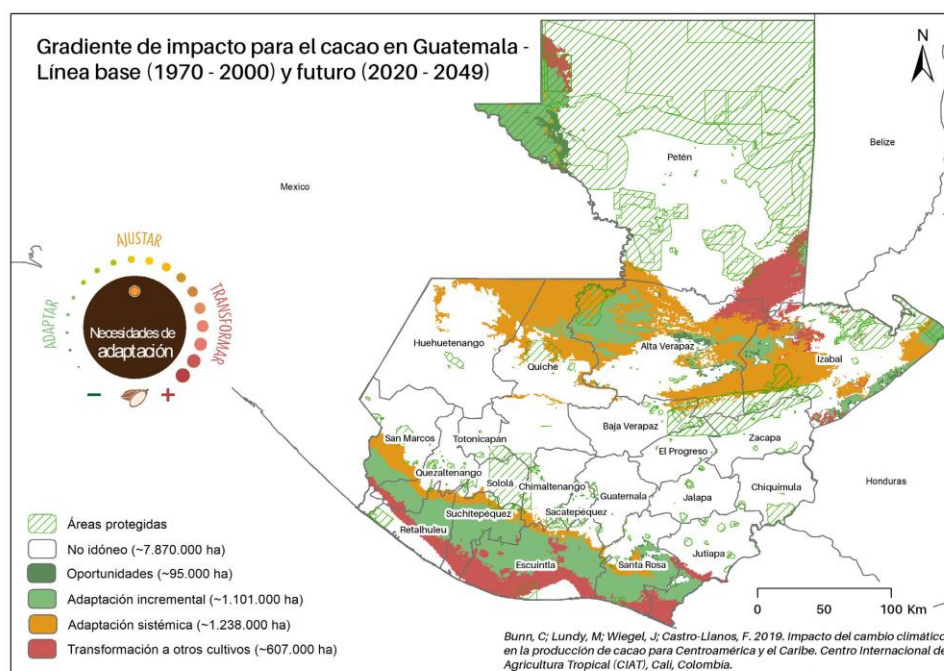


Las propuestas de las acciones específicas para construir
los Sistemas Agroforestales Cacao Climáticamente Inteligente y resiliente
Directrices Técnicas para diseñar SAF-Cacao Climáticamente Inteligentes-Guatemala



*Elaborado por Luis Orozco Aguilar PhD
Managua, Nicaragua, Noviembre, 2019*

Índice

Situaciones identificadas en Guatemala	3
Premisas de las directrices técnicas	4
Directrices técnicas para diseñar SAF-Cacao climáticamente-Guatemala-Situación # 1	6
Directrices técnicas para diseñar SAF-Cacao climáticamente-Guatemala-Situación # 2	9
Directrices técnicas para diseñar SAF-Cacao climáticamente-Guatemala-Situación # 3	13
Directrices técnicas para diseñar SAF-Cacao climáticamente-Guatemala-Situación # 4	16
Directrices técnicas para diseñar SAF-Cacao climáticamente-Guatemala-Situación # 5	21
Directrices técnicas para diseñar SAF-Cacao climáticamente-Guatemala-Situación # 6	25
Directrices técnicas para diseñar SAF-Cacao climáticamente-Guatemala-Situación # 7	29
Directrices técnicas para diseñar SAF-Cacao climáticamente-Guatemala-Situación # 8	33
Directrices técnicas para diseñar SAF-Cacao climáticamente-Guatemala-Situación # 9	36
Directrices técnicas para diseñar SAF-Cacao climáticamente-Guatemala-Situación # 10	41
Directrices técnicas para diseñar SAF-Cacao climáticamente-Guatemala-Situación # 11	45
Directrices técnicas para diseñar SAF-Cacao climáticamente-Guatemala-Situación # 12	49
Directrices técnicas para diseñar SAF-Cacao climáticamente-Guatemala-Situación # 13	53
Directrices técnicas para diseñar SAF-Cacao climáticamente-Guatemala-Situación # 14	57
Directrices técnicas para diseñar SAF-Cacao climáticamente-Guatemala-Situación # 15	61
Directrices técnicas para diseñar SAF-Cacao climáticamente-Guatemala-Situación # 16	65
Directrices técnicas para diseñar SAF-Cacao climáticamente-Guatemala-Situación # 17	67
Directrices técnicas para diseñar SAF-Cacao climáticamente-Guatemala-Situación # 18	69
Directrices técnicas para diseñar SAF-Cacao climáticamente-Guatemala-Situación # 19	71

Situaciones identificadas en Guatemala basadas en Zonas agroclimáticas (ZAC), Gradiente de impacto y Tipo de adaptación 2030

Situación	Línea base	Futuro	Gradiente de impacto	Tipo de adaptación requerido para 2030		
	ZAC actual (2010)	ZAC 2030	2030	Incremental	Sistémica	Transformacional
1	Frio - Húmedo	Frio - Húmedo	Adaptar	X		
2	Templado - Muy seco	Templado - Muy seco	Adaptar	X		
3	Limitaciones	Templado - Muy seco	Oportunidad	X		
4	Aptitud incierta	Aptitud incierta	Ajustar		X	
5	Aptitud incierta	Templado - Muy seco	Ajustar		X	
6	Muy caliente - Seco	Muy caliente - Seco	Adaptar	X		
7	Muy caliente - Seco	Aptitud incierta	Ajustar		X	
8	Aptitud incierta	Templado - Muy seco	Oportunidad	X		
9	Aptitud incierta	Muy caliente - Seco	Ajustar		X	
10	Frio - Húmedo	Aptitud incierta	Ajustar		X	
11	Limitaciones	Frio - Húmedo	Oportunidad	X		
12	Limitaciones	Muy caliente - Seco	Oportunidad		X	
13	Caliente seco	Caliente seco	Adaptar	X		
14	Aptitud incierta	Caliente seco	Ajustar		X	
15	Limitaciones	Caliente seco	Oportunidad		X	
16	Caliente seco	Limitaciones	Transformar			X
17	Templado - Muy seco	Limitaciones	Transformar			X
18	Frio - Húmedo	Limitaciones	Transformar			X
19	Frio - Húmedo	No idóneo	Transformar			X
20	Limitaciones	Limitaciones	No idóneo			X
21	Limitaciones	Aptitud incierta	No idóneo			X
22	Limitaciones	No idóneo	No idóneo			X
23	No idóneo	No idóneo	No idóneo			X

*ZAC: Zonas agroclimáticas.

Premisas de las directrices técnicas

1. **Genética de cacao:** Se definen entre 5-7 clones/variedades más “aptos” según la zona agroclimática proyectada, usando catálogos existentes y considerando productividad (1 kg/planta/año), tolerancia a enfermedades (tolerante/moderadamente susceptible) y perfil de calidad del grano (% de grasa, tamaño de grano ≥ 1 gr, sabores básicos: acidez, astringencia y amargor) aceptados por la industria. Se definen los arreglos de siembra para maximizar compatibilidad y con base experiencias de fincas comerciales como Ritter Sport, ECOM-EXPASA y 12Tree.
2. **Diseño de siembra del cacao:** Se define la densidad y marco de plantación del cacao en función de la disponibilidad de agua en la zona agroclimática proyectada. Se presentan datos para arreglos en cuadro y en tres bolillos. Las densidades oscilan entre 625 hasta 1200, mayor densidad no es recomendable. No olvidar que las musáceas son un componente clave de la sombra.
3. **Sombra temporal:** se sugieren especies, espaciamientos, arreglos de siembra para especies de sombra temporal partiendo de la experiencia de FHIA, CATIE y proyectos agroforestales de la región. Se seleccionan especies de rápido crecimiento y plasticidad agroecológica.
4. **Sombra permanente:** cuales especies y en cuales densidades, no más de 100 plantas/ha. Se definen los distanciamientos en función del tamaño de la copa y altura total del árbol. Se toma como base al atlas agroecológico de especies agroforestales elaborado por ICRAF para seleccionar y sugerir las especies con potencial de adaptación ante el clima futuro. La experiencia de FHIA y CATIE es clave.
5. **Definir arreglo de siembra,** cuadros, rectángulos o bien en linderos para proteger de viento. Se sugiere arreglos en cuadro y raleos graduales de 25% cada 5 años hasta llegar a la densidad final. Se sugieren prácticas como descope, despunte, descentrado para regular la sombra.
6. **Manejo agronómico:** podas, desyerbas, deschupona. Longitud de ramas cosecheras. Se toma como referencia los múltiples manuales técnicos disponibles en la web para cada país. La fecha oportuna de aplicación de la práctica de manejo responde al calendario agronómico local.
7. **Manejo de suelo y piso:** aplicación de cal, cobertura vegetal del piso, biocarbon activado. Se hace énfasis en la necesidad de establecer y manejar hierbas de cobertura para reducir erosión y pérdida de humedad del suelo, especialmente en aquellos sitios con clima caliente y seco en el futuro. Hay pocas experiencias documentadas sobre coberturas de suelo en cacaotales, la amazonia peruana y ecuatoriana es referencia.
8. **Fertilización:** tipo de producción “orgánica vrs química”, dosis por planta, frecuencia. Se introduce el concepto de poda sincronizada para maximizar asimilación de nutrientes. Las dosis definidas responden a la experiencia de ensayos agroforestales de FHIA y a entrevistas con gerentes de fincas comerciales como Ritter Sport, ECOM-EXPASA y 12Tree en Nicaragua, Guatemala, Honduras y Panamá.
9. **Manejo del dosel de sombra,** niveles de sombra según edad y fenología del cultivo. Se propone un cuadro para ajustar la sombra según la edad del cultivo y las densidades de árboles. Típicamente el cacao requiere más sombra durante la floración, cuaje, llenado de frutos y maduración de mazorcas. El cacao demanda más sombra durante el reposo, luego de la cosecha principal y durante la producción de hojas.

10. **Manejo de plagas y enfermedades:** Se introduce el concepto de espacio vital de la planta para definir la frecuencia e intensidad de las podas y el número de hojas requeridas para producir una mazorca. Se sugieren tanto prácticas culturales como químicas, respetando las normas de certificación existentes. Se hace enlace directo a los manuales y guías técnicas disponibles en la web de cada país en cuestión.
11. **Manejo de drenajes/riego:** Se advierte sobre la necesidad de usar riego en aquellos sitios con lluvias menores a los 1800 mm anuales o, por el contrario, se sugiere la construcción y mantenimiento de drenajes en los sitios con exceso de lluvia. Se usa como referencia que la planta de cacao para crecer y producir bien necesita de al menos 6 mm/día. En la medida de lo posible se liga a sitios web.
12. **Buenas prácticas de cosecha:** se listan tres a cinco actividades clave para mejorar las labores de selección, cosecha y postcosecha del cacao. Dichas prácticas se basan en la experiencia de Ritter Sport, FHIA e INTA en el acopio y beneficiado del grano, usando materiales de enseñanza disponibles. En la medida de lo posible se facilita al lector el link al sitio web repositorio del material base para consultas adicionales.
13. **Estimación de rendimiento:** para cada diseño de SAF-Cacao sugerido se hace una estimación de cosecha del cacao, musáceas y frutales con base en la experiencia de FHIA, CATIE, World Cocoa Foundation, CIAT y consultas de la colección de esquinas técnicas de cacao de Rikolto.
14. **Renovación/Rehabilitación:** Se definen criterios técnicos relacionados con densidad, edad, rendimiento y proporción de plantas viejas/improductivas para sugerir renovar/rehabilitar los cacaotales. Se define como no sostenible un rendimiento medio menor a 400 kg/ha.

Directrices técnicas para diseñar SAF-Cacao climáticamente-Guatemala-Situación # 1

ZAC actual (2010)	ZAC futuro (2030)	Gradiente de impacto	Tipo de adaptación
Frio - Húmedo	Frio - Húmedo	Adaptar	Incremental

Zonas agroclimáticas (ZAC)

Frio / Húmedo: en esta zona la temperatura media es de aproximadamente 24,4°C; la temperatura promedio del trimestre más frío está cercano a 23,5°C (valor más bajo); la precipitación del trimestre más húmedo es de 125 mm, mientras que la precipitación acumulada anual registra valores por encima de los 2500 mm; la precipitación del trimestre más frío es de 450 mm aproximadamente.

Gradiente de impacto

Adaptación incremental donde es más probable que el clima siga siendo adecuado y la adaptación se logrará mediante un cambio de prácticas y estrategias y facilitadores idealmente mejorados. Los patrones alterados de plagas y enfermedades, la lluvia incierta, la sequía y el calor pueden afectar el cultivo, pero la producción de cacao seguirá siendo factible.



Las prácticas climáticamente inteligentes son:

Selección de clones/variedades: Plantar al menos 5-7 clones de cacao, auto o inter-compatibles en arreglos policlonales. La FHIA (<http://apps.iica.int/pccmca/docs/MT%20Frutales%20y%20Cafe/Lunes%2029%20abril/7-%20Compatibilidad%20Sexual%20en%20Cacao.pdf>) ha diseñado varios arreglos de siembra de filas simples o dobles de clones según para sitios con alta presión de enfermedades (húmedos/lluviosos):

- Arreglo 1: ICS-95, CCN-51, Caucasia-39, IMC-67, Caucacia-37, UF-613 y FHIA-330.
- Arreglo 2: FHIA-708, SPA-9, FHIA-303, CCN-51, TSH-565, ICS-39, UF-221 y UF-667.

CATIE ofrece un set de 6 clones productivos, tolerantes a enfermedades y de buena calidad de grano (<http://www.aprocacaho.com/wp-content/uploads/2013/07/Poster-clones-CATIE-VF.pdf>).

Diseño de siembra: Plantar cacao a una densidad media con un distanciamiento de 3 x 3 m en cuadro en terreno plano o en tresbolillo en terreno con pendiente. Las densidades esperadas son 1111-1283 plantas/ha. Para más detalles técnicos ver <http://cacaomovil.com/guia/2/>

Densidad	Distancia entre plantas de cacao (m)	Plantas de cacao por hectárea en cuadro-terreno plano	Plantas de cacao por hectárea en tres bolillos-terreno con pendiente
Muy Baja	4 x 4	625	722
Baja	3.5 x 3.5	800	943
Media	3 x 3	1111	1283
Alta	2.5 x 2.5	1600	1848

Manejo de piso y coberturas: Sembrar hierbas de cobertura del suelo como maní forrajero (*Arachis pintoii*) o camelia (*Callisia repens*), los cuales controlan malezas y por ende bajan costos de mantenimiento del cultivo, reducen la erosión y la temperatura del suelo. *C. repens* cubre un 100% del suelo en 120-150 días y aporta hasta 4.45 y 1.93 t ha⁻¹ de materia seca¹ foliar y de raíces, respectivamente. Ver <http://cacaomovil.com/guia/7/>.

Especies de sombra temporal: Establecer **plátano o banano** a la misma distancia adoptada para cacao (3 x 3 m) al menos 6-8 meses antes de plantar el cacao usando Otras especies útiles como sombra temporal son leucanea (*Leucaena leucocephala*) y el higuerrillo (*Ricinus comunis*). Establecer también, en época seca y a un marco de 6 x 6 m, madero negro (*Gliricidia sepium*) que fija nitrógeno en el suelo, se poda y genera lena para una población de 256 estacones/ha en cuadro y 320 estacones/ha a tres bolillos. Ver <http://cacaomovil.com/guia/5/>

Especies sombra permanente: Plantar entre 50-70 árboles en 1 ha de especies con copas ralas y porte medio a alto, entre ellas: Eucalipto arco iris (*Eucalyptus deglupta*), Gallinazo (*Schizolobium parahyba*), carao (*Cassia grandis*) y guaba (*Inga edulis*). Especies frutales útiles son Jocote (*Spondias mombin*), guayaba (*Psidium guajava*) y Fruta pan (*Artocarpus altitis*). Hay tres reglas generales para los árboles sombra: 1) distanciar los árboles 1.5 veces el ancho de la copa del árbol adulto para evitar traslape, 2) ajustar este distanciamiento a múltiplos del arreglo de siembra del cacao, 3) especies de copas densas y anchas en estratos altos (mayor a 15 m) y 4) y especies de copas ralas en estratos bajos (menor a 10 m).

Manejo de la sombra: Mantener un nivel de sombra del 60% de sombra para el desarrollo de la planta joven, luego se reduce a un 40% cuando la plantación alcanza el quinto año, al removerse la sombra temporal de musáceas. Mantener el cacao con 40% de sombra, significa que, del total de la superficie de la parcela, digamos 1 ha (10.000 m²), al menos, 4.000 m² tienen que estar cubiertos con sombra de árboles. En estas zonas se sugiere manejar entre 30-40% de sombra a lo largo del año manejando las densidades de árboles y 2) regulando la sombra con podas, descope, etc.

¹ Puertas, F.; Arevalo, E; Zuniga, L.; Alegre, J.; Loli, O.; Soplin, H., Baligar, V. 2008. Establecimiento de cobertura y extracción total de nutrientes en el suelo de trópico húmedo en la amazonia Peruana. Ecología Aplicada, 7: 1-2. Departamento Académico de Biología, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima – Perú

Porcentaje de sombra recomendado para cacao según la edad y densidades de árboles.

Edad	Rango de sombra (%)	Número de individuos por hectárea			Sombra (%)
		Bananos	Bajos	Altos	
1	50-70	1111	15	80	67
2	40-60	893	15	80	57
3	30-50	700	13	70	50
4	30-50	650	10	70	50
5	30-50	300	10	65	40
6	20-40	138	10	65	38
7	20-40	50	10	60	38
8	20-40	50	10	60	38
9	20-35	40	8	40	33
10	20-35	40	8	40	33

Notas: Diámetro de copa del árbol bajo y alto =10 m y 20 m, respectivamente. Diámetro de las musáceas= 5 m.

Manejo de arquitectura del cacao: La planta de cacao debe tener una altura no mayor a 3 m, esto facilita las labores sanitarias y de cosecha. Se sugiere manejar 3-5 ejes productivos que sume unos 20-22 m de ramas y podar procurando un balance de de rama y hojas: se podan las ramas entrecruzadas en la calle o entre planta. Durante las podas, hay que proteger los cojines florales. Ver: <http://cacaomovil.com/guia/5/>

Manejo de integrado de plagas y enfermedades: Se sugieren 5 practicas clave a) al menos una poda anual profunda del cacaotal luego de la cosecha principal, b) remoción semanal de frutos durante los periodos de máxima cosecha y en forma quincenal o cada tres semanas en épocas de baja fructificación, c) la eliminación de mazorcas enfermas minimizando la manipulación de los frutos enfermos, d) el deschuponado 4 a 6 veces/año y e) la poda de mantenimiento 2 veces/año, eliminar ramas entrecruzadas, muertas, enfermas y plantas parásitas. Ver <http://cacaomovil.com/guia/5/>

Manejo de la fertilidad del cacaotal: Aplicar al menos 2 kg de abono (ya sea abono orgánico o químico) y 250 gr de cal dolomita por árbol. Para suelos ácidos, se recomienda aplicar cal dolomita 1 mes antes de la fertilización con abono orgánico. El cacao cosechero requiere entre 300 y 600 gr/árbol/año de fertilizantes completos para mantener una productividad de unos 1000 kg/ha/año. Ver <http://cacaomovil.com/guia/4/>.

Buenas prácticas de cosecha y rendimiento esperado: Se sugiere cosechar cada 15 días todas las mazorcas maduras, sobre-maduras y las dañadas por plagas y enfermedades. Las mazorcas quebradas se incorporan al suelo. Los rendimientos esperados con este tipo de SAF-Cacao-Plátano-Maderable son: **Cacao**-producción a partir del año 3 al 10 de 157, 200, 250, 385, 428, 500, 550 y 650 kg/ha, respectivamente. Del año 11 al 15 se esperan 700 kg/ha. Entre el año 15 hasta los 25 años se esperan rendimientos por el orden de 1000 kg/ha. **Plátano.** El primer año 15 kg/cepa; el segundo año 10-12 kg/cepa. No hay datos suficientes para proyectar la cosecha de los frutales. Mas detalles ver <http://cacaomovil.com/guia/8/>

Directrices técnicas para diseñar SAF-Cacao climáticamente-Guatemala-Situación # 2

ZAC actual (2010)	ZAC futuro (2030)	Gradiente de impacto	Tipo de adaptación
Templado - Muy seco	Templado - Muy seco	Adaptar	Incremental

Zonas agroclimáticas (ZAC)

Templado / Muy seco: la temperatura promedio en estas zonas es de 24,8°C (el grado más bajo respecto a las otras ZAC), de otro lado, el promedio de la temperatura para el trimestre más húmedo es de 25,4 °C (valor medio entre las demás zonas); la precipitación acumulada en estas zonas registra valores de 1750 mm (valor más bajo respecto a las demás zonas); la precipitación del trimestre más cálido se registran valores alrededor de 400 mm y la precipitación del trimestre más húmedo es de aproximadamente 800 mm en promedio.



Gradiente de impacto

Adaptación incremental donde es más probable que el clima siga siendo adecuado y la adaptación se logrará mediante un cambio de prácticas y estrategias y facilitadores idealmente mejorados. Los patrones alterados de plagas y enfermedades, la lluvia incierta, la sequía y el calor pueden afectar el cultivo, pero la producción de cacao seguirá siendo factible.

Las prácticas climáticamente inteligentes son:

Selección de clones/variedades: Plantar al menos 5-7 clones de cacao, auto o inter-compatibles en arreglos policlonales. La FHIA (<http://apps.iica.int/pccmca/docs/MT%20Frutales%20y%20Cafe/Lunes%2029%20abril/7-%20Compatibilidad%20Sexual%20en%20Cacao.pdf>) ha diseñado varios arreglos de siembra de filas simples o dobles de clones según sea el interés del productor/ra:

- Arreglo 1: UF-29, UF-296, SPA-9, ICS-1, CA-43, CA-47, ICS-1 y CCN-51.
- Arreglo 2: CA-47, CCN-51, UF-650, ICS-1, ICS-95, IMC-57, CA-39 y UF-650.

CATIE ofrece un set de 6 clones productivos, tolerantes a enfermedades y de buena calidad de grano (<http://www.aprocacaho.com/wp-content/uploads/2013/07/Poster-clones-CATIE-VF.pdf>).

Diseño de siembra: Plantar el cacao a una densidad baja. El distanciamiento y marco de plantación sugerido es de 3.5 m x 3.5 m en cuadro en terreno plano o en tresbolillo en terreno con pendiente. Se obtienen densidades entre 800-943 plantas/ha. Ver más en <http://cacaomovil.com/guia/2/>

Densidad	Distancia entre plantas de cacao (m)	Plantas de cacao por hectárea en cuadro-terreno plano	Plantas de cacao por hectárea en tres bolillos-terreno con pendiente
Muy Baja	4 x 4	625	722
Baja	3.5 x 3.5	800	943
Media	3 x 3	1111	1283
Alta	2.5 x 2.5	1600	1848

Manejo de piso y coberturas: Sembrar hierbas de cobertura del suelo como maní forrajero (*Arachis pintoi*) o camelia (*Callisia repens*), los cuales controlan malezas y por ende bajan costos de mantenimiento del cultivo, reducen la erosión y la temperatura del suelo. *C. repens* cubre un 100% del suelo en 120-150 días y aporta hasta 4.45 y 1.93 t ha⁻¹ de materia seca² foliar y de raíces, respectivamente. Ver <http://cacaomovil.com/guia/7/>.

