índice de mazorca e índice de semilla. De las 90 cruza pendientes a realizar (ya se completó la autocompatibilidad), se ha avanzado en un 86 % (77 cruzamientos), con 27 cruzamientos en el 2020. Los resultados del periodo indican que 14 cruzamientos entre clones resultaron en alta intercompatibilidad.

Introducción

La productividad en las plantaciones de cacao depende de diversos factores, entre ellos, el manejo agronómico, condiciones agroecológicas y material genético utilizado. El cacao es una planta que presenta el fenómeno de *autoincompatibilidad sexual*, que se manifiesta cuando el polen de la flor de una planta no consigue fecundar los óvulos de las flores de la misma planta; y el carácter de *interincompatibilidad* cuando el polen de la flor de una planta no consigue fecundar los óvulos de las flores de otra planta (Cadavid-Vélez, 2006). En la Figura 42 se muestra el flujo de polen que determina el carácter de compatibilidad en una plantación de cacao.

La compatibilidad sexual de los clones al establecer una plantación de cacao permite incrementar las posibilidades de fecundación de los óvulos y la obtención de frutos. La colección del banco de germoplasma de la FHIA contiene más de 300 clones, los cuales han sido introducidos, algunos de ellos, desde hace más de 30 años.

En el presente informe se detallan los avances en los estudios de determinación de la intercompatibilidad sexual en clones de los lotes denominados 18 cultivares y el Lote marapolán.

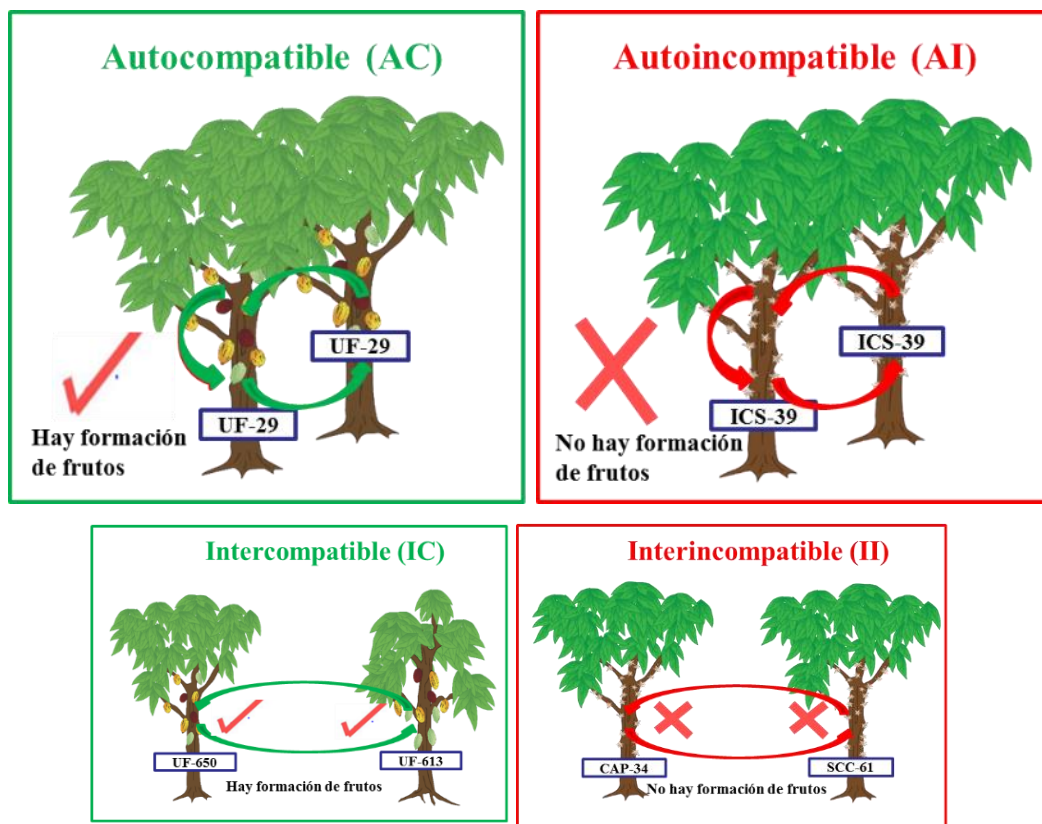


Figura 42. Diagrama explicativo de los términos de compatibilidad con base en el intercambio de polen entre un mismo clon (superior) y distintos clones (inferior) y posibles resultados.

Objetivo

Conocer para cada clon promisorio en evaluación su nivel tanto de compatibilidad sexual propia e intercompatibilidad con otros clones de cacao, permitiendo un mejor criterio para la conformación de arreglos policlonales de siembra.

Materiales y métodos

En la Figura 43 se presentan los materiales utilizados en los procesos para realizar la polinización manual, estos incluyen: 1. Caja de madera para hacer la colecta de las flores, 2. Pinzas para emasculación de flores, 3. Cilindros de plástico cubierto los extremos con plastilina y malla fina para proteger los botones florales y flores emergidas, 4. Rotulaciones para identificar el cruzamiento realizado, el nombre del lado izquierdo siempre representa la madre y 5. Formato para registro de la información.



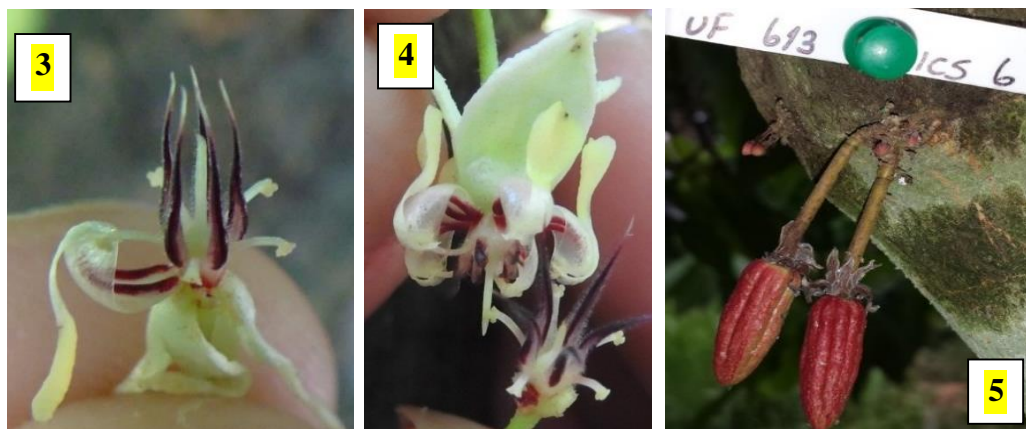
Figura 43. Materiales utilizados en el proceso de pruebas de compatibilidad sexual en cacao.

Proceso de polinización

En la FHIA, el proceso de polinización que se utiliza para hacer pruebas de compatibilidad sexual entre clones de cacao, contiene los pasos que a continuación se detallan:

1. Selección del botón floral un día antes de que la flor abra o esté disponible para ser polinizada. Dicho botón se protege con un tubo especial. Se revisa al siguiente día para verificar que la flor está abierta. Se protege la flor que está abierta y lista para ser polinizada (flor hembra), para evitar que otros polinizadores lleguen antes y fecunden la flor.
2. A la flor hembra que será polinizada se le quitan los estambres y solo queda el estigma listo para recibir el polen de la otra flor que servirá como macho, proveniente del árbol de otro clon.





3. Selección de la flor que servirá como macho, la cual se desprende cuidadosamente del otro árbol.
4. Realización de la polinización. Esta se hace frotando las anteras de la flor macho en el pistilo de la flor hembra.
5. Si hay intercompatibilidad sexual entre los clones, se observa posteriormente el crecimiento y desarrollo de frutos en la flor fecundada.

El proceso de polinización asistida se hace usando 30 flores de cada árbol que funciona como hembra; posterior al proceso de polinización asistida se hacen tres revisiones a los 3, 8 y 15 días, respectivamente, para observar y registrar el *cuajamiento* de fruto.

Si no hubo fecundación de la flor polinizada, esta se desprende a los 3 u 8 días, pero si hubo fecundación, la flor persiste en el árbol y a los 15 días se empieza a observar la formación de un fruto. Todas estas observaciones y las fechas se van registrando en un formato de campo diseñado para tal fin. Para determinar la compatibilidad sexual del cruzamiento, a los 15 días después de la polinización, se calcula el porcentaje de frutos desarrollados (cuajamiento) a partir de las 30 flores que fueron polinizadas. Si el porcentaje de cuajamiento de frutos es mayor al 30 % de las flores polinizadas, se determina que hay intercompatibilidad entre los clones cruzados. Cuando el porcentaje observado es menor de 30 % se determina que hay interincompatibilidad entre los clones cruzados.

Los materiales genéticos evaluados son los siguientes: FHIA-65, FHIA-741, FHIA-276, FHIA-310, FHIA-330, FHIA-430, FHIA-533, FHIA-612, FHIA-677 y FHIA-708.

Resultados y discusión

En el Cuadro 31 se presenta el avance en la matriz de estudio donde se señalan los cruzamientos hechos en el 2020 en las celdas sombreadas. El clon FHIA-430 mostró buenos niveles de intercompatibilidad cuando fue valorado como madre (receptor de polen) con otros 5 clones a excepción del FHIA-741 y FHIA-708.

- El avance de este trabajo de compatibilidad sexual (Cuadro 31) de los clones complementa los criterios de producción y resistencia a enfermedades para la conformación de los policlones. Sin embargo, aún hay cruza por evaluar para completar las matrices de cruzamientos y contar con la información relevante para diseñar los arreglos policlonales con los mayores índices de intercompatibilidad y autocompatibilidad, así como alta resistencia a enfermedades y buenas

propiedades organolépticas. Con el avance actual de las cruzas posibles de los 10 clones FHIA-seleccionados por producción del lote 18 cultivares, se ha observado un alto nivel de intercompatibilidad y autocompatibilidad.

Cuadro 31. Porcentaje de frutos formados producto de las cruzas para evaluar la intercompatibilidad de clones con mayor producción de frutas sanas del lote 18 cultivares. CEDEC-JAS, La Masica, Atlántida, Honduras. 2020.

		Madre FHIA-										Promedio
		741	310	330	533	612	677	708	276	430	65	
Padre FHIA-	741	AI	0	10	23	23		20	27	20	47	21
	310	7	AI	17	80	40	90	13	60	63	60	48
	330	50	77	AC	48	70		37	37	73	53	56
	533	53	37	23	AI	10		10		33	63	33
	612		53	73	40	AC		23	47	60	60	51
	677		57	13	60	57	AC				60	49
	708		43	63	87	62		AI		17	83	59
	276		58	37	0	62			AI		90	49
	430		65		57	61				AC		61
	65	43	48	57	87	50	65	17	13	80	AC	51
Promedio		38	49	37	54	48	78	20	37	49	65	

Los números rojos por ser menos de 30 % son incompatibles, mientras que las celdas con fondo oscuro son los cruzamientos realizados en 2020. AI: autoincompatible. AC: autocompatible.

