



Agroforestería Sostenible en la Amazonía Ecuatoriana

Editores: Elias de Melo Virginio Filho, Carlos Estuardo Caicedo Vargas y Carlos Astorga Domian



CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza) es un centro regional dedicado a la investigación y la enseñanza de posgrado en agricultura, manejo, conservación y uso sostenible de los recursos naturales. Sus miembros son el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), Belice, Bolivia, Colombia, Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, México, Nicaragua, Panamá, Paraguay, República Dominicana, Venezuela, España y el Estado de Acre en Brasil.



ISBN: 978-9977-57-623-7



9 789977 576237



Serie técnica
Informe técnico no.398

Agroforestería Sostenible en la Amazonía Ecuatoriana

Editores:

Elias de Melo Virginio Filho
eliasdem@catie.ac.cr
Carlos Estuardo Caicedo Vargas
carlos.caicedo@iniap.gob.ec
Carlos Astorga Domian
castorga@catie.ac.cr

Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE)
Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP)

Julio de 2014

CATIE no asume la responsabilidad por las opiniones y afirmaciones expresadas por los autores en las páginas de este documento. Las ideas de los autores no reflejan necesariamente el punto de vista de la institución. Se autoriza la reproducción parcial total de la información contenida en este documento, siempre y cuando se cite la fuente.

© Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), 2014

ISBN: 978-9977-57-623-7

631.58

M528 Virginio Filho, Elias de Melo

Agroforestería sostenible en la Amazonía ecuatoriana / Elias de Melo Virginio Filho, Carlos Estuardo Caicedo Vargas y Carlos Astorga Domian. – Turrialba, C.R. : CATIE, 2014. 105 p. – (Serie técnica. Informe técnico / CATIE ; no.398)

ISBN 978-9977-57-623-7

1. Theobroma cacao – Agroforestería – Amazonía 2. Agroforestería – Sostenibilidad – Amazonía 3. Sistemas silvopascícolas – Amazonía I. Caicedo Vargas, Carlos Estuardo II. Astorga Domian, Carlos III. CATIE IV. Título V. Serie

Créditos

Autores: Elias de Melo Virginio Filho, Carlos Estuardo Caicedo Vargas, Carlos Astorga Domian, Félix Bastidas, William Caicedo, Nancy Criollo, Carlos Congo, Joffre Chávez, Alejandra Díaz, Fabián Fernández, Jorge Grijalva, Patricia Jaramillo, Carlos Nieto, Nelly Paredes Andrade, Bertín Osorio V, Jimmy Pico, Raúl Ramos, Luis Riera, Maritza Sánchez, Dennis Sotomayor, Cristian Subía García, Yadira Vargas, Antonio Vera, Cristóbal Villanueva, Edgar Yáñez

Colaboradores: Miguel Acosta (PETROAMAZONAS), Wilson Alcívar (INIAP - EECA), Kléver Analuisa (Asociación Mi Lecherita), Esther Andi (CISAS); Luis Andy (PETROAMAZONAS), Jimena Caiza (INIAP - EECA), Darío Calderón (INIAP - EECA), Marcia Guamingo (GAD. Inés Arango), Luis Lima (INIAP - EECA), Rosa López (INIAP - EECA), Carlos Mora (INIAP – EECA), Robinson Muñoz (COFENAC), Edwin Paladines (GAD PARROQUIAL G. PIZARRO), Guillermo Párraga (GAD Huaticocha), Guillermo Pilamunga (SSC Sumumbios), Carlos Rocafuerte (INIAP - EECA), Daniel Rosero (GADPR La Belleza), Jorge Santillan (INIAP - EECA), Mario Silva (PETROAMAZONAS), Leider Tinoco (INIAP - EECA), Manuel Tipanluisa (Técnico del Proyecto INIAP-CCS-GAD Parroquiales), Mario Torres (PETROAMAZONAS -CPF-B15), Marco Torres (Técnico GAD Inés Arango), Francisco Velasteguí (Técnico del Proyecto INIAP-CCS-GADs PARROQUIALES), Lucila Vera (GADPR Pacayacu), Byron Yaguana (INIAP - EECA), Wilson Yáñez, Ricardo Grefa (COFENAC), Stalyn Yuky (GAD. Inés Arango)