Especies de sombra temporal: Plantar **plátano o banano** a la misma distancia adoptada para cacao (3.5 x 3.5 m) usando cormos o cepas limpias, sanas, libre de daño por nematodos. Plantar madero negro o madre cacao (*Gliricidia sepium*), se planta en época seca (7-8 meses antes del trasplante de cacao) a una distancia de 7 x 7 m para una población de 204 estacones/ha en cuadro y 236 estacones/ha a tres bolillos. Otras especies como sombra temporal son la leucaena (*Leucaena leucocephala*) y el higuierillo (*Ricinus comunis*). Ver más detalles en: <http://cacaomovil.com/guia/2/>

Especies sombra permanente: Seleccionar y plantar especies adaptadas a condiciones semisecas, por ejemplo; el aceituno (*Simarouba glauca*), Roble de sabana (*Tabebuia rosea*) y albizia (*Albizia ferruginea*). Frutales útiles son jocote (*Spondias mombin*), guayaba (*Psidium guajava*) y maranon (*Anacardium occidentale*). Tres reglas generales son: 1) distanciar los árboles 1.5 veces el ancho de la copa del árbol adulto para evitar traslape, 2) ajustar este distanciamiento a múltiplos del arreglo de siembra del cacao y 3) especies de copas densas y anchas en estratos altos (mayor a 15 m) y especies de copas ralas en estratos bajos (menor a 15 m). Ver más en: http://www.fhia.org.hn/downloads/fhia_informa/fhia_informa_marzo_2019.pdf.

Manejo de la sombra: Mantener un nivel de sombra del 60% de sombra para el desarrollo de la planta joven, luego se reduce a un 40% cuando la plantación alcanza el quinto año, al removerse la sombra temporal de musáceas. Mantener el cacao con 40% de sombra, significa que, del total de la superficie de la parcela, digamos 1 ha (10.000 m²), al menos, 4.000 m² tienen que estar cubiertos con sombra de árboles. En estas zonas se sugiere manejar entre 30-40% de sombra a lo largo del año manejando las densidades de árboles y 2) regulando la sombra con podas, descope, etc.

² Puertas, F.; Arevalo, E; Zuniga, L.; Alegre, J.; Loli, O.; Soplín, H., Baligar, V. 2008. Establecimiento de cobertura y extracción total de nutrientes en el suelo de trópico húmedo en la amazonia Peruana. *Ecología Aplicada*, 7: 1-2. Departamento Académico de Biología, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima – Perú

Porcentaje de sombra recomendado para cacao según la edad y densidades de árboles.

Edad (años)	Rango de sombra (%)	Número de individuos por hectárea			Sombra (%)
		Bananos	Bajos	Altos	
1	50-70	1111	15	80	67
2	40-60	893	15	80	57
3	30-50	700	13	70	50
4	30-50	650	10	70	50
5	30-50	300	10	65	40
6	20-40	138	10	65	38
7	20-40	50	10	60	38
8	20-40	50	10	60	38
9	20-35	40	8	40	33
10	20-35	40	8	40	33

Notas: Diámetro de copa del árbol bajo y alto =10 m y 20 m, respectivamente. Diámetro de las musáceas= 5 m.

Manejo de arquitectura del cacao: Se realizan podas de tres a cuatro veces al año, repartidas entre podas formación, mantenimiento de altura y sanitarias. Se debe procurar un balance de rama y hojas: se podan las ramas que cruzan en la calle o entre planta. Las plantas de cacao deben tener una altura máxima de 2.5 m y una longitud de ramas cosecheras de 20-22 m. Ver más en <http://cacaomovil.com/guia/5/>

Manejo de integrado de plagas y enfermedades: Se sugieren 5 practicas clave a) al menos una poda anual profunda del cacaotal luego de la cosecha principal, b) remoción semanal de frutos durante los periodos de máxima cosecha y en forma quincenal o cada tres semanas en épocas de baja fructificación, c) la eliminación de mazorcas enfermas minimizando la manipulación de los frutos enfermos, d) el deschuponado 4 a 6 veces/año y e) la poda de mantenimiento 2 veces/año, eliminar ramas entrecruzadas, muertas, enfermas y plantas parásitas. Ver <http://cacaomovil.com/guia/5/>

Manejo de la fertilidad del cacaotal: Aplicar al menos 2 kg de abono (ya sea abono orgánico o químico) y 250 gr de cal dolomita por árbol. Para suelos ácidos, se recomienda aplicar cal dolomita 1 mes antes de la fertilización con abono orgánico. El cacao cosechero requiere entre 300 y 600 gr/árbol/año de fertilizantes completos para mantener una productividad de unos 1000 kg/ha/año. Ver <http://cacaomovil.com/guia/4/>.

Riego: En lugares donde llueva menos de 1600 mm y hay más de 3 meses secos, se debe contar con riego para evitar perder las plantaciones. Regar semanalmente durante el verano a razón de 1.5 litros/planta/día. Se logran mejores rendimientos si se riega a razón de 2 litros/planta/día.

Buenas prácticas de cosecha y rendimiento esperado: Cosechar cada 15 días todas las mazorcas maduras, sobre-maduras y las dañadas por plagas y enfermedades. Las mazorcas quebradas se incorporan al suelo. Los rendimientos esperados con este tipo de SAF-Cacao son: **Cacao**-producción a partir del año 3 al 10 de 157, 200, 250, 385, 428, 500, 550 y 650 kg/ha, respectivamente. Del año 11 al 15 se esperan 700 kg/ha. Entre el año 15 hasta los 25 años se esperan rendimientos por el orden de 800-900 kg/ha. **Plátano.** El primer año 15 kg/cepa; el segundo año 10-12 kg/cepa. No hay datos suficientes para proyectar la cosecha de los frutales.

Directrices técnicas para diseñar SAF-Cacao climáticamente-Guatemala-Situación # 3

ZAC actual (2010)	ZAC futuro (2030)	Gradiente de impacto	Tipo de adaptación
Limitaciones	Templado - Muy seco	Oportunidad	Incremental

Zonas agroclimáticas (ZAC)

Templado / Muy seco: la temperatura promedio en estas zonas es de 24,8°C (el grado más bajo respecto a las otras ZAC), de otro lado, el promedio de la temperatura para el trimestre más húmedo es de 25,4 °C (valor medio entre las demás zonas); la precipitación acumulada en estas zonas registra valores de 1750 mm (valor más bajo respecto a las demás zonas); la precipitación del trimestre más cálido se registran valores alrededor de 400 mm y la precipitación del trimestre más húmedo es de aproximadamente 800 mm en promedio.



Gradiente de impacto

En el gradiente de impactos se habla de “**Oportunidades**” para referirse a zonas cuyo clima, en el presente, no es idóneo para el cacao, pero que en el futuro ganan idoneidad para el cultivo. **Adaptación incremental** donde es más probable que el clima siga siendo adecuado y la adaptación se logrará mediante un cambio de prácticas y estrategias y facilitadores idealmente mejorados. Los patrones alterados de plagas y enfermedades, la lluvia incierta, la sequía y el calor pueden afectar el cultivo, pero la producción de cacao seguirá siendo factible.

Las prácticas climáticamente inteligentes son:

Selección de clones/variedades: Plantar al menos 5-7 clones de cacao, auto o inter-compatibles en arreglos policlonales. **Selección de clones/variedades:** Plantar al menos 5-7 clones de cacao, auto o inter-compatibles en arreglos policlonales. La FHIA (<http://apps.iica.int/pccmca/docs/MT%20Frutales%20y%20Cafe/Lunes%2029%20Abril/7-%20Compatibilidad%20Sexual%20en%20Cacao.pdf>) ha diseñado varios arreglos de siembra de filas simples o dobles de clones según sea el interés del productor/ra:

- Arreglo 1: CA-39, ICS-95, CCN-51, IMC-67, CAP-34, CA-34, CA-47, ICS-1 y TSH-565.
- Arreglo 2: CCN-51, CA-37, ICS-95, CA-39, UF-650, ICS-1, IMC-67, TSH-565, UF-613.

CATIE ofrece un set de 6 clones productivos, tolerantes a enfermedades y de buena calidad de grano (<http://www.aprocacaho.com/wp-content/uploads/2013/07/Poster-clones-CATIE-VF.pdf>).

Diseño de siembra: Plantar cacao a una densidad media. El distanciamiento y marco de plantación sugerido es de 3 x3 m en cuadro en terreno plano o en tresbolillo en terreno con pendiente. Se obtienen densidades entre 1111-1283 plantas/ha. Ver más en: <http://cacaomovil.com/guia/2/>

Densidad	Distancia entre plantas de cacao (m)	Plantas de cacao por hectárea en cuadro-terreno plano	Plantas de cacao por hectárea en tres bolillos-terreno con pendiente
Muy Baja	4 x 4	625	722
Baja	3.5 x 3.5	800	943
Media	3 x 3	1111	1283
Alta	2.5 x 2.5	1600	1848

Manejo de piso y coberturas: Cubrir el suelo con hierbas como mani forrajero (*Arachis pintoï*) o camelia (*Callisia repens*), los cuales controlan malezas, por ende, reducen costos de desyerbas y reducen la temperatura del suelo. Otras hierbas de cobertura son: Murruca (*Oplismenus burmanii*), Pasto ilusión (*Panicum trichoides*), Monte de Agua (*Commelina difusa*) y Hierba de Conejo (*Oxalis corniculata*). Por ejemplo, *C. repens* alcanza un 100% de cobertura del suelo en 120-150 días de establecida y aporta hasta 4.45 y 1.93 t ha⁻¹ de materia seca³ foliar y de raíces, respectivamente.

Especies de sombra temporal: Establecer la sombra temporal 5-6 meses antes de plantar el cacao usando **plátano o banano** a la misma distancia adoptada para cacao. Se recomienda también usar estacones de madero negro o madre cacao (*Gliricidia sepium*), se planta en época seca al doble de la distancia del cacao. Otras especies como sombra temporal son la leucanea (*Leucaena leucocephala*) y el higuierillo (*Ricinus comunis*). Ralea el 50% de la sombra temporal a los 3-4 años para dar paso a la sombra permanente. Ver: <http://cacaomovil.com/guia/2/>

Especies sombra permanente: Plantar entre 70-80 árboles de sombra en 1 ha. Especies útiles son: Albizia (*Albizia zygia* o *A. saman*), Guayabon (*Terminalia suberba*), Nogal (*Juglans olanchana*) y la guaba (*Inga edulis*). Frutales sugeridos son: zapote (*Manilkara sapota*), Jocote (*Spondias mombin*) y mamon (*Melicoccus bijugatus*). Tres reglas generales son: 1) distanciar los árboles 1.5 veces el ancho de la copa del árbol adulto para evitar traslape, 2) ajustar este distanciamiento a múltiplos del arreglo de siembra del cacao y 3) especies de copas densas y anchas en estratos altos y especies de copas ralas en estratos bajos. Ver más en: http://www.fhia.org.hn/downloads/fhia_informa/fhia_informa_marzo_2019.pdf.

Manejo de la sombra: Mantener un nivel de sombra de 60% para el desarrollo de la planta joven, luego se reduce a un 40% cuando la plantación alcanza el quinto año, al removerse la sombra temporal de musáceas. Manejar el cacao con 40% de sombra, significa que, del total de la parcela, digamos 1 ha (10.000 m²), al menos, 4.000 m² tienen que estar cubiertos con sombra de árboles. El nivel correcto de sombra para el cacao se logra mediante 1) manejo de las densidades de árboles y 2) regulación de la sombra con podas, descope, descentrado, desarmen, anillado, deshije, etc.

³ Puertas, F.; Arevalo, E; Zuniga, L.; Alegre, J.; Loli, O.; Soplín, H., Baligar, V. 2008. Establecimiento de cobertura y extracción total de nutrientes en el suelo de trópico húmedo en la amazonia Peruana. *Ecología Aplicada*, 7: 1-2. Departamento Académico de Biología, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima – Perú

Porcentaje de sombra recomendado para cacao según la edad y densidades de árboles.

Edad	Rango de sombra (%)	Número de individuos por hectárea			Sombra (%)
		Bananos	Bajos	Altos	
1	50-70	1111	15	80	67
2	40-60	893	15	80	57
3	30-50	700	13	70	50
4	30-50	650	10	70	50
5	30-50	300	10	65	40
6	20-40	138	10	65	38
7	20-40	50	10	60	38
8	20-40	50	10	60	38
9	20-35	40	8	40	33
10	20-35	40	8	40	33

Notas: Diámetro de copa del árbol bajo y alto =10 m y 20 m, respectivamente. Diámetro de las musáceas= 5 m.

Manejo de arquitectura del cacao: Se sugiere manejar 4-5 ramas con una longitud productiva entre 20-22 m. Las podas se pueden hacer aplicando el concepto de espacio vital de la planta, es decir; si el cacao se planta a 3 x 3, cada planta de cacao tiene derecho a 1.5 m de espacio en los cuatro lados, toda rama que traspase el espacio vital de la planta será podada. Para más detalles visitar: <http://cacaomovil.com/guia/5/>.

Manejo de integrado de plagas y enfermedades: Hay tres acciones clave: a) **Corte las malezas**, particularmente las de hoja larga y porte alto., b) **Purga total de mazorcas**, antes de que inicien las lluvias y se formen nuevos frutos, elimine todas las mazorcas enfermas y sanas que quedaron del ciclo de producción anterior. Júntelas en sitios abiertos y rocíeles cal o productos altos en nitrógeno (por ejemplo, Urea al 15 %) para que se descompongan más rápido, c) **Eliminación de los frutos enfermos (poda sanitaria)**, Corte todos los frutos enfermos durante las primeras horas de la mañana para evitar que las esporas estén secas y se desprendan. Los frutos cortados deben ser cubiertos con hojarasca, o bien, agrupados en sitios abiertos dentro del cacaotal para rociarles cal o urea en agua al 15%, tras lo cual se cubren con hojas de plátano. http://www.fhia.org.hn/downloads/cacao_pdfs/infocacao/InfoCacao_No12_Jul_2017.pdf y <http://cacaomovil.com/guia/6/>.

Manejo de la fertilidad: En general, el cultivo de cacao requiere entre 300 y 600 gr/árbol/año de fertilizantes completos en la etapa productiva. Experiencias en Honduras muestran el uso de 60N-30P-60K para lograr rendimientos de 1.000 Kg/Ha/año. En suelos de baja fertilidad en se realizan aplicaciones de hasta 120N, 60P, 150K 150S, 340 Ca y 15 Mg Kg/Ha. Ver más detalle en: <http://cacaomovil.com/guia/4/>

Buenas prácticas de cosecha y rendimiento: Cosechar cada 8 días en picos altos y cada 15 días en picos bajos todas las mazorcas maduras, sobre-maduras y las dañadas por plagas y enfermedades. Las mazorcas quebradas se incorporan al suelo. Se sugiere cosechar y clasificar las frutas por variedad o lotes para asegurar la calidad final del grano. Los rendimientos esperados con este tipo de SAF-Cacao son: **Cacao**-una producción a partir del año 3 al 10 de 257, 300, 445, 585, 628, 700, 800 y 850 kg/ha, respectivamente. Del año 11 al 25 se esperan 1000 kg/ha. **Plátano.** El primer año 15 kg/cepa; el segundo año 10-12 kg/cepa. No hay datos suficientes para proyectar la producción de los frutales (zapotes, jocotes, mamon, etc). Para mayor detalle técnico ver: http://www.fhia.org.hn/downloads/cacao_pdfs/infocacao/InfoCacao_No14_Sept_2017.pdf.

Directrices técnicas para diseñar SAF-Cacao climáticamente-Guatemala-Situación # 4

ZAC actual (2010)	ZAC futuro (2030)	Gradiente de impacto	Tipo de adaptación
Aptitud incierta	Aptitud incierta	Ajustar	Sistémica

Zonas agroclimáticas (ZAC)

Aptitud incierta: Estas zonas son aptas para el cultivo, pero la información climática no nos permite clasificarlas claramente en una de las zonas agroclimáticas específicas. Son áreas que están entre una y otra zona agroclimática y tienen características de ambas zonas.

Gradiente de impacto

Adaptación sistémica donde es más probable que el clima siga siendo adecuado, pero con un estrés sustancial en los sistemas de producción normales y la adaptación requerirá un cambio integral y un rediseño del sistema, junto con soporte externo para implementar los cambios. Sin cambios, el riesgo para la producción será insostenible. Variedades mejor adaptadas, diversificación y mecanismos financieros serán necesarios para reducir riesgos.



Las prácticas climáticamente inteligentes son:

Selección de clones/variedades: Plantar al menos 5-7 clones de cacao, auto o inter-compatibles en arreglos policlonales. La FHIA (<http://apps.iica.int/pccmca/docs/MT%20Frutales%20y%20Cafe/Lunes%2029%20abril/7-%20Compatibilidad%20Sexual%20en%20Cacao.pdf>) ha diseñado varios arreglos de siembra de filas simples o dobles de clones según sea el interés del productor/ra:

- Arreglo 1: SPA-9, ICS-1, FCS-A2, CA-39, CA-47, IMC-67, CA-34, TSH-565, CA-43 y EET-162.
- Arreglo 2: UF-650, FHIA-168, FHIA-330, ICS-39, ICS-60, ICS-95, SPA-9, UF-29, UF-613 y UF-676.

CATIE ofrece un set de 6 clones productivos, tolerantes a enfermedades y de buena calidad de grano (<http://www.aprocacaho.com/wp-content/uploads/2013/07/Poster-clones-CATIE-VF.pdf>).

Diseño de siembra: Plantar cacao a una densidad baja. El distanciamiento y marco de plantación sugerido es de 3.5 x 3.5 m en cuadro en terreno plano o en tresbolillo en terreno con pendiente. Se obtienen densidades entre 810-943 plantas/ha. Ver más en: <http://cacaomovil.com/guia/2/>

Densidad	Distancia entre plantas de cacao (m)	Plantas de cacao por hectárea en cuadro-terreno plano	Plantas de cacao por hectárea en tres bolillos-terreno con pendiente
Muy Baja	4 x 4	625	722
Baja	3.5 x 3.5	810	943
Media	3 x 3	1111	1283
Alta	2.5 x 2.5	1600	1848

Manejo de piso y coberturas: Cubrir el suelo con hierbas como mani forrajero (*Arachis pintoii*) o camelia (*Callisia repens*), los cuales controlan malezas, por ende, reducen costos de desyerbas y reducen la temperatura del suelo. Otras hierbas de cobertura son: Murruca (*Oplismenus burmanii*), Pasto ilusión (*Panicum trichoides*), Monte de Agua (*Commelina difusa*) y Hierba de Conejo (*Oxalis corniculata*). Por ejemplo, *C. repens* alcanza un 100% de cobertura del suelo en 120-150 días de establecida y aporta hasta 4.45 y 1.93 t ha⁻¹ de materia seca⁴ foliar y de raíces, respectivamente.

Especies de sombra temporal: Plantar, entre 5-6 meses antes, **plátano o banano** y a la misma distancia que el para cacao. Se puede usar también negro o madre cacao (*Gliricidia sepium*) a una distancia de 7 x 7 m. Otras especies útiles son la leucanea (*Leucaena leucocephala*) y el higuerillo (*Ricinus comunis*). Ralea el 50% de la sombra temporal a los 3-4 años para dar paso a la sombra permanente. Ver: <http://cacaomovil.com/guia/2/>

Especies sombra permanente: Plantar entre 70-80 árboles de sombra en 1 ha. Especies útiles son: Eucalipto arco iris (*Eucalyptus deglupta*), Gallinazo (*Schizolobium parahyba*) y guaba (*Inga edulis*). Algunos frutales sugeridos son el zapote (*Manilkara sapota*), Jocote (*Spondias mombin*) y mamon (*Melicoccus bijugatus*). Tres reglas generales son: 1) distanciar los árboles 1.5 veces el ancho de la copa del árbol adulto para evitar traslape, 2) ajustar este distanciamiento a múltiplos del arreglo de siembra del cacao y 3) especies de copas densas y anchas en estratos altos y especies de copas ralas en estratos bajos. Ver más en: http://www.fhia.org.hn/downloads/fhia_informa/fhia_informa_marzo_2019.pdf.

Manejo de la sombra: Mantener un nivel de sombra de 60% para el desarrollo de la planta joven, luego se reduce a un 40% cuando la plantación alcanza el quinto año, al removerse la sombra temporal de musáceas. Manejar el cacao con 40% de sombra, significa que, del total de la parcela, digamos 1 ha (10.000 m²), al menos, 4.000 m² tienen que estar cubiertos con sombra de árboles. El nivel correcto de sombra para el cacao se logra 1) manejando densidades de árboles y 2) regulando la sombra con podas, descope, descentrado, desarmen, anillado, deshije, etc.

⁴ Puertas, F.; Arevalo, E; Zuniga, L.; Alegre, J.; Loli, O.; Soplín, H., Baligar, V. 2008. Establecimiento de cobertura y extracción total de nutrientes en el suelo de trópico húmedo en la amazonia Peruana. *Ecología Aplicada*, 7: 1-2. Departamento Académico de Biología, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima – Perú

Porcentaje de sombra recomendado para cacao según la edad y densidades de árboles.

Edad	Rango de sombra (%)	Número de individuos por hectárea			Sombra (%)
		Bananos	Bajos	Altos	
1	50-70	1111	15	80	67
2	40-60	893	15	80	57
3	30-50	700	13	70	50
4	30-50	650	10	70	50
5	30-50	300	10	65	40
6	20-40	138	10	65	38
7	20-40	50	10	60	38
8	20-40	50	10	60	38
9	20-35	40	8	40	33
10	20-35	40	8	40	33

Notas: Diámetro de copa del árbol bajo y alto =10 m y 20 m, respectivamente. Diámetro de las musáceas= 5 m.

Manejo de arquitectura del cacao: Se sugiere manejar 4-5 ramas con una longitud productiva entre 20-22 m. Las podas se pueden hacer aplicando el concepto de espacio vital de la planta, es decir; si el cacao se planta a 3 x 3, cada planta de cacao tiene derecho a 1.5 m de espacio en los cuatro lados, toda rama que traspase el espacio vital de la planta será podada. Para más detalles visitar: <http://cacaomovil.com/guia/5/>.

Manejo de integrado de plagas y enfermedades: a) **Corte las malezas**, particularmente las de hoja larga y porte alto, b) **Purga total de mazorcas**, antes de que inicien las lluvias y se formen nuevos frutos, elimine todas las mazorcas enfermas y sanas que quedaron del ciclo de producción anterior. Júntelas en sitios abiertos y rocíelas cal o productos altos en nitrógeno (Urea al 15 %) para que se descompongan más rápido, c) **Eliminación de los frutos enfermos (poda sanitaria)**, Corte todos los frutos enfermos durante las primeras horas de la mañana para evitar que las esporas estén secas y se desprendan. Los frutos cortados deben ser cubiertos con hojarasca, o bien, agrupados en sitios abiertos dentro del cacaotal para rociarles cal o urea en agua al 15%, tras lo cual se cubren con hojas de plátano.

http://www.fhia.org.hn/downloads/cacao_pdfs/infocacao/InfoCacao_No12_Jul_2017.pdf y <http://cacaomovil.com/guia/6/>.