Conclusión preliminar

- Se ha observado que los mejores donadores y receptores de polen son los clones autocompatibles.

Recomendación

Continuar las evaluaciones de intercompatibilidad sexual en los clones con mayores rendimientos, para los lotes 18 cultivares y Lote marapolán para diseño de arreglos policlonales con cacaos suaves con fineza en el año 2021.

Bibliografía citada

Cadavid-Vélez, S. 2006. Características de compatibilidad sexual de algunos clones de cacao y su aplicación en siembras comerciales. Compañía Nacional de Chocolates. Colombia. 28 p.

6.4. Adaptación y comportamiento agronómico de plantas de cacao en campo a partir de plantas de vivero bajo tres condiciones de raíz. AGF 17-01

Alfredo Martínez, Oscar Ramírez y Francisco Javier Díaz

Programa de Cacao y Agroforestería

Introducción

En los últimos años, se ha observado tanto en nuestras estaciones como en fincas de productores incidencias aisladas de plantas de cacao muertas próximas a entrar en edad de producción (2-3 años). Al tratar de determinar la o las causas asociadas a la mortalidad, se ha observado que en aproximadamente el 50 % de los casos, la mortalidad se debe a problemas en el sistema radicular

(ahorcamiento de raíz, raíz pivotante bifurcada, ausencia de raíces secundarias o raíz principal en forma de L).

De acuerdo con las estadísticas del departamento de protección vegetal de la FHIA (Rivera, 2018), desde el año 2012, en el país se han intensificado los reportes de plantas con problemas de crecimiento, amarillamiento en el sistema foliar, y de manera frecuente la muerte de estas al iniciar su etapa productiva (2-6 años), por lo que se infiere que esto se debe especialmente por anomalías en el sistema radicular. Esta situación se ve principalmente en cultivos como cacao, café y aguacate, viéndose más afectados en años con periodos largos de sequía y altas temperaturas.



Las deformaciones en la raíz del cacao, probablemente se deba a que la planta fue dejada en vivero por periodos mayores al recomendado (6 meses), manifestándose dos escenarios. En el primero, la raíz al llegar al fondo de la bolsa comienza a enrollarse para formar la característica conocida como "cola de chancho", en el otro caso, la raíz pudo romper la bolsa y seguir su crecimiento, y al momento de llevarla al campo se procedió a cortarla.



Figura 44. Raíces de cacao en distintos estadios según tiempo en el vivero.

El objetivo de esta investigación es evaluar el efecto de tres condiciones de raíz previo al establecimiento sobre la sobrevivencia, comportamiento productivo y tolerancia a las enfermedades en el cultivo de cacao.

Materiales y métodos

El experimento se estableció en agosto de 2017, en el CADETH, bajo el modelo agroforestal cacao-plátano-madreado-barba de jolote.

Descripción de los tratamientos Los tratamientos corresponden a los escenarios que pueden manifestarse en la raíz pivotante de una plántula, al momento de establecerla al campo definitivo:

- T1. Raíz normal (edad 6 meses)
- T2. Raíz doblada (edad mayor de 7 meses)

- T3. Raíz podada al ras de la bolsa (edad mayor de 7 meses).

Diseño del experimento. El experimento se estableció en con un diseño de bloques completos al azar con 3 tratamientos y 3 bloques, lo que hace un total de 9 unidades experimentales establecidas en un área de 4,374 m². La unidad experimental está constituida por 56 plantas de 6 clones, 9 plantas por clon; a una distancia de 3.0 m entre planta y surco, con un área de 486 m² por unidad experimental (Figura 28). Para reducir la variabilidad asociada a la genética, se establecieron plantas injertadas de seis clones ordenados de acuerdo con su intercompatibilidad sexual, en todos los tratamientos.

Variables a evaluar

1. Porcentaje de sobrevivencia
2. Frutos sanos por árbol
3. Frutos con incidencia a moniliasis por árbol
4. Frutos con incidencia a mazorca negra por árbol
5. Frutos con daños de pájaros y ardillas por árbol
6. Frutos abortados por árbol
7. Rendimiento en cacao seco (kg/ha)

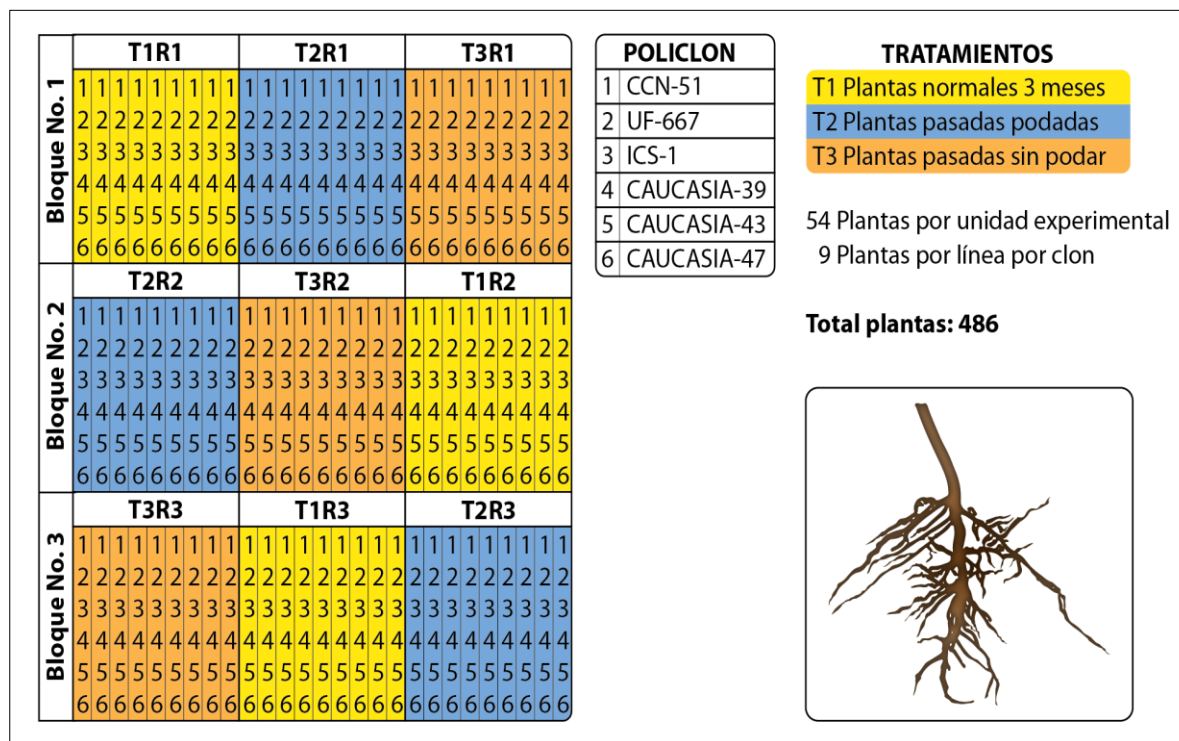


Figura 45. Croquis del experimento. CADETH, El Recreo, La Masica, Atlántida.

Manejo del experimento

Se han ejecutado las actividades del manejo del sistema agroforestal en tiempo y forma, con el control de malezas manual y químico cada dos a tres meses, podas de formación a mediados del año, comaleo y la fertilización con 170 g (6 oz) de fertilizante 12-24-12. El cultivo de plátano inicialmente establecido ha sido cosechado y desaparecido por completo. Entre agosto y septiembre 2020 se reguló la sombra de madreaje mediante la eliminación de la copa a una altura de 3.0 m.

Las plantas maderables (barba de jolote) que se establecieron hasta el 2018, llevan un buen crecimiento, estimándose una altura total de 1.8 m.



Figura 46. Vista panorámica de ensayo establecido en el CADETH. a) En 2019. b) En 2020.

Resultados preliminares

La sobrevivencia de las plantas de cacao se mantiene en 100 % durante el 2020. Se realizaron seis registros de cosecha en la que no se observan diferencias estadísticas significativas entre las medias los tratamientos para las variables: frutos sanos, con moniliasis, mazorca negra y frutos totales por árbol. Sin embargo, para esta última variable la respuesta en producción fue de 4.5, 2.6 y 2.0 frutos para las plantas con la raíz podada, raíz doblada y raíz normal, respectivamente. Se encontró adicionalmente diferencias estadísticas en el número de frutos abortados, con 3.4, 2.6 y 1.9 frutos abortados para las plantas con la raíz podada, raíz doblada y raíz normal, respectivamente.

Conclusiones preliminares

- Los resultados preliminares obtenidos a la fecha no reflejan diferencias en la sobrevivencia de plantas de cacao producto de los tratamientos.
- Los resultados obtenidos no constituyen evidencia suficiente para concluir, se continuará el estudio para medir el efecto de los tratamientos en edades más avanzadas del cacao.

Referencias

Rivera, J.M. 2018. Raíces saludables significan larga vida productiva para cacao, café y otros perennes leñosos. 1ª ed. Fundación Hondureña de Investigación Agrícola (FHIA). La Lima, Cortés, Honduras, C.A. 14 p.

6.5. Caracterización del rendimiento de mazorcas y características físicas y organolépticas del grano de clones de cacao sobresalientes. CAC-POS 19-01

Elvin Ávila y Oscar Ramírez

Programa de Cacao y Agroforestería

Introducción

En el proceso de evaluación de clones de cacao para su liberación, se realiza la determinación de productividad, resistencia/tolerancia a las principales enfermedades, propiedades físicas de la

mazorca y grano, así como características organolépticas. En este trabajo se evaluaron las características físicas de la mazorca de 18 clones en su cuarto año de cosecha. Estos incluyen varios clones sobresalientes con rendimientos superiores a 1,000 kg/ha. Esta información servirá para una mejor toma de decisiones en la selección y liberación de clones.

Objetivo

Medir las características físicas de mazorca de 18 clones sobresalientes de cacao.

Metodología

El estudio fue realizado con frutos de 18 clones que están siendo evaluados en el CEDEC-JAS (Sección 3.1). Se tomó para este estudio frutas de tres cosechas y cada cosecha comprende una repetición. Para el registro de las variables, se tomaron 10 muestras de cada uno de los clones en las cuatro repeticiones que componen el ensayo de los 18 cultivares. Frutos de cada tratamiento (clon) y cada repetición fueron recolectados en sacos debidamente rotulados y luego se trasladaron al centro de acopio para su clasificación.

