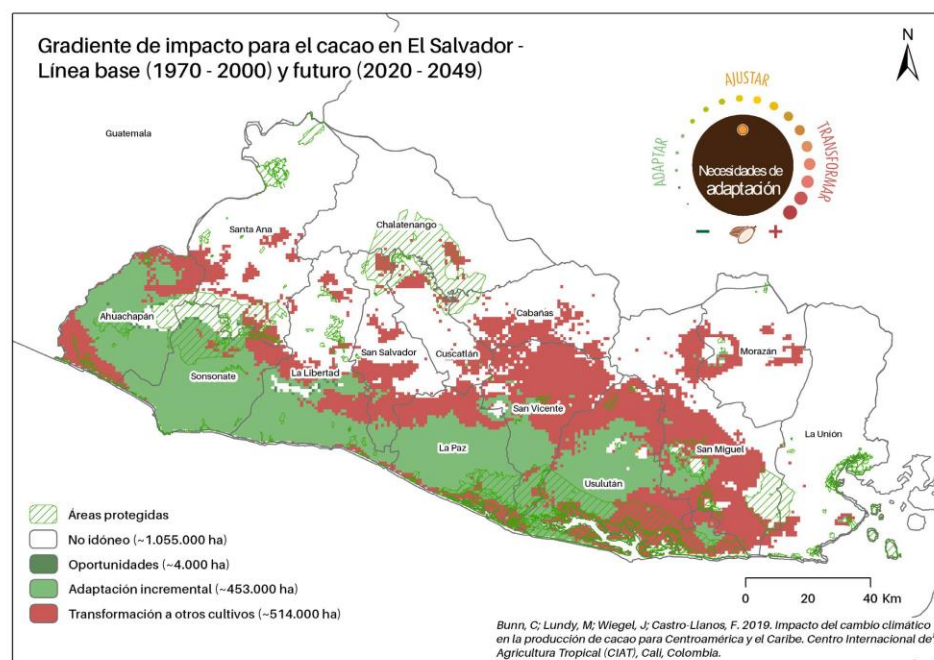


Las propuestas de las acciones específicas para construir
los Sistemas Agroforestales Cacao Climáticamente Inteligente y resiliente
Directrices Técnicas para diseñar SAF-Cacao Climáticamente Inteligentes-El Salvador



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

Índice

Situaciones identificadas en El Salvador	3
Premisas de las directrices técnicas	4
Directrices técnicas para diseñar SAF-Cacao climáticamente-El Salvador-Situación # 1	6
Directrices técnicas para diseñar SAF-Cacao climáticamente- El Salvador -Situación # 2	10
Directrices técnicas para diseñar SAF-Cacao climáticamente- El Salvador -Situación # 3	14
Directrices técnicas para diseñar SAF-Cacao climáticamente- El Salvador -Situación # 4	17
Directrices técnicas para diseñar SAF-Cacao climáticamente- El Salvador -Situación # 5	18
Directrices técnicas para diseñar SAF-Cacao climáticamente- El Salvador -Situación # 6	20

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

<i>Situaciones</i>	Línea base	Futuro	Gradiente de impacto	Tipo de adaptación requerido para 2030		
	ZAC-2010	ZAC-2030	2030	Incremental	Sistémica	Transformacional
1	Caliente seco	Caliente seco	Adaptar	X		
2	Limitaciones	Caliente seco	Adaptar	X		
3	Limitaciones	Caliente seco	Oportunidad	X		
4	Limitaciones	Limitaciones	No idóneo			X
5	Caliente seco	Limitaciones	Transformar			X
6	No idóneo	No idóneo	No idóneo			X

*ZAC: Zona Agroclimatic.

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 polinización.
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 con cierta 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. **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.
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.
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.
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.

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 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 y FHIA en el acopio y beneficiado del grano, usando materiales de enseñanza disponibles.
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-El Salvador Situación #1

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

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 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: Se sugiere plantar al menos 5-7 clones de cacao, auto e inter-compatibles en arreglos policlonales. Entre los clones cultivados están ICS-6, ICS-39, ICS-95, TSH-565, IMC-67, CCN-51, EET-96, EET- 400. Otros materiales de cacao para siembra incluyen EET0-8, CC-137, UF-29, UF-296, UF-613, UF- 273. Se propone sembrar dos o más hileras de cada clon para facilitar el intercambio de polen. FHIA y CATIE ofrecen varios clones de cacao productivos, tolerantes a enfermedades y de buena calidad, ver www.fhia.org.hn y www.catie.ac.cr.