Manejo de la fertilidad: En general, el cultivo de cacao requiere entre 300 y 600 gr/árbol/año de fertilizantes completos en la etapa productiva. Experiencias en Honduras muestran el uso de 60N-30P-60K para lograr rendimientos de 1.000 Kg/Ha/año. En suelos de baja fertilidad en se realizan aplicaciones de hasta 120N, 60P, 150K 150S, 340 Ca y 15 Mg Kg/Ha. Ver más detalle en: <http://cacaomovil.com/guia/4/>

Buenas prácticas de cosecha y rendimiento: Cosechar cada 8 días en picos altos y cada 15 días en picos bajos todas las mazorcas maduras, sobre-maduras y las dañadas por plagas y enfermedades. Las mazorcas quebradas se incorporan al suelo. Cosechar y clasificar las frutas por variedad o lotes para asegurar la calidad final del grano. Los rendimientos esperados con este tipo de SAF-Cacao son: **Cacao**-una producción a partir del año 3 al 10 de 257, 300, 345, 415, 528, 600, 650 y 700 kg/ha, respectivamente. Del año 11 al 25 se esperan 750-850 kg/ha. **Plátano.** El primer año 15 kg/cepa; el segundo año 10-12 kg/cepa. No hay datos suficientes para proyectar la cosecha de los frutales sugeridos (zapotes, jocotes, mamon, etc). Para mayor detalle técnico ver: http://www.fhia.org.hn/downloads/cacao_pdfs/infocacao/InfoCacao_No14_Sept_2017.pdf.

Directrices técnicas para diseñar SAF-Cacao climáticamente-Guatemala-Situación # 5

ZAC actual (2010)	ZAC futuro (2030)	Gradiente de impacto	Tipo de adaptación
Aptitud incierta	Templado - Muy seco	Ajustar	Sistémica

Zonas agroclimáticas (ZAC).

Aptitud incierta: Estas zonas son aptas para el cultivo, pero la información climática no nos permite clasificarlas claramente en una de las zonas agroclimáticas específicas. Son áreas que están entre una y otra zona agroclimática y tienen características de ambas zonas.

Templado / Muy seco: la temperatura promedio en estas zonas es de 24,8°C (el grado más bajo respecto a las otras ZAC), de otro lado, el promedio de la temperatura para el trimestre más húmedo es de 25,4 °C (valor medio entre las demás zonas); la precipitación acumulada en estas zonas registra valores de 1750 mm (valor más bajo respecto a las demás zonas); la precipitación del trimestre más cálido se registran valores alrededor de 400 mm y la precipitación del trimestre más húmedo es de aproximadamente 800 mm en promedio.



Gradiente de impacto

Adaptación sistémica donde es más probable que el clima siga siendo adecuado, pero con un estrés sustancial en los sistemas de producción normales y la adaptación requerirá un cambio integral y un rediseño del sistema, junto con soporte externo para implementar los cambios. Sin cambios, el riesgo para la producción será insostenible. Variedades mejor adaptadas, diversificación y mecanismos financieros serán necesarios para reducir riesgos.

Las prácticas climáticamente inteligentes son:

Selección de clones/variedades: Plantar al menos 5-7 clones de cacao, auto o inter-compatibles en arreglos policlonales. La FHIA (<http://apps.iica.int/pccmca/docs/MT%20Frutales%20y%20Cafe/Lunes%2029%20abril/7-%20Compatibilidad%20Sexual%20en%20Cacao.pdf>) ha diseñado varios arreglos de siembra de filas simples o dobles de clones según sea el interés del productor/ra:

- Arreglo 1: ICS-95, EET-400, EET-48, EET-95, EET-96, UF-29, ICS-1, CCN-51 y UF-650.
- Arreglo 2: FHIA-168, FHIA-330, CAP-34, ICS-95, IMC-67, SPA-9, UF-29 y CCN-51.

CATIE ofrece un set de 6 clones productivos, tolerantes a enfermedades y de buena calidad de grano (<http://www.aprocacaho.com/wp-content/uploads/2013/07/Poster-clones-CATIE-VF.pdf>).

Diseño de siembra: Plantar cacao a una densidad baja. El distanciamiento y marco de plantación sugerido es de 3.5 x 3.5 m en cuadro en terreno plano o en tresbolillo en terreno con pendiente. Se obtienen densidades entre 810-943 plantas/ha. Ver más en: <http://cacaomovil.com/guia/2/>

Densidad	Distancia entre plantas de cacao (m)	Plantas de cacao por hectárea en cuadro-terreno plano	Plantas de cacao por hectárea en tres bolillos-terreno con pendiente
Muy Baja	4 x 4	625	722
Baja	3.5 x 3.5	800	943
Media	3 x 3	1111	1283
Alta	2.5 x 2.5	1600	1848

Manejo de piso y coberturas: Cubrir el suelo con hierbas como mani forrajero (*Arachis pintoí*) o camelia (*Callisia repens*), los cuales controlan malezas, por ende, reducen costos de desyerbas y conservan la humedad del suelo. Otras hierbas de cobertura son: Murruca (*Oplismenus burmanii*), Pasto ilusión (*Panicum trichoides*), Monte de Agua (*Commelina difusa*) y Hierba de Conejo (*Oxalis corniculata*). Por ejemplo, *C. repens* alcanza un 100% de cobertura del suelo en 120-150 días de establecida y aporta hasta 4.45 y 1.93 t ha⁻¹ de materia seca⁵ foliar y de raíces, respectivamente.

Especies de sombra temporal: Establecer, 5-6 meses antes de plantar el cacao, **plátano o banano** a la misma distancia adoptada para cacao. Se puede usar también madero negro o madre cacao (*Gliricidia sepium*), se planta en época seca al doble de la distancia del cacao. Otras especies como sombra temporal son la leucanea (*Leucaena leucocephala*) y el higuero (*Ricinus comunis*). Ralea el 50% de la sombra temporal a los 3-4 años para dar paso a la sombra permanente. Ver: <http://cacaomovil.com/guia/2/>

Especies sombra permanente: Plantar entre 70-80 árboles de sombra en 1 ha. Especies útiles son: Nogal (*Juglans ollanchana*), Laurel, (*Cordia alliodora*) y la guaba (*Inga edulis*). Frutales útiles son rambután (*Nephelium lappaceum*), icaco (*Chrysobalanus icaco*) y cas (*Psidium friedrichsthalianum*). Tres reglas generales son: 1) distanciar los árboles 1.5 veces el ancho de la copa del árbol adulto para evitar traslape, 2) ajustar este distanciamiento a múltiplos del arreglo de siembra del cacao y 3) especies de copas densas y anchas en estratos altos y especies de copas ralas en estratos bajos. Ver más en: http://www.fhia.org.hn/downloads/fhia_informa/fhia_informa_marzo_2019.pdf.

Manejo de la sombra: Mantener un nivel de sombra de 60% para el desarrollo de la planta joven, luego se reduce a un 40% cuando la plantación alcanza el quinto año, al removerse la sombra temporal de musáceas. Manejar el cacao con 40% de sombra, significa que, del total de la parcela, digamos 1 ha (10.000 m²), al menos, 4.000 m² tienen que estar cubiertos con sombra de árboles. El nivel correcto de sombra para el cacao se logra 1) manejando densidades de árboles y 2) regulando la sombra con podas, descope, descentrado, desarmen, anillado, deshije, etc.

⁵ Puertas, F.; Arevalo, E; Zuniga, L.; Alegre, J.; Loli, O.; Soplín, H., Baligar, V. 2008. Establecimiento de cobertura y extracción total de nutrientes en el suelo de trópico húmedo en la amazonia Peruana. *Ecología Aplicada*, 7: 1-2. Departamento Académico de Biología, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima – Perú

Porcentaje de sombra recomendado para cacao según la edad y densidades de árboles.

Edad	Rango de sombra (%)	Número de individuos por hectárea			Sombra (%)
		Bananos	Bajos	Altos	
1	50-70	1111	15	80	67
2	40-60	893	15	80	57
3	30-50	700	13	70	50
4	30-50	650	10	70	50
5	30-50	300	10	65	40
6	20-40	138	10	65	38
7	20-40	50	10	60	38
8	20-40	50	10	60	38
9	20-35	40	8	40	33
10	20-35	40	8	40	33

Notas: Diámetro de copa del árbol bajo y alto =10 m y 20 m, respectivamente. Diámetro de las musáceas= 5 m.

Manejo de arquitectura del cacao: Se sugiere manejar 4-5 ramas con una longitud productiva entre 20-22 m. Las podas se pueden hacer aplicando el concepto de espacio vital de la planta, es decir; si el cacao se planta a 3 x 3, cada planta de cacao tiene derecho a 1.5 m de espacio en los cuatro lados, toda rama que traspase el espacio vital de la planta será podada. Para más detalles visitar: <http://cacaomovil.com/guia/5/>.

Manejo de integrado de plagas y enfermedades: Hay tres acciones clave: a) **Corte las malezas** entre 2-3 veces/año, b) **Purga total de mazorcas**, antes de que inicien las lluvias, elimine todas las mazorcas enfermas y sanas que quedaron de la cosecha anterior. Júntelas en sitios abiertos y rocíelas con cal o urea al 15 % para que se descompongan más rápido, c) **Eliminación de los frutos enfermos (poda sanitaria)**, Corte todos los frutos enfermos durante las primeras horas de la mañana para evitar que las esporas estén secas y se desprendan. Los frutos cortados se cubren con hojarasca o se agrupan en sitios abiertos dentro del cacaotal para rociarles con cal o urea en agua al 15%, tras lo cual se cubren con hojas de plátano. Para más detalles ver: <http://cacaomovil.com/guia/6/>

Manejo de la fertilidad: En general, el cultivo de cacao requiere entre 300 y 600 gr/árbol/año de fertilizantes completos en la etapa productiva. Experiencias en Honduras muestran el uso de 60N-30P-60K para lograr rendimientos de 1.000 Kg/Ha/año. En suelos de baja fertilidad se realizan aplicaciones de hasta 120 N, 60 P, 150 K 150 S, 340 Ca y 15 Mg Kg/Ha. Ver más detalle en: <http://cacaomovil.com/guia/4/>

Riego: En lugares donde llueva menos de 1600 mm y hay más de 3 meses secos, se debe contar con riego para evitar perder las plantaciones. Regar semanalmente durante el verano a razón de 1.5 litros/planta/día. Se logran mejores rendimientos si se riega a razón de 2 litros/planta/día.

Buenas prácticas de cosecha y rendimiento: Cosechar cada 8 días en picos altos y cada 15 días en picos bajos todas las mazorcas maduras, sobre-maduras y las dañadas por plagas y enfermedades. Las mazorcas quebradas se incorporan al suelo. Cosechar y clasificar las frutas por variedad o lotes para asegurar la calidad final del grano. Los rendimientos esperados con este tipo de SAF-Cacao son: **Cacao**-una producción a partir del año 3 al 10 de 257, 300, 345, 415, 528, 600, 650 y 700 kg/ha, respectivamente. Del año 11 al 25 se esperan 750-850 kg/ha. **Plátano.** El primer año 15 kg/cepa; el segundo año 10-12 kg/cepa. No hay datos suficientes para proyectar la cosecha de los frutales sugeridos (zapotes, jocotes, mamon, etc). Para mayor detalle técnico ver: http://www.fhia.org.hn/downloads/cacao_pdfs/infocacao/InfoCacao_No14_Sept_2017.pdf.

Directrices técnicas para diseñar SAF-Cacao climáticamente-Guatemala-Situación # 6

ZAC actual (2010)	ZAC futuro (2030)	Gradiente de impacto	Tipo de adaptación
Muy caliente - Seco	Muy caliente - Seco	Adaptar	Incremental

Zonas agroclimáticas (ZAC).

Muy caliente / Seco: en éstas el promedio de temperatura promedio anual es de 25,8°C; la temperatura promedio del trimestre más frío es de 23,8°C (valor más alto respecto a las demás zonas); la temperatura mínima promedio es de 18,5°C (teniendo en cuenta que es la temperatura mínima, este valor es alto); para la precipitación acumulada anual se registran valores un poco por encima de los 2000 mm; la precipitación del trimestre más frío es de 75 mm, la más baja respecto a las demás zonas; y la precipitación del trimestre más frío es de 400 mm aproximadamente.



Gradiente de impacto

Adaptación incremental donde es más probable que el clima siga siendo adecuado y la adaptación se logrará mediante un cambio de prácticas y estrategias y facilitadores idealmente mejorados. Los patrones alterados de plagas y enfermedades, la lluvia incierta, la sequía y el calor pueden afectar el cultivo, pero la producción de cacao seguirá siendo factible.

Las prácticas climáticamente inteligentes son:

Selección de clones/variedades: Cultivar entre 5-7 clones o variedades auto o intercompatibles y en arreglos policlonales. La FHIA (<http://apps.iica.int/pccmca/docs/MT%20Frutales%20y%20Cafe/Lunes%2029%20abril/7-%20Compatibilidad%20Sexual%20en%20Cacao.pdf>) ha diseñado varios arreglos de siembra de filas simples o dobles de clones según sea el interés del productor/ra:

- Arreglo 1: ICS-1, ICS-6, ICS-39, TSH-565, ICS-40, ICS-60, ICS-95, IMC-67 y CCN-51.
- Arreglo 2: EET-96, EET- 400, CC-137, UF-29, UF-296, UF-613, UF- 273 y UF-667.

CATIE ofrece un set de 6 clones productivos, tolerantes a enfermedades y de buena calidad de grano (<http://www.aprocacaho.com/wp-content/uploads/2013/07/Poster-clones-CATIE-VF.pdf>).

Diseño de siembra: Plantar cacao a una densidad de baja a muy baja. El distanciamiento sugerido es de 4 x 4 m en cuadro en terreno plano o en tresbolillo en terreno con pendiente. Se obtienen densidades entre 625-722 plantas/ha. Ver más detalles en <http://cacaomovil.com/guia/2/>.

Densidad	Distancia entre plantas de cacao (m)	Plantas de cacao por hectárea en cuadro-terreno plano	Plantas de cacao por hectárea en tres bolillos-terreno con pendiente
Muy Baja	4 x 4	625	722
Baja	3.5 x 3.5	800	943
Media	3 x 3	1111	1283
Alta	2.5 x 2.5	1600	1848

Manejo de piso y coberturas: Cubrir el suelo con hierbas como maní forrajero (*Arachis pintoi*) o camelia (*Callisia repens*), los cuales controlan malezas, por ende, reducen costos de desyerbas y reducen la temperatura del suelo. Otras hierbas de cobertura son: Murruca (*Oplismenus burmanii*), Pasto ilusión (*Panicum trichoides*), Monte de Agua (*Commelina difusa*) y Hierba de Conejo (*Oxalis corniculata*). Se sabe que *C. repens* alcanza un 100% de cobertura del suelo en 120-150 días de establecida y aporta hasta 4.45 y 1.93 t ha⁻¹ de materia seca⁶ foliar y de raíces, respectivamente.

Especies de sombra temporal: Establecer, 5-6 meses antes que el cacao, **plátano o banano** a la misma distancia adoptada para cacao. Usar también estacones de madero negro o madre cacao (*Gliricidia sepium*), se planta en época seca al doble de la distancia de siembra del cacao. Ralea el 50% de la sombra temporal a los 3-4 años para dar paso a la sombra permanente. Otras especies útiles son la leucanea (*Leucaena leucocephala*) y el higuero (*Ricinus comunis*). Ver más detalles en: <http://cacaomovil.com/guia/2/>

Especies sombra permanente: Plantar entre 60-70 árboles de sombra en 1 ha. La sombra permanente se establece al menos 6-8 meses antes de plantar el cacao. Plantar árboles con “fenología” invertida, es decir que conserven las hojas en tiempos de verano cuando el cacao necesita más sombra, dos especies con este patrón son: granadillo (*Dalbergia glomerata*) y acacia blanca (*Faidherbia albida*). Otras especies útiles son caoba africana (*Kaya senegalensis*) y Aceituno (*Simarouba glauca*). Frutales útiles son el Jocote (*Spondias mombin*), mamon (*Melicoccus bijugatus*) y guayaba (*Psidium guajava*). Tres reglas generales son: 1) distanciar los árboles 1.5 veces el ancho de la copa del árbol adulto para evitar traslape, 2) ajustar este distanciamiento a múltiplos del marco del cacao para evitar traslape de punto de siembra entre cacao-árbol de sombra y 3) especies de copas densas y anchas en estratos altos (mayor a 15 m) y especies de copas ralas en estratos bajos (menor a 15 m). Ver más sobre especies para sombra en: http://www.fhia.org.hn/downloads/fhia_informa/fhia_informa_marzo_2019.pdf.

Manejo de la sombra: Mantener un nivel de sombra de 60% para el desarrollo de la planta joven, luego se reduce a un 40% cuando la plantación alcanza el quinto año, al removerse la sombra temporal de musáceas. Manejar el cacao con 40% de sombra, significa que, del total de la parcela, digamos 1 ha (10.000 m²), al menos, 4.000 m² tienen que estar cubiertos con sombra de árboles. El nivel correcto de sombra para el cacao se logra 1) manejando densidades de árboles y 2) regulando la sombra con podas, descope, descentrado, desarmen, anillado, deshije, etc.

⁶ Puertas, F.; Arevalo, E; Zuniga, L.; Alegre, J.; Loli, O.; Soplín, H., Baligar, V. 2008. Establecimiento de cobertura y extracción total de nutrientes en el suelo de trópico húmedo en la amazonia Peruana. *Ecología Aplicada*, 7: 1-2. Departamento Académico de Biología, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima – Perú

Porcentaje de sombra recomendado para cacao según la edad y densidades de árboles.

Edad	Rango de sombra (%)	Número de individuos por hectárea			Sombra (%)
		Bananos	Bajos	Altos	
1	50-70	1111	15	80	67
2	40-60	893	15	80	57
3	30-50	700	13	70	50
4	30-50	650	10	70	50
5	30-50	300	10	65	40
6	20-40	138	10	65	38
7	20-40	50	10	60	38
8	20-40	50	10	60	38
9	20-35	40	8	40	33
10	20-35	40	8	40	33

Notas: Diámetro de copa del árbol bajo y alto =10 m y 20 m, respectivamente. Diámetro de las musáceas= 5 m.

Manejo de arquitectura del cacao: Se sugiere manejar 4-5 ramas con una longitud productiva entre 20-22 m protegiendo los cojines florales. Las podas se pueden hacer aplicando el concepto de espacio vital de la planta, es decir; si el cacao se planta a 4 x 4 m, cada planta de cacao tiene derecho a 2 m de espacio en los cuatro lados, toda rama que traspase tal espacio será podada. Ver más en: <http://cacaomovil.com/guia/5/>.

Manejo de integrado de plagas y enfermedades: Hay tres acciones clave: a) **Corte las malezas**, particularmente las de hoja larga y porte alto, b) **Purga total de mazorcas**, antes de que inicien las lluvias y se formen nuevos frutos, elimine todas las mazorcas enfermas y sanas que quedaron del ciclo de producción anterior. Júntelas en sitios abiertos y rocíelas con productos altos en nitrógeno (Urea al 15 %) para que se descompongan más rápido, c) **Eliminación de los frutos enfermos (poda sanitaria)**, Corte todos los frutos enfermos durante las primeras horas de la mañana para evitar que las esporas estén secas y se desprendan. Los frutos cortados deben ser cubiertos con hojarasca, o bien, agrupados en sitios abiertos dentro del cacaotal para rociarles con urea en agua al 15%, tras lo cual se cubren con hojas de plátano. Para más detalles ver: http://www.fhia.org.hn/downloads/cacao_pdfs/infocacao/InfoCacao_No12_Jul_2017.pdf y <http://cacaomovil.com/guia/6/>.

Manejo de la fertilidad del cacaotal: Fertilizar con al menos 4 kg de abono por planta cada año (abono orgánico y/o químico). El cacao cosechero requiere entre 300 y 600 gr/árbol/año de fertilizantes completos. Experiencias en Honduras muestran el uso de 60 N-30 P-60 K para lograr rendimientos de 1000 Kg/Ha/año. Es importante practicar la **poda sincronizada** para maximizar la absorción de nutrientes. Para más detalle técnico visitar https://issuu.com/comunicacionesalianzacacaoperu/docs/manual_nipo_rev_final.

Riego: Regar a razón de 17 lt planta/día en época seca. Se obtienen mejores rendimientos si se riega a razón de 20 lt/planta/día. Un árbol de cacao en edad productiva (≥ 5 años) necesita de 6 mm de agua/día (es decir unos 1825 mm de agua/año), sin lluvias se corre el riesgo de perder plantas.

Buenas prácticas de cosecha y rendimiento esperado: Cosechar cada 8 días en época alta y cada 15 días en época baja. No mezclar las mazorcas maduras, sobre-maduras y las dañadas por plagas y enfermedades con las mazorcas sanas. Las mazorcas quebradas se incorporan al suelo. Para mayor detalle técnico ver: http://www.fhia.org.hn/downloads/cacao_pdfs/infocacao/InfoCacao_No14_Sept_2017.pdf. Los rendimientos esperados con este tipo de SAF-Cacao-Plátano son: **Cacao**-una producción a partir del año 3 al 10 de 157, 200, 250, 300, 345, 400, 452 y 600 kg/ha, respectivamente. Del año 11 al 25 se esperan 600-700kg/ha. **Plátano**. El primer año 15 kg/cepa; el segundo año 10-12 kg/cepa. No hay suficientes datos para proyectar la cosecha de los frutales sugeridos como sombra.

Directrices técnicas para diseñar SAF-Cacao climáticamente-Guatemala-Situación # 7

ZAC actual (2010)	ZAC futuro (2030)	Gradiente de impacto	Tipo de adaptación
Muy caliente - Seco	Aptitud incierta	Ajustar	Sistémica

Zonas agroclimáticas (ZAC).

Muy caliente / Seco: en éstas el promedio de temperatura promedio anual es de 25,8°C; la temperatura promedio del trimestre más frío es de 23,8°C (valor más alto respecto a las demás zonas); la temperatura mínima promedio es de 18,5°C (teniendo en cuenta que es la temperatura mínima, este valor es alto); para la precipitación acumulada anual se registran valores un poco por encima de los 2000 mm; la precipitación del trimestre más frío es de 75 mm, la más baja respecto a las demás zonas; y la precipitación del trimestre más frío es de 400 mm aproximadamente.



Aptitud incierta: Estas zonas son aptas para el cultivo, pero la información climática no nos permite clasificarlas claramente en una de las zonas agroclimáticas específicas. Son áreas que están entre una y otra zona agroclimática y tienen características de ambas zonas.

Gradiente de impacto

Adaptación sistémica donde es más probable que el clima siga siendo adecuado, pero con un estrés sustancial en los sistemas de producción normales y la adaptación requerirá un cambio integral y un rediseño del sistema, junto con soporte externo para implementar los cambios. Sin cambios, el riesgo para la producción será insostenible. Variedades mejor adaptadas, diversificación y mecanismos financieros serán necesarios para reducir riesgos.