Las variables evaluadas fueron:

- Peso de fruto
- Longitud de fruto
- Diámetro de fruto
- Proporción del peso de cáscara, placenta (tripa) y almendras

Resultados y discusión

En el periodo anterior se reportó las mediciones correspondientes a índices de semilla y mazorca y, relación baba: grano seco. Este año, los esfuerzos fueron dirigidos a completar la medición de aspectos relacionados a la mazorca (Cuadro 32). El rango del peso promedio de la mazorca fue de 778.9 g para FHIA-310 y 430.8 g para FHIA-708, con un promedio general de 589.4 g. En la variable longitud de mazorca, los valores fueron menos variables y oscilaron entre 20.4 cm (FHIA-130) y 15.7 cm (FHIA-612). Finalmente, para el diámetro de mazorca, el promedio general para todos los clones fue de 8.7 cm. Las tres variables últimas mostradas en el Cuadro 32 indican que, del total del peso de la mazorca, en promedio casi el 80 % lo representa la cáscara y el 20 % las almendras.

Cuadro 32. Medidas de mazorcas de 18 clones de cacao seleccionados por su alta productividad. promedio fruto CEDEC-JAS, La Masica, Atlántida. 2020.

Clon FHIA-	Peso de fruto (g)	Dimensión		Peso		
		Longitud	Diámetro	Cáscara	Placenta	Almendras
		(cm)		(%)		
130	693.75	20.39	8.96	81.46	2.21	16.33
225	453.29	17.88	8.02	70.74	1.87	27.39
228	580.74	18.77	8.53	79.05	2.01	18.94
276	720.78	19.13	9.51	79.04	2.21	18.74
310	778.89	18.43	9.67	78.42	2.05	19.53
330	519.30	17.58	8.80	78.76	1.76	19.48
430	672.69	20.37	9.06	77.56	2.26	20.19
515	557.55	19.93	8.28	83.53	0.95	15.53

Clon FHIA-	Peso de fruto (g)	Dimensión		Peso		
		Longitud	Diámetro	Cáscara	Placenta	Almendras
		(cm)		(%)		
533	563.42	16.49	9.05	78.72	1.78	19.50
612	454.46	15.72	8.14	66.03	1.85	32.12
63	620.73	18.84	8.59	80.89	1.14	17.98
65	500.62	17.89	8.31	77.29	1.50	21.21
671	547.11	17.67	8.61	77.99	2.65	19.36
677	628.39	20.10	8.52	79.97	2.37	17.77
707	602.16	20.36	8.45	84.34	1.31	14.35
708	430.76	17.57	7.82	72.50	1.66	25.84
736	592.99	16.34	8.77	83.61	1.51	14.88
741	692.11	17.26	9.56	76.82	1.70	21.48
Promedio	589.43	18.37	8.70	78.15	1.82	20.03
p-valor	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001
C.V. (%)	7.58	3.52	2.58	2.34	15.32	8.46
R ²	0.88	0.89	0.90	0.91	0.81	0.92

P-valor: probabilidad de no diferencia entre tratamientos clones. C.V.: coeficiente de variación.

R²: Coeficiente de determinación.

Conclusión

- El peso de mazorca es la variable con mayor variabilidad; por lo tanto, debe ser considerada como parámetro en la selección de clones y posteriormente policlones con tamaños y pesos homogéneos que permitan una mejor fermentación y secado del cacao.

6.6. Manejo nutricional del cacao en Honduras. CAC 19-02

Oscar Ramírez y Francisco Javier Díaz

Programa de Cacao y Agroforestería

Introducción

La producción de cacao en sistema agroforestal es una opción para el desarrollo económico de los productores, siempre que la productividad de cada componente del sistema sea rentable. En los últimos 10 años el establecimiento de áreas nuevas con cacao en sistemas de producción agroforestal ha sido importante y muchas de estas plantaciones ya están en producción con rendimiento variables de acuerdo con el manejo brindado y su ubicación. A pesar de la expansión del cultivo y de la utilización de genética mejorada, prácticas de manejo agronómico y otras innovaciones, el productor no tiene claridad en el tema relacionado a la nutrición, ya sea orgánica o convencional.

Investigaciones previas han demostrado que la aplicación de fertilizantes incrementa entre 20 a 30 % el rendimiento del cacao, manifestándose durante el año de la aplicación y con efecto residual en los años siguientes (Dubón *et al.* 2007; Dubón y Sánchez 1998). Los resultados preliminares de los estudios conducidos por la FHIA indican que la rentabilidad de la aplicación de fertilizantes debe ir acompañada a la producción de cacao fino y de aroma, y mejor cuando se comercializa bajo sellos orgánicos, bien fermentado y seco, de manera que pueda comercializarse a precios superiores que permitan cubrir el costo del fertilizante (Dubón *et al.* 2007). Es mucho lo que se desconoce

sobre la fisiología del cacao y su interacción dentro del sistema agroforestal desde el punto de vista nutricional. En el presente trabajo se prevé determinar el efecto productivo y económico en fincas de cacao en edad productiva, ubicadas en dos zonas representativas del cultivo, Jutiapa y La Masica, Atlántida, sometidas a tres fuentes de fertilización: química, orgánica y la práctica que realiza el productor, las primeras dos basadas en recomendaciones del análisis químico de suelo.

Antecedentes

El Programa de Cacao y Agroforestería de la FHIA desde su inicio ha realizado ensayos de investigación en nutrición en cacao a nivel de sus centros experimentales, evaluando insumos químicos y orgánicos desde el estado de plantía hasta la etapa productiva de una plantación de cacao, con el propósito de determinar el mejor programa de fertilización química u orgánica a recomendar a los productores de la zona norte del país, en áreas con condiciones similares a La Masica.

En el primer experimento iniciado en 1987, se evaluaron 12 niveles de N, P₂O₅, K₂O en una plantación establecida por semilla, en donde las dosis se fueron incrementando hasta aplicar el 100 % de los niveles de fertilización planteados en el estudio al cuarto año de establecimiento del cacao. Los datos acumulados durante los primeros siete años de registro (nueve años del cultivo) mostraron consistentemente que con la combinación de los tres elementos en relación 60-30-30 y 60-30-60 g/árbol/año de N, P₂O₅, K₂O se obtuvieron los mayores rendimientos con 1,086 y 1,080 kg/ha, respectivamente. El testigo sin fertilizar rindió 677 kg/ha. La dosis 60-30-60 demostró un incremento de 37 % en rendimiento en comparación al testigo. Con base en estas comparaciones la tasa de retorno marginal fue de 263 %, es decir, que, por cada Lempira invertido en fertilización, se obtenía una ganancia de 1.63 Lempiras. Además, se concluyó que después de 7 años intensivos de la práctica de fertilización, el efecto residual mantiene los rendimientos durante los siguientes dos años, observándose después una caída drástica de estos al tercer año y un desbalance en la relación de los cationes del suelo (Dubón y Sánchez 1998; Dubón *et al.* 1997).

En una segunda etapa de investigación iniciada en 1998, con plantas de cacao de 11 años hasta los 17, se continuó el ensayo con cinco de los 12 tratamientos iniciados en 1987, que tuvieron un mejor comportamiento productivo y adicionalmente un tratamiento con bocashi a razón de 5 kg/árbol al año y un testigo sin fertilización. A inicios del ensayo las parcelas tenían 3 años sin fertilización. Como resultados, después de siete años de registros no hubo diferencias estadísticamente significativas (p -valor > 0.05) a favor de ninguno de los tratamientos; sin embargo, se mantuvo la tendencia entre los mayores resultados con la dosis 60-30-60 g/planta de N, P₂O₅, K₂O, rindiendo 830 kg/ha, superior al testigo en 29.6 %. Cuando se realizó el análisis de costo entre los dos tratamientos se encontró que la tasa de retorno marginal era de 53 %. El tratamiento con bocashi también fue superior al testigo en 22 % del rendimiento en cacao seco (Dubón *et al.* 2007).

Siempre en 1998 pero hasta 2001, se evaluó el efecto de la aplicación de gallinaza (5.0 y 0.0 kg/árbol) en parcelas con y sin cobertura, esta última se fertilizaba con 220 g/planta de 15-15-15 hasta un año antes de la aplicación de gallinaza. Las parcelas con cobertura no recibieron fertilización en los últimos 6 años. El rendimiento del cacao con y sin cobertura fue 900 y 1,110 kg/ha, respectivamente. Sin embargo, el efecto residual de los fertilizantes puso en ventaja la parcela sin sombra. Las plantas con y sin gallinaza proyectaron un rendimiento de 1,071 y 940 kg/ha. Se continuó llevando registros, obteniendo un rendimiento en promedio entre 2000 a 2006, con y sin gallinaza de 1,059 y 888 kg/ha, respectivamente. Se calculó un incremento en rendimiento

del cacao en 20 %, con una tasa de retorno marginal de 40 %, es decir, se obtuvo pérdida en 60 % de la inversión por concepto de aplicación de gallinaza. Se descartaron los rendimientos entre 2002 y 2003 debido a que las plantas fueron sometidas a podas severas para disminuir el daño por moniliasis (Dubón *et al.* 2007).

Por último, se realizó un ensayo en plantación por semilla e injerta, donde se evaluaron tres niveles de K₂O (30, 60, 90 g/planta), manteniendo los niveles de N (60 g) y P₂O₅ (30 g) constantes, además se incluyó un tratamiento a base de gallinaza en dosis de 5 kg/planta para la parcela clonal y un testigo sin fertilizante para la parcela propagada por semilla. No existió un resultado claro en el efecto de los tratamientos; sin embargo, se encontró una relación inversamente proporcional entre el rendimiento del cacao y el nivel de aplicación de K₂O en la plantación por semilla, con 910 y 907 kg de cacao/ha en el nivel 0 y 30 g/planta, respectivamente vs 741 kg/ha en el mayor nivel de K₂O evaluado (90 g/planta) (Dubón *et al.* 2007).

Debido al alto costo de los fertilizantes sintéticos, el uso de abonos orgánicos como el bocashi y la gallinaza composteada representa otra opción económica para el productor, especialmente si se orienta la producción hacia el mercado de cacao orgánico.

Todos los estudios de nutrición conducidos y concluidos por el Programa hasta el 2006, han tenido como objetivo determinar la mejor respuesta del cacao a la fertilización química y orgánica, que, en ausencia de resultados concluyentes en algunos de ellos, deberá prevalecer el criterio económico para tomar la decisión de aplicar o no estos insumos y esperar una respuesta rentable para el productor. También, es importante señalar que todos los estudios previamente citados, no incluyeron aspectos relacionados al nivel de pH y su corrección o a niveles de otros macro y micronutrientes.

La evidencia obtenida por la FHIA hasta ahora, indica que la aplicación de fertilizantes en cacao en condiciones del CEDEC-JAS, La Masica, Atlántida, puede ser una buena alternativa siempre y cuando el productor produzca cacao fino y de aroma fermentado y seco, con sellos orgánicos, y no cacao corriente secado al sol. Es importante, sin embargo, señalar que la mayoría de los productores hondureños cuenta con poca área de cultivo, 1.1 ha en promedio, por lo que les es más rentable la venta del cacao en baba, ya que por los bajos volúmenes de cosecha no se logra un buen beneficiado, ni vender cacao seco calidad A.