Diseño de siembra: en este tipo de zona climática, la disponibilidad de agua será menor a la requerida por el cultivo y por tanto se sugiere una densidad muy baja a baja con un distanciamiento de 4 x 4 m en cuadro en terreno plano o en tresbolillo (4 x 4 x 4 m) en terreno con pendiente. Se obtiene una densidad de 625 plantas en cuadro en terreno plano y 722 plantas/ha al tresbolillo en terreno con pendiente.



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: en sitios con limitaciones de agua, es importante mantener la humedad el suelo, especialmente en los meses con poca lluvia, para tal efecto se recomienda la siembra 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 seca¹ foliar y de raíces, respectivamente. Otras coberturas que pueden usarse son: Murruca (*Oplismenus burmanii*), Pasto ilusión (*Panicum trichoides*) y Hierba de Conejo (*Oxalis corniculata*). Ver <http://cacaomovil.com/guia/7/>

Especies de sombra temporal: Establezca la sombra temporal al menos 6-8 meses antes de plantar el cacao usando **plátano o banano** a la misma distancia adoptada para cacao. Otras especies usadas como sombra temporal son leucanea (*Leucaena leucocephala*) y el higuierillo (*Ricinus communis*). Se puede también plantar madero negro (*Gliricidia sepium*) que fija nitrógeno en el suelo, resiste podas frecuentes y genera leña. Se planta en época seca con un distanciamiento doble al del cacao. Se obtiene una población de 156 estacones/ha en cuadro y 180 estacones/ha a tres bolillos.

Especies sombra permanente: Se sugiere plantar entre 50-60 árboles de sombra en 1 ha. Seleccionar especies de zonas semi-secas entre ellas: caoba africana (*Khaya senegalensis*), el aceituno (*Simarouba glauca*) y guaba (*Inga edulis*). Otras especies por considerar son Jocote (*Spondias mombin*), guayaba (*Psidium guajava*) y mamón (*Melicoccus bijugatus*). Hay tres reglas generales a seguir: 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).

Manejo de la sombra: Los expertos agroforestales expresan en forma porcentual la cantidad de sombra que debe tener el cacao en las distintas etapas de su vida (Tabla 1). Mantener 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. En estas zonas se sugiere manejar entre 40-50% de sombra a lo largo del año. El nivel correcto de sombra se logra de dos formas, a) manejando densidades de árboles y 2) regulando la sombra con podas, descope, descentrado, 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: Dado que el ambiente en esta zona será más seco, es importante proteger los cojines florales y ramas productivas o cosecheras, por tanto; se sugiere manejar 3-5 ejes productivos y manejar la frecuencia e intensidad de las podas según el espacio vital de la planta. Si el cacao se planta a 4 x4, cada planta de cacao tiene derecho a 2 m de espacio a cada lado, toda rama que traspase el espacio vital se poda.

Manejo de integrado de plagas y enfermedades: Se sugieren cinco prácticas 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 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, la poda de mantenimiento 2/año, eliminar ramas entrecruzadas, muertas, enfermas y e) aplicar una pasta cicatrizante en los cortes mayores de 3 cm.

Manejo de la fertilidad del cacaotal: Fertilizar con al menos 3 kg de abono por planta/ (ya sea abono orgánico o químico). Por ejemplo, se requiere producir y aplicar ≥ 5.000 Kg/Ha/año de compost (unos 4.5 Kg/planta/año), para satisfacer las demandas de nutrientes de una plantación con rendimientos esperados de 1000 Kg/Ha/año de grano seco. El cacao cosechero requiere entre 300 y 600 gr/árbol/año de fertilizantes completos en la etapa productiva. Para suelos ácidos, se recomienda aplicar 250 g de cal dolomita por planta 1 mes antes de la fertilización con abono orgánico.

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). Regar semanalmente durante el verano a razón de 17.5 litros/planta/día. Se logran mejores rendimientos si se riega a razón de 20.5 litros/planta/día.

Buenas prácticas de cosecha y rendimiento esperado: Cosechar cada 8 días en época alta y cada 15 días en época baja, 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**-una producción a partir del año 3 al 10 de 157, 200, 345, 485, 528 y 670 kg/ha, respectivamente. Del año 11 al 25 se esperan 700 kg/ha. **Plátano**. El primer año 15 kg/cepa; el segundo año 10-12 kg/cepa. No hay datos suficientes para proyectar la producción total de los frutales.