Las prácticas climáticamente inteligentes son:

Selección de clones/variedades: Cultivar entre 5-7 clones o variedades auto o intercompatibles y en arreglos policlonales. La FHIA (<http://apps.iica.int/pccmca/docs/MT%20Frutales%20y%20Cafe/Lunes%2029%20abril/7-%20Compatibilidad%20Sexual%20en%20Cacao.pdf>) ha diseñado varios arreglos de siembra de filas simples o dobles de clones según sea el interés del productor/ra:

- Arreglo 1: IMC-67, UF-613, EET-400, TSH-565, UF-667, ICS-60, UF-650 y CCN-51.
- Arreglo 2: ICS-1, FCS-A2, CA-39, CA-47, IMC-67, CA-34, TSH-565, CA-43, CAP-34.

CATIE ofrece un set de 6 clones productivos, tolerantes a enfermedades y de buena calidad de grano (<http://www.aprocacaho.com/wp-content/uploads/2013/07/Poster-clones-CATIE-VF.pdf>).

Diseño de siembra: Plantar cacao a una densidad baja. El distanciamiento sugerido es de 4 x 4 m en cuadro en terreno plano o en tresbolillo en terreno con pendiente. Se obtienen densidades entre 810-943 plantas/ha. Ver más detalles en <http://cacaomovil.com/guia/2/>.

Densidad	Distancia entre plantas de cacao (m)	Plantas de cacao por hectárea en cuadro-terreno plano	Plantas de cacao por hectárea en tres bolillos-terreno con pendiente
Muy Baja	4 x 4	625	722
Baja	3.5 x 3.5	810	943
Media	3 x 3	1111	1283
Alta	2.5 x 2.5	1600	1848

Manejo de piso y coberturas: Cubrir el suelo con hierbas como mani forrajero (*Arachis pintoï*) o camelia (*Callisia repens*), los cuales controlan malezas, por ende, reducen costos de desyerbas y reducen la temperatura del suelo. Otras hierbas de cobertura son: Murruca (*Oplismenus burmanii*), Pasto ilusión (*Panicum trichoides*), Monte de Agua (*Commelina difusa*) y Hierba de Conejo (*Oxalis corniculata*). Se sabe que *C. repens* alcanza un 100% de cobertura del suelo en 120-150 días de establecida y aporta hasta 4.45 y 1.93 t ha⁻¹ de materia seca⁷ foliar y de raíces, respectivamente.

Especies de sombra temporal: Establecer, 5-6 meses antes que el cacao, **plátano o banano** a la misma distancia adoptada para cacao. Usar también estacones de madero negro o madre cacao (*Gliricidia sepium*), se planta en época seca al doble de la distancia de siembra del cacao. Ralea el 50% de la sombra temporal a los 3-4 años para dar paso a la sombra permanente. Otras especies útiles son la leucanea (*Leucaena leucocephala*) y el higuerrillo (*Ricinus comunis*). Ver más detalles en: <http://cacaomovil.com/guia/2/>

Especies sombra permanente: Plantar entre 60-70 árboles de sombra en 1 ha. Especies útiles son Acacia (*Faidherbia albida*), Caoba africana (*Khaya senegalensis*), Aceituno (*Simarouba glauca*) y la guaba (*Inga edulis*). Frutales útiles son icaco (*Chrysobalanus icaco*), marañón (*Anacardium occidentale*) y Jocote (*Spondias mombin*). Tres reglas generales son: 1) distanciar los árboles 1.5 veces el ancho de la copa del árbol adulto para evitar traslape, 2) ajustar este distanciamiento a múltiplos del arreglo de siembra del cacao y 3) especies de copas densas y anchas en estratos altos y especies de copas ralas en estratos bajos. Ver más en: http://www.fhia.org.hn/downloads/fhia_informa/fhia_informa_marzo_2019.pdf.

Manejo de la sombra: Mantener un nivel de sombra de 60% para el desarrollo de la planta joven, luego se reduce a un 40% cuando la plantación alcanza el quinto año, al removerse la sombra temporal de musáceas. Manejar el cacao con 40% de sombra, significa que, del total de la parcela, digamos 1 ha (10.000 m²), al menos, 4.000 m² tienen que estar cubiertos con sombra de árboles. El nivel correcto de sombra para el cacao se logra 1) manejando densidades de árboles y 2) regulando la sombra con podas, descope, descentrado, desarmen, anillado, deshije, etc.

⁷ Puertas, F.; Arevalo, E; Zuniga, L.; Alegre, J.; Loli, O.; Soplín, H., Baligar, V. 2008. Establecimiento de cobertura y extracción total de nutrientes en el suelo de trópico húmedo en la amazonia Peruana. *Ecología Aplicada*, 7: 1-2. Departamento Académico de Biología, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima – Perú

Porcentaje de sombra recomendado para cacao según la edad y densidades de árboles.

Edad	Rango de sombra (%)	Número de individuos por hectárea			Sombra (%)
		Bananos	Bajos	Altos	
1	50-70	1111	15	80	67
2	40-60	893	15	80	57
3	30-50	700	13	70	50
4	30-50	650	10	70	50
5	30-50	300	10	65	40
6	20-40	138	10	65	38
7	20-40	50	10	60	38
8	20-40	50	10	60	38
9	20-35	40	8	40	33
10	20-35	40	8	40	33

Notas: Diámetro de copa del árbol bajo y alto =10 m y 20 m, respectivamente. Diámetro de las musáceas= 5 m.

Manejo de arquitectura del cacao: Se sugiere manejar 4-5 ramas con una longitud productiva entre 20-22 m protegiendo los cojines florales. Las podas se pueden hacer aplicando el concepto de espacio vital de la planta, es decir; si el cacao se planta a 4 x 4 m, cada planta de cacao tiene derecho a 2 m de espacio en los cuatro lados, toda rama que traspase tal espacio será podada. Ver más en: <http://cacaomovil.com/guia/5/>.

Manejo de integrado de plagas y enfermedades: Hay tres acciones clave: a) **Corte las malezas**, particularmente las de hoja larga y porte alto, b) **Purga total de mazorcas**, antes de que inicien las lluvias y se formen nuevos frutos, elimine todas las mazorcas enfermas y sanas que quedaron del ciclo de producción anterior. Júntelas en sitios abiertos y rocíelas con productos altos en nitrógeno (Urea al 15 %) para que se descompongan más rápido, c) **Eliminación de los frutos enfermos (poda sanitaria)**, Corte todos los frutos enfermos durante las primeras horas de la mañana para evitar que las esporas estén secas y se desprendan. Los frutos cortados deben ser cubiertos con hojarasca, o bien, agrupados en sitios abiertos dentro del cacaotal para rociarles con urea en agua al 15%, tras lo cual se cubren con hojas de plátano. Para más detalles ver: http://www.fhia.org.hn/downloads/cacao_pdfs/infocacao/InfoCacao_No12_Jul_2017.pdf y <http://cacaomovil.com/guia/6/>.

Manejo de la fertilidad del cacaotal: Fertilizar con al menos 3 kg de abono por planta cada año (abono orgánico y/o químico). El cacao cosechero requiere entre 300 y 600 gr/árbol/año de fertilizantes completos. Experiencias en Honduras muestran el uso de 60 N-30 P-60 K para lograr rendimientos de 1000 Kg/Ha/año. Es importante practicar la **poda sincronizada** para maximizar la absorción de nutrientes. Para más detalle técnico visitar https://issuu.com/comunicacionesalianzacacaoperu/docs/manual_nipo_rev_final.

Buenas prácticas de cosecha y rendimiento esperado: Cosechar cada 8 días en época alta y cada 15 días en época baja. No mezclar las mazorcas maduras, sobre-maduras y las dañadas por plagas y enfermedades con las mazorcas sanas. Las mazorcas quebradas se incorporan al suelo. Para mayor detalle técnico ver: http://www.fhia.org.hn/downloads/cacao_pdfs/infocacao/InfoCacao_No14_Sept_2017.pdf. Los rendimientos esperados con este tipo de SAF-Cacao-Plátano son: **Cacao**-una producción a partir del año 3 al 10 de 157, 200, 250, 300, 345, 400, 452 y 600 kg/ha, respectivamente. Del año 11 al 25 se esperan 600-700kg/ha. **Plátano**. El primer año 15 kg/cepa; el segundo año 10-12 kg/cepa. No hay suficientes datos para proyectar la cosecha de los frutales sugeridos como sombra.

Directrices técnicas para diseñar SAF-Cacao climáticamente-Guatemala-Situación # 8

ZAC actual (2010)	ZAC futuro (2030)	Gradiente de impacto	Tipo de adaptación
Aptitud incierta	Templado - Muy seco	Oportunidad	Incremental

Zonas agroclimáticas (ZAC).

Aptitud incierta: Estas zonas son aptas para el cultivo, pero la información climática no nos permite clasificarlas claramente en una de las zonas agroclimáticas específicas. Son áreas que están entre una y otra zona agroclimática y tienen características de ambas zonas.

Templado / Muy seco: la temperatura promedio en estas zonas es de 24,8°C (el grado más bajo respecto a las otras ZAC), de otro lado, el promedio de la temperatura para el trimestre más húmedo es de 25,4 °C (valor medio entre las demás zonas); la precipitación acumulada en estas zonas registra valores de 1750 mm (valor más bajo respecto a las demás zonas); la precipitación del trimestre más cálido se registran valores alrededor de 400 mm y la precipitación del trimestre más húmedo es de aproximadamente 800 mm en promedio.



Gradiente de impacto

En el gradiente de impactos se habla de “**Oportunidades**” para referirse a zonas cuyo clima, en el presente, no es idóneo para el cacao, pero que en el futuro ganan idoneidad para el cultivo. **Adaptación incremental** donde es más probable que el clima siga siendo adecuado y la adaptación se logrará mediante un cambio de prácticas y estrategias y facilitadores idealmente mejorados. Los patrones alterados de plagas y enfermedades, la lluvia incierta, la sequía y el calor pueden afectar el cultivo, pero la producción de cacao seguirá siendo factible.

Las prácticas climáticamente inteligentes son:

Selección de clones/variedades: Cultivar entre 5-7 clones o variedades auto o intercompatibles y en arreglos policlonales. La FHIA (<http://apps.iica.int/pccmca/docs/MT%20Frutales%20y%20Cafe/Lunes%2029%20abril/7-%20Compatibilidad%20Sexual%20en%20Cacao.pdf>) ha diseñado varios arreglos de siembra de filas simples o dobles de clones según sea el interés del productor/ra:

- Arreglo 1: EET-95, EET-96, UF-29, ICS-1, CCN-51, UF-650, FHIA-330, ICS-95 y UF-29.
- Arreglo 2: ICS-1, ICS-95, UF-29, EET-162, UF-613, UF-667, ICS-6, Caucacia-43 y EET-96.

CATIE ofrece un set de 6 clones productivos, tolerantes a enfermedades y de buena calidad de grano (<http://www.aprocacaho.com/wp-content/uploads/2013/07/Poster-clones-CATIE-VF.pdf>).

Diseño de siembra: Plantar cacao a una densidad media. El distanciamiento sugerido es de 3 x 3 m en cuadro en terreno plano o en tresbolillo en terreno con pendiente. Se obtienen densidades entre 1111-1283 plantas/ha. Ver más detalles en <http://cacaomovil.com/guia/2/>.

Densidad	Distancia entre plantas de cacao (m)	Plantas de cacao por hectárea en cuadro-terreno plano	Plantas de cacao por hectárea en tres bolillos-terreno con pendiente
Muy Baja	4 x 4	625	722
Baja	3.5 x 3.5	800	943
Media	3 x 3	1111	1283
Alta	2.5 x 2.5	1600	1848

Manejo de piso y coberturas: Cubrir el suelo con maní forrajero (*Arachis pintoí*) o camelia (*Callisia repens*), los cuales controlan malezas, por ende, reducen costos de desyerbas y reducen la temperatura del suelo. Otras hierbas útiles son: Murruca (*Oplismenus burmanii*), Pasto ilusión (*Panicum trichoides*), Monte de Agua (*Commelina difusa*) y Hierba de Conejo (*Oxalis corniculata*). *C. repens* cubre en un 100% el suelo en 120-150 días de establecida y aporta hasta 4.45 y 1.93 t ha⁻¹ de materia seca⁸ foliar y de raíces, respectivamente. Ver más en <http://cacaomovil.com/guia/4/>

Especies sombra permanente: Plantar entre 70-80 árboles en 1 ha. Especies útiles son: Gallinazo (*Schizolobium parahyba*), carao (*Cassia grandis*) y guaba (*Inga edulis*). Frutales útiles son Jocote (*Spondias mombin*), guayaba (*Psidium guajava*) y Fruta pan (*Artocarpus altitis*). Las reglas son: 1) distanciar los árboles 1.5 veces el ancho de la copa del árbol adulto para evitar traslape, 2) ajustar el distanciamiento a múltiplos del cacao y 3) especies de copas densas y anchas en estratos altos y especies de copas ralas en estratos bajos. Ver más en <http://cacaomovil.com/guia/5/>

Manejo de la sombra: Mantener un nivel de sombra de 60% para el desarrollo de la planta joven, luego se reduce a un 40% cuando la plantación alcanza el quinto año, al removerse la sombra temporal de musáceas. Manejar el cacao con 40% de sombra, significa que, del total de la parcela, digamos 1 ha (10.000 m²), al menos, 4.000 m² tienen que estar cubiertos con sombra de árboles. El nivel correcto de sombra para el cacao se logra 1) manejando densidades de árboles y 2) regulando la sombra con podas, descope, descentrado, desarmen, anillado, deshije, etc.

⁸ Puertas, F.; Arevalo, E; Zuniga, L.; Alegre, J.; Loli, O.; Soplín, H., Baligar, V. 2008. Establecimiento de cobertura y extracción total de nutrientes en el suelo de trópico húmedo en la amazonia Peruana. *Ecología Aplicada*, 7: 1-2. Departamento Académico de Biología, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima – Perú

Porcentaje de sombra recomendado para cacao según la edad y densidades de árboles.

Edad	Rango de sombra (%)	Número de individuos por hectárea			Sombra (%)
		Bananos	Bajos	Altos	
1	50-70	1111	15	80	67
2	40-60	893	15	80	57
3	30-50	700	13	70	50
4	30-50	650	10	70	50
5	30-50	300	10	65	40
6	20-40	138	10	65	38
7	20-40	50	10	60	38
8	20-40	50	10	60	38
9	20-35	40	8	40	33
10	20-35	40	8	40	33

Notas: Diámetro de copa del árbol bajo y alto =10 m y 20 m, respectivamente. Diámetro de las musáceas= 5 m.

Manejo de arquitectura del cacao: Se sugiere manejar 4-5 ramas con una longitud productiva entre 20-22 m. Las podas se pueden hacer aplicando el concepto de espacio vital de la planta, es decir; si el cacao se planta a 3 x 3, cada planta de cacao tiene derecho a 1.5 m de espacio en los cuatro lados, toda rama que traspase el espacio vital de la planta será podada. Para más detalles visitar: <http://cacaomovil.com/guia/5/>.

Manejo de integrado de plagas y enfermedades: a) **Corte las malezas** de 2-3 veces/año, particularmente las de hoja larga y porte alto, b) **Purga de mazorcas**, antes de que inicien las lluvias y se formen nuevos frutos, elimine todas las mazorcas enfermas y sanas que quedaron de la cosecha anterior. Júntelas en sitios abiertos y rocíeles cal o Urea al 15 para que se descompongan más rápido, c) **Eliminar frutos enfermos**, corte todos los frutos enfermos durante las primeras horas de la mañana para evitar que las esporas estén secas y se desprendan. Cubrir los frutos cortados con hojarasca, agruparlos en sitios abiertos y rociarles cal o urea en agua al 15%, cubrir con hojas de plátano. Ver más <http://cacaomovil.com/guia/6/>.

Manejo de la fertilidad del cacaotal: Fertilizar con al menos 3 kg de abono por planta cada año (ya sea abono orgánico o químico). El cacao cosechero requiere entre 300 y 600 gr/árbol/año de fertilizantes completos. En suelos de baja fertilidad se aplica hasta 120N, 60P, 150K 150S, 340 Ca y 15 Mg Kg/Ha. Practicar la **poda sincronizada** para maximizar la absorción de nutrientes. Ver más en <http://cacaomovil.com/guia/4/>

Riego: Un árbol de cacao en edad productiva (≥ 5 años) necesita de 6 mm de agua/día (es decir unos 1825 mm de agua/año), si no hay lluvia hay que regar para evitar el riesgo de perder las plantaciones. Se sugiere regar dos veces por semana a razón de 1.5 L/día por planta. Se logran mejores rendimientos si se riega a razón de 2 litros/planta/día. Ver más detalles en: <http://www.simbiotik.com/riego-drenaje-en-el-cultivo-de-cacao/>

Buenas prácticas de cosecha y rendimiento esperado: Cosechar cada 8 días en época alta y cada 15 días en época baja. No mezclar las mazorcas maduras, sobre-maduras y las dañadas por plagas y enfermedades con las mazorcas sanas. Las mazorcas quebradas se incorporan al suelo. Los rendimientos esperados con este tipo de SAF-Cacao-Plátano-Maderable son: **Cacao**-una producción a partir del año 3 al 10 de 157, 200, 345, 485, 528, 600, 670 y 700 kg/ha, respectivamente. Del año 11 al 25 se esperan 740-800kg/ha. **Plátano**. El primer año 15 kg/cepa; el segundo año 10-12 kg/cepa. No hay suficientes datos para proyectar la cosecha de los frutales sugeridos.

Directrices técnicas para diseñar SAF-Cacao climáticamente-Guatemala-Situación # 9

ZAC actual (2010)	ZAC futuro (2030)	Gradiente de impacto	Tipo de adaptación
Aptitud incierta	Muy caliente - Seco	Ajustar	Sistémica

Zonas agroclimáticas (ZAC).

Aptitud incierta: Estas zonas son aptas para el cultivo, pero la información climática no nos permite clasificarlas claramente en una de las zonas agroclimáticas específicas. Son áreas que están entre una y otra zona agroclimática y tienen características de ambas zonas.

Muy caliente / Seco: en éstas el promedio de temperatura promedio anual es de 25,8°C; la temperatura promedio del trimestre más frío es de 23,8°C (valor más alto respecto a las demás zonas); la temperatura mínima promedio es de 18,5°C (teniendo en cuenta que es la temperatura mínima, este valor es alto); para la precipitación acumulada anual se registran valores un poco por encima de los 2000 mm; la precipitación del trimestre más frío es de 75 mm, la más baja respecto a las demás zonas; y la precipitación del trimestre más frío es de 400 mm aproximadamente.



Gradiente de impacto

Adaptación incremental donde es más probable que el clima siga siendo adecuado y la adaptación se logrará mediante un cambio de prácticas y estrategias y facilitadores idealmente mejorados. Los patrones alterados de plagas y enfermedades, la lluvia incierta, la sequía y el calor pueden afectar el cultivo, pero la producción de cacao seguirá siendo factible.

Las prácticas climáticamente inteligentes son:

Selección de clones/variedades: Cultivar entre 5-7 clones o variedades auto o intercompatibles y en arreglos policlonales. La FHIA (<http://apps.iica.int/pccmca/docs/MT%20Frutales%20y%20Cafe/Lunes%2029%20abril/7-%20Compatibilidad%20Sexual%20en%20Cacao.pdf>) ha diseñado varios arreglos de siembra de filas simples o dobles de clones según sea el interés del productor/ra:

- Arreglo 1: TSH-565, EET-162, EET-400, UF-29, CCN-51, UF-650, EET-96 y FHIA-168.
- Arreglo 2: EET-96, Caucasia-39, SPA-9, UF-650, UF-296, CAP-34, IMC-67 y CCN-51.

CATIE ofrece un set de 6 clones productivos, tolerantes a enfermedades y de buena calidad de grano (<http://www.aprocacaho.com/wp-content/uploads/2013/07/Poster-clones-CATIE-VF.pdf>).

Diseño de siembra: en estos sitios la disponibilidad de agua será mínima y suficiente para cultivar cacao por tanto se debe cultivar cacao una densidad muy baja. El distanciamiento y marco de plantación sugerido es de 4 x 4 m en cuadro en terreno plano o en tresbolillo en terreno con pendiente. Se obtienen densidades entre 625-722 plantas/ha en terreno plano y al tresbolillo. Ver más en:

Densidad	Distancia entre plantas de cacao (m)	Plantas de cacao por hectárea en cuadro-terreno plano	Plantas de cacao por hectárea en tres bolillos-terreno con pendiente
Muy Baja	4 x 4	625	722
Baja	3.5 x 3.5	800	943
Media	3 x 3	1111	1283
Alta	2.5 x 2.5	1600	1848

Manejo de piso y coberturas: Cubrir el suelo con maní forrajero (*Arachis pintoii*) o camelia (*Callisia repens*), los cuales controlan malezas, por ende, reducen costos de desyerbas y reducen la temperatura del suelo. Otras hierbas de cobertura son: Murruca (*Oplismenus burmanii*), Pasto ilusión (*Panicum trichoides*), Monte de Agua (*Commelina difusa*) y Hierba de Conejo (*Oxalis corniculata*). Por ejemplo, *C. repens* alcanza un 100% de cobertura del suelo en 120-150 días de establecida y aporta hasta 4.45 y 1.93 t ha⁻¹ de materia seca⁹ foliar y de raíces, respectivamente.

Sombra temporal: Establecer, 5-6 meses antes de plantar el cacao, **plátano o banano** a la misma distancia que el cacao. Se puede usar también madero negro o madre cacao (*Gliricidia sepium*), se planta en época seca a una distancia de 8 x 8 m. Otras especies útiles son la leucanea (*Leucaena leucocephala*) y el higuierillo (*Ricinus comunis*). Ralea el 50% de la sombra temporal a los 3-4 años. Ver: <http://cacaomovil.com/guia/2/>.

Sombra permanente: Plantar entre 60-70 árboles de sombra en 1 ha. La sombra permanente se establece al menos 6-8 meses antes de plantar el cacao. Plantar árboles con “fenología” invertida, es decir que conserven las hojas en tiempos de verano cuando el cacao necesita más sombra, dos especies con este patrón son: granadillo (*Dalbergia glomerata*) y acacia blanca (*Faidherbia albida*). Otras especies útiles son caoba africana (*Kaya senegalensis*) y Aceituno (*Simarouba glauca*). Frutales útiles son el Jocote (*Spondias mombin*), mamon (*Melicoccus bijugatus*) y guayaba (*Psidium guajava*). Tres reglas generales son: 1) distanciar los árboles 1.5 veces el ancho de la copa del árbol adulto para evitar traslape, 2) ajustar este distanciamiento a múltiplos del marco del cacao para evitar traslape de punto de siembra entre cacao-árbol de sombra y 3) especies de copas densas y anchas en estratos altos (mayor a 15 m) y especies de copas ralas en estratos bajos (menor a 15 m). Ver más sobre especies para sombra en: http://www.fhia.org.hn/downloads/fhia_informa/fhia_informa_marzo_2019.pdf.