Objetivo general

Generar recomendaciones sobre dosis y fuentes de nutrientes rentable para los productores con plantaciones de cacao en sistemas agroforestales mediante la evaluación del efecto de la aplicación de diferentes fuentes de nutrición, química y orgánica, sobre el aumento en la producción y eficiencia de los recursos de los productores de cacao en diferentes zonas de Honduras.

Objetivos específicos

- Conocer el plan de nutrición más eficiente en respuesta de las variables de rendimiento y tolerancia a las enfermedades.
- Determinar la relación costo-beneficio por la aplicación de los insumos de nutrición.

Materiales y métodos

El experimento inició en el 2019 con la selección de siete fincas de productores que representarían las principales zonas (Figura 48) cacaoteras de Honduras. Además, se seleccionaron parcelas ubicadas en las estaciones experimentales del Programa de Cacao y Agroforestería, el CEDEC-JAS y el CADETH. Se realizó la descripción general de cada sitio (Cuadros 33 y 34), rotulando las plantas para posteriormente aplicar los tratamientos de fertilización recomendados del laboratorio químico agrícola de la FHIA a partir del muestreo de suelo y foliar en cada parcela (Cuadros 42 y 44).



Figura 47. Ubicación geográfica de las parcelas en estudio de nutrición.

Cuadro 33. Productores de cacao seleccionados para el ensayo de nutrición en cacao.

Productor	Comunidad	Municipio	Depto.	Coordenadas	
				X	Y
CEDEC-JAS	La Masica	La Masica	Atlántida	489547	1729792
CADETH	El Recreo	La Masica	Atlántida	491444	1719923
Plantación 1	San Félix	La Masica	Atlántida	487316	1728077
Plantación 2	El Zapote	Jutiapa	Atlántida	552804	1740670
Porfirio López	Berlín	Jutiapa	Atlántida	552018	1730513
Juan García	Campo Barranco	Sta. Cruz de Yojoa	Cortés	402078	1679191
José Díaz Pon	El Zapote	Sta. Cruz de Yojoa	Cortés	408832	1662508
Carlos Quiroz	Pueblo Nuevo	Omoa	Cortés	378460	1733124
Emelda Villatoro	Kele Kele	Puerto Cortés	Cortés	415209	1727486

Cuadro 34. Características generales de las fincas en estudio.

Productor	Altitud (msnm)	Edad del cacao (años)	Cultivares de cacao establecidos	Especies utilizadas como sombra	Sombra al cacao (%)	Pendiente (%)
CEDEC-JAS	30	7	ICS-1, ICS-39, TSH-565, UF-650, ICS-6, ICS-95, ICS-60, UF-613, SCC-61	Caoba, Pito	15	1
CADETH	246	9	CCN-51	Masica	60	25
Glenda Peña	29	4.5	CCN-51, SCC-61, ICS-95, UF-613, IMC-67, CAUCASIA-39	Caoba, madreado	50	1
Danery Cubas	26	6	IMC-67, ICS-6, ICS-95, ICS-60, ICS-39; UF-613, CATIE-R1	Caoba, macuelizo, cedro, jigua	30	1
Porfirio López	283	5	FHIA-707, FHIA-708, FHIA-168, FHIA-330	Caoba, madreado	40	50
Juan García	60	8	ICS-39, ICS-95, ICS-6, UF-613	Madreado, aguacate, cedro, laurel blanco	40	1
José Díaz Pon	375	7		Madreado	55	1
Ricardo Quiroz	19	4.5	ICS-95, ICS-6, UF-613, CC-132	Aguacate, cedro, laurel blanco	30	1
Emelda Villatoro	17	5	ICS-1, ICS-39, TSH-565, ICS-6, ICS-95	Caoba, madreado	20	1

Tratamientos. En cada finca se rotularon 270 plantas, divididas en tres parcelas con 90 plantas cada una, sin seguir un diseño experimental en específico (Figura 50), excepto el ensayo ubicado en CEDEC-JAS establecido en un diseño en bloques completos al azar con tres repeticiones y 96 plantas por tratamiento. Además, se incluyó un cuarto tratamiento testigo absoluto sin aplicación de fertilizante (Figura 51). Se colocaron cintas color azul, verde y anaranjadas (Figura 49 a y b) que indican los tratamientos orgánico, químico y tradicional (práctica que realiza el productor), respectivamente y en el CEDEC-JAS la cuarta parcela con cintas café. Las plantas estaban a un distanciamiento de 3.0 x 3.0 m, calculándose una densidad de plantas por hectárea de 1,111.

Tratamientos

1. Fertilización orgánica con lombricomposta* (Figura 49d).
2. Fertilización química con fórmulas comerciales* (Figura 49c).
3. Testigo comercial (practica de fertilización que realiza el productor).
4. Testigo absoluto sin aplicación de fertilizante (solo en el sitio FHIA-CEDEC-JAS).

* Dosificaciones con base en análisis de suelo y foliar.

Los fertilizantes y/o abonos fueron mezclados y aplicados al inicio y final de las lluvias (meses de julio y febrero), con el fin de mejorar la absorción y disponibilidad de estos insumos (Figura 30 c y d).



Figura 48. Rotulado de plantas (a), muestreo de suelo (b), mezclas físicas de fertilizantes (c) y aplicación de cal y lombricomposta (d).

T2: Químico						T1: Orgánico						T3: Tradicional					
15	30	45	60	75	90	15	30	45	60	75	90	15	30	45	60	75	90
14	29	44	59	74	89	14	29	44	59	74	89	14	29	44	59	74	89
13	28	43	58	73	88	13	28	43	58	73	88	13	28	43	58	73	88
12	27	42	57	72	87	12	27	42	57	72	87	12	27	42	57	72	87
11	26	41	56	71	86	11	26	41	56	71	86	11	26	41	56	71	86
10	25	40	55	70	85	10	25	40	55	70	85	10	25	40	55	70	85
9	24	39	54	69	84	9	24	39	54	69	84	9	24	39	54	69	84
8	23	38	53	68	83	8	23	38	53	68	83	8	23	38	53	68	83
7	22	37	52	67	82	7	22	37	52	67	82	7	22	37	52	67	82
6	21	36	51	66	81	6	21	36	51	66	81	6	21	36	51	66	81
5	20	35	50	65	80	5	20	35	50	65	80	5	20	35	50	65	80
4	19	34	49	64	79	4	19	34	49	64	79	4	19	34	49	64	79
3	18	33	48	63	78	3	18	33	48	63	78	3	18	33	48	63	78
2	17	32	47	62	77	2	17	32	47	62	77	2	17	32	47	62	77
1	16	31	46	61	76	1	16	31	46	61	76	1	16	31	46	61	76

Figura 49. Croquis del ensayo nutricional de cacao en la finca de los productores.

T1R1																T2R2																T4R3															
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
32	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	32	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	32	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17
T4R1																T3R2																T2R3															
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
32	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	32	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	32	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17
T2R1																T1R2																T3R3															
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
32	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	32	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	32	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17
T3R1																T4R2																T1R3															
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
32	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	32	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	32	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17

Figura 50. Croquis del ensayo nutricional en la parcela de cacao del CEDEC-JAS.

Variables de respuesta. A los tres meses de la aplicación de los tratamientos, octubre de 2019, se midió de forma exploratoria las primeras variables: número de cojinetes, flores y pepinillos en 3.0 m lineales de ramas (Figura 52) en una muestra de 5 plantas por tratamiento, correspondiente al 5 % del total de plantas por tratamiento, considerando a cada una de las fincas en el análisis estadístico como un bloque o repetición. Las variables restantes (frutos sanos, enfermos y dañados por plagas) se registraron en cada cosecha entre enero-diciembre de 2020. Las variables arriba descritas solo se evaluaron en tres fincas; Danery Cubas, CADETH y CEDEC-JAS, proyectando los resultados en hectárea. El rendimiento de cacao seco se estimó mediante la división del número de frutos sanos acumulados en todas las cosechas por el índice de mazorca de la finca bajo el supuesto de una conversión de 37 % de peso grano en baba a cacao seco.



Figura 51. Levantamiento de variables de cantidad de flores, cojinetes florales y pepinillos por metro lineal de ramas productivas (a) y registro de frutos (b).

Análisis de datos. Para el análisis de los datos agronómicos se utilizó el promedio, análisis de la varianza con una significancia del 5%, pruebas de comparación de medias (Duncan) con una confianza del 95 % y análisis de conglomerado para conocer la similitud de las propiedades químicas del suelo, entre los productores.

Análisis económico marginal. El análisis económico se realizó a partir del ingreso marginal con precios actuales de cacao en baba versus los costos asociados a la aplicación de cada fuente de nutrición por una hectárea. Este análisis dará mayor soporte a la determinación de la factibilidad económica de la implementación de programas de nutrición.

Resultados y discusión

Las restricciones en la circulación de la población dada en el país producto de la pandemia, sumado a los efectos devastadores de los huracanes Eta y Iota, resultó en la eliminación permanente de cinco parcelas para efectos del estudio que hizo imposible la recolección de datos de cosechas porque las parcelas fueron desatendidas o dañadas por los huracanes. La excepción fue la finca de Danery Cubas ubicada en el municipio de Jutiapa, Atlántida, quien a pesar de los inconvenientes pudo continuar con las actividades de producción y registro de datos.

Flores y frutos jóvenes. No se encontraron diferencias estadísticas significativas (p -valor > 0.05) entre las medias de los tratamientos de nutrición para las tres variables en estudio; sin embargo, se obtuvieron 29.6, 27.0 y 24.5 cojinetes florales por metro lineal en la nutrición química, orgánica y la realizada por el productor, respectivamente. En el registro de flores más botones florales se observa el mismo orden y tendencia entre los tratamientos, con; 142.5, 119.2 y 97.7, respectivamente. Para la variable cantidad de pepinillos por metro lineal se encontró un ligero aumento en la fertilización orgánica, sobre la química, con 1.53 vs 1.45, la fertilización realizada por el productor siempre fue la de menor respuesta aún en esta última variable descrita (Cuadro 35). Se encontraron diferencias estadísticas significativas, entre las medias de los productores/fincas para las variables antes descritas, obteniendo la mayor cantidad de cojinetes florales (33.9) y flores/botones (281.1) en la finca de Danery Cubas. Por otro lado, se encontraron los menores rendimientos en cojinetes florales (23.0) en la finca de José Díaz Pon. El productor Porfirio López fue el que registró menor cantidad de flores/botones con 66.4. En la Finca del CEDEC-JAS y de Glenda Peña se observó la mayor cantidad de pepinillos por metro lineal de rama

con 4.3 y 2.4, respectivamente: Estas últimas dos fincas contaban con sistema de riego, en ese sentido las plantas de cacao obtuvieron con mayor rapidez los tratamientos aplicados.

Cuadro 35. Resultados en las variables evaluadas en la floración.