Coordinación: Shirley Orozco Estrada

Fotografías: Elias de Melo Virginio Filho, Carlos Astorga Domian, Nelly Vasquez, Silvia Francis, Cristian Saltos

Diagramación: Rocío Jiménez Salas, Oficina de Comunicación e Incidencia, CATIE

Manejo integrado de los principales problemas fitosanitarios del cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.), en la Amazonía Ecuatoriana

Jimmy Pico R.¹
Bertin Osorio V.¹
Edgar Yáñez²

Resumen

Por un período de dos años se evaluó el manejo integrado de plagas (MIP) en el cultivo de cacao en la Amazonía Ecuatoriana, basado en la integración oportuna de prácticas culturales, comparado con el manejo del productor, con la aplicación tradicional de las prácticas culturales y sobre estos manejos se estudió el efecto del control químico con productos cúpricos y el control biológico con *Trichoderma ovalisporum*. Los ensayos se ubicaron en Cascales, Shushufindi, Joya de los Sachas, Loreto y Tena. Las plantaciones de cacao tenían entre seis y siete años. Las variables consideradas fueron: número de mazorcas sanas, incidencia de monilia, mazorca negra, escoba de bruja y rendimiento en kg/ha, con evaluaciones cada 15 días.

El manejo MIP, junto con la integración oportuna de prácticas culturales, más aplicaciones de fungicidas cúpricos y más control biológico (MIP-T2), obtuvo, en dos años de evaluación, la menor incidencia de monilia (11% y 14%), comparado con el manejo del productor (manejo productor T3) que presentó incidencias del 40% al 50% entre zonas. Para el caso de mazorca negra y escoba de bruja las incidencias no fueron de consideración aunque el tratamiento MIP T2 logró las menores incidencias. Este manejo también logró incrementos significativos en los rendimientos: en el primer año se obtuvieron 573 kg/cacao seco/ha/año en las medias regionales; mientras que el manejo del productor T3 obtuvo 256 kg/ha/año. Para el segundo año hubo mayores incrementos con 1.040 kg/ha/año; mientras que el manejo del productor T3 se mantuvo en 298 kg/ha/año. En las variables indicadas el MIP-T2 fue igual estadísticamente al MIP T1 (prácticas culturales oportunas más fungicidas cúpricos).

¹ 1. Investigadores, 2. Asistente de investigación, del Departamento Nacional de Protección Vegetal de la Estación Experimental Central de la Amazonía (EECA) del Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuaria (INIAP).

1. Introducción

El cacao en el Ecuador es uno de los rubros con mayor importancia, con aproximadamente unas 400.000 hectáreas cultivadas (FAO 2011). El cultivo es seriamente atacado por la monilia, causada por el hongo *Moniliophthora roreri*, por la mazorca negra originada por un complejo de hongos de género *Phytophthora* spp y por la escoba de bruja causada por *Moniliophthora perniciosa* (Suárez 1993). Siendo la moniliasis la más importante, presenta los primeros síntomas entre los 20 y 60 días, luego del síntoma inicial en la mazorca, de tres a siete días después se presenta el crecimiento del micelio blanco y luego las esporas de color crema marrón, las mazorcas enfermas pueden permanecer en los árboles por más de nueve meses (Delgado y Suárez 1993).

En su ataque este hongo puede causar pérdidas de la producción superiores al 60%, siendo reflejado en los bajos rendimientos obtenidos en condiciones de manejo tradicional que varían de 200 a 250 kg/ha/año (ANECACAO 2006). Ante este problema el MIP surge como una de las herramientas integrales para el manejo eficiente de la enfermedad, el mismo que logra reducciones significativas de incidencia y un aumento de los rendimientos (Krauss *et al.* 2003).

Ante lo indicado el presente trabajo de investigación tuvo como objetivo principal el desarrollo de tecnologías limpias para el manejo integrado de las principales enfermedades en el cultivo de cacao, mediante la integración de prácticas culturales oportunas, uso de fungicidas de baja toxicidad y control biológico.