⁹ Puertas, F.; Arevalo, E; Zuniga, L.; Alegre, J.; Loli, O.; Soplin, H., Baligar, V. 2008. Establecimiento de cobertura y extracción total de nutrientes en el suelo de trópico húmedo en la amazonia Peruana. Ecología Aplicada, 7: 1-2. Departamento Académico de Biología, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima – Perú

Manejo de la sombra: Mantener un nivel de sombra de 60% para el desarrollo de la planta joven, luego se reduce a un 40% cuando la plantación alcanza el quinto año, al removerse la sombra temporal de musáceas. Manejar el cacao con 40% de sombra, significa que, del total de la parcela, digamos 1 ha (10.000 m²), al menos, 4.000 m² tienen que estar cubiertos con sombra de árboles. El nivel correcto de sombra para el cacao se logra 1) manejando densidades de árboles y 2) regulando la sombra con podas, descope, descentrado, desarmen, anillado, deshije, etc.

Porcentaje de sombra recomendado para cacao según la edad y densidades de árboles.

Edad	Rango de sombra (%)	Número de individuos por hectárea			Sombra (%)
		Bananos	Bajos	Altos	
1	50-70	1111	15	80	67
2	40-60	893	15	80	57
3	30-50	700	13	70	50
4	30-50	650	10	70	50
5	30-50	300	10	65	40
6	20-40	138	10	65	38
7	20-40	50	10	60	38
8	20-40	50	10	60	38
9	20-35	40	8	40	33
10	20-35	40	8	40	33

Notas: Diámetro de copa del árbol bajo y alto =10 m y 20 m, respectivamente. Diámetro de las musáceas= 5 m.

Manejo de arquitectura del cacao: Se sugiere manejar 4-5 ramas con una longitud productiva entre 20-22 m protegiendo los cojines florales. Las podas se pueden hacer aplicando el concepto de espacio vital de la planta, es decir; si el cacao se planta a 3 x 3, cada planta de cacao tiene derecho a 1.5 m de espacio en los cuatro lados, toda rama que traspase el espacio vital de la planta será podada. Visitar: <http://cacaomovil.com/guia/5/>.

Manejo de integrado de plagas y enfermedades: Hay tres acciones clave: a) **Corte las malezas**, particularmente las de hoja larga y porte alto. Controle también las malezas en las áreas que bordean el cacaotal, b) **Purga total de mazorcas**, antes de que inicien las lluvias y se formen nuevos frutos, elimine todas las mazorcas enfermas y sanas que quedaron del ciclo de producción anterior. Júntelas en sitios abiertos y rocíelas con productos altos en nitrógeno (por ejemplo, Urea al 15 %) para que se descompongan más rápido, c) **Eliminación de los frutos enfermos (poda sanitaria)**, Corte todos los frutos enfermos durante las primeras horas de la mañana para evitar que las esporas estén secas y se desprendan. Los frutos cortados deben ser cubiertos con hojarasca, o bien, agrupados en sitios abiertos dentro del cacaotal para rociarles con urea en agua al 15%, tras lo cual se cubren con hojas de plátano. Para más detalles ver:

http://www.fhia.org.hn/downloads/cacao_pdfs/infocacao/InfoCacao_No12_Jul_2017.pdf y <http://cacaomovil.com/guia/6/>.

Manejo de la fertilidad del cacaotal: En estos sitios secos hay que fertilizar con al menos 4 kg de abono por planta cada año (ya sea abono orgánico o químico). El cacao cosechero requiere entre 300 y 600 gr/árbol/año de fertilizantes completos en la etapa productiva. Experiencias en Honduras muestran el uso de 60 N-30 P-60 K para lograr rendimientos de 1000 Kg/Ha/año. Es importante practicar la **poda sincronizada** para maximizar la absorción de nutrientes. Para más detalle técnico visitar https://issuu.com/comunicacionesalianzacadacaoperu/docs/manual_nipo_rev_final.

Riego: Un árbol de cacao en edad productiva (≥ 5 años) necesita de 6 mm de agua/día (es decir unos 1825 mm de agua/año), si no hay suficiente lluvia se debe regar. Se sugiere regar dos veces por semana a razón de 1.5 L/día por planta. Se logran mejores rendimientos si se riega a razón de 2 litros/planta/día. Mas detalles técnicos ver: <http://www.simbiotik.com/riego-drenaje-en-el-cultivo-de-cacao/>.

Buenas prácticas de cosecha y rendimiento esperado: Cosechar cada 8 días en época alta y cada 15 días en época baja. No mezclar las mazorcas maduras, sobre-maduras y las dañadas por plagas y enfermedades con las mazorcas sanas. Las mazorcas quebradas se incorporan al suelo. Los rendimientos esperados con este tipo de SAF-Cacao son: **Cacao**-una producción a partir del año 3 al 10 de 157, 200, 345, 400, 485, 528, 670 y 700 kg/ha, respectivamente. Del año 11 al 25 se esperan 700-750 kg/ha. **Plátano.** El primer año 15 kg/cepa; el segundo año 10-12 kg/cepa. No hay suficientes datos para proyectar la cosecha de los frutales sugeridos como sombra. Ver más en: http://www.fhia.org/hn/downloads/cacao_pdfs/infocacao/InfoCacao_No14_Sept_2017.pdf.

Directrices técnicas para diseñar SAF-Cacao climáticamente-Guatemala-Situación #-10

ZAC actual (2010)	ZAC futuro (2030)	Gradiente de impacto	Tipo de adaptación
Frio - Húmedo	Aptitud incierta	Ajustar	Sistémica

Zonas agroclimáticas (ZAC).

Frio/Húmedo: en esta zona la temperatura media es de aproximadamente 24,4°C; la temperatura promedio del trimestre más frío está cercano a 23,5°C (valor más bajo); la precipitación del trimestre más húmedo es de 125 mm, mientras que la precipitación acumulada anual registra valores por encima de los 2500 mm; la precipitación del trimestre más frío es de 450 mm aproximadamente.

Aptitud incierta: Estas zonas son aptas para el cultivo, pero la información climática no nos permite clasificarlas claramente en una de las zonas agroclimáticas específicas. Son áreas que están entre una y otra zona agroclimática y tienen características de ambas zonas.

Gradiente de impacto

Adaptación sistémica donde es más probable que el clima siga siendo adecuado, pero con un estrés sustancial en los sistemas de producción normales y la adaptación requerirá un cambio integral y un rediseño del sistema, junto con soporte externo para implementar los cambios. Sin cambios, el riesgo para la producción será insostenible. Variedades mejor adaptadas, diversificación y mecanismos financieros serán necesarios para reducir riesgos.

Las prácticas climáticamente inteligentes son:

Selección de clones/variedades: Cultivar entre 5-7 clones o variedades auto o intercompatibles y en arreglos policlonales. La FHIA (<http://apps.iica.int/pccmca/docs/MT%20Frutales%20y%20Cafe/Lunes%2029%20abril/7-%20Compatibilidad%20Sexual%20en%20Cacao.pdf>) ha diseñado varios arreglos de siembra de filas simples o dobles de clones según sea el interés del productor/ra:

- Arreglo 1: CCN-51, Caucasia-39, IMC-67, ICS-95, Caucasia-47, TSH-565 y CAP-34.
- Arreglo 2: EET-8, UF-613, ICS-60, UF-273, CCN-51, FHIA-330, SPA-9 y Caucasia-43.

CATIE ofrece un set de 6 clones productivos, tolerantes a enfermedades y de buena calidad de grano (<http://www.aprocacaho.com/wp-content/uploads/2013/07/Poster-clones-CATIE-VF.pdf>).



Diseño de siembra: Plantar cacao a una densidad entre baja y media. El distanciamiento y marco de plantación sugerido es de 3.5 x 3.5 m en cuadro en terreno plano o en tresbolillo en terreno con pendiente. Se obtienen densidades entre 810-943 plantas/ha en terreno plano y al tresbolillo. Ver más en: http://www.fhia.org.hn/downloads/cacao_pdfs/cultivo_de_cacao_bajo_sombra_de_maderables_o_frutales.pdf.

Densidad	Distancia entre plantas de cacao (m)	Plantas de cacao por hectárea en cuadro-terreno plano	Plantas de cacao por hectárea en tres bolillos-terreno con pendiente
Muy Baja	4 x 4	625	722
Baja	3.5 x 3.5	810	943
Media	3 x 3	1111	1283
Alta	2.5 x 2.5	1600	1848

Manejo de piso y coberturas: Cubrir el suelo con maní forrajero (*Arachis pintoi*), o camelia (*Callisia repens*), los cuales controlan malezas, por ende, reducen costos de desyerbas y reducen la temperatura del suelo. Otras hierbas útiles son: Murruca (*Oplismenus burmanii*), Pasto ilusión (*Panicum trichoides*), Monte de Agua (*Commelina difusa*) y Hierba de Conejo (*Oxalis corniculata*). *C. repens* alcanza un 100% de cobertura del suelo en 120-150 días de establecida y aporta hasta 4.45 y 1.93 t ha⁻¹ de materia seca¹⁰ foliar y de raíces, respectivamente. Ver: <http://cacaomovil.com/guia/7/>

Sombra temporal: Plantar especies de rápido crecimiento como: el gandul (*Cajanus cajan*), Crotalaria (*Crotalaria spp*), higuera (*Ricinus communis*) y se siembran entre los surcos del cacao a una distancia de 75 cm entre planta a hileras dobles y a 1 metro del árbol de cacao. Se usa también madero negro o madre cacao (*Gliricidia sepium*) y la leucanea (*Leucaena leucocephala*), se planta en época seca al doble del distanciamiento del cacao. Ralea el 50% de la sombra temporal a los 3-4 años para dar paso a la sombra permanente. Ver: <http://cacaomovil.com/guia/2/>

Sombra permanente: Plantar entre 50-60 árboles de sombra en 1 ha. Especies útiles son gallinazo (*Schizolobium parahyba*), Guayabon, (*Terminalia oclonga*), Nogal (*Juglan olanchana*) y la guaba (*Inga edulis*). Frutales útiles son el Jocote (*Spondias mombin*), mamon (*Melicoccus bijugatus*) y Nancite (*Byrsomimia crassifolia*). Las tres reglas son: 1) distanciar los árboles 1.5 veces el ancho de la copa del árbol adulto para evitar traslape, 2) ajustar este distanciamiento a múltiplos del marco de siembra del cacao y 3) especies de copas densas y anchas en estratos altos y especies de copas ralas en estratos bajos. Ver más sobre especies para sombra en: http://www.fhia.org.hn/downloads/fhia_informa/fhia_informa_marzo_2019.pdf.

Manejo de la sombra: Mantener un nivel de sombra de 60% para el desarrollo de la planta joven, luego se reduce a un 40% cuando la plantación alcanza el quinto año, al removerse la sombra temporal de musáceas. Manejar el cacao con 40% de sombra, significa que, del total de la parcela,

¹⁰ Puertas, F.; Arevalo, E; Zuniga, L.; Alegre, J.; Loli, O.; Soplin, H., Baligar, V. 2008. Establecimiento de cobertura y extracción total de nutrientes en el suelo de trópico húmedo en la amazonia Peruana. Ecología Aplicada, 7: 1-2. Departamento Académico de Biología, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima – Perú

digamos 1 ha (10.000 m²), al menos, 4.000 m² tienen que estar cubiertos con sombra de árboles. El nivel correcto de sombra para el cacao se logra 1) manejando densidades de árboles y 2) regulando la sombra con podas, descope, descentrado, desarmen, anillado, deshije, etc.

Porcentaje de sombra recomendado para cacao según la edad y densidades de árboles.

Edad	Rango de sombra (%)	Número de individuos por hectárea			Sombra (%)
		Bananos	Bajos	Altos	
1	50-70	1111	15	80	67
2	40-60	893	15	80	57
3	30-50	700	13	70	50
4	30-50	650	10	70	50
5	30-50	300	10	65	40
6	20-40	138	10	65	38
7	20-40	50	10	60	38
8	20-40	50	10	60	38
9	20-35	40	8	40	33
10	20-35	40	8	40	33

Notas: Diámetro de copa del árbol bajo y alto = 10 m y 20 m, respectivamente. Diámetro de las musáceas = 5 m.

Manejo de arquitectura del cacao: La planta de cacao debe tener una altura no mayor a los 2.5 m para facilitar las labores sanitarias y cosecha. Se sugiere manejar 4-5 ramas con una longitud productiva entre 20-22 m protegiendo los cojines florales. Las podas se pueden hacer aplicando el concepto de espacio vital de la planta, es decir; si el cacao se planta a 4 x 4, cada planta de cacao tiene derecho a 2 m de espacio en los cuatro lados, toda rama que traspase el espacio vital de la planta será podada. Visitar: <http://cacaomovil.com/guia/5/>.

Manejo de drenajes: Durante la época seca construya y mantenga limpios los drenajes para evitar los encharcamientos y controle, al menos 3 veces por año, las malezas en las áreas que bordean el cacaotal.

Manejo de integrado de plagas y enfermedades: Hay cuatro acciones clave: a) Al menos 4 veces al año **Corte las malezas**, particularmente las de hoja larga y porte alto, b) **Aplicación racional de fungicidas** Aplique dos veces al mes, con bomba de motor, óxido cuproso (Cobre Sandoz) al 1% de ingrediente activo y Pegafix al 0.1%. Aplique 200-300 ml por árbol, enfocándose en las mazorcas y el follaje c) **Purga total de mazorcas**, elimine todas las mazorcas enfermas y sanas que quedaron del ciclo de producción anterior. Júntelas en sitios abiertos y rocíelas con cal o Urea al 15% para que se descompongan más rápido y d) **Podas sanitarias**, Corte todos los frutos enfermos durante las primeras horas de la mañana para evitar que las esporas estén secas y se desprendan. Los frutos cortados se cubren con hojarasca o se agrupan dentro del cacaotal para rociarles con cal o urea en agua al 15%, tras lo cual se cubren con hojas de plátano. Ver más en <http://cacaomovil.com/guia/6/>

Manejo de la fertilidad del cacaotal: En estos sitios secos hay que fertilizar con al menos 4 kg de abono por planta cada año (ya sea abono orgánico o químico). El cacao cosechero requiere entre 300 y 600 gr/árbol/año de fertilizantes completos en la etapa productiva. Experiencias en Honduras muestran el uso de 60 N-30 P-60 K para lograr rendimientos de 1000 Kg/Ha/año. Es importante practicar la **poda sincronizada** para maximizar la absorción de nutrientes. Para más detalle técnico visitar https://issuu.com/comunicacionesalianzacadacaoperu/docs/manual_nipo_rev_final.

Buenas prácticas de cosecha y rendimiento esperado: Cosechar cada 8 días en época alta y cada 15 días en época baja. Coseche los frutos maduros con cuchilla o tijera para no dañar los cojines florales. No deje que los frutos se sobre-maduren en el cacaotal porque serán atacados por fitóftora o comidos por animales. Ver más en: http://www.fhia.org.hn/downloads/cacao_pdfs/infocacao/InfoCacao_No14_Sept_2017.pdf. Los rendimientos esperados con este tipo de SAF-Cacao son: **Cacao**-una producción a partir del año 3 al 10 de 157, 200, 345, 485, 528, 600, 670 y 700 kg/ha, respectivamente. Del año 11 al 25 se esperan 750-800 kg/ha. **Plátano**. El primer año 15 kg/cepa; el segundo año 10-12 kg/cepa. No hay suficientes datos para proyectar la cosecha de los frutales sugeridos como sombra.

Directrices técnicas para diseñar SAF-Cacao climáticamente-Guatemala-Situación # 11

ZAC actual (2010)	ZAC futuro (2030)	Gradiente de impacto	Tipo de adaptación
Limitaciones	Frio - Húmedo	Oportunidad	Incremental

Zonas agroclimáticas (ZAC)

Limitaciones: Estas zonas son en su mayoría, no aptas climáticamente para la producción de cacao, por esto, la producción se dará en condiciones climáticas no óptimas para este cultivo.

Frio/Húmedo: en esta zona la temperatura media es de aproximadamente 24,4°C; la temperatura promedio del trimestre más frío está cercano a 23,5°C (valor más bajo); la precipitación del trimestre más húmedo es de 125 mm, mientras que la precipitación acumulada anual registra valores por encima de los 2500 mm; la precipitación del trimestre más frío es de 450 mm aproximadamente.



Gradiente de impacto

En el gradiente de impactos se habla de “**Oportunidades**” para referirse a zonas cuyo clima, en el presente, no es idóneo para el cacao, pero que en el futuro ganan idoneidad para el cultivo. **Adaptación incremental** donde es más probable que el clima siga siendo adecuado y la adaptación se logrará mediante un cambio de prácticas y estrategias y facilitadores idealmente mejorados. Los patrones alterados de plagas y enfermedades, la lluvia incierta, la sequía y el calor pueden afectar el cultivo, pero la producción de cacao seguirá siendo factible.

Las prácticas climáticamente inteligentes son:

Selección de clones/variedades: Cultivar entre 5-7 clones o variedades auto o intercompatibles y en arreglos policlonales. La FHIA (<http://apps.iica.int/pccmca/docs/MT%20Frutales%20y%20Cafe/Lunes%2029%20abril/7-%20Compatibilidad%20Sexual%20en%20Cacao.pdf>) ha diseñado varios arreglos de siembra de filas simples o dobles de clones según sea el interés del productor/ra:

- Arreglo 1: CCN-51, Caucasia-39, IMC-67, ICS-95, FHIA-707, FHIA-330 y FHIA-708.
- Arreglo 2: TSH-565, FHIA-74, FHIA-662, Caucasia-37, Caucacia -47, SPA-9 y CCN-51.

CATIE ofrece un set de 6 clones productivos, tolerantes a enfermedades y de buena calidad de grano (<http://www.aprocacaho.com/wp-content/uploads/2013/07/Poster-clones-CATIE-VF.pdf>).

Diseño de siembra: Plantar cacao a una densidad entre baja y media. El distanciamiento y marco de plantación sugerido es de 3.5 x 3.5 m en cuadro en terreno plano o en tresbolillo en terreno con pendiente. Se obtienen densidades entre 810-1283 plantas/ha en terreno plano y al tresbolillo. Ver más en: http://www.fhia.org.hn/downloads/cacao_pdfs/cultivo_de_cacao_bajo_sombra_de_maderables_o_frutales.pdf.

Densidad	Distancia entre plantas de cacao (m)	Plantas de cacao por hectárea en cuadro-terreno plano	Plantas de cacao por hectárea en tres bolillos-terreno con pendiente
Muy Baja	4 x 4	625	722
Baja	3.5 x 3.5	810	943
Media	3 x 3	1111	1283
Alta	2.5 x 2.5	1600	1848

Manejo de piso y coberturas: Cubrir el suelo con maní forrajero (*Arachis pintoii*) o camelia (*Callisia repens*), los cuales controlan malezas, por ende, reducen costos de desyerbas y reducen la temperatura del suelo. Otras hierbas útiles son: Murruga (*Oplismenus burmanii*), Pasto ilusión (*Panicum trichoides*), Monte de Agua (*Commelina difusa*) y Hierba de Conejo (*Oxalis corniculata*). *C. repens* alcanza un 100% de cobertura del suelo en 120-150 días de establecida y aporta hasta 4.45 y 1.93 t ha⁻¹ de materia seca¹¹ foliar y de raíces, respectivamente. Ver: <http://cacaomovil.com/guia/7/>

Manejo de drenajes: Durante la época seca construya y mantenga limpios los drenajes para evitar los encharcamientos y controle, al menos 3 veces por año, las malezas en las áreas que bordean el cacaotal.

Sombra temporal: Plantar especies de rápido crecimiento como: el gandul (*Cajanus cajan*), Crotalaria (*Crotalaria spp*), higuera (*Ricinus communis*) y se siembran entre los surcos del cacao a una distancia de 75 cm entre planta a hileras dobles y a 1 metro del árbol de cacao. Se usa también madero negro o madre cacao (*Gliricidia sepium*) y la leucanea (*Leucaena leucocephala*), se planta en época seca al doble del distanciamiento del cacao. Ralea el 50% de la sombra temporal a los 3-4 años para dar paso a la sombra permanente. Ver: <http://cacaomovil.com/guia/2/>

Sombra permanente: Plantar entre 70-80 árboles de sombra en 1 ha seleccionado especies de clima semiseco. Especies sugeridas son Eucalipto arcoíris (*Eucalyptus deglupta*), Guayabon (*Terminalia oblonga*), Gallinazo (*Schizolobium parahyba*) y la Guaba (*Inga edulis*). Frutales útiles son el Jocote (*Spondias mombin*), mamon (*Melicoccus bijugatus*) y zapote (*Manilkara sapota*). Tres reglas generales son: 1) distanciar los árboles 1.5 veces el ancho de la copa del árbol adulto para evitar traslape, 2) ajustar este distanciamiento a múltiplos del marco del cacao para evitar traslape de punto de siembra entre cacao-árbol de sombra y 3) especies de copas densas y anchas en estratos altos y especies de copas ralas en estratos bajos. Ver más en: http://www.fhia.org.hn/downloads/fhia_informa/fhia_informa_marzo_2019.pdf.

¹¹ Puertas, F.; Arevalo, E; Zuniga, L.; Alegre, J.; Loli, O.; Soplin, H., Baligar, V. 2008. Establecimiento de cobertura y extracción total de nutrientes en el suelo de trópico húmedo en la amazonia Peruana. *Ecología Aplicada*, 7: 1-2. Departamento Académico de Biología, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima – Perú

Manejo de la sombra: Mantener un nivel de sombra de 60% para el desarrollo de la planta joven, luego se reduce a un 40% cuando la plantación alcanza el quinto año, al removerse la sombra temporal de musáceas. Típicamente el cacao necesita más luz durante la floración, cuaje, llenado y maduración de frutos. Manejar el cacao con 40% de sombra, significa que, del total de la parcela, digamos 1 ha (10.000 m²), al menos, 4.000 m² tienen que estar cubiertos con sombra de árboles. El nivel correcto de sombra para el cacao se logra 1) manejando densidades de árboles y 2) regulando la sombra con podas, descope, descentrado, desarmen, anillado, deshije, etc.

Porcentaje de sombra recomendado para cacao según la edad y densidades de árboles.

Edad	Rango de sombra (%)	Número de individuos por hectárea			Sombra (%)
		Bananos	Bajos	Altos	
1	50-70	1111	15	80	67
2	40-60	893	15	80	57
3	30-50	700	13	70	50
4	30-50	650	10	70	50
5	30-50	300	10	65	40
6	20-40	138	10	65	38
7	20-40	50	10	60	38
8	20-40	50	10	60	38
9	20-35	40	8	40	33
10	20-35	40	8	40	33

Notas: Diámetro de copa del árbol bajo y alto =20 m y 10 m, respectivamente. Diámetro de las musáceas= 5 m.

Manejo de arquitectura del cacao: La planta de cacao debe tener una altura no mayor a los 2.5 m para facilitar las labores sanitarias y cosecha. Se sugiere manejar 4-5 ramas con una longitud productiva entre 20-22 m protegiendo los cojines florales. Las podas se pueden hacer aplicando el concepto de espacio vital de la planta, es decir; si el cacao se planta a 3 x 3, cada planta de cacao tiene derecho a 1.5 m de espacio en los cuatro lados, toda rama que traspase el espacio vital de la planta será podada. Visitar: <http://cacaomovil.com/guia/5/>.