Fuente de variación	Cojinetes florales/m		Flores más botones florales/m		Pepinillos/m	
Nutrición						
Química	29.6		142.5		1.45	
Orgánica	27.0		119.2		1.53	
Del productor	24.5		97.7		0.9	
p-valor	0.0602	n.s.	0.1291	n.s.	0.9050	n.s.
R ²	0.70		0.80		0.90	
C.V. (%)	14.3		34.3		45.0	
Productor						
Danery Cubas	33.9	a	281.1	a	0.1	cd
Emelda Villatoro	31.0	ab	148.6	b	0.6	cd
Ricardo Quiroz	28.4	abc	93.9	bc	0.6	cd
Glenda Peña	24.4	bc	95.5	bc	2.4	b
CEDEC-JAS	25.2	bc	90.7	bc	4.3	a
CADETH	25.7	bc	93.3	bc	0.8	cd
José Díaz Pon	23.0	c	88.7	bc	0.1	d
Porfirio López	24.4	bc	66.4	c	1.5	bc
Significancia (<0.05)	0.04290	*	0.00040	*	<0.0001	**

¹Medias con letras iguales en la misma fila no son diferentes estadísticamente (Duncan, $p \geq 0.05$).

*: Diferencia significativa entre tratamientos de fertilización ($p \leq 0.05$).

P-valor: probabilidad de diferencia entre tratamientos de fertilización.

C.V.: coeficiente de variación.

R²: Coeficiente de determinación.

Producción y rentabilidad. Estos resultados son imprescindibles para construir las recomendaciones prácticas de nutrición para los productores de cacao. Se presentan resultados de un año, a sabiendas que la respuesta irá incrementando al menos hasta el tercer año.

Danery Cubas. En este sitio experimental el testigo comercial consistió en un abono orgánico artesanal hecho primariamente de raquis de palma como base, más la incorporación de otros materiales. Esta se aplicó a una dosis de 9.07 kg (20 lb) por planta entre los años 2019-2020 sin considerar el análisis químico de nutrientes contenidos en este. Sin embargo, se realizó análisis químico post aplicación (Cuadro 43). El tratamiento orgánico (lombricomposta) fue analizado a priori y fue aplicando a razón de 4.17 kg (9.2 lb) por planta y la fertilización química; 255.1, 240.9 y 113.3 g (9, 8.5 y 4 oz) de 12-24-12, NH₄NO₃ y KCl, respectivamente (Cuadro 42).

- **Producción.** El resultado de siete cosechas cacao fresco en baba dio como resultado un índice de mazorca de 20.8, o sea que con esta cantidad de frutos se lograr obtener un 1.0 kilogramo de cacao fermentado y seco. En esta finca se observaron diferencias en la producción empleando diferentes fuentes de nutrición. Con la química se logró obtener 1,379 kilogramos de cacao beneficiado por hectárea. Este es el mayor rendimiento del ensayo, que equivale a 57.1 % más que la práctica de fertilización que realiza el productor. Seguido por la fuente de nutrición orgánica, la cual superó, en 35.9 % a la práctica del productor (Cuadro 36). Este último a pesar de que también es orgánico, contrasta con el rendimiento usando fuente orgánica con respaldo de

análisis químico y recomendaciones del especialista. Estos resultados comprueban la importancia del análisis de químicos del suelo y los insumos para el diseño de programas de nutrición, así como seguir las recomendaciones técnicas de especialistas en suelo y nutrición.

La diferencia entre las fuentes química y orgánica posiblemente se deba a la omisión de considerar la diferencia en disponibilidad de nutrientes en fuentes de nutrición orgánicas.

Cuadro 36. Producción de frutos por árbol y rendimiento de cacao beneficiado obtenido durante el primer año con el uso de diferentes fuentes de nutrientes en la finca de Danery Cubas ubicada en El Zapote, Jutiapa, Atlántida. 2020.

Fuente de fertilizante	Frutos por árbol					Rendimiento (kg/ha)
	Sanos	Con Monilia	Con Mazorca negra	Dañados por plagas	Total	
Químico	26.16 a	0.00	0.00	0.00	26.16 a	1,397 a
Orgánico	22.62 a	0.00	0.13	0.00	22.75 a	1,208 a
Testigo comercial	16.64 b	0.07	0.22	0.03	16.97 b	889 b
Promedio	21.8	0.02	0.10	0.01	22.0	1,164
p-valor	<0.0001 **	0.1353 n.s.	0.0332 *	0.1656 n.s.	<0.0001 **	<0.0001 **
C.V. (%)	55.93	1115.35	408.59	1219.23	56.08	55.93
R ²	0.45	0.34	0.37	0.34	0.45	0.45

- Rentabilidad.** Los tratamientos de nutrición orgánica y química incrementaron el rendimiento, por ende, los ingresos netos de manera considerable a pesar del mayor precio por baba orgánica en comparación con el testigo comercial. La diferencia de L. 24,116.00 (62.1 %) y L. 18,020.00 (46.4 %), con el químico y orgánico, con relación al tratamiento aplicado por el productor. Esta formulación testigo la viene usando ya por varios años con una aplicación de 4.5 kg por año en dos aplicaciones. El análisis de laboratorio hecho a la mezcla y con base en la cantidad aplicada por planta (4.5 kg por planta), indicó que el productor suministra aproximadamente 46, 18, y 77 kg de N-P-K por hectárea por año. El costo de aplicar esta formulación fue calculado en L. 10.64 por planta o L. 11,700.00 por ha (Cuadro 37).

Ahora bien, con las recomendaciones del análisis de laboratorio, se observó que el costo total de los insumos (fertilizantes sintéticos o lombricomposta) se reduce drásticamente. Este diferencial de precios tiene un impacto sobre el beneficio neto por la aplicación de esta actividad. Adicionalmente, en la fertilización química se registró mayores rendimientos del cacao; sin embargo, el precio del cacao orgánico en baba (L. 22.00/kg) es mayor al del convencional (L. 17.64/kg), lo que influye en gran medida en el diferencial de ingresos para dicho sistema de nutrición.

Cuadro 37. Análisis económico marginal de la aplicación de diferentes fuentes de nutrición en cacao de finca de Danery Cubas en El Zapote, Jutiapa, Atlántida. 2020.

Concepto	Fertilización		
	Químico	Orgánico	Del productor
Rendimiento cacao baba (kg/ha)	3,772	3,262	2,400
Precio de grano en baba (L./kg)	17.64	22.05	22.05
Ingreso bruto (L./ha)	66,538	71,927	52,920
Costo de insumos (L./ha)	7,698	6,591	11,700
Costo mano de obra (L./ha)	2,000	2,400	2,400
Costo total (L./ha)	9,698	8,991	14,100
Ingreso neto (programa de nutrición (L./ha)	56,840	62,936	38,820
Incremento de ingreso (% vs. del productor)	46	62	

Mano de obra químico: 5 jornales, L.200 c/u. Mano de obra orgánico: 7 jornales, L.200 c/u. Precio del dólar: L. 24.42.

FHIA-CADETH. En esta parcela, la práctica del productor consistió en la aplicación de la dosis de 170.1-56.7-56.7 g/planta (6-2-2 oz/planta) de la mezcla de fertilizantes: 15-15-15, KCl y NH_4NO_3 , respectivamente. Dicho tratamiento fue aplicado tanto en el año 2019, como en 2020 sin considerar el análisis químico de los nutrientes contenidos en el suelo en este. El tratamiento orgánico se aplicó a razón de 4.71 kg (10.4 lb) por planta (Cuadro 42 y 43). En los mismos años la planta recibió en el tratamiento químico un total de: 17 oz de 12-24-12, 12 oz de NH_4NO_3 y 7.2 oz de KCl.

- **Producción.** En las seis cosechas en que se registró el peso en baba, en promedio se obtuvo un índice de mazorca de 19. En esta localidad hubo diferencias estadísticamente significativas (p -valor < 0.05) entre las fuentes de nutrición para las variables frutos totales y frutos sanos por árbol. La nutrición química logró mayor rendimiento, 29.7 % superior al testigo comercial que también está compuesto por fertilizante químico, pero sin considerar la recomendación del análisis de suelo. La fuente de nutrición orgánica que fue 10 % superior al testigo. También se encontró diferencias estadísticas en los frutos dañados por mazorca negra y dañados por plagas. En general a mayor cantidad de mazorcas mayor oportunidad de daños (Cuadro 38).

Cuadro 38. Producción de frutos por árbol y rendimiento empleando diferentes fuentes para la nutrición de cacao en el sitio experimental del CADETH en El Recreo, La Masica, Atlántida. 2020.

Fuente de fertilizante	Frutos por árbol					Rendimiento (kg/ha)
	Sanos	Con monilia	Con mazorca negra	Dañados por plagas	Totales	
Químico	21.79 a	0.29	10.11a	3.2 a	35.39 a	1,274 a
Orgánico	18.47 b	0.28	9.43 b	1.41 b	29.59 b	1,080 b
Tradicional	16.80 b	0.19	14.1 b	1.77 b	32.86 ab	982 b
Promedio	19.0	0.3	11.2	2.1	32.6	1,112
p-valor	0.0108**	0.5729 n.s.	0.0002**	0.0001**	0.0196*	0.0108**
C.V. (%)	58.79	276	70.23	134.81	42.18	58.79
R ²	0.4	0.41	0.36	0.45	0.41	0.40

Letras iguales en la misma columna no son diferentes estadísticamente (Duncan, $p \geq 0.05$). NS: No significativo el efecto de tratamientos de fertilización ($p \geq 0.05$), *: diferencia significativa entre tratamientos de fertilización ($p \leq 0.05$ y mayor 0.01 y ** Diferencia altamente significativa entre tratamientos de fertilización ($p \leq 0.01$), C.V.: coeficiente de variación. R²: Coeficiente de determinación.

- **Rentabilidad.** Los resultados del primer año de evaluación de fuentes de fertilización en el CADETH indican un incremento en los rendimientos e ingresos netos con la implementación de nutrición orgánica y química con base al análisis de suelo y recomendación de especializada. La diferencia fue de L. 13,779.00 (34 %) y L. 10,915.00 (27 %), con respecto al testigo comercial. Con la fertilización química se lograron mayores rendimientos del cacao; sin embargo, si asumimos el precio del cacao orgánico en baba (L. 22.00/kg) marca la diferencia para obtener mayores ingresos por dicho sistema de nutrición (Cuadro 39). Las diferencias en la proporción de incremento producto de las aplicaciones de los tratamientos químicos y orgánicos son menores a los registrados en la finca del productor Danery Cubas explicado en parte por las condiciones menos favorables de suelo prevaleciente en el CADETH. Sin embargo, se mantiene una diferencia importante de 27 y 34 % para los tratamientos químicos y orgánico en relación con el testigo comercial.

Cuadro 39. Análisis económico de la aplicación de diferentes programas de nutrición en cacao. Parcela FHIA-CADETH. El Recreo, La Masica, Atlántida. 2020.