2. Materiales y métodos

La presente investigación se realizó de enero de 2011 a diciembre de 2012, en las siguientes zonas: Sucumbíos en Cascales – Sevilla, Shushufindi - Comunidad 11 de Julio; Orellana: La Joya de los Sachas – Enokanki, Loreto – Ávila Huiruno; y en Napo en Tena – Ahuano; esta última zona fue evaluada solo en 2012. Las zonas se ubican entre los 265 y los 580 msnm., a una temperatura promedio que varía de 23,4 a 25,4 °C; y con precipitación anual de 2.140 a 5.019 mm. (INAMHI 2010). Los ensayos fueron instalados en huertas de cacao clonales de entre seis y siete años con densidad poblacional de 625 plantas/ha. Los factores en estudio fueron dos tipos de manejo: el manejo integrado de plagas, basado en la integración oportuna de prácticas culturales, comparado con el manejo del productor, con la aplicación tradicional de las prácticas culturales, y sobre estos manejos se estudió el efecto de las prácticas culturales (T1); prácticas culturales más fungicidas (T2) y prácticas culturales más fungicidas y más el control biológico con *Trichoderma ovalisporum*; Partiendo de que el manejo integrado de plagas contempla la combinación de prácticas compatibles de varios métodos de control (Hilje 2008, Agrios 2003). También se consideró la implementación de canales de drenaje para mejorar la evacuación del exceso de humedad en el suelo (Díaz *et al.* 2001). Para las mediciones se seleccionaron 25 plantas por parcela y las nueve plantas centrales constituían la parcela útil.

En el manejo MIP, se aplicó la fertilización considerando los resultados del análisis de suelo; las dosis aplicadas fueron: en el primer año de 500 (N 45,4%, P 28,8% y K 28,7%) a 800 g/planta/año (N 51,2%, P 5,1%, K 3,7%), y en el segundo año de 600 (N 67,6%, P 8,6%, K 23,8) a 800 g/planta/año (N 57,7%, P 18,6%, K 24,2%) según la zona. Se empleó una mezcla de: nitrato de amonio (34% N) más micro esencial 12-40-0 (12% N y 40% P) y muriato de potasio (60% K), las que fueron aplicadas cada dos meses. También se aplicaron enmiendas con cal dolomita (12% de magnesio Mg) para corrección de pH del suelo, la dosis varió entre 1.600 y 3.200 g/planta/año dependiendo de la zona y nivel de pH.

La poda de mantenimiento se realizó dos veces al año y la fitosanitaria para escoba de bruja cada tres meses, la remoción de mazorcas enfermas se realizó semanalmente para interrumpir el ciclo del inóculo (Suárez 1993). Los fungicidas cúpricos se aplicaron en la etapa inicial del desarrollo de las mazorcas, con aspersores motorizados de 5 Hp boquilla de cono con un volumen de 100 litros de agua/ha, con dosis de 2.000 g/ha y cinco aplicaciones a intervalos de 22 días. Para el control biológico se utilizó una cepa del hongo *Trichoderma ovalisporum*, la aplicación se hizo utilizando aspersores manuales de espalda con un volumen de 224 ml/planta (140 litros/ha), la dosis fue de 1×10^{12} UFC/ha en frecuencia de 22 días, después de siete días de la aplicación con cobre.

En el manejo del productor se emplearon las prácticas culturales tradicionales que aplica el productor, no se emplearon abonos, la poda de mantenimiento se realizó una vez al año, la eliminación de mazorcas enfermas se hizo en cada cosecha y en la poda de mantenimiento, en las aplicaciones de fungicidas y control biológico fue el mismo, criterio de dosis y frecuencia empleados en los tratamientos con MIP.

El diseño experimental empleado fue parcelas divididas con dos manejos, tres tratamientos y tres repeticiones y los datos fueron analizados con el programa estadístico InfoStat modelos lineales y mixtos, prueba LSD Fisher $\alpha = 0.05$. Las variables consideradas a medir fueron: número de mazorcas sanas, enfermas, cojinetes florales y tejido joven afectados por escoba de bruja; incidencia (%) de monilia, mazorca negra y escoba de bruja. Se hizo el registro de la cosecha en peso fresco en kg y se transformó a peso seco empleando el factor de 0,40. También se realizaron muestreos y análisis de suelo y tejido foliar cada seis meses.