Manejo de integrado de plagas y enfermedades: Hay cuatro acciones clave: a) Al menos 4 veces al año **Corte las malezas**, particularmente las de hoja larga y porte alto, b) **Aplicación racional de fungicidas** Aplique dos veces al mes, con bomba de motor, óxido cuproso (Cobre Sandoz) al 1% de ingrediente activo y Pegafix al 0.1%. Aplique 200-300 ml por árbol, enfocándose en las mazorcas y el follaje c) **Purga total de mazorcas**, elimine todas las mazorcas enfermas y sanas que quedaron del ciclo de producción anterior. Júntelas en sitios abiertos y rocíelas con Urea al 15 % para que se descompongan más rápido y d) **Podas sanitarias**, Corte todos los frutos enfermos durante las primeras horas de la mañana para evitar

que las esporas estén secas y se desprendan. Los frutos cortados se cubren con hojarasca o se agrupan dentro del cacaotal para rociarles cal o urea en agua al 15%, tras lo cual se cubren con hojas de plátano. Ver más en <http://cacaomovil.com/guia/6/>

Manejo de la fertilidad del cacaotal: En estos sitios secos hay que fertilizar con al menos 3 kg de abono por planta cada año (ya sea abono orgánico o químico). El cacao cosechero requiere entre 300 y 600 gr/árbol/año de fertilizantes completos en la etapa productiva. Experiencias en Honduras muestran el uso de 60 N-30 P-60 K para lograr rendimientos de 1000 Kg/Ha/año. Se sugiere corregir la acidez del suelo aplicando cal lo que a su vez facilita la absorción de nutrientes como el fósforo. Generalmente se requieren entre 20 y 60 quintales de cal por hectárea, esto significa entre 2 y 5 kilos de cal por planta. Es importante practicar la **poda sincronizada** para maximizar la absorción de nutrientes. Para más detalle técnico visitar https://issuu.com/comunicacionesalianzacacaoperu/docs/manual_nipo_rev_final.

Buenas prácticas de cosecha y rendimiento esperado: Cosechar cada 8 días en época alta y cada 15 días en época baja. Coseche los frutos maduros con cuchilla o tijera para no dañar los cojines florales. No deje que los frutos se sobre-maduren en el cacaotal porque serán atacados por fitóftora o comidos por animales. Los rendimientos esperados con este tipo de SAF-Cacao son: **Cacao**-una producción a partir del año 3 al 10 de 157, 200, 250, 345, 485, 528, 607 y 700 kg/ha, respectivamente. Del año 11 al 25 se esperan 800-1000 kg/ha. **Plátano.** El primer año 15 kg/cepa; el segundo año 10-12 kg/cepa. No hay suficientes datos para proyectar la cosecha de los frutales sugeridos como sombra. Ver más detalles técnicos en: http://www.fhia.org.hn/downloads/cacao_pdfs/infocacao/InfoCacao_No14_Sept_2017.pdf.

Directrices técnicas para diseñar SAF-Cacao climáticamente-Guatemala-Situación # 12

ZAC actual (2010)	ZAC futuro (2030)	Gradiente de impacto	Tipo de adaptación
Limitaciones	Muy caliente - Seco	Oportunidad	Sistémica

Zonas agroclimáticas (ZAC)

Limitaciones: Estas zonas son en su mayoría, no aptas climáticamente para la producción de cacao, por esto, la producción se dará en condiciones climáticas no óptimas para este cultivo.

Muy caliente / Seco: en éstas el promedio de temperatura promedio anual es de 25,8°C; la temperatura promedio del trimestre más frío es de 23,8°C (valor más alto respecto a las demás zonas); la temperatura mínima promedio es de 18,5°C (teniendo en cuenta que es la temperatura mínima, este valor es alto); para la precipitación acumulada anual se registran valores un poco por encima de los 2000 mm; la precipitación del trimestre más frío es de 75 mm, la más baja respecto a las demás zonas; y la precipitación del trimestre más frío es de 400 mm aproximadamente.



Gradiente de impacto

En el gradiente de impactos se habla de “**Oportunidades**” para referirse a zonas cuyo clima, en el presente, no es idóneo para el cacao, pero que en el futuro ganan idoneidad para el cultivo. **Adaptación incremental** donde es más probable que el clima siga siendo adecuado y la adaptación se logrará mediante un cambio de prácticas y estrategias y facilitadores idealmente mejorados. Los patrones alterados de plagas y enfermedades, la lluvia incierta, la sequía y el calor pueden afectar el cultivo, pero la producción de cacao seguirá siendo factible.

Las prácticas climáticamente inteligentes son:

Selección de clones/variedades: Cultivar entre 5-7 clones o variedades auto o intercompatibles y en arreglos policlonales. La FHIA (<http://apps.iica.int/pccmca/docs/MT%20Frutales%20y%20Cafe/Lunes%2029%20abril/7-%20Compatibilidad%20Sexual%20en%20Cacao.pdf>) ha diseñado varios arreglos de siembra de filas simples o dobles de clones según sea el interés del productor/ra:

- Arreglo 1: ICS-1, ICS-39, THS-565, EET-8, UF-613, CAP-34, UF-29 y UF-296
- Arreglo 2: SPA-9, UF-273, ICS-60, IMC-67, UF-613, FHIA-708 y EET-400.

CATIE ofrece un set de 6 clones productivos, tolerantes a enfermedades y de buena calidad de grano (<http://www.aprocacaho.com/wp-content/uploads/2013/07/Poster-clones-CATIE-VF.pdf>).

Diseño de siembra: Plantar cacao a una densidad baja. El distanciamiento y marco de plantación sugerido es de 3.5 x 3.5 m en cuadro en terreno plano o en tresbolillo en terreno con pendiente. Se obtienen densidades entre 810-943 plantas/ha en terreno plano y al tresbolillo. Ver más en: http://www.fhia.org.hn/downloads/cacao_pdfs/cultivo_de_cacao_bajo_sombra_de_maderables_o_frutales.pdf.

Densidad	Distancia entre plantas de cacao (m)	Plantas de cacao por hectárea en cuadro-terreno plano	Plantas de cacao por hectárea en tres bolillos-terreno con pendiente
Muy Baja	4 x 4	625	722
Baja	3.5 x 3.5	810	943
Media	3 x 3	1111	1283
Alta	2.5 x 2.5	1600	1848

Manejo de piso y coberturas: Cubrir el suelo con maní forrajero (*Arachis pintoi*) o camelia (*Callisia repens*), los cuales controlan malezas, por ende, reducen costos de desyerbas y reducen la temperatura del suelo. Otras hierbas útiles son: Murruga (*Oplismenus burmanii*), Pasto ilusión (*Panicum trichoides*), Monte de Agua (*Commelina difusa*) y Hierba de Conejo (*Oxalis corniculata*). *C. repens* alcanza un 100% de cobertura del suelo en 120-150 días de establecida y aporta hasta 4.45 y 1.93 t ha⁻¹ de materia seca¹² foliar y de raíces, respectivamente. Ver: <http://cacaomovil.com/guia/7/>

Sombra temporal: Plantar especies de rápido crecimiento como: el gandul (*Cajanus cajan*), Crotalaria (*Crotalaria spp*), higuera (*Ricinus communis*) y se siembran entre los surcos del cacao a una distancia de 75 cm entre planta a hileras dobles y a 1 metro del árbol de cacao. Se usa también madero negro o madre cacao (*Gliricidia sepium*) y la leucanea (*Leucaena leucocephala*), se planta en época seca al doble del distanciamiento del cacao. Ralea el 50% de la sombra temporal a los 3-4 años para dar paso a la sombra permanente. Ver: <http://cacaomovil.com/guia/2/>

Sombra permanente: Plantar entre 60-70 árboles de sombra en 1 ha. Se sugieren árboles con “fenología” invertida, es decir que conserven las hojas en tiempos de verano cuando el cacao necesita más sombra, dos especies con este patrón son: granadillo (*Dalbergia glomerata*) y acacia blanca (*Faidherbia albida*). Otras especies que crecen bien con poca lluvia son caoba africana (*Kaya senegalensis*) y Aceituno (*Simarouba glauca*). Frutales útiles son el Jocote (*Spondias mombin*), mamon (*Melicoccus bijugatus*) y guayaba (*Psidium guajava*). Tres reglas generales son: 1) distanciar los árboles 1.5 veces el ancho de la copa del árbol adulto para evitar traslape, 2) ajustar este distanciamiento a múltiplos del marco del cacao para evitar traslape de punto de siembra entre cacao-árbol de sombra y 3) especies de copas densas y anchas en estratos altos y especies de copas ralas en estratos bajos. Ver más sobre especies para sombra en: http://www.fhia.org.hn/downloads/fhia_informa/fhia_informa_marzo_2019.pdf.

¹² Puertas, F.; Arevalo, E; Zuniga, L.; Alegre, J.; Loli, O.; Soplin, H., Baligar, V. 2008. Establecimiento de cobertura y extracción total de nutrientes en el suelo de trópico húmedo en la amazonia Peruana. *Ecología Aplicada*, 7: 1-2. Departamento Académico de Biología, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima – Perú

Manejo de la sombra: Mantener un nivel de sombra de 60% para el desarrollo de la planta joven, luego se reduce a un 40% cuando la plantación alcanza el quinto año, al removerse la sombra temporal de musáceas. Típicamente el cacao necesita más luz durante la floración, cuaje, llenado y maduración de frutos. Manejar el cacao con 40% de sombra, significa que, del total de la parcela, digamos 1 ha (10.000 m²), al menos, 4.000 m² tienen que estar cubiertos con sombra de árboles. El nivel correcto de sombra para el cacao se logra 1) manejando densidades de árboles y 2) regulando la sombra con podas, descope, descentrado, desarmen, anillado, deshije, etc.

Porcentaje de sombra recomendado para cacao según la edad y densidades de árboles.

Edad	Rango de sombra (%)	Número de individuos por hectárea			Sombra (%)
		Bananos	Bajos	Altos	
1	50-70	1111	15	80	67
2	40-60	893	15	80	57
3	30-50	700	13	70	50
4	30-50	650	10	70	50
5	30-50	300	10	65	40
6	20-40	138	10	65	38
7	20-40	50	10	60	38
8	20-40	50	10	60	38
9	20-35	40	8	40	33
10	20-35	40	8	40	33

Notas: Diámetro de copa del árbol bajo y alto =10 m y 20 m, respectivamente. Diámetro de las musáceas= 5 m.

Manejo de arquitectura del cacao: En sitios con clima caliente y seco se deben proteger los cojines florales y ramas productivas o cosecheras. Se sugiere manejar 3-5 ejes productivos que sume unos 20-22 m de ramas y podar procurando un balance de de rama y hojas: se podan las ramas entrecruzadas en la calle o entre planta. La planta de cacao debe tener una altura no mayor a 2. 5 m. Ver: <http://cacaomovil.com/guia/5/>

Manejo de integrado de plagas y enfermedades: Hay cuatro acciones clave: a) Al menos 4 veces al año **Corte las malezas**, particularmente las de hoja larga y porte alto, b) **Aplicación racional de fungicidas** Aplique dos veces al mes, con bomba de motor, óxido cuproso (Cobre Sandoz) al 1% de ingrediente activo y Pegafix al 0.1%. Aplique 200-300 ml por árbol, enfocándose en las mazorcas y el follaje c) **Purga total de mazorcas**, elimine todas las mazorcas enfermas y sanas que quedaron del ciclo de producción anterior. Júntelas en sitios abiertos y rocíeles cal o Urea al 15% para que se descompongan más rápido y d) **Podar sanitaria**, Corte todos los frutos enfermos durante las primeras horas de la mañana para evitar que las esporas estén secas y se desprendan. Los frutos cortados se cubren con hojarasca o se agrupan dentro del cacaotal para rociarles cal o urea en agua al 15%, tras lo cual se cubren con hojas de plátano. Ver más en <http://cacaomovil.com/guia/6/>

Manejo de la fertilidad del cacaotal: En estos sitios secos hay que fertilizar con al menos 3 kg de abono por planta cada año (ya sea abono orgánico o químico). El cacao en etapa productiva requiere entre 300 y 600 gr/árbol/año de fertilizantes completos. Experiencias en Honduras muestran el uso de 60 N-30 P-60 K para lograr rendimientos de 1000 Kg/Ha/año. Se sugiere corregir la acidez del suelo aplicando cal lo que a su vez facilita la absorción de nutrientes como el fósforo. Generalmente se requieren entre 20 y 60 quintales de cal por hectárea, esto significa entre 2 y 5 kilos de cal por planta. Es importante practicar la **poda sincronizada** para maximizar la absorción de nutrientes. Para más detalle técnico visitar https://issuu.com/comunicacionesalianzacacaoperu/docs/manual_nipo_rev_final.

Riego: Se debe contar con riego para evitar el riesgo de perder las plantaciones. Un árbol de cacao en edad productiva (≥ 5 años) necesita de 6 mm de agua/día para crecer y producir bien (es decir unos 1825 mm de agua/año). Se sugiere regar dos veces por semana a razón de 1.5 L por planta/día. Se logran mejores rendimientos si se riega a razón de 2 litros/planta/día. <http://www.simbiotik.com/riego-drenaje-en-el-cultivo-de-cacao/>.

Buenas prácticas de cosecha y rendimiento esperado: Cosechar cada 8 días en época alta y cada 15 días en época baja. Coseche los frutos maduros con cuchilla o tijera para no dañar los cojines florales. No deje que los frutos se sobre-maduren en el cacaotal porque serán atacados por fitóftora o comidos por animales. Los rendimientos esperados con este tipo de SAF-Cacao son: **Cacao**-una producción a partir del año 3 al 10 de 157, 200, 250, 345, 485, 528, 607 y 700 kg/ha, respectivamente. Del año 11 al 25 se esperan 750-8000 kg/ha. **Plátano.** El primer año 15 kg/cepa; el segundo año 10-12 kg/cepa. No hay suficientes datos para proyectar la cosecha de los frutales sugeridos como sombra. Ver más detalles técnicos en: http://www.fhia.org.hn/downloads/cacao_pdfs/infocacao/InfoCacao_No14_Sept_2017.pdf.

Directrices técnicas para diseñar SAF-Cacao climáticamente-Guatemala-Situación # 13

ZAC actual (2010)	ZAC futuro (2030)	Gradiente de impacto	Tipo de adaptación
Caliente seco	Caliente seco	Adaptar	Incremental

Zonas agroclimáticas (ZAC)

Caliente / Seco: esta zona se caracteriza por tener temperaturas promedio al año cercanas a 26°C, siendo éste el valor más alto respecto a los demás grupos; la temperatura del trimestre más cálido es de unos 27°C; en estas zonas se registra un promedio acumulado de precipitación anual de 1900 mm, la precipitación del mes más seco es de tan solo 7 mm; la precipitación del mes más cálido es de 235 mm.



Gradiente de impacto

Adaptación incremental donde es más probable que el clima siga siendo adecuado y la adaptación se logrará mediante un cambio de prácticas y estrategias y facilitadores idealmente mejorados. Los patrones alterados de plagas y enfermedades, la lluvia incierta, la sequía y el calor pueden afectar el cultivo, pero la producción de cacao seguirá siendo factible.

Las prácticas climáticamente inteligentes son:

Selección de clones/variedades: Cultivar entre 5-7 clones o variedades auto o inter-compatibles y en arreglos policlonales. Según FHIA (<http://apps.iica.int/pccmca/docs/MT%20Frutales%20y%20Cafe/Lunes%2029%20abril/7-%20Compatibilidad%20Sexual%20en%20Cacao.pdf>) los clones son:

TSH-565, EET-8, IMC-67, UF-613, ICS-60, CAP-34, ICS-1, UF-273, CCN-51, SCC-61, SPA-9, UF-29 y UF-296.

Todos estos clones son moderadamente tolerantes a enfermedades, producen entre 0.8-1kg/planta, tienen granos de 1 gr y un contenido de grasa \geq 50%. CATIE ofrece un set de 6 clones productivos, tolerantes a enfermedades y de buena calidad de grano (<http://www.aprocacaho.com/wp-content/uploads/2013/07/Poster-clones-CATIE-VF.pdf>).

Diseño de siembra: en estos sitios, la disponibilidad de agua será mínima, por tanto, se sugiere cultivar cacao a baja densidades. El distanciamiento y marco de plantación sugerido es de 3.5 x 3.5 m en cuadro en terreno plano o en tresbolillo en terreno con pendiente. Se obtienen densidades entre 800-950 plantas/ha en terreno plano y al tresbolillo. Ver más detalles en: <http://cacaomovil.com/guia/2/>

Densidad	Distancia entre plantas de cacao (m)	Plantas de cacao por hectárea en cuadro-terreno plano	Plantas de cacao por hectárea en tres bolillos-terreno con pendiente
Muy Baja	4 x 4	625	722
Baja	3.5 x 3.5	810	943
Media	3 x 3	1111	1283
Alta	2.5 x 2.5	1600	1848

Manejo de piso y coberturas: Cubrir el suelo con hierbas como maní forrajero (*Arachis pintoii*) o camelia (*Callisia repens*), los cuales controlan malezas, por ende, reducen costos de desyerbas y reducen la temperatura del suelo. Otras hierbas de cobertura son: Murruca (*Oplismenus burmanii*), Pasto ilusión (*Panicum trichoides*), Monte de Agua (*Commelina difusa*) y Hierba de Conejo (*Oxalis corniculata*). Por ejemplo, *C. repens* alcanza un 100% de cobertura del suelo en 120-150 días de establecida y aporta hasta 4.45 y 1.93 t ha⁻¹ de materia seca¹³ foliar y de raíces, respectivamente.

Sombra temporal: Plantar especies de rápido crecimiento como: el gandul (*Cajanus cajan*), Crotalaria (*Crotalaria spp*), higuera (*Ricinus communis*) y se siembran entre los surcos del cacao a una distancia de 75 cm entre planta a hileras dobles y a 1 metro del árbol de cacao. Se usa también madero negro o madre cacao (*Gliricidia sepium*) y la leucanea (*Leucaena leucocephala*), se planta en época seca al doble del distanciamiento del cacao. Ralea el 50% de la sombra temporal a los 3-4 años para dar paso a la sombra permanente. Ver: <http://cacaomovil.com/guia/2/>

Sombra permanente: Plantar entre 50-60 árboles de sombra en 1 ha. Usar especies con “fenología” invertida, es decir que conserven las hojas en tiempos de verano cuando el cacao necesita más sombra, dos especies con este patrón son: granadillo (*Dalbergia glomerata*) y acacia blanca (*Faidherbia albida*). Otras especies que crecen bien con poca lluvia son caoba africana (*Kaya senegalensis*) y Aceituno (*Simarouba glauca*). Frutales útiles son el marañón (*Anardium occidentale*), mamon (*Melicoccus bijugatus*) e icaco (*Chrysobalanus icaco*). Tres reglas generales son: 1) distanciar los árboles 1.5 veces el ancho de la copa del árbol adulto para evitar traslape, 2) ajustar este distanciamiento a múltiplos del marco del cacao para evitar traslape de punto de siembra entre cacao-árbol de sombra y 3) especies de copas densas y anchas en estratos altos y especies de copas medianas y ralas en estratos bajos. Ver más en: http://www.fhia.org.hn/downloads/fhia_informa/fhia_informa_marzo_2019.pdf.

Manejo de la sombra: Mantener un nivel de sombra de 60% para el desarrollo de la planta joven, luego se reduce a un 40% cuando la plantación alcanza el quinto año, al removerse la sombra temporal de musáceas. Manejar el cacao con 40% de sombra, significa que, del total de la parcela, digamos 1 ha (10.000 m²), al menos, 4.000 m² tienen que estar cubiertos con sombra de árboles. El nivel correcto de sombra para el cacao se logra 1) manejando densidades de árboles y 2) regulando la sombra con podas, descope, descentrado, desarmen, anillado, deshije, etc.

¹³ Puertas, F.; Arevalo, E; Zuniga, L.; Alegre, J.; Loli, O.; Soplin, H., Baligar, V. 2008. Establecimiento de cobertura y extracción total de nutrientes en el suelo de trópico húmedo en la amazonia Peruana. *Ecología Aplicada*, 7: 1-2. Departamento Académico de Biología, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima – Perú

Porcentaje de sombra recomendado para cacao según la edad y densidades de árboles.

Edad	Rango de sombra (%)	Número de individuos por hectárea			Sombra (%)
		Bananos	Bajos	Altos	
1	50-70	1111	15	80	67
2	40-60	893	15	80	57
3	30-50	700	13	70	50
4	30-50	650	10	70	50
5	30-50	300	10	65	40
6	20-40	138	10	65	38
7	20-40	50	10	60	38
8	20-40	50	10	60	38
9	20-35	40	8	40	33
10	20-35	40	8	40	33

Notas: Diámetro de copa del árbol bajo y alto =10 m y 20 m, respectivamente. Diámetro de las musáceas= 5 m.

Manejo de arquitectura del cacao: La planta de cacao debe tener una altura no mayor a 2.5 m para facilitar las labores sanitarias y de cosecha. Se sugiere manejar 4-5 ramas con una longitud productiva entre 20-22 m. Las podas se pueden hacer aplicando el concepto de espacio vital de la planta, es decir; si el cacao se planta a 3 x 3, cada planta de cacao tiene derecho a 1.5 m de espacio en los cuatro lados, toda rama que traspase el espacio vital de la planta será podada. Ver más detalles en: <http://cacaomovil.com/guia/5/>.

Manejo de integrado de plagas y enfermedades: Hay tres acciones clave: a) **Corte las malezas**, particularmente las de hoja larga y porte alto, b) **Purga total de mazorcas**, antes de que inicien las lluvias y se formen nuevos frutos, elimine todas las mazorcas enfermas y sanas que quedaron del ciclo de producción anterior. Júntelas en sitios abiertos y rocíelas con cal o productos altos en nitrógeno (por ejemplo, Urea al 15 %) para que se descompongan más rápido, c) **Eliminación de los frutos enfermos (poda sanitaria)**, Corte todos los frutos enfermos durante las primeras horas de la mañana para evitar que las esporas estén secas y se desprendan. Los frutos cortados se cubren con hojarasca, o bien, se agrupan en sitios abiertos dentro del cacaotal para rociarles cal o urea en agua al 15%, tras lo cual se cubren con hojas de plátano. Ver: <http://cacaomovil.com/guia/6/>

Manejo de la fertilidad del cacaotal: En estos sitios secos hay que fertilizar con al menos 4 kg de abono por planta cada año (ya sea abono orgánico o químico). El cacao cosechero requiere entre 300 y 600 gr/árbol/año de fertilizantes completos en la etapa productiva. Experiencias en Honduras muestran el uso de 60 N-30 P-60 K para lograr rendimientos de 1000 Kg/Ha/año. Se sugiere corregir la acidez del suelo aplicando cal lo que a su vez facilita la absorción de nutrientes como el fósforo. Generalmente se requieren entre 20 y 60 quintales de cal por hectárea, esto significa entre 2 y 5

kilos de cal por planta. Es importante practicar la **poda sincronizada** para maximizar la absorción de nutrientes. Para más detalle técnico visitar https://issuu.com/comunicacionesalianzacaoperu/docs/manual_nipo_rev_final.