Concepto	Fertilización		
	Químico	Orgánico	Del productor
Rendimiento cacao baba (kg/ha)	3,440	2,916	2,651
Precio de grano en baba (L./kg)	17.64	22.05	17.64
Ingreso bruto (L./ha)	60,682	64,298	46,764
Costo de insumo (L./ha)	6,636	6,988	3,633
Costo mano de obra (L./ha)	2,000	2,400	2,000
Costo total (L./ha)	8,636	9,388	5,633
Ingreso neto (programa de nutrición (L./ha)	52,046	54,910	41,131
Incremento de ingreso (% vs. tradicional)	27	34	

Mano de obra químico: 5 jornales, L.200.00 c/u

Precio del dólar: L. 24.42

Mano de obra orgánico: 7 jornales, L.200.00 c/u

FHIA-CEDEC-JAS

- **Producción.** En este sitio también se encontró diferencias estadísticas significativas (p -valor < 0.05) por efecto de fuente de nutrición en todas las variables en estudio, excepto los frutos dañados por plagas (Cuadro 40). Esta parcela cuenta con un tratamiento adicional, sin fertilización (testigo absoluto). La nutrición química siempre tuvo el mayor rendimiento, con más del doble que el testigo absoluto. Las otras tres fuentes no son estadísticamente diferentes. El siguiente tratamiento con rendimiento alto es la práctica de fertilización que se viene realizando en el centro el cual también tiene como fuente los fertilizantes químicos en 17.5 % con base en el testigo sin fertilización. La nutrición orgánica registró un incremento de 13.5 % en comparación al testigo absoluto. Los bajos rendimientos en general se deben a la alta incidencia de enfermedades y al alto robo de frutos en la plantación reportados en varias ocasiones. Se tomó el peso en baba de 13 cosechas de donde se calculó un índice de mazorca 14.5, o sea, la cantidad de frutos sanos para obtener un kilogramo de cacao beneficiado.

Cuadro 40. Rendimiento en frutos/árbol y kg/ha, en la parcela experimental del CEDEC-JAS. La Masica, Atlántida. 2020.

Fuente de nutrientes	Frutos/árbol					Rendimiento (kg/ha)
	Sanos	Con Monilia	Con Mazorca negra	Daños por plagas	Frutos totales	
Químico	12.7 a	28.05 a	4.67 a	0.08	45.50 a	916 a
Tradicional	6.51 b	14.05 b	2.44 b	0.04	23.04 b	470 b
Orgánica	6.29 b	12.98 b	2.19 b	0.10	21.56 b	454 b
Sin fertilizar	5.55 b	15.10 b	2.70 b	0.06	23.42 b	400 b
Promedio	7.8	17.5	3.0	0.1	28.4	560
p-valor	< 0.0001**	< 0.0001**	< 0.0001**	0.5215 ^{NS}	< 0.0001**	< 0.0001**
C.V. (%)	59.07	47.82	95.36	416.54	35.76	59.07
R ²	0.62	0.77	0.49	0.27	0.79	0.62

Letras iguales en la misma columna no son diferentes estadísticamente (Tukey, $p \geq 0.05$). NS: No significativo el efecto de tratamientos de fertilización ($p \geq 0.05$), *: diferencia significativa entre tratamientos de fertilización ($p \leq 0.05$ y < 0.01 y ** Diferencia altamente significativa entre tratamientos de fertilización ($p \leq 0.01$), C.V.: coeficiente de variación. R²: Coeficiente de determinación.

- **Rentabilidad.** A pesar de las pérdidas significativas registradas en la estación por causa de la moniliasis, mazorca negra y robo de frutos, la implementación de programas de nutrición con fertilizantes sintéticos o abonos orgánicos amparados con recomendaciones de análisis de suelo logró registrar un aumento de los rendimientos e ingresos netos entre L. 16,265.00 (85 %) y L. 1,228.00 (6 %), en comparación a no fertilizar. Particularmente en esta finca, se obtuvieron mayores rendimientos e ingresos con la nutrición química, aún y cuando el precio del cacao en baba convencional es de L. 17.60 el kg, dos lempiras menos que el precio de baba orgánica. Cuando se fertilizó con el tratamiento comercial (mezclas físicas de productos químicos), hubo una reducción en los ingresos, en comparación del testigo absoluto (Cuadro 41).

Cuadro 41. Análisis económico de la aplicación de diferentes programas de nutrición en cacao. Parcela FHIA-CEDEC-JAS. La Masica, Atlántida. 2020.

Concepto	Fertilización			
	Químico	Orgánico	Del productor	Testigo absoluto
Precio de venta de grano en baba (L./kg)	17.64	22.05	17.60	17.64
Ingreso bruto (L./ha)	43,624	27,033	22,385	19,051
Costo de insumos (L./ha)	6,308	4,354	6,350	0
Costo de aplicación de fertilizante (L./ha)	2,000	2,400	200	0
Costo total (L./ha)	8,308	6,754	6,550	0
Ingreso neto, solo práctica nutrición (L./ha)	35,316	20,279	15,835	19,051
Incremento ingreso (% vs. testigo absoluto)	85	6	-17	

Análisis de suelo. Las nueve fincas en estudio seleccionadas inicialmente fueron sometidas a análisis de suelo en 2019. Los resultados indicaron una ligera similitud en las características químicas del suelo del CEDEC-JAS, Danery Cubas y Glenda Peña. También, los suelos de Ricardo Quiroz y CADETH fueron parecidos químicamente. El resto de las fincas, muestran características químicas específicas del sitio, por ende, las recomendaciones de fertilización son específicas para cada finca, tanto en niveles de NPK como en dosis de encalado (Figura 52).

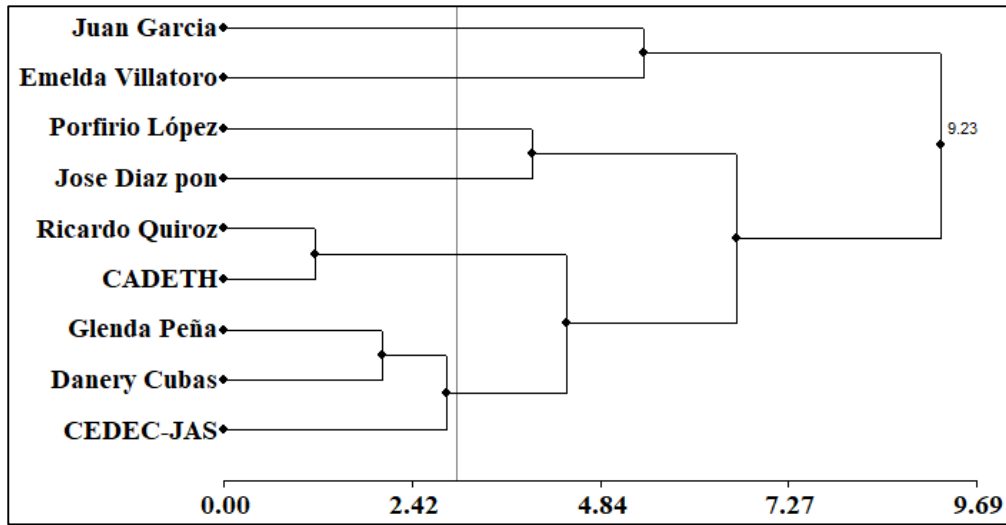


Figura 52. Análisis de conglomerado del análisis químico del suelo por finca. 2019. Laboratorio Químico Agrícola de la FHIA.

Cuadro 42. Resultados de análisis de suelo, requerimiento nutricional y dosis para la aplicación de tratamientos. Junio-julio de 2019.

Productora(a)	Composición química del suelo																				Re que rimiento (kg/ha N-P2O5- K20)	Químico (mezclas físicas)		Orgánico (lombricompos)		Cal		
	pH	Niv	MO (g/kg)	Niv	N (g/kg)	Niv	P (ppm)	Niv	K (ppm)	Niv	Ca (ppm)	Niv	Mg (ppm)	Niv	Fe (ppm)	Niv	Mn (ppm)	Niv	Cu (ppm)	Niv		Zn (ppm)	Niv	Inicio lluvias onz/pta	Final lluvias onz/pta	Inicio lluvias lb/pta	Final lluvias lb/pta	Inicio lluvias onz/pta
CEDEC-JAS	5.7	M	26.5	B	1.3	B	12	M	114.0	M	1208	M	251	A	63.4	A	5.9	M	1.5	A	1.9	M	90-50-70	12-24-12: 9 NH4NO3: 5	KCl: 3.5 NH4NO3: 3.5	3	3.4	3
CADETH	5.2	M	33.6	M	1.7	B	3	B	202.0	M	1065	M	110	B	40.8	A	3.7	M	0.5	B	0.5	B	70-50-80	12-24-12: 9 NH4NO3: 3.5	KCl: 4 NH4NO3: 2.5	3	3.4	6
Glenda Peña	5.2	M	21.7	B	1.1	B	1	B	39.0	B	1340	M	307	A	128.7	A	8.9	M	2.0	A	0.7	B	90-50-90	12-24-12: 6.6 NH4NO3: 1.5 NH4SO4: 4	KCl: 3.5 NH4NO3: 2	2.5	3	7
Danery Cubas	5.2	M	24.3	B	1.2	B	3	B	61.0	B	1780	M	300	A	131.2	A	12.2	A	2.0	A	2.4	M	90-50-80	12-24-12: 9 NH4NO3: 5	KCl: 4 NH4NO3: 3.5	3	3.4	6
Porfirio López	5.3	M	42.1	M	2.1	M	1	B	22.0	B	3504	M	658	M	75.9	A	30.4	A	1.5	A	1.7	M	60-50-90	12-24-12: 6.6 NH4NO3: 3 NH4SO4: 4 KCl: 2	KCl: 2 NH4NO3: 2	2.5	3	0
Juan Garcia	7.1	A	40.8	M	2.0	M	18	M	415.0	A	7150	A	154	M	3.3	B	1.4	B	42.5	A	2.6	M	60-40-40	en transición orgánica	en transición orgánica	3	2.3	0
Jose Diaz pon	5.0	B	53.7	A	2.7	M	10	M	407.0	A	2995	M	360	A	82.9	A	13.0	A	2.9	A	3.0	M	75-50-70	12-24-12: 7.5	KCl: 1 NH4NO3: 3.5	2	2.5	0
Ricardo Quiroz	4.8	B	34.6	M	1.7	B	3	B	108.0	M	490	B	105	B	28.0	A	10.0	M	1.5	A	1.0	M	90-50-70	12-24-12: 9 NH4NO3: 5	KCl: 3.5 NH4NO3: 3.5	3	3.4	16
Emelda Villatoro	6.6	M	10.6	B	0.5	B	6	B	778.0	A	9481	A	170	M	8.9	M	3.2	M	1.7	A	1.4	M	70-60-30	18-46-0: 5.7 NH4NO3: 3.5	NH4NO3: 2.6	2.5	3	8

En el año 2020, se realizó nuevamente el muestreo de suelo para análisis químico. Esta vez realizado en 5 fincas de productores, los cuatro productores restantes desertaron por diferentes causas, el seguimiento de la investigación. Para cada finca y tratamiento se realizó un análisis de suelo. En promedio cada finca resultó diferente en cuanto a las características químicas analizadas. El tratamiento orgánico del CADETH fue al único en recomendar encalado, además se recomendó entre 40 y 60 % menos de volumen de lombricomposta, en relación con las recomendaciones en el año 2019 (Figura 53).