3. Resultados y discusión

En el año 1 (2011), al comparar los dos manejos en las cuatro zonas, el manejo MIP fue significativo ($p < 0.05$) respecto al manejo del productor. Al hacer el análisis de los tratamientos en Cascales, Shushufindi, La Joya de los Sachas y Loreto, se observó que al aplicar las prácticas oportunas del manejo MIP + fungicidas + control biológico (MIP-T2) hubo diferencia significativa ($p < 0.05$) con relación a los tratamientos del manejo del productor; obteniendo mayor número de mazorcas sanas con 91, 160, 182 y 135 respectivamente; seguido del tratamiento MIP T1, siendo estos iguales estadísticamente entre sí. El menor número de mazorcas sanas lo obtuvo el manejo del productor (T3) siendo iguales estadísticamente a los demás tratamientos de este manejo.

En la Figura 1, se observa que la incidencia de monilia en los tres tratamientos del manejo MIP son iguales estadísticamente; aunque el MIP-T2 obtiene las menores incidencias 11,27; 14,43; 14,42 y 11,21% respectivamente; mientras que la incidencia más alta se presentó en el manejo del productor T3 (37,20%; 50,13%; 37,77% y 36,06% respectivamente).

El manejo MIP presenta los mejores rendimientos, mostrando diferencia significativa ($p < 0.05$) con relación al manejo del productor. En Cascales, Shushufindi y La Joya de los Sachas, al aplicar el MIP T2 se logra aumentar en más del 50% los rendimientos, con 369,90; 636,90 y 711,21 kg/ha/año respectivamente, siendo igual estadísticamente al tratamiento MIP-T1 Mientras que el manejo productor T3 obtiene los menores rendimientos con: 120,10; 237,87; 357,87, y 310,3 kg/ha/año respectivamente (Figura 2). Esto no sucede en Loreto ya que los tres tratamientos MIP son iguales estadísticamente. Esta información es similar a la reportada por Krauss *et al.* (2003).

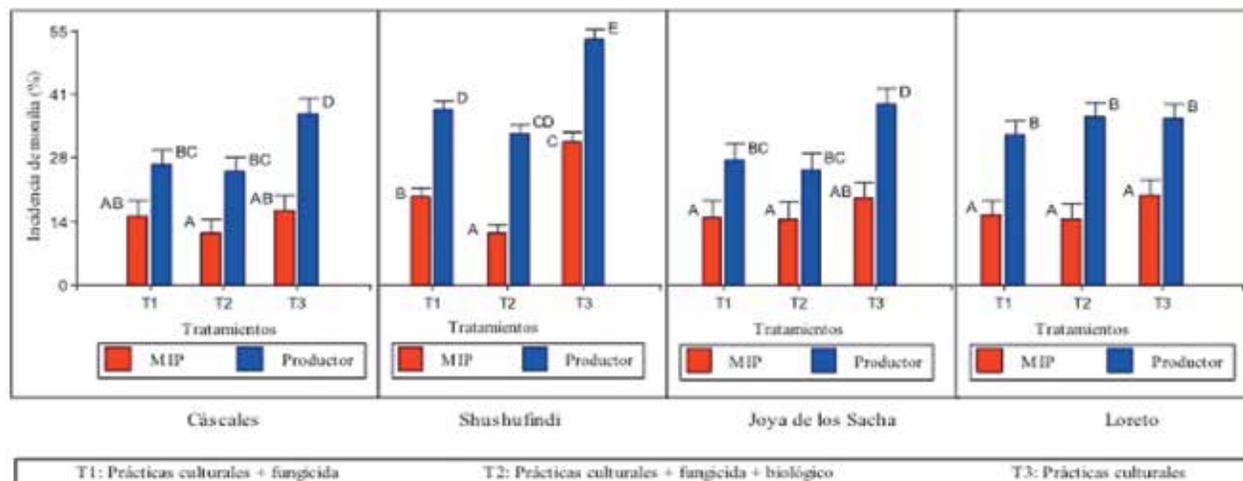


Figura 1. Incidencia de monilia en fase de cosecha en ensayos de cacao en la Amazonía Ecuatoriana, 2011.