Riego: Se debe contar con riego para evitar el riesgo de perder las plantaciones. Un árbol de cacao en edad productiva (≥ 5 años) necesita de 6 mm de agua/día para crecer y producir bien (es decir unos 1825 mm de agua/año). Se sugiere regar dos veces por semana a razón de 1.5 L por planta/día. Se logran mejores rendimientos si se riega a razón de 2 litros/planta/día. <http://www.simbiotik.com/riego-drenaje-en-el-cultivo-de-cacao/>.

Buenas prácticas de cosecha y rendimiento: Coseche los frutos maduros con cuchilla o tijera para no dañar los cojines florales. No deje que los frutos se sobre-maduren en el cacaotal porque serán atacados por fitóftora o comidos por animales. Las mazorcas quebradas se incorporan al suelo. Se sugiere cosechar y clasificar las frutas por variedad o lotes para asegurar la calidad final del grano. Para mayor detalle técnico ver: http://www.fhia.org.hn/downloads/cacao_pdfs/infocacao/InfoCacao_No14_Sept_2017.pdf. Los rendimientos esperados con este tipo de SAF-Cacao-Plátano-Maderable o frutales son: **Cacao**-una producción a partir del año 3 al 10 de 157, 207, 300, 350, 445, 585, 628 y 700 kg/ha, respectivamente. Del año 11 al 25 se esperan 750-850 kg/ha. **Plátano**. El primer año 15 kg/cepa; el segundo año 10-12 kg/cepa. No hay datos suficientes para proyectar la cosecha de los frutales sugeridos como sombra (icacos, jocotes, marañón, etc).

Directrices técnicas para diseñar SAF-Cacao climáticamente-Guatemala-Situación # 14

ZAC actual (2010)	ZAC futuro (2030)	Gradiente de impacto	Tipo de adaptación
Aptitud incierta	Caliente seco	Ajustar	Sistémica

Zonas agroclimáticas (ZAC)

Aptitud incierta: Estas zonas son aptas para el cultivo, pero la información climática no nos permite clasificarlas claramente en una de las zonas agroclimáticas específicas. Son áreas que están entre una y otra zona agroclimática y tienen características de ambas zonas.

Caliente / Seco: esta zona se caracteriza por tener temperaturas promedio al año cercanas a 26°C, siendo éste el valor más alto respecto a los demás grupos; la temperatura del trimestre más cálido es de unos 27°C; en estas zonas se registra un promedio acumulado de precipitación anual de 1900 mm, la precipitación del mes más seco es de tan solo 7 mm; la precipitación del mes más cálido es de 235 mm.



Gradiente de impacto

Adaptación sistémica donde es más probable que el clima siga siendo adecuado, pero con un estrés sustancial en los sistemas de producción normales y la adaptación requerirá un cambio integral y un rediseño del sistema, junto con soporte externo para implementar los cambios. Sin cambios, el riesgo para la producción será insostenible. Variedades mejor adaptadas, diversificación y mecanismos financieros serán necesarios para reducir riesgos.

Las prácticas climáticamente inteligentes son:

Selección de clones/variedades: Cultivar entre 5-7 clones o variedades auto o inter-compatibles y en arreglos policlonales. Según FHIA (<http://apps.iica.int/pccmca/docs/MT%20Frutales%20y%20Cafe/Lunes%2029%20abril/7-%20Compatibilidad%20Sexual%20en%20Cacao.pdf>) los clones son:

CATIE R1, CATIE-R4, CATIE-R6, PMCT-58, ICS-95, CCN-51, FHIA-707, FHIA-708, CAP-34, UF-667 y UF-668.

Todos estos clones son moderadamente tolerantes a enfermedades, producen entre 0.8-1kg/planta, tienen granos de 1 gr y un contenido de grasa \geq 50%. CATIE ofrece un set de 6 clones productivos, tolerantes a enfermedades y de buena calidad de grano (<http://www.aprocacaho.com/wp-content/uploads/2013/07/Poster-clones-CATIE-VF.pdf>). La siguiente figura muestra un arreglo de siembra de clones inter-compatibles combinan clones internacionales productivos y 4 clones CATIE. Dicho arreglo es factible para sitios con clima semi seco y densidad de siembra media.



Diseño de siembra: en estos sitios, la disponibilidad de agua será mínima por tanto se sugiere plantar cacao a una densidad baja. El distanciamiento y marco de plantación sugerido es de 3.5 x 3.5 m en cuadro en terreno plano o en tresbolillo en terreno con pendiente. Se obtienen densidades entre 810-944 plantas/ha en terreno plano y al tresbolillo. Ver más detalles en: <http://cacaomovil.com/guia/2/>

Densidad	Distancia entre plantas de cacao (m)	Plantas de cacao por hectárea en cuadro-terreno plano	Plantas de cacao por hectárea en tres bolillos-terreno con pendiente
Muy Baja	4 x 4	625	722
Baja	3.5 x 3.5	810	943
Media	3 x 3	1111	1283
Alta	2.5 x 2.5	1600	1848

Manejo de piso y coberturas: Cubrir el suelo con hierbas como maní forrajero (*Arachis pintoï*) o camelia (*Callisia repens*), los cuales controlan malezas, por ende, reducen costos de desyerbas y reducen la temperatura del suelo. Otras hierbas de cobertura son: Murruca (*Oplismenus burmanii*), Pasto ilusión (*Panicum trichoides*), Monte de Agua (*Commelina difusa*) y Hierba de Conejo (*Oxalis corniculata*). Por ejemplo, *C. repens* alcanza un 100% de cobertura del suelo en 120-150 días de establecida y aporta hasta 4.45 y 1.93 t ha⁻¹ de materia seca¹⁴ foliar y de raíces, respectivamente. Mas detalles técnicos sobre manejo de coberturas de pisos/suelos cacaoteros ver <http://cacaomovil.com/guia/7/>

Sombra temporal: Establecer la sombra temporal 5-6 meses antes de plantar el cacao usando **plátano o banano** a la misma distancia adoptada para cacao. Se recomienda también usar estacones de madero negro o madre cacao (*Gliricidia sepium*), se planta en época seca a una distancia de 7 x 7 m. Otras especies como sombra temporal son la leucanea (*Leucaena leucocephala*) y el higuerrillo (*Ricinus comunis*). Ralea el 50% de la sombra temporal a los 3-4 años para dar paso a la sombra permanente. Ver: <http://cacaomovil.com/guia/2/>

¹⁴ Puertas, F.; Arevalo, E; Zuniga, L.; Alegre, J.; Loli, O.; Soplin, H., Baligar, V. 2008. Establecimiento de cobertura y extracción total de nutrientes en el suelo de trópico húmedo en la amazonia Peruana. Ecología Aplicada, 7: 1-2. Departamento Académico de Biología, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima – Perú

Sombra permanente: Plantar entre 60-70 árboles de sombra en 1 ha. La sombra permanente se establece al menos 6-8 meses antes de plantar el cacao. Se pueden plantar árboles con “fenología” invertida, es decir que conserven las hojas en tiempos de verano cuando el cacao necesita más sombra, dos especies con este patrón son: granadillo (*Dalbergia glomerata*) y acacia blanca (*Faidherbia albida*). Otras especies que crecen bien con poca lluvia son caoba africana (*Kaya senegalensis*) y Aceituno (*Simarouba glauca*). Frutales útiles son el Jocote (*Spondias mombin*), mamon (*Melicoccus bijugatus*) y guayaba (*Psidium guajava*). Tres reglas generales son: 1) distanciar los árboles 1.5 veces el ancho de la copa del árbol adulto para evitar traslape, 2) ajustar este distanciamiento a múltiplos del marco del cacao para evitar traslape de punto de siembra entre cacao-árbol de sombra y 3) especies de copas densas y anchas en estratos altos y especies de copas medias y ralas en estratos bajos. Ver más en: http://www.fhia.org.hn/downloads/fhia_informa/fhia_informa_marzo_2019.pdf.

Manejo de la sombra: Mantener un nivel de sombra de 60% para el desarrollo de la planta joven, luego se reduce a un 40% cuando la plantación alcanza el quinto año, al removerse la sombra temporal de musáceas. Manejar el cacao con 40% de sombra, significa que, del total de la parcela, digamos 1 ha (10.000 m²), al menos, 4.000 m² tienen que estar cubiertos con sombra de árboles. El nivel correcto de sombra para el cacao se logra 1) manejando densidades de árboles y 2) regulando la sombra con podas, descope, descentrado, desarmen, anillado, deshije, etc. Ver mas en http://www.fhia.org.hn/downloads/cacao_pdfs/cultivo_de_cacao_bajo_sombra_de_maderables_o_frutales.pdf y <http://cacaomovil.com/guia/5/>

Porcentaje de sombra recomendado para cacao según la edad y densidades de árboles.

Edad	Rango de sombra (%)	Número de individuos por hectárea			Sombra (%)
		Bananos	Bajos	Altos	
1	50-70	1111	15	80	67
2	40-60	893	15	80	57
3	30-50	700	13	70	50
4	30-50	650	10	70	50
5	30-50	300	10	65	40
6	20-40	138	10	65	38
7	20-40	50	10	60	38
8	20-40	50	10	60	38
9	20-35	40	8	40	33
10	20-35	40	8	40	33

Notas: Diámetro de copa del árbol bajo y alto =20 m y 10 m, respectivamente. Diámetro de las musáceas= 5 m.

Manejo de arquitectura del cacao: Se sugiere manejar 4-5 ramas con una longitud productiva entre 20-22 m. La altura de la planta de cacao debe ser igual o menor a 2.5 m para facilitar las labores sanitarias y la cosecha. Las podas se pueden hacer aplicando el concepto de espacio vital de la

planta, es decir; si el cacao se planta a 3 x 3, cada planta de cacao tiene derecho a 1.5 m de espacio en los cuatro lados, toda rama que traspase el espacio vital de la planta será podada. Para más detalles visitar: <http://cacaomovil.com/guia/5/>.

Manejo de integrado de plagas y enfermedades: Hay tres acciones clave: a) **Corte las malezas**, particularmente las de hoja larga y porte alto. Controle también las malezas en las áreas que bordean el cacaotal, b) **Purga total de mazorcas**, antes de que inicien las lluvias y se formen nuevos frutos, elimine todas las mazorcas enfermas y sanas que quedaron del ciclo de producción anterior. Júntelas en sitios abiertos y rocíeles cal o productos altos en nitrógeno (por ejemplo, Urea al 15 %) para que se descompongan más rápido, c) **Eliminación de los frutos enfermos (poda sanitaria)**, Corte todos los frutos enfermos durante las primeras horas de la mañana para evitar que las esporas estén secas y se desprendan. Los frutos cortados deben ser cubiertos con hojarasca, o bien, agrupados en sitios abiertos dentro del cacaotal para rociarles cal o urea en agua al 15%, tras lo cual se cubren con hojas de plátano. Para más detalles ver: <http://cacaomovil.com/guia/6/>

Manejo de la fertilidad: Fertilizar el cacao a razón de 3 kg de abono/planta a lo largo del año. En general, el cultivo de cacao requiere entre 300 y 600 gr/árbol/año de fertilizantes completos en la etapa productiva. Experiencias en Honduras muestran el uso de 60N-30P-60K para lograr rendimientos de 1.000 Kg/Ha/año. En suelos de baja fertilidad en se realizan aplicaciones de hasta 120N, 60P, 150K 150S, 340 Ca y 15 Mg Kg/Ha. Ver más detalle en: <http://cacaomovil.com/guia/4/>. Es importante practicar la **poda sincronizada** para maximizar la absorción de nutrientes. Para más detalle técnico visitar https://issuu.com/comunicacionesalianzacacaoperu/docs/manual_nipo_rev_final

Buenas prácticas de cosecha y rendimiento: Cosechar cada 8 días en tiempos alto de picos altos y cada 15 días en picos bajos todas las mazorcas maduras, sobre-maduras y las dañadas por plagas y enfermedades. Las mazorcas quebradas se incorporan al suelo. Se sugiere cosechar y clasificar las frutas por variedad o lotes para asegurar la calidad final del grano. Para mayor detalle técnico ver: http://www.fhia.org.hn/downloads/cacao_pdfs/infocacao/InfoCacao_No14_Sept_2017.pdf. Los rendimientos esperados con este tipo de SAF-Cacao-Plátano-Maderable o frutales son: **Cacao**-una producción a partir del año 3 al 10 de 257, 300, 350, 400, 445, 585, 628 y 700 kg/ha, respectivamente. Del año 11 al 25 se esperan 700-800 kg/ha. **Plátano**. El primer año 15 kg/cepa; el segundo año 10-12 kg/cepa. No hay datos suficientes para proyectar la producción de los frutales (zapotes, jocotes, mamon, etc).

Directrices técnicas para diseñar SAF-Cacao climáticamente-Guatemala-Situación # 15

ZAC actual (2010)	ZAC futuro (2030)	Gradiente de impacto	Tipo de adaptación
Limitaciones	Caliente seco	Oportunidad	Sistémica

Zonas agroclimáticas (ZAC)

Limitaciones: Estas zonas son en su mayoría, no aptas climáticamente para la producción de cacao, por esto, la producción se dará en condiciones climáticas no óptimas para este cultivo.

Caliente / Seco: esta zona se caracteriza por tener temperaturas promedio al año cercanas a 26°C, siendo éste el valor más alto respecto a los demás grupos; la temperatura del trimestre más cálido es de unos 27°C; en estas zonas se registra un promedio acumulado de precipitación anual de 1900 mm, la precipitación del mes más seco es de tan solo 7 mm; la precipitación del mes más cálido es de 235 mm.



Gradiente de impacto

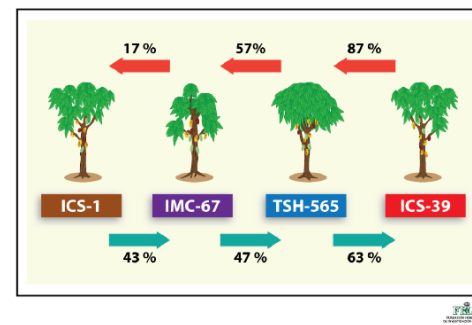
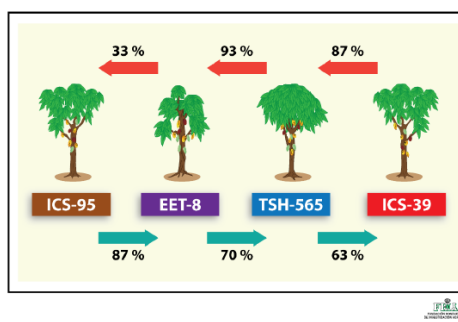
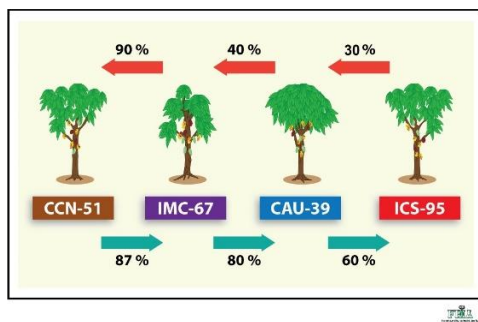
Adaptación sistémica donde es más probable que el clima siga siendo adecuado, pero con un estrés sustancial en los sistemas de producción normales y la adaptación requerirá un cambio integral y un rediseño del sistema, junto con soporte externo para implementar los cambios. Sin cambios, el riesgo para la producción será insostenible. Variedades mejor adaptadas, diversificación y mecanismos financieros serán necesarios para reducir riesgos.

Las prácticas climáticamente inteligentes son:

Selección de clones/variedades: Cultivar entre 5-7 clones o variedades auto o inter-compatibles y en arreglos policlonales. Según FHIA (<http://apps.iica.int/pccmca/docs/MT%20Frutales%20y%20Cafe/Lunes%2029%20abril/7-%20Compatibilidad%20Sexual%20en%20Cacao.pdf>) los clones son:

ICS-95, ICS-6, ICS1, TSH-565, ICS60, UF-613, IMC-67, UF-221, UF-676, EET-8, EET-400, ICS-39 y CCN-51.

Todos estos clones son moderadamente tolerantes a enfermedades, producen entre 0.8-1kg/planta, tienen granos de 1 gr y un contenido de grasa ≥ 50%. CATIE ofrece un set de 6 clones productivos, tolerantes a enfermedades y de buena calidad de grano (<http://www.aprocacaho.com/wp-content/uploads/2013/07/Poster-clones-CATIE-VF.pdf>). La siguiente figura muestra tres arreglos clonales de FHIA combinan clones/variedades internacionales productivos, tolerantes a monilia y de calidad. Dichos arreglos son factibles para sitios semisecos y densidad de siembra media.



Diseño de siembra: en estos sitios la disponibilidad de agua será mínima por tanto se sugiere cultivar cacao a una densidad baja. El distanciamiento y marco de plantación sugerido es de 3.5 x 3.5 m en cuadro en terreno plano o en tresbolillo en terreno con pendiente. Se obtienen densidades entre 625-722 plantas/ha en terreno plano y al tresbolillo. Si se dispone de riego suplementario se puede manejar densidad de media. Para más detalles técnicos ver http://www.fhia.org.hn/downloads/cacao_pdfs/cultivo_de_cacao_bajo_sombra_de_maderables_o_frutales.pdf.

Densidad	Distancia entre plantas de cacao (m)	Plantas de cacao por hectárea en cuadro-terreno plano	Plantas de cacao por hectárea en tres bolillos-terreno con pendiente
Muy Baja	4 x 4	625	722
Baja	3.5 x 3.5	800	943
Media	3 x 3	1111	1283
Alta	2.5 x 2.5	1600	1848

Manejo de piso y coberturas: Cubrir el suelo con hierbas como maní forrajero (*Arachis pintoi*) o camelia (*Callisia repens*), los cuales controlan malezas, por ende, reducen costos de desyerbas y reducen la temperatura del suelo. Otras hierbas de cobertura son: Murruca (*Oplismenus burmanii*), Pasto ilusión (*Panicum trichoides*), Monte de Agua (*Commelina difusa*) y Hierba de Conejo (*Oxalis corniculata*). Por ejemplo, *C. repens* alcanza un 100% de cobertura del suelo en 120-150 días de establecida y aporta hasta 4.45 y 1.93 t ha⁻¹ de materia seca¹⁵ foliar y de raíces, respectivamente.

Sombra temporal: Establecer la sombra temporal 5-6 meses antes de plantar el cacao usando **plátano o banano** a la misma distancia adoptada para cacao. Se recomienda también usar estacones de madero negro o madre cacao (*Gliricidia sepium*), se planta en época seca al doble de la distancia de siembra del cacao. Otras especies como sombra temporal son la leucanea (*Leucaena leucocephala*) y el higuierillo (*Ricinus comunis*). Ralea el 50% de la sombra temporal a los 3-4 años para dar paso a la sombra permanente. Ver: <http://cacaomovil.com/guia/2/>

¹⁵ Puertas, F.; Arevalo, E; Zuniga, L.; Alegre, J.; Loli, O.; Soplin, H., Baligar, V. 2008. Establecimiento de cobertura y extracción total de nutrientes en el suelo de trópico húmedo en la amazonia Peruana. Ecología Aplicada, 7: 1-2. Departamento Académico de Biología, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima – Perú

Sombra permanente: Plantar entre 60-70 árboles de sombra en 1 ha. Utilizar especies con “fenología” invertida, es decir que conserven las hojas en tiempos de verano cuando el cacao necesita más sombra, dos especies con este patrón son: granadillo (*Dalbergia glomerata*) y acacia blanca (*Faidherbia albida*). Otras especies que crecen bien con poca lluvia son caoba africana (*Kaya senegalensis*) y Aceituno (*Simarouba glauca*). Frutales útiles son el Jocote (*Spondias mombin*), mamon (*Melicoccus bijugatus*), marañon (*Anarcadium occidentale*) y guayaba (*Psidium guajava*). Tres reglas generales son: 1) distanciar los árboles 1.5 veces el ancho de la copa del árbol adulto para evitar traslape, 2) ajustar este distanciamiento a múltiplos del marco del cacao para evitar traslape de punto de siembra entre cacao-árbol de sombra y 3) especies de copas densas y anchas en estratos altos y especies de copas ralas en estratos bajos. Ver más en: http://www.fhia.org.hn/downloads/fhia_informa/fhia_informa_marzo_2019.pdf.

Manejo de la sombra: Mantener un nivel de sombra de 60% para el desarrollo de la planta joven, luego se reduce a un 40% cuando la plantación alcanza el quinto año, al removerse la sombra temporal de musáceas. Manejar el cacao con 40% de sombra, significa que, del total de la parcela, digamos 1 ha (10.000 m²), al menos, 4.000 m² tienen que estar cubiertos con sombra de árboles. El nivel correcto de sombra para el cacao se logra 1) manejando densidades de árboles y 2) regulando la sombra con podas, descope, descentrado, desarmen, anillado, deshije, etc.

Porcentaje de sombra recomendado para cacao según la edad y densidades de árboles.

Edad	Rango de sombra (%)	Número de individuos por hectárea			Sombra (%)
		Bananos	Bajos	Altos	
1	50-70	1111	15	80	67
2	40-60	893	15	80	57
3	30-50	700	13	70	50
4	30-50	650	10	70	50
5	30-50	300	10	65	40
6	20-40	138	10	65	38
7	20-40	50	10	60	38
8	20-40	50	10	60	38
9	20-35	40	8	40	33
10	20-35	40	8	40	33

Notas: Diámetro de copa del árbol bajo y alto =10 m y 20 m, respectivamente. Diámetro de las musáceas= 5 m.

Manejo de arquitectura del cacao: Se sugiere manejar 4-5 ramas con una longitud productiva entre 20-22 m protegiendo los cojines florales. Las podas se pueden hacer aplicando el concepto de espacio vital de la planta, es decir; si el cacao se planta a 3 x 3, cada planta de cacao tiene derecho a 1.5 m de espacio en los cuatro lados, toda rama que traspase el espacio vital de la planta será podada. Visitar: <http://cacaomovil.com/guia/5/>.

Manejo de integrado de plagas y enfermedades: Hay tres acciones clave: a) **Corte las malezas**, particularmente las de hoja larga y porte alto. Controle también las malezas en las áreas que bordean el cacaotal, b) **Purga total de mazorcas**, antes de que inicien las lluvias y se formen nuevos frutos, elimine todas las mazorcas enfermas y sanas que quedaron del ciclo de producción anterior. Júntelas en sitios abiertos y rocíeles cal o productos altos en nitrógeno (por ejemplo, Urea al 15 %) para que se descompongan más rápido, c) **Eliminación de los frutos enfermos (poda sanitaria)**, Corte todos los frutos enfermos durante las primeras horas de la mañana para evitar que las esporas estén secas y se desprendan. Los frutos cortados deben ser cubiertos con hojarasca, o bien, agrupados en sitios abiertos dentro del cacaotal para rociarles cal o urea en agua al 15%, tras lo cual se cubren con hojas de plátano. Para más detalles ver: http://www.fhia.org.hn/downloads/cacao_pdfs/infocacao/InfoCacao_No12_Jul_2017.pdf y <http://cacaomovil.com/guia/6/>.

Manejo de la fertilidad del cacaotal: Fertilizar con al menos 4 kg de abono por planta cada año (ya sea abono orgánico o químico). El cacao cosechero requiere entre 300 y 600 gr/árbol/año de fertilizantes completos en la etapa productiva. En suelos de baja fertilidad en se realizan aplicaciones de hasta 120N, 60P, 150K 150S, 340 Ca y 15 Mg Kg/Ha. Es importante practicar la **poda sincronizada** para maximizar la absorción de nutrientes. Ver más en https://issuu.com/comunicacionesalianzacacaoperu/docs/manual_nipo_rev_final.

Riego: Un árbol de cacao en edad productiva (≥ 5 años) necesita de 6 mm de agua/día (es decir unos 1825 mm de agua/ año), si no hay lluvia hay que regar para evitar el riesgo de perder las plantaciones. Se sugiere regar dos veces por semana a razón de 1.5 L/día por planta. Se logran mejores rendimientos si se riega a razón de 2 litros/planta/día. Mas detalles técnicos ver: <http://www.simbioti-k.com/riego-drenaje-en-el-cultivo-de-cacao/>.

Buenas prácticas de cosecha y rendimiento esperado: Cosechar cada 8 días en época alta y cada 15 días en época baja. No mezclar las mazorcas maduras, sobre-maduras y las dañadas por plagas y enfermedades con las mazorcas sanas. Las mazorcas quebradas se incorporan al suelo. Otras recomendaciones son **Purga total de mazorcas**, antes de que inicien las lluvias y se formen nuevos frutos, elimine todas las mazorcas enfermas y sanas que quedaron del ciclo de producción anterior. Júntelas en sitios abiertos y rocíeles cal o productos altos en nitrógeno (Urea al 15 %) para que se descompongan más rápido y **Eliminación de los frutos enfermos (poda sanitaria)**, Corte todos los frutos enfermos durante las primeras horas de la mañana para evitar que las esporas estén secas y se desprendan. Los rendimientos esperados con este tipo de SAF-Cacao son: **Cacao**-una producción a partir del año 3 al 10 de 157, 200, 250, 345, 400, 485, 528, y 600 kg/ha, respectivamente. Del año 11 al 25 se esperan 650-750 kg/ha. **Plátano.** El primer año 15 kg/cepa; el segundo año 10-12 kg/cepa. No hay datos suficientes para proyectar la cosecha de los frutales sugeridos como sombra. Para mayor detalle técnico ver: http://www.fhia.org.hn/downloads/cacao_pdfs/infocacao/InfoCacao_No14_Sept_2017.pdf.

Directrices técnicas para diseñar SAF-Cacao climáticamente-Guatemala-Situación # 16

ZAC actual (2010)	ZAC futuro (2030)	Gradiente de impacto	Tipo de adaptación
Caliente seco	Limitaciones	Transformar	Transformacional

Zonas agroclimáticas (ZAC)

Caliente / Seco: esta zona se caracteriza por tener temperaturas promedio al año cercanas a 26°C, siendo éste el valor más alto respecto a los demás grupos; la temperatura del trimestre más cálido es de unos 27°C; en estas zonas se registra un promedio acumulado de precipitación anual de 1900 mm, la precipitación del mes más seco es de tan solo 7 mm; la precipitación del mes más cálido es de 235 mm.

Limitaciones: Estas zonas son en su mayoría, no aptas climáticamente para la producción de cacao, por esto, la producción se dará en condiciones climáticas no óptimas para este cultivo.



Gradiente de impacto

Adaptación transformacional donde es más probable que el clima haga inviable la producción de cacao, y la adaptación requiera un rediseño del sistema de producción o el cambio a nuevos cultivos. Los facilitadores externos serán críticos para apoyar el cambio porque probablemente sea más factible y económico cambiar a otros cultivos que sostener la producción de cacao en las condiciones del futuro.

Las prácticas climáticamente inteligentes son:

Selección de clones/variedades: No se recomienda ampliar áreas con cacao ni introducir nuevos clones o variedades dado que el clima será inviable. Se sugiere rediseñar el SAF-Cacao hacia un sistema dominado por los árboles frutales y maderables y enriquecerlo con otros frutales.

Diseño de siembra: Reemplazar gradualmente las plantas de cacao viejas o improductivas, con frutales de porte medio y que crecen bien en climas semisecos como marañón (*Anacardium occidentale*), Jocote (*Spondias mombin*) y coco (*Cocos nucifera*). Manejar densidades de 50-60 plantas/ha.

Manejo de piso y coberturas: Cubrir el suelo con hierbas como maní forrajero (*Arachis pinto*) o camelia (*Callisia repens*), los cuales controlan malezas, por ende, reducen costos de desyerbas, retienen humedad y reducen la erosión. Ver más en <http://cacaomovil.com/guia/7/>

Sombra temporal: Mantener la sombra temporal de **plátano o banano** a la misma distancia adoptada para cacao, esto generara alimento/ingresos para la familia. Enriquecer los claros con Gandul (*Cajanus cajan*) y Crotalaria (*Crotalaria spp*), se siembran entre los surcos del cacao a una distancia de 75 cm entre planta a hileras dobles y a 1 m del cacao, luego se pican y se incorporan al suelo como rastrojo o mulch.

Sombra permanente: Manejar entre 40-50 árboles de sombra en 1 ha. Usar especies que crecen bien en climas semisecos como guacimo (*Guazuma ulmifolia*), madero negro (*Gliricidia sepium*) y guaba (*Inga edulis*). Frutales útiles son pan de fruta (*Artocarpus altitis*) y guayaba (*Psidium guajava*).

Manejo de la sombra: Regule el nivel de sombra (hasta 35% a 45%) mediante podas y raleos de los árboles frutales o maderables en asocio con el cacao. En estos sitios, la sombra favorecerá el crecimiento, desarrollo y cosecha del cacao remanente y de los nuevos frutales incorporados.

Manejo de arquitectura del cacao: Ralear las plantas viejas e improductivas de cacao para dar paso a los nuevos frutales y favorecer el crecimiento de los maderables del sitio. La altura de las plantas de cacao remanentes no debe pasar los 3 m para facilitar las labores sanitarias y la cosecha.

Buenas prácticas agrícolas: Dos acciones clave son: a) **poda de rehabilitación** al final de la época de mayor cosecha. Cuando la plantación está muy alta, es muy vieja o ha estado en abandono, realice una poda fuerte del cacao, reduciendo la altura de los árboles a 3 m y eliminando las ramas bajas y las entrecruzadas y b) **Desyerbas**, al menos 3 veces al año, corte las malezas, particularmente las de hoja larga y porte alto. Controle también las malezas en las áreas que bordean el cacaotal. De ser necesario, haga uso racional de herbicidas. Ver más en: <http://cacaomovil.com/guia/6/>

Manejo de la fertilidad: Fertilizar a razón de 1 kg de abono/planta/año priorizando aquellas plantas que aún tienen potencial productivo. En general, el cultivo de cacao requiere entre 300 y 600 gr/árbol/año de fertilizantes completos en la etapa productiva. Usar cal para regular Ph de suelos ácidos.

Buenas prácticas de cosecha y rendimiento: Cosechar cada 15 días en picos bajos todas las mazorcas maduras, sobre-maduras y las dañadas por plagas y enfermedades. Si la cosecha es poca, se sugiere vender en cacao baba a la puerta de la finca. Las mazorcas quebradas se incorporan al suelo. Se sugiere cosechar y clasificar las frutas por variedad o lotes para asegurar la calidad final del grano.

Diagnóstico del cacaotal: Evaluar la factibilidad técnica de renovar, rehabilitar o reemplazar el cacaotal usando los siguientes indicadores. Mas del 25% de plantas viejas e improductivas, cacaotales mayores a 25 años, con menos de 800 plantas/ha (625 plantas/Mz) y rendimiento de menor a 500 kg/ha/año, hay que renovar. Es probable que la productividad de los cacaotales en edad avanzada ya no sea sostenible ni competitiva.

Directrices técnicas para diseñar SAF-Cacao climáticamente-Guatemala-Situación # 17

ZAC actual (2010)	ZAC futuro (2030)	Gradiente de impacto	Tipo de adaptación
Templado - Muy seco	Limitaciones	Transformar	Transformacional

Zonas agroclimáticas (ZAC)

Templado / Muy seco: la temperatura promedio en estas zonas es de 24,8°C (el grado más bajo respecto a las otras ZAC), de otro lado, el promedio de la temperatura para el trimestre más húmedo es de 25,4 °C (valor medio entre las demás zonas); la precipitación acumulada en estas zonas registra valores de 1750 mm (valor más bajo respecto a las demás zonas); la precipitación del trimestre más cálido se registran valores alrededor de 400 mm y la precipitación del trimestre más húmedo es de aproximadamente 800 mm en promedio.

Limitaciones: Estas zonas son en su mayoría, no aptas climáticamente para la producción de cacao, por esto, la producción se dará en condiciones climáticas no óptimas para este cultivo.



Gradiente de impacto

Adaptación transformacional donde es más probable que el clima haga inviable la producción de cacao, y la adaptación requiera un rediseño del sistema de producción o el cambio a nuevos cultivos. Los facilitadores externos serán críticos para apoyar el cambio porque probablemente sea más factible y económico cambiar a otros cultivos que sostener la producción de cacao en las condiciones del futuro.

Las prácticas climáticamente inteligentes son:

Selección de clones/variedades: No se recomienda ampliar áreas con cacao ni introducir nuevos clones o variedades dado que el clima será inviable. Se sugiere rediseñar el SAF-Cacao hacia un sistema dominado por los árboles frutales y maderables y enriquecerlo con otros frutales.

Diseño de siembra: Reemplazar gradualmente las plantas de cacao viejas o improductivas, con frutales de porte medio y que crecen bien en climas templados y secos como coco (*Cocos nucifera*), guanábana (*Annona muricata*) y Zapote (*Manilkara sapota*). Manejar densidades de 50-60 plantas/ha.

Manejo de piso y coberturas: Cubrir el suelo con hierbas como maní forrajero (*Arachis pintoï*) o camelia (*Callisia repens*), los cuales controlan malezas, por ende, reducen costos de desyerbas, retienen humedad y reducen la erosión. Ver más en <http://cacaomovil.com/guia/7/>

Sombra temporal: Enriquecer los claros con Gandul (*Cajanus cajan*) y Crotalaria (*Crotalaria spp*), se siembran entre los surcos del cacao a una distancia de 75 cm entre planta a hileras dobles y a 1 m del cacao, luego se pican y se incorporan al suelo como rastrojo o mulch.

Sombra permanente: Manejar entre 40-50 árboles de sombra en 1 ha. Usar especies que crecen bien en estos sitios son guayabon (*Terminalia oblonga*), nogal (*Juglans spp.*) y aguacatillo (*Persea donnell-smithii*). Frutales útiles son pan de fruta (*Artocarpus altitis*) y anona (*Annona muricata*).

Manejo de la sombra: Regule el nivel de sombra (hasta 30% a 40%) mediante podas y raleos de los árboles frutales o maderables asociados. En estos sitios, el exceso de sombra puede afectar el crecimiento, desarrollo y cosecha del cacao remanente y de los nuevos frutales incorporados.

Manejo de arquitectura del cacao: Ralear las plantas viejas e improductivas de cacao para dar paso a los nuevos frutales y favorecer el crecimiento de los maderables del sitio. La altura de las plantas de cacao remanentes no debe pasar los 3 m para facilitar las labores sanitarias y la cosecha.

Buenas prácticas agrícolas: Dos acciones clave son: a) **poda de rehabilitación** al final de la época de mayor cosecha. Cuando la plantación está muy alta o es muy vieja, realice una poda fuerte del cacao, eliminando las ramas bajas y las entrecruzadas y b) **Desyerbas**, al menos 3 veces al año, corte las malezas, particularmente las de hoja larga y porte alto. Haga uso racional de herbicidas. Ver más en: <http://cacaomovil.com/guia/6/>.

Manejo de la fertilidad: Fertilizar a razón de 1 kg de abono/planta/año priorizando aquellas plantas que aún tienen potencial productivo. En general, el cultivo de cacao requiere entre 300 y 600 gr/árbol/año de fertilizantes completos en la etapa productiva. Usar cal para regular Ph de suelos ácidos.

Buenas prácticas de cosecha y rendimiento: Cosechar cada 15 días en picos bajos todas las mazorcas maduras, sobre-maduras y las dañadas por plagas y enfermedades. Si la cosecha es poca, se sugiere vender en cacao baba a la puerta de la finca. Las mazorcas quebradas se incorporan al suelo. Se sugiere cosechar y clasificar las frutas por variedad o lotes para asegurar la calidad final del grano.

Diagnóstico del cacaotal: Evaluar la factibilidad técnica de renovar, rehabilitar o reemplazar el cacaotal usando los siguientes indicadores. Mas del 25% de plantas viejas e improductivas, cacaotales mayores a 25 años, con menos de 800 plantas/ha (625 plantas/Mz) y rendimiento de menor a 500 kg/ha/año, hay que renovar/reemplazar. Es probable que la productividad de los cacaotales en edad avanzada ya no sea sostenible ni competitiva.

Directrices técnicas para diseñar SAF-Cacao climáticamente-Guatemala-Situación # 18

ZAC actual (2010)	ZAC futuro (2030)	Gradiente de impacto	Tipo de adaptación
Frio-Húmedo	Limitaciones	Transformar	Transformacional

Zonas agroclimáticas (ZAC)

Frio/Húmedo: en esta zona la temperatura media es de aproximadamente 24,4°C; la temperatura promedio del trimestre más frío está cercano a 23,5°C (valor más bajo); la precipitación del trimestre más húmedo es de 125 mm, mientras que la precipitación acumulada anual registra valores por encima de los 2500 mm; la precipitación del trimestre más frío es de 450 mm aproximadamente.

Limitaciones: Estas zonas son en su mayoría, no aptas climáticamente para la producción de cacao, por esto, la producción se dará en condiciones climáticas no óptimas para este cultivo.



Gradiente de impacto

Adaptación transformacional donde es más probable que el clima haga inviable la producción de cacao, y la adaptación requiera un rediseño del sistema de producción o el cambio a nuevos cultivos. Los facilitadores externos serán críticos para apoyar el cambio porque probablemente sea más factible y económico cambiar a otros cultivos que sostener la producción de cacao en las condiciones del futuro.

Las prácticas climáticamente inteligentes son:

Selección de clones/variedades: No se recomienda ampliar áreas con cacao ni introducir nuevos clones o variedades dado que el clima será inviable. Se sugiere rediseñar el SAF-Cacao hacia un sistema dominado por los árboles frutales y maderables y enriquecerlo con otros frutales.

Diseño de siembra: Reemplazar gradualmente las plantas de cacao viejas o improductivas, con frutales de porte medio y que crecen bien en climas fríos como cítricos (*Citrus spp*), Chirimoya (*Anona cherimola*) y nance (*Byrsonima crassifolia*). Manejar densidades de 30-40 plantas/ha.

Manejo de piso y coberturas: Cubrir el suelo con hierbas como maní forrajero (*Arachis pintoii*) o camelia (*Callisia repens*), los cuales controlan malezas, por ende, reducen costos de desyerbas, retienen humedad y reducen la erosión. Ver más en <http://cacaomovil.com/guia/7/>

Sombra temporal: Enriquecer los claros con Gandul (*Cajanus cajan*) y Crotalaria (*Crotalaria spp*), se siembran entre los surcos del cacao a una distancia de 75 cm entre planta a hileras dobles y a 1 m del cacao, luego se pican y se incorporan al suelo como rastrojo o mulch.

Sombra permanente: Manejar entre 30-40 árboles de sombra en 1 ha. Usar especies que crecen bien en estos sitios son madre cacao (*Gliricidia sepium*), guaba (*Inga edulis*) y roble (*Tabebuia rosea*). Frutales útiles son pan de fruta (*Artocarpus altitis*) y aguacate (*Persea americana*).

Manejo de la sombra: Regule el nivel de sombra (hasta 30% a 40%) mediante podas y raleos de los árboles frutales o maderables asociados. En estos sitios, el exceso de sombra puede afectar el crecimiento, desarrollo y cosecha del cacao remanente y de los nuevos frutales incorporados.

Manejo de arquitectura del cacao: Ralear las plantas viejas e improductivas de cacao para dar paso a los nuevos frutales y favorecer el crecimiento de los maderables del sitio. La altura de las plantas de cacao remanentes no debe pasar los 3 m para facilitar las labores sanitarias y la cosecha.

Buenas prácticas agrícolas: Dos acciones clave son: a) **poda de rehabilitación** al final de la época de mayor cosecha. Cuando la plantación está muy alta o es muy vieja, realice una poda fuerte del cacao, eliminando las ramas bajas y las entrecruzadas y b) **Desyerbas**, al menos 3 veces al año, corte las malezas, particularmente las de hoja larga y porte alto. Haga uso racional de herbicidas. Ver más en: <http://cacaomovil.com/guia/6/>.

Manejo de la fertilidad: Fertilizar a razón de 1.5 kg de abono/planta/año priorizando aquellas plantas que aún tienen potencial productivo. En general, el cultivo de cacao requiere entre 300 y 600 gr/árbol/año de fertilizantes completos en la etapa productiva. Usar cal para regular Ph de suelos ácidos.

Buenas prácticas de cosecha y rendimiento: Cosechar cada 15 días en picos bajos todas las mazorcas maduras, sobre-maduras y las dañadas por plagas y enfermedades. Si la cosecha es poca, se sugiere vender en cacao baba a la puerta de la finca. Las mazorcas quebradas se incorporan al suelo. Se sugiere cosechar y clasificar las frutas por variedad o lotes para asegurar la calidad final del grano.

Diagnóstico del cacaotal: Evaluar la factibilidad técnica de renovar, rehabilitar o reemplazar el cacaotal usando los siguientes indicadores. Mas del 25% de plantas viejas e improductivas, cacaotales mayores a 25 años, con menos de 800 plantas/ha (625 plantas/Mz) y rendimiento de menor a 500 kg/ha/año, hay que renovar/reemplazar. Es probable que la productividad de los cacaotales en edad avanzada ya no sea sostenible ni competitiva.

Directrices técnicas para diseñar SAF-Cacao climáticamente-Guatemala-Situación # 19

ZAC actual (2010)	ZAC futuro (2030)	Gradiente de impacto	Tipo de adaptación
Frio-Húmedo	Limitaciones	Transformar	Transformacional

Zonas agroclimáticas (ZAC)

Frio/Húmedo: en esta zona la temperatura media es de aproximadamente 24,4°C; la temperatura promedio del trimestre más frío está cercano a 23,5°C (valor más bajo); la precipitación del trimestre más húmedo es de 125 mm, mientras que la precipitación acumulada anual registra valores por encima de los 2500 mm; la precipitación del trimestre más frío es de 450 mm aproximadamente.

Limitaciones: Estas zonas son en su mayoría, no aptas climáticamente para la producción de cacao, por esto, la producción se dará en condiciones climáticas no óptimas para este cultivo.



Gradiente de impacto

Adaptación transformacional donde es más probable que el clima haga inviable la producción de cacao, y la adaptación requiera un rediseño del sistema de producción o el cambio a nuevos cultivos. Los facilitadores externos serán críticos para apoyar el cambio porque probablemente sea más factible y económico cambiar a otros cultivos que sostener la producción de cacao en las condiciones del futuro.

Las prácticas climáticamente inteligentes son:

Selección de clones/variedades: No se recomienda ampliar áreas con cacao ni introducir nuevos clones o variedades dado que el clima será inviable. Se sugiere rediseñar el SAF-Cacao hacia un sistema dominado por los árboles frutales y maderables y enriquecerlo con otros frutales.

Diseño de siembra: Reemplazar gradualmente las plantas de cacao viejas o improductivas, con frutales de porte medio y que crecen bien en climas fríos como cítricos (*Citrus spp*), Chirimoya (*Anona cherimola*) y nance (*Byrsonima crassifolia*). Manejar densidades de 30-40 plantas/ha.

Manejo de piso y coberturas: Cubrir el suelo con hierbas como maní forrajero (*Arachis pinto*) o camelia (*Callisia repens*), los cuales controlan malezas, por ende, reducen costos de desyerbas, retienen humedad y reducen la erosión. Ver más en <http://cacaomovil.com/guia/7/>

Sombra temporal: Enriquecer los claros con Gandul (*Cajanus cajan*) y Crotalaria (*Crotalaria spp*), se siembran entre los surcos del cacao a una distancia de 75 cm entre planta a hileras dobles y a 1 m del cacao, luego se pican y se incorporan al suelo como rastrojo o mulch.

Sombra permanente: Manejar entre 30-40 árboles de sombra en 1 ha. Usar especies que crecen bien en estos sitios son madre cacao (*Gliricidia sepium*), guaba (*Inga edulis*) y roble (*Tabebuia rosea*). Frutales útiles son pan de fruta (*Artocarpus altitis*) y aguacate (*Persea americana*).

Manejo de la sombra: Regule el nivel de sombra (hasta 30% a 40%) mediante podas y raleos de los árboles frutales o maderables asociados. En estos sitios, el exceso de sombra puede afectar el crecimiento, desarrollo y cosecha del cacao remanente y de los nuevos frutales incorporados.

Manejo de arquitectura del cacao: Ralear las plantas viejas e improductivas de cacao para dar paso a los nuevos frutales y favorecer el crecimiento de los maderables del sitio. La altura de las plantas de cacao remanentes no debe pasar los 3 m para facilitar las labores sanitarias y la cosecha.

Buenas prácticas agrícolas: Dos acciones clave son: a) **poda de rehabilitación** al final de la época de mayor cosecha. Cuando la plantación está muy alta o es muy vieja, realice una poda fuerte del cacao, eliminando las ramas bajas y las entrecruzadas y b) **Desyerbas**, al menos 3 veces al año, corte las malezas, particularmente las de hoja larga y porte alto. Haga uso racional de herbicidas. Ver más en: <http://cacaomovil.com/guia/6/>.

Manejo de la fertilidad: Fertilizar a razón de 1.5 kg de abono/planta/año priorizando aquellas plantas que aún tienen potencial productivo. En general, el cultivo de cacao requiere entre 300 y 600 gr/árbol/año de fertilizantes completos en la etapa productiva. Usar cal para regular Ph de suelos ácidos.

Buenas prácticas de cosecha y rendimiento: Cosechar cada 15 días en picos bajos todas las mazorcas maduras, sobre-maduras y las dañadas por plagas y enfermedades. Si la cosecha es poca, se sugiere vender en cacao baba a la puerta de la finca. Las mazorcas quebradas se incorporan al suelo. Se sugiere cosechar y clasificar las frutas por variedad o lotes para asegurar la calidad final del grano.

Diagnóstico del cacaotal: Evaluar la factibilidad técnica de renovar, rehabilitar o reemplazar el cacaotal usando los siguientes indicadores. Mas del 25% de plantas viejas e improductivas, cacaotales mayores a 25 años, con menos de 800 plantas/ha (625 plantas/Mz) y rendimiento de menor a 500 kg/ha/año, hay que renovar/reemplazar. Es probable que la productividad de los cacaotales en edad avanzada ya no sea sostenible ni competitiva.