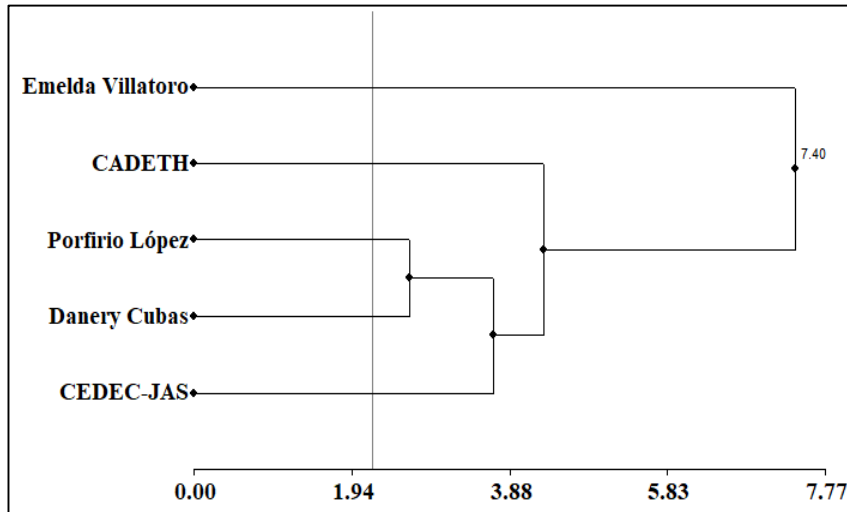


Figura 53. Análisis de conglomerado del análisis químico del suelo por finca. 2020.
Laboratorio Químico Agrícola de la FHIA.

Cuadro 43. Resultados de análisis de suelo, requerimiento nutricional y dosis para la aplicación de tratamientos. Junio-julio de 2020.

Productora(a)	Tratamiento	Composición química del suelo																	Requeirimiento (kg/ha N-P2O5- K2O)	Químico (mezclas físicas)		Cal	Orgánico (lombricompos)		Cal	Tradicional								
		pH	Niv	MO (g/kg)	Niv	N (g/kg)	Niv	P (ppm)	Niv	K (ppm)	Niv	Ca (ppm)	Niv	Mg (ppm)	Niv	Fe (ppm)	Niv	Mn (ppm)		Niv	Cu (ppm)	Niv	Zn (ppm)	Niv	Inicio lluvias onz/pta	Final lluvias onz/pta	Inicio lluvias onz/pta	Inicio lluvias lb/pta	Final lluvias lb/pta	Inicio lluvias onz/pta	Inicio lluvias onz/pta	Final lluvias onz/pta		
CEDEC-JAS	Químico	5.9	M	25.7	B	1.3	B	5	B	40.0	B	1787	M	333	A	57.8	A	8.1	M	3.5	A	2.0	M	70-50-60	12-24-12:8 NH4NO3: 3.5 KCl:1.5	KCl: 3.5 NH4NO3: 3.5								
CEDEC-JAS	Orgánico	5.7	M	26.6	B	1.3	B	8	B	66.0	B	1362	M	204	M	48.7	A	4.4	M	3.4	A	1.8	M	60-50-60				1.5	1.5					
CEDEC-JAS	Tradicional	5.7	M	26.6	B	1.3	B	8	B	66.0	B	1362	M	244	M	48.7	A	4.4	M	3.4	A	1.8	M	70-50-60						15-15-15: 3.6 NH4NO3: 1.2 KCl: 1.2	15-15-15: 3.6 NH4NO3: 1.2 KCl: 1.2			
CADETH	Químico	5.00	M	37.11	M	1.86	B	1	B	84	B	462	B	61	B	36.9	A	4.5	M	0.36	B	0.71	B	70-50-60	12-24-12:8 NH4NO3: 3.5 KCl: 1.5	KCl: 1.7 NH4NO3: 2.5								
CADETH	Orgánico	4.98	B	37.42	M	1.87	B	1	B	102	M	354	B	52	B	32.6	A	4.6	M	4.5	A	0.48	B	70-50-60				2	2	4				
CADETH	Tradicional	4.98	B	27.27	B	1.36	B	1	B	86	B	334	B	60	B	25.8	A	4.5	M	0.44	B	0.65	B	50-28-66						15-15-15: 3 NH4NO3: 1 KCl: 1	15-15-15: 3 NH4NO3: 1 KCl: 1			
Danery Cubas	Químico	6.07	M	17.27	B	0.76	B	1	B	130	M	809	M	165	M	6.4	A	22.7	A	1.75	A	2.25	M	70-50-65	12-24-12: 8 NH4NO3: 3.5 Sulfomag: 3	NH4NO3: 2.5 sulfomag:4.5								
Danery Cubas	Orgánico	6.2	M	18.81	B	0.94	B	2	B	145	M	852	M	164	M	71	A	23.6	A	2.09	A	4.02	M	70-50-65				1.8 3 onz Sulfomag	1 3 onz Sulfomag					
Danery Cubas	Tradicional	6.05	M	29.92	B	1.5	B	1	B	112	M	968	M	182	M	69.1	A	30.9	A	2.4	A	3.09	M	50-20-80						5	5			
Porfirio López	Químico	5.8	M	25.6	B	1.3	B	1	B	45.0	B	1188	M	253	A	40.1	A	25.8	A	0.9	M	1.3	M	70-50-80	12-24-12: 8 NH4NO3: 3.5	NH4NO3 : 2.5 KCl: 2.5								
Porfirio López	Orgánico	5.7	M	36.4	M	1.8	B	1	B	83.0	B	1135	M	237	M	59.5	A	29.3	A	1.4	A	2.3	M	60-50-50				1.5	1					
Porfirio López	Tradicional	5.8	M	35.5	M	1.8	B	1	B	41.0	B	1342	M	268	A	48.3	A	21.7	A	1.3	A	1.7	M							0	0			
Emelda Villatoro	Químico	8.5	A	9.9	B	0.5	B	13	M	1253.0	A	7342	A	152	M	11.9	M	5.4	M	1.1	A	3.1	M	70-50-30	12-24-12: 8 NH4NO3: 3.5	NH4NO3: 2.5 Sulfomag: 4								
Emelda Villatoro	Orgánico	8.1	A	18.5	B	0.9	B	17	M	1550.0	A	7092	A	201	M	9.4	M	6.2	M	1.2	A	3.0	M	70-40-30				1 3 onz sulfomag:	1 2 onz sulfomag:					
Emelda Villatoro	Tradicional	8.1	A	7.1	B	0.4	B	9	B	1354.0	A	7494	A	171	M	11.0	M	7.0	M	3.6	A	2.7	M									desconocido	desconocido	

Cuadro 44. Análisis químico a priori de lombricomposta (orgánica) y a posteriori del insumo de abonamiento de Danery Cubas.

Parámetro analizado	Lombricomposta	Preparado Danery
N (% M.S.)	1.63	0.92
P (% M.S.)	0.95	0.36
K (% M.S.)	1.22	1.53
Ca (% M.S.)	0.48	2.61
Mg (% M.S.)	0.55	0.6
S (% M.S.)	1.86	0.42
Fe (ppm)	7,860	560
Mn (ppm)	776	317
Cu (ppm)	42	31
Zn (ppm)	250	116
B (ppm)	40.6	46
M.O. (%)	39.08	47.3
Carbono Orgánico (%)	21.79	26.02
Relación C/N	13.19	28.28

M.S.: Materia seca

Cuadro 45. Resultados de análisis de foliar por tratamientos. Junio-julio de 2020.

Productor(a)	Nutrición	Concentración de elementos químicos en las hojas del cacao								
		N (g/kg)	P	K	Ca	Mg (ppm)	Fe	Mn	Cu	Zn
CEDEC-JAS	Químico	1.95 B	0.21 N	1.45 N	0.92 A	0.52 A	85 N	166 N	8 N	41 N
CEDEC-JAS	Orgánico	2.11 N	0.22 N	1.70 N	0.95 A	0.52 A	81 N	127 N	9 N	35 N
CEDEC-JAS	Tradicional	2.00 N	0.35 A	1.45 N	1.21 A	0.47 N	153 N	120 N	7 B	28 N
CADETH	Químico	2.22 N	0.37 A	1.56 N	1.27 A	0.52 A	73 N	405 A	6 B	28 N
CADETH	Orgánico	2.33 N	0.37 A	1.37 N	1.39 A	0.63 A	76 N	456 A	6 B	30 N
CADETH	Tradicional	2.38 N	0.34 A	1.95 N	1.14 A	0.46 N	77 N	375 A	7 B	31 N
Danery Cubas	Químico	1.89 B	0.18 N	1.49 N	1.53 A	0.54 A	199 N	244 N	7 B	82 N
Danery Cubas	Orgánico	1.70 B	0.18 N	1.25 B	1.28 A	0.63 A	135 N	264 N	9 N	89 N
Danery Cubas	Tradicional	1.73 B	0.18 M	1.33 N	1.55 A	0.61 A	137 N	208 N	7 B	102 A
Emelda Villatoro	Químico	1.70 B	0.10 B	1.80 M	2.20 A	0.50 M	1.4 N	59 N	6 B	60 N
Emelda Villatoro	Orgánico	1.80 B	0.20 N	1.00 B	0.90 A	0.60 A	666 A	414 A	12 N	68 N
Emelda Villatoro	Tradicional	2.01 N	0.20 N	0.90 B	0.80 A	0.60 A	242 A	291 N	12 N	58 N

B: bajo, N: normal, A: Alto

Conclusiones preliminares

- Después de un año de evaluación de cosechas, son consistentes los mayores rendimientos en parcelas que reciben un programa de nutrición química con base en resultados y recomendaciones de análisis de suelos.
- El incremento en la producción observada en los tratamientos químicos y orgánicos compensa económicamente el costo de aplicación de los tratamientos.