Directrices técnicas para diseñar SAF-Cacao climáticamente-El Salvador Situación #2

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

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 practicas climáticamente inteligentes son:

Selección de clones/variedades: Plantar entre 5-7 clones en arreglos policlonales, entre los clones recomendados por FHIA (www.fhia.org.hn) sobresalen ICS-95, ICS6, ICS1, TSH565, ICS60, UF613, IMC67, UF221, UF676, EET8, ICS39, CCN51, FHIA 707,708, CAP 34, UF667 y UF668 o bien se pueden seleccionar los 6 clones de CATIE (<http://www.aprocacaho.com/wp-content/uploads/2013/07/Poster-clones-CATIE-VF.pdf>). Se sugiere plantar 2 filas de cada clon y repetir este patrón en todo el sitio. Varios arreglos clonales sugeridos pueden ser:

- CAP 34, IMC 67, PCS - A2, Caucacia 39, Caucacia 43, Caucacia 47, CCN-51.
- ICS-1; ICS-6; ICS-39; ICS-40; ICS-60; ICS-95; y TSH-565.544, EET 558.

Diseño de siembra: en esta zona climática la disponibilidad de agua será limitada por tanto se sugiere plantar cacao a baja densidad. 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. Las densidades esperadas son 800 plantas en cuadro en terreno plano y 942 plantas/ha a tres bolillos.

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: en sitios con clima caliente y seco, es importante mantener la humedad el suelo, especialmente en los meses con poca o nada de lluvia, para tal efecto se recomienda la siembra de cobertura del suelo como maní forrajero (*Arachis pintoi*) o camelia (*Callisia repens*). Estudios en la amazonia peruana sugieren que *C. repens* cubre el suelo en un 100% a los 120-150 días de establecida y que aporta al suelo hasta 4.45 y 1.93 t ha⁻¹ de materia seca² foliar y de raíces, respectivamente. Ver otras especies de cobertura de suelo en <http://cacaomovil.com/guia/7/>.

Especies de sombra temporal: Plantar **plátano o banano** a la misma distancia adoptada para cacao (4 x 4 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, entre febrero-mayo (7-8 meses antes del trasplante de cacao) a una distancia de 8 x 8 m para una población de 156 estacones/ha en cuadro y 180 estacones/ha a tres bolillos. Otras especies como sombra temporal son la leucanea (*Leucaena leucocephala*) y el higuerrillo (*Ricinus comunis*). Ver <http://cacaomovil.com/guia/2/>.

Especies sombra permanente: Seleccionar y plantar especies adaptadas a condiciones semisecas, por ejemplo; el aceituno (*Simarouba glauca*), giacimo (*Guazuma ulmifolia*) y albizia (*Albizia ferruginea*) y varios frutales como jocote (*Spondias mombin*), guayaba (*Psidium guajava*) y maraon (*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 para evitar traslape cacao-arboles 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: <http://cacaomovil.com/guia/2/>.

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. Ver el siguiente cuadro.

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

Manejo de arquitectura del cacao: En el primer año, es recomendable podar los árboles injertados y dejar 3 o 4 ramas principales de manera balanceada y a una altura mayor a 40 cm. 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. Para más detalle técnico ver <http://cacaomovil.com/guia/5/>

Manejo de integrado de plagas y enfermedades: Es probable que en este clima “seco” se alteren los ciclos de las plagas como el chinche (*Monalonium* spp.), para controlar estas plagas se sugiere realizar una purga (eliminación total de mazorcas en la planta) al final de la cosecha principal con el fin de eliminar las fuentes de alimento de los insectos y regular la sombra del cacaotal. La mazorca negra y la moniliasis, ambas atacan el fruto y se prevé sean menos severas en estos sitios, se controlan mediante la eliminación semanal de frutos enfermos.

Manejo de la fertilidad del cacaotal: Para mantener una producción de 1000 kg de cacao seco/ha/año se requiere realizar una fertilización al momento de la siembra y una cada año al inicio de la época lluviosa. Aplicar 2 kg de abono orgánico y 200 gr de cal dolomita por árbol. Para suelos ácidos, se recomienda aplicar cal dolomita 1 mes antes de la fertilización con abono orgánico. Se recomienda practicar la poda sincroniza.

Riego: En lugares donde llueva menores de 1600 mm y hay más de 3 meses secos, se debe contar con riego para evitar 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). Regar semanalmente durante el verano a razón de 17.5 litros/planta/día. Se logran mejores rendimientos si se riega a razón de 20.5 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 se recolectan en sacos y se colocan en montones dentro de la finca donde se apartan los frutos maduros sanos de los frutos dañados y enfermos. Los rendimientos esperados con este tipo de SAF-Cacao-Plátano-Maderable son: **Cacao**-una producción a partir del año 3 al 10 de 157, 250, 345, 450, 545, 650 y 740 kg/ha, respectivamente. Del año 11 al 25 se esperan 800 kg/ha. **Plátano.** El primer año 15 kg/cepa; el segundo año 10-12 kg/cepa. No existen datos suficientes para proyectar la productividad de los árboles frutales de sombra sugeridos.