Algo que diferencia al ensayo de Cascales de las demás zonas es su bajo nivel de rendimiento; esto debido a que al inicio del trabajo, fue una de las plantaciones seleccionadas con mayores problemas: bajo nivel de manejo, desbalance de nutrientes, nivel de pH menor a 5,0 considerado como un suelo muy ácido y encharcamiento excesivo por varios períodos. Pero evidencias como esta han permitido entender que aplicando las estrategias de manejo recomendadas, en el segundo año se logra obtener rendimientos superiores a 1.000 kg/ha/año.

En el segundo año (2012) el manejo MIP presenta diferencia significativa ($p < 0.05$) en todas las variables en las cinco zonas. Con el manejo MIP-T2 se logra obtener el mayor número de mazorcas sanas (248, 246, 303, 287 y 290 respectivamente), seguido del tratamiento MIP-T1 siendo iguales estadísticamente ente sí. El manejo productor T3 presentó el menor número de mazorcas sanas (82, 74, 95, 71 y 74 respectivamente), este comportamiento mostró igualdad en todas las zonas. Así mismo, el MIP-T2 obtuvo la menor incidencia de monilia con 13,76%; 10,7%; 8,66%; 14,22% y 10,25% respectivamente; aunque este tratamiento en La Joya de los Sachas y Loreto fue igual estadísticamente a los otros tratamientos del MIP (MIP-T1 y T3). El manejo del productor T3 (testigo) obtuvo la mayor incidencia de monilia, 39,30%; 39,74%; 35,18%; 45,66% y 46,97% respectivamente (Figura 3).

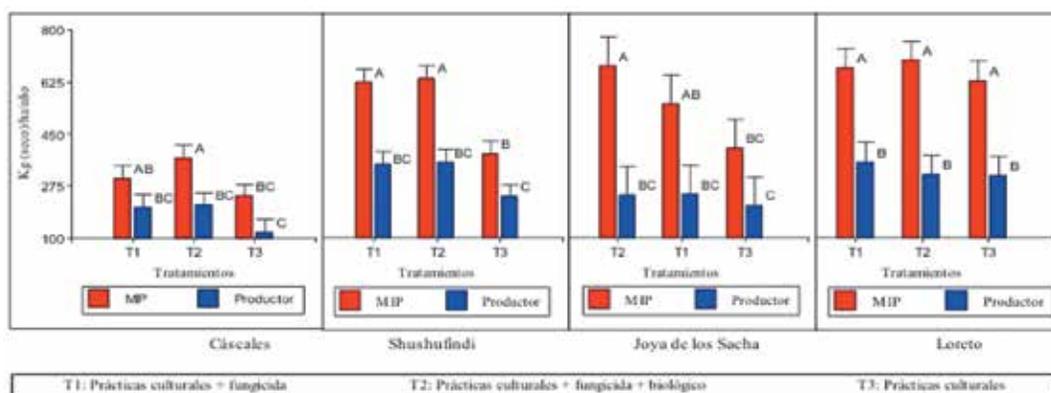


Figura 2. Rendimientos en kg/ha/año en ensayos de cacao en la Amazonía Ecuatoriana, 2011.

En la Figura 4, se observa que con el manejo MIP-T2 se lograron los mayores rendimientos con 998,26; 1051,18; 1.339,81; 898,98 y 955,00 kg/ha/año de cacao seco respectivamente según la zona, siendo igual estadísticamente al tratamiento MIP-T1 a excepción de La Joya de los Sachas; mientras que los menores rendimientos los obtuvo el manejo del productor (T3) con, 293,37; 286,88; 412,12; 247,50 y 252,31 kg/ha/año respectivamente. Estos resultados ponen en evidencia que la integración de varios métodos de control reducen significativamente la incidencia de las enfermedades y los rendimientos se incrementan satisfactoriamente, lo que coincide con lo reportado por Krauss *et al.* 2003; Porras *et al.* 1990.

Para el caso de mazorca negra (*Phytophthora* spp.) las incidencias no fueron de consideración, aunque el manejo MIP-T2 logró las menores incidencias con 2,56%; 2,31%; 3,48%; 1,26% y 1,78% respectivamente, comparados al manejo del productor T3 (testigo) que obtienen mayor incidencia con 10,58%; 8,84%; 14,95%; 3,12% y 10,25% respectivamente de cada zona. De igual manera la incidencia de escoba de bruja (*M. perniciosa*) en mazorcas, cojinetes florales y tejido joven no fue considerable, pero el MIP-T2 logró las menores infecciones. No obstante hay que analizar que el MIP-T2 en los rendimientos es igual estadísticamente al MIP-T1, lo que indica que es igual si aplicamos cualquiera de los dos tratamientos, pero lógicamente el tratamiento MIP-T1 es el que requiere menor inversión; por lo tanto la mejor alternativa sería aplicar oportunamente las prácticas culturales del manejo, integrar aplicaciones de fungicidas a base de cobre en las fechas y frecuencias recomendadas según fenología del cultivo, estado productivo y condiciones de clima.

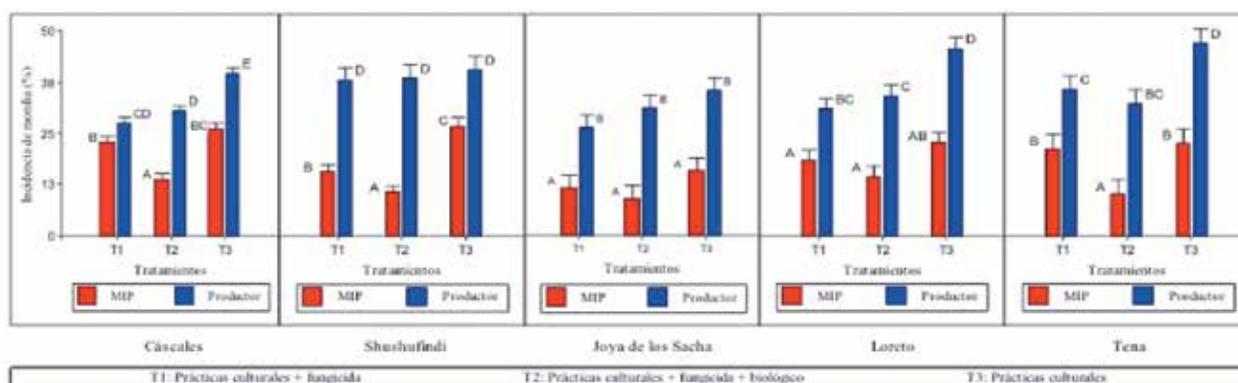


Figura 3. Incidencia de monilia (%) en fase de cosecha en ensayos de cacao en la Amazonía Ecuatoriana, 2012.

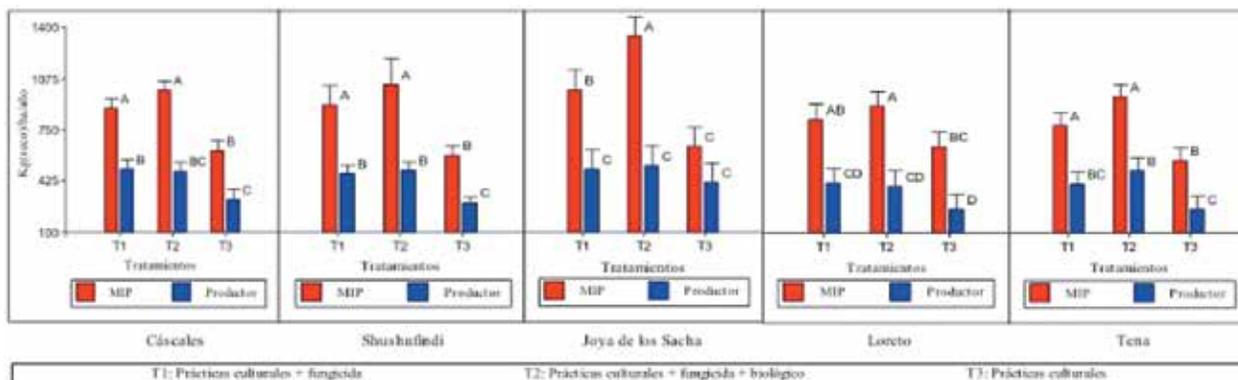


Figura 4. Rendimientos de cacao seco en kg/ha/año del ensayo MIP de cacao en la Amazonía Ecuatoriana, 2012.

4. Efectos de abonos sintéticos sobre el pH del suelo

En la Figura 5, se presenta el análisis del pH en los dos manejos en los sitios estudiados, siendo evidente que los niveles más bajos los presenta la parcela ubicada en Cascales con 4,6 para ambos manejos, y el comportamiento más alto, lo presenta la huerta de La Joya de los Sachas con 5,9, siendo un nivel parcial neutro, que por su neutralidad da lugar a un mejor intercambio catiónico, disponibilidad de los nutrientes del suelo y una mayor asimilación por parte de la planta.

Una hipótesis que se genera de este estudio es que el uso de abonos sintéticos tiende a bajar el nivel de pH del suelo, condición que se observa con mejor detalle en las parcelas de Shushufindi, Joya de los Sachas y Loreto, en donde al inicio del trabajo se realizó una enmienda al suelo con el uso de cal agrícola, y se observa que el nivel de pH tiende a incrementarse en el año uno, condición que no ocurre en los manejos sin abonamiento-encalado; aunque las evidencias demuestran que al continuar con la incorporación de abonos nitrogenados y otros abonos sintéticos a finales del año dos los niveles de pH tienden a bajar con mayor velocidad respecto al manejo sin abonamiento (Fabrizzi *et al.* 1998).

También se puede decir hipotéticamente, que la condición de encharcamiento de los suelos es un factor que favorece el bajo nivel pH de los suelos, condición observada al inicio del trabajo en la parcela de Cascales, pero con la alternativa de la aplicación de canales de drenaje en el cultivo, se evidencia una interacción positiva al originar un incremento del nivel de pH de 4,55 a 4,80 a pesar de haber realizado aplicaciones de abonos sintéticos, pero lógicamente esta condición se cree que no perdurará por largos períodos de tiempo, siendo importante medirla en futuras investigaciones.

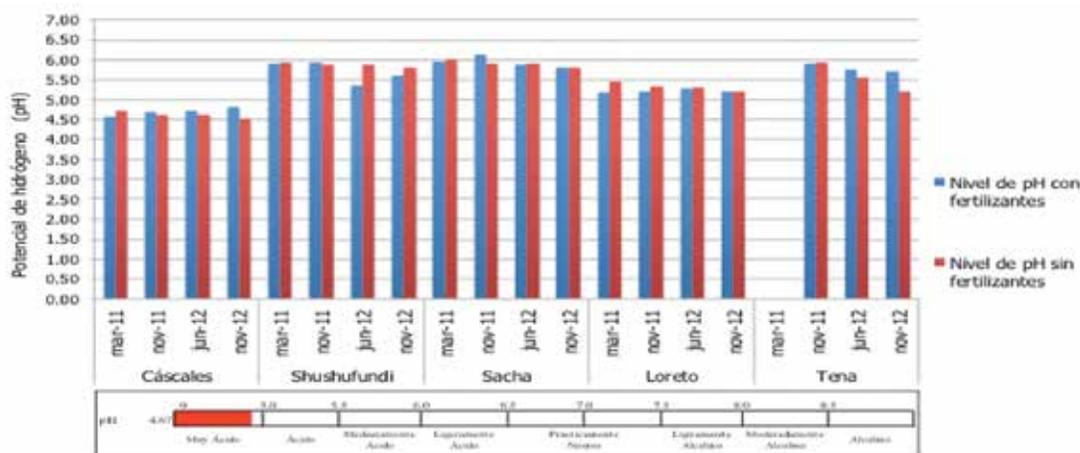


Figura 5. Niveles de pH bajo dos tipos de manejo (con y sin fertilizantes) en ensayos de cacao en la Amazonía.