Referencias bibliográficas

- Dubón, A.; J. Sánchez; J. Herrera. 2007. Ensayos de nutrición en el cultivo de cacao. Pág. 30-39. *In: Informe técnico 2006. Programa de Cacao y Agroforestería. Fundación Hondureña de Investigación Agrícola (FHIA). 1era edición. La Lima, Cortés, Honduras.*
- Dubón, A.; J. Sánchez. 1998. Los efectos directos y residuales de fertilización con NPK en cacao desde el estado de plantía. Pág. 15-22. *In: Informe técnico 1997, Programa de Cacao y Agroforestería. Fundación Hondureña de Investigación Agrícola (FHIA). 1era edición. La Lima, Cortés, Honduras.*
- Dubón, A.; J. Sánchez; A. Suárez. 1998. Efecto en la fertilización en cacao en estado de plantía. Pág. 15-19. *In: Informe Técnico 1997, Programa de Cacao y Agroforestería. Fundación Hondureña de Investigación Agrícola (FHIA). 1era edición. La Lima, Cortés, Honduras.*

VII. PROYECTO ESPECIAL

Parte de las actividades del Programa de Cacao y Agroforestería lo constituye la ejecución de proyectos especiales, financiados por organizaciones cooperantes internacionales o nacionales. El desarrollo de estos proyectos, permite promover sistemas diversos de producción, especialmente sistemas agroforestales con cacao. Además es posible capacitar a productores y técnicos en sistemas de producción y la validación de prácticas agrícolas amigables con el medio ambiente y que promueven una mejor generación de ingresos. Este esfuerzo es complementado con la investigación desarrollada en las estaciones experimentales. A continuación se presenta un avance en las actividades de los proyectos especiales desarrolladas durante el año.

7.1. Carta de entendimiento proyecto CAHOVA-SOCODEVI

El Proyecto CAHOVA (Canadá-Honduras de Cadenas de Valor Agroforestales) es una iniciativa con una duración de 5 años (2018-2022) implementada por SOCODEVI (Sociedad de Cooperación para el Desarrollo Internacional) con financiamiento del Gobierno de Canadá. Busca apoyar el desarrollo socioeconómico de las empresas asociativas y la expansión de los mercados para los productos agroforestales en las cadenas de madera, resina de pino, café, cacao y rambután. Fomenta actividades de transferencia de conocimientos y prácticas sostenibles a las personas socias, dirigentes y gerentes de las empresas, lo que asegura una participación de las mujeres y jóvenes. Promueve el establecimiento de sistemas de producción agroforestales, el mejoramiento de los servicios ofrecidos a las personas socias, el aumento de la eficacia y el acceso a nuevos mercados con respeto a los valores y principios cooperativos. La finalidad es contribuir al mejoramiento de las condiciones de vida de productores de cinco departamentos de Honduras: Atlántida, Comayagua, El Paraíso, Francisco Morazán y Santa Bárbara.

En febrero de 2018, se firmó una carta de entendimiento y de cooperación entre la FHIA y

SOCODEVI para brindar apoyo en áreas específicas de desarrollo dentro del proyecto CAHOVA. A diciembre de 2020, se reporta el avance en las siguientes actividades.

- **Diplomado en producción de cacao en sistema agroforestal (Actividad 4).** Durante abril a septiembre se trabajó en el desarrollo y ajuste de la programación y logística del diplomado, en vista de que este será desarrollado de manera virtual en su primera fase y presencial en su segunda fase con prácticas de campo. El diplomado fue iniciado en el mes de septiembre con 32 participantes entre productores y técnicos de cacao que son beneficiarios del proyecto. A pesar de las situaciones y adversidades propias de una capacitación virtual como son la conexión a internet, corriente eléctrica disponible y otros, se logró completar en un 95 % la programación propuesta. Ahora está programada de marzo a julio desarrollar el componente práctico en tres sesiones de una semana, los cuales serán desarrollados en el CEDEC-JAS.



- **Investigación sobre fertilización en el cultivo de cacao (Actividad 7).** Este estudio fue iniciado en el primer semestre de 2019 con la toma de las muestras de suelo de las fincas donde se realizarían los ensayos. Se seleccionaron de a nueve (9) productores de diferentes zonas geográficas del país: Jutiapa, Atlántida (2), Cortés (3), Yoro (1) y La Masica, Atlántida (3). La aplicación de los tratamientos de fertilización química, orgánica y testigos, se realizó en julio de 2019 de acuerdo con las recomendaciones para cada parcela de productor del laboratorio químico agrícola. Las primeras lecturas de cosecha se hicieron de diciembre, 2019 a enero de 2020. Sin embargo, debido la pandemia y la implementación de medidas de circulación limitada desde marzo, provocó que se interrumpieran actividades importantes, tanto de parte del productor como nuestra. Producto de esta situación, en cuatro de las nueve parcelas inicialmente seleccionadas, los productores dejaron de realizar las prácticas de mantenimiento de las parcelas, incluso las cosechas, por lo que el estado de estas se vio seriamente afectado y no fue posible el registro de la información. Adicionalmente, en una de las parcelas de La Masica y una de Cortés los propietarios decidieron no continuar con el cacao y dejarlo abandonado. La situación adversa en las parcelas provocada por pandemia, fue agravada aún más por la situación de los huracanes Eta y Iota, especialmente en las parcelas ubicadas en el departamento de Cortés (Kele Kele). En conclusión, de las nueve parcelas inicialmente seleccionadas, en la actualidad se mantienen cuatro parcelas, las dos de la FHIA (CEDEC-JAS y CADETH) y las dos ubicadas en el municipio de Jutiapa en Atlántida. El resumen con los resultados preliminares registrados en el 2020 se presenta en la Sección 6.6 de este informe.
- **Apoyo al Panel Nacional de Cata de Cacao (Actividad 1 Adenda).** Como parte del apoyo al proceso de capacitación del Panel Nacional de Cata de Cacao que es coordinado por la FHIA, en el presente periodo el Panel realizó la evaluación de las muestras de los participantes en el IV Concurso Nacional de Cacao de Calidad. Esto se desarrolló en tres sesiones en el mes de diciembre en donde el Panel evaluó un total de 17 muestras provenientes de organizaciones de

productores, empresas comercializadoras y organizaciones de investigación. El Panel seleccionó las mejores cinco muestras que se constituyeron como las ganadoras del concurso y que participarán en representación del país en la versión 2021 del concurso de calidad del salón del chocolate en París, Francia.

VIII. TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA

Difundir los conocimientos y experiencias de investigación es una de las actividades fundamentales del Programa de Cacao y Agroforestería. Esta actividad se realiza a través de formación de recursos humanos, eventos de capacitación, participación en eventos científicos, programas para la televisión, asistencia técnica y atención a visitas.

8.1. Grabación del video: podas de formación y mantenimiento del cacao

Entre el 24 y 28 de agosto personal técnico de la Unidad de Publicaciones y del Programa de Cacao y Agroforestería apoyaron el proceso de grabación de un video que ilustra los procesos asociados a la ejecución de las podas de formación y mantenimiento del árbol de cacao. Las escenas se filmaron en las dos estaciones experimentales de la FHIA y en la parcela de cacao del productor Danery Cubas en El Zapote, Jutiapa, Atlántida. El video ilustra:

- Conceptos y consideraciones previas a implementar la poda.
- Procedimientos y criterios.
- Herramientas básicas necesarias para la poda.
- Manejo y seguimiento a la plantación posterior a la poda.

8.2. Cursos/charlas ofrecidas/recibidas

La pandemia dio paso a la una nueva forma de transmitir la información, conferencias a través de internet. Sobresalen las actividades siguientes:

- El 5 de junio el Programa ofreció la video conferencia: Produciendo en sistemas agroforestales cosechamos prosperidad. Además de la presentación en vivo se colocó esta charla en el canal YouTube de la Fundación donde ha sido visitada por 6,493 personas en diez meses.
- El 18 y 25 de septiembre los técnicos del Programa participaron como audiencia en el taller ofrecido por el Dr. Egbert Spaans de Ecuador sobre nutrición-fertilización del cultivo de cacao, auspiciado por Rikolto.
- Entre mayo y diciembre el proyecto MOCCA (Maximizando Oportunidades en Café y Cacao en las Américas) ofreció una serie de nueve foros técnicos en temas de producción, genética, mercadeo, manejo fitosanitario, cadmio y herramientas tecnológicas en el cultivo de cacao. Los foros gratuitos fueron impartidos por especialistas de diferentes países y fueron recibidos por el personal técnico del Programa.

8.3. Asistencia técnica y atención a visitas

A lo largo del año se recibieron y atendieron visitantes, ofreció asistencia técnica, apoyó la elaboración de videos, entre otras actividades en el CEDEC-JAS. Actividades cuya descripción se presenta en el Cuadro 46.

Cuadro 46. Atención a visitas en el CEDEC-JAS. La Masica, Atlántida. 2020.

Mes	Tipo de evento	Cantidad	Participantes	Organización
Marzo	• Curso de fortalecimiento de capacidades técnicas en la cadena de cacao.	1	15	• CRS-Nicaragua
Febrero	• Atención comitivas ejecutivas.	1	4	• Oficina presidencial Economía Verde
Febrero	• Atención consultores e inversionistas.	2	4	• Madera Verde, consultores ecuatorianos
Agosto	• Atención a visitantes	3	8	• Chocolate Factory y particulares
Agosto	• Asistencia técnica a productores de aldeas Berlín y el Zapote, Jutiapa.	1	2	• Productores: Porfirio López y Danery Cubas
Agosto	• Producción videos/poda de formación y de mantenimiento.	2	-	• Comunicaciones
Diciembre	• Asistencia a sesiones de cata.	3		• Panelistas FHIA y FENAPROCACHO
Total		13	33	



FUNDACIÓN HONDUREÑA DE INVESTIGACIÓN AGRÍCOLA

La Fundación Hondureña de Investigación Agrícola es una organización de carácter privado, sin fines de lucro que contribuye al desarrollo agrícola nacional.

Su misión es la generación, validación y transferencia de tecnología, en cultivos tradicionales y no tradicionales para mercado interno y externo.

Provee servicios de análisis de suelos, aguas, tejidos vegetales, residuos de plaguicidas, diagnóstico de plagas y enfermedades, asesorías, estudios de mercado, capacitación e informes de precios de productos agrícolas.

FHIA

- 📍 Apartado Postal 2067, San Pedro Sula, Cortés, Honduras, C.A.
- ☎ (504) 2668-4857, 2668-2470, 2668-1191
- ✉ fhia@fhia-hn.org
- 📍 Contiguo al Instituto Patria, La Lima, Cortés, Honduras, C.A.

CEDECJAS

Centro Experimental y Demostrativo de Cacao 'Jesús Alfonso Sánchez'

- 📍 La Masica, Atlántida, Honduras, C.A.
- ☎ (504) 2436-1038
- ✉ cedecjas@fhia-hn.org

CADETH

Centro Agroforestal Demostrativo del Trópico Húmedo

- 📍 El Recreo, La Masica, Atlántida, Honduras, C.A.
- ☎ (504) 2436-1038
- ✉ cedecjas@fhia-hn.org

CEDEH

Centro Experimental y Demostrativo de Horticultura

- 📍 Comayagua, Comayagua, Honduras, C.A.
- ☎ (504) 2756-1078
(504) 9800-6576
- ✉ fhia.cedeh@gmail.com



www.fhia.org.hn



Síguenos en Facebook



FHIAHn

“Contribuyendo a reducir la pobreza con cultivos de alto valor y alta tecnología”