Directrices técnicas para diseñar SAF-Cacao climáticamente-El Salvador Situación #3

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

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

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 practicas climáticamente inteligente son:

Selección de clones/variedades: Seleccionar 5-7 clones o variedades, productivos, tolerantes enfermedades y de buena calidad y plantarlos en arreglos policlonales para asegurar compatibilidad. Entre los clones recomendados están ICS-1, ICS-6, ICS-39, ICS-40, ICS-60, ICS-95, TSH-565, IMC-67, CCN-51, EET-96, EET- 400. Otros arreglos de siembra usados en fincas comerciales de Guatemala y Nicaragua con similar zona climática son CATIE R1, R4, R6, PMCT58, ICS95, FHIA 707,708, CAP 34, UF667 y UF668. Plantar 2 filas de cada clon y repetir este patrón en todo el sitio.

Diseño de siembra: Cultivar cacao a densidades entre baja y 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 810-1283 plantas/ha en terreno plano y al tresbolillo.

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: Sembrar cobertura del suelo como maní forrajero (*Arachis pintoï*) o camelia (*Callisia repens*), los cuales controlan malezas y reducen la temperatura del suelo. Otras hierbas de cobertura que se pueden usar son: Murruca (*Oplismenus burmanii*), Pasto ilusión (*Panicum trichoides*), Monte de Agua (*Commelina difusa*) y Hierba de Conejo (*Oxalis corniculata*). Por ejemplo, *C. repens*, esta hierba 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: Se sugiere 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, entre febrero-mayo a una distancia de 6 x 6 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 para dar paso a la sombra permanente. Mas detalle ver <http://cacaomovil.com/guia/2/>

Especies sombra permanente: Plantar entre 80-90 árboles de sombra en 1 ha. Especies por considerar son: Albizia (*Albizia zygia* o *A. saman*) y la 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 marco del cacao y 3) especies de copas densas y anchas en estratos altos y especies de copas ralas en estratos bajos.

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. Cuando se dice mantener 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 manejando densidades de árboles y regulando la sombra con podas, descope, descentrado, desarmen, anillado, deshije, etc.

³ 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 =20 m y 10 m, respectivamente. Diámetro de las musáceas= 5 m.

Manejo de arquitectura del cacao: Se sugiere manejar 4-5 ejes y una longitud de ramas productivas entre 20-22 m. Podar 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 técnicos visitar: <http://cacaomovil.com/guia/5/>.

Manejo de integrado de plagas y enfermedades: Se recomiendan: 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 dispersión de las esporas por la manipulación de los frutos enfermos, d) el deschuponado 4 a 6 veces/año y e) la poda de mantenimiento dos veces al año, eliminar ramas entrecruzadas, en exceso, muertas, enfermas y plantas parásitas.

Manejo de la fertilidad: 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. Para más detalles sobre manejo de fertilidad del suelo visitar: <http://cacaomovil.com/guia/4/>

Buenas prácticas de cosecha y rendimiento: Cosechar cada 15 días 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-Plátano-Maderable o frutales son: **Cacao**-una producción a partir del año 3 al 10 de 257, 300, 445, 585, 628, 700, 850 y 900 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).

Directrices técnicas para diseñar SAF-Cacao climáticamente-El Salvador Situación #-4

ZAC actual (2010)	ZAC futuro (2030)	Gradiente de impacto	Tipo de adaptación
Limitaciones	Limitaciones	No idóneo	No idóneo

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.

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.

Directrices técnicas para diseñar SAF-Cacao climáticamente-El Salvador Situación #-5

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*), Icacao (*Chrysobalanus icaco*) 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 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: Plantar especies de rápido crecimiento como: el Gandul (*Cajanus cajan*) y Crotalaria (*Crotalaria spp*) y 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. Mantener la sombra temporal de **plátano o banano** a la misma distancia adoptada para cacao, esto generara alimento/ingresos para la familia.

Sombra permanente: Manejar entre 30-40 árboles de sombra en 1 ha. Retener especies que crecen bien en climas semisecos como nogal (*Juglans olanchana*), aceituno (*Simarouba glauca*) y guaba (*Inga edulis*). Frutales útiles son pan de fruta (*Artocarpus altilis*) y Guanábana (*Anona muricata*).

Manejo de la sombra: Regule el nivel de sombra (hasta 30% a 40%) 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 1.5 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. Es probable que la productividad de los cacaotales en edad avanzada ya no sea sostenible ni competitiva.

Directrices técnicas para diseñar SAF-Cacao climáticamente-El Salvador Situación #-6

ZAC actual (2010)	ZAC futuro (2030)	Gradiente de impacto	Tipo de adaptación
No idóneo	No idóneo	No idóneo	No idóneo